

スリランカ国

プランテーション産業省

スリランカ国
茶成分分析計を活用した紅茶産業
競争力強化に関する
普及・実証事業

業務完了報告書

2022 年 10 月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

カワサキ機工株式会社

中部セ

JR

22-004

<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.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

目次

目次	i
巻頭写真	iii
地図	v
図表リスト	vi
略語表	vii
案件概要	viii
要約	ix
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	3
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	4
(3) 製品サービス・技術	4
(4) 当該国における具体的なビジネス展開の方法	4
(5) 当該国でのビジネスにおける収支・財務計画	4
4. ビジネス実施上の留意事項	4
(1) ガバナンスにおける留意事項	4
(2) 商習慣・商慣習、文化、宗教における留意事項	4
(3) ビジネス展開に必要なネットワーク	4
(4) 撤退条件	5
第2 ビジネス展開による対象国・地域への貢献	6
1. ビジネスを通じて解決する対象国の課題とその貢献	6
(1) 対象国の課題	6
(2) 中・長期的に達成する課題への貢献	6
2. 持続的な開発目標（SDGs）17 の目標	7
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・実証事業実績	9
1. 本事業の目的	9
2. 本事業の成果	9
3. 本事業の実施体制	10
4. 成果の達成状況	10
5. 活動内容および実績	11
(1) 活動内容	11

(2) 活動実績.....	12
(3) 導入済機材（別添：譲与物品リスト）	33
6. 事業実施国政府機関（カウンターパート機関）の情報.....	33
(1) カウンターパート機関名	33
(2) 基本情報.....	33
(3) カウンターパート機関の役割・負担事項（実績）	34
(4) 事業後の機材の維持管理体制	34
7. ビジネス展開の見込みと根拠.....	35
(1) ビジネス化可否の判断.....	35
(2) ビジネス化可否の判断根拠.....	35
8. その他	35
(1) 環境社会配慮（※）	35
(2) ジェンダー配慮（※）	35
(3) 貧困削減（※）	35
9. 本事業から得られた教訓と提言.....	35
(1) 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓	35
(2) JICA や政府関係機関に向けた提言.....	36
英文案件概要	38

英文要約

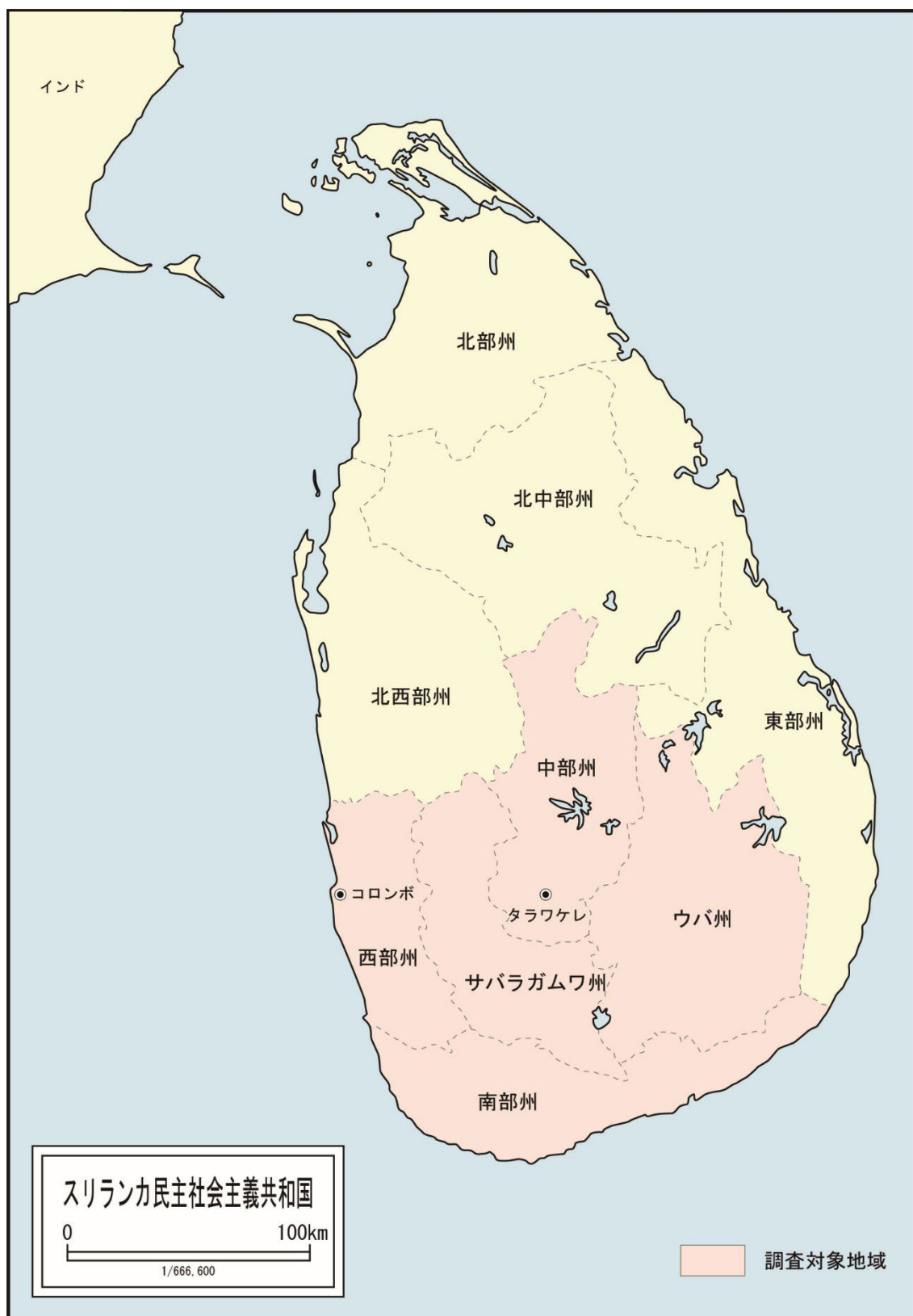
別添資料

巻頭写真

	
C/P (MPI) との協議 (2019 年 3 月)	C/P (SLTB) との協議 (2017 年 12 月)
	
C/P (TRI) との協議 (2018 年 4 月)	機材開梱・検品 (2018 年 1 月)
	
紅茶サンプル作成の指導 (2017 年 12 月)	機材動作確認 (2018 年 1 月)
	
紅茶サンプル収集活動 (2018 年 1 月)	DUALEX (ポリフェノール測定器) の 使用技術指導 (2018 年 4 月)

	
<p>粉碎機（茶成分分析計付属品）の 使用技術指導（2018 年 4 月）</p>	<p>茶成分分析計の設置場所（SLTB） （2018 年 1 月）</p>
	
<p>分析計の実証活動（ブローカー） （2019 年 3 月）</p>	<p>分析計の実証活動（SLTB 地域事務所） （2019 年 3 月）</p>
	
<p>分析計の実証活動（輸出業者）（2019 年 10 月）</p>	<p>本邦受入活動中の静岡県庁往訪（2018 年 6 月）</p>
	
<p>C/P（MPI）との分析計の展開方法に係る協議 （2020 年 1 月）</p>	<p>セミナー開催（2020 年 2 月）</p>

地図



図表リスト

図表 3-1	収集する紅茶サンプル詳細についての協議、検討結果.....	13
図表 3-2	紅茶サンプルの収集業務の実績.....	14
図表 3-3	紅茶サンプルを収集した紅茶工場一覧.....	14
図表 3-4	分析計の使用技術指導の実績.....	15
図表 3-5	サンプル収集及び分析計の精度実証に係る活動（活動 1-2/1-6）	16
図表 3-6	化学分析及び近赤外法（分析計）分析の解析結果.....	17
図表 3-7	相関係数の精度指標.....	18

略語表

略語	正式名称	日本語名称
C/P	Counterpart	カウンターパート
HPLC	High Performance Liquid Chromatography	高速液体クロマトグラフィー
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
MPI	Ministry of Plantation Industries	プランテーション産業省
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
SLTB	Sri Lanka Tea Board	スリランカ紅茶局
TRI	Tea Research Institute of Sri Lanka	スリランカ紅茶研究所

案件概要

スリランカ国

茶成分分析計を活用した紅茶産業競争力強化に関する普及・実証事業 カワサキ機工株式会社（静岡県）

スリランカ国の開発ニーズ

スリランカにおいて紅茶は全輸出額の15%を占め、生産量の約94%を輸出する主要産業であるが、高付加価値化等による国際市場における競争力の持続的な向上が喫緊の課題である。

提案企業の技術・製品



紅茶成分分析計（GTN-B）

- ◆ 近赤外法により、複数（緑茶の場合 9成分）の茶成分含有量を約1分で測定可能（従来の方法は1成分につき約30分要する）。
- ◆ 専門的な知識を要せず測定可能。
- ◆ 幅40cm×高さ35cm×奥行36cm 重量14.6kgでありポータブル。

事業概要

- ◆ 相手国実施機関：
 - ・ プランテーション産業省
 - ・ 同省下スリランカ紅茶局
 - ・ 同省下スリランカ紅茶研究所
- ◆ 事業期間：2017年11月～2022年12月
- ◆ 事業サイト：スリランカ国（コロンボ（西部州）、ウバ州、中部州、サバラガムワ州、南部州）

スリランカ国側に見込まれる成果

- 成分値に基づく品質管理、特定の成分を推奨した新製品開発等、スリランカ産紅茶の付加価値が向上に向けた取組がなされる。
- 紅茶産業を所管する紅茶局が行うISO基準に基づいた品質管理 検査が効率化かつ迅速化され、品質管理体制が強化される。
- 荒茶工場等での茶葉取引の際、成分値に基づいた茶葉の定量的な品質評価がなされ、茶葉の公正な取引及び品質向上に係る取組がなされる。

普及・実証事業の内容

【目的】

スリランカ国において近赤外法による茶成分分析計の有用性を実証し、当該国での普及方法と課題が整理検討される。

【成果】

- 近赤外法による紅茶成分分析の技術面でのスリランカ国への適応が実証される。
- スリランカ国紅茶産業バリューチェーンの要所及び紅茶局による品質検査において、近赤外法による紅茶成分分析計の有用性が実証される。
- スリランカ国において、紅茶成分分析計の普及展開案が策定される。

日本企業側の成果

現状


- 公立茶業試験場、民間茶飲料メーカーに約300台（約20億円）の販売実績。
- 緑茶用茶成分分析計市場の国内シェア100%。
- 中国緑茶用の茶成分分析計の販売開始（2016年）。

今後




- スリランカとの共同研究による静岡県茶業界への還元。
- 紅茶成分分析計の販売増。
- その他当社製品（製茶機械等）の販売増。

要約

I. 事業要約

1. 案件名	<p>(和文) 茶成分分析計を活用した紅茶産業競争力強化に関する普及・実証事業</p> <p>(英文) Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Strengthening Competitiveness of Tea Industry through Utilization of Tea Ingredients Analyzer in Sri Lanka</p>																														
2. 対象国・地域	スリランカ国： コロンボ（西部州）、ウバ州、中部州、サバラガムワ州、南部州																														
3. 本事業の要約	茶成分分析計を活用したスリランカ国の紅茶産業競争力強化に関する普及・実証事業。C/P 機関と技術実証した分析計を紅茶産業のバリューチェーン各所において実証・普及を図り、国の課題として挙げられている紅茶の品質向上、高付加価値化に役立てるとともに、同国紅茶産業の国際市場における競争力強化、発展に寄与し、同国でのビジネス展開を目指す。																														
4. 提案製品・技術の概要	<p>提案する製品・技術は、近赤外法により、複数の茶成分を同時、迅速かつ専門知識を要さず簡単に測定できる茶成分分析計（下図）である。本製品は小型で重量も軽く、持ち運びが可能である。これらの特徴から、これまで研究室・ラボでしか行えなかった分析を、茶の取引現場などバリューチェーン各所で行えるようにしたことが最大の強みである。</p> <p>価格は、例えば HPLC を用いた化学分析を行う場合に比べ、かなり価格を抑えられる可能性がある。</p> <p>当社は国内の緑茶用茶成分分析計ではシェア 100%を達成しているが、これを紅茶用に更改し、バリューチェーン各所のニーズに対応するための実証を本事業で行う。</p> <div style="text-align: center;">  <table border="1" data-bbox="1029 1265 1236 1478"> <thead> <tr> <th colspan="2">茶成分分析計</th> </tr> <tr> <th colspan="2">**測定結果**</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>測定日</td> <td>2016/10/28 13:10:10</td> </tr> <tr> <td>測定対象</td> <td>紅茶</td> </tr> <tr> <td>サンプルID</td> <td>12345</td> </tr> <tr> <td>客先ID</td> <td>12345</td> </tr> <tr> <td>水分</td> <td>3.5 %</td> </tr> <tr> <td>全窒素</td> <td>3.9 %</td> </tr> <tr> <td>繊維</td> <td>21.3 %</td> </tr> <tr> <td>カフェイン</td> <td>2.1 %</td> </tr> <tr> <td>ポリフェノール</td> <td>13.2 %</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>近赤外線茶成分分析計及び測定結果表</p> <p>紅茶用茶成分分析の用途タイプ（案）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>用途別タイプ</th><th>測定成分（案）</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 高付加価値化（荒茶¹）</td><td>カテキン、カフェイン、ポリフェノール、テアフラビン</td></tr> <tr> <td>② 茶葉品質評価（茶葉）</td><td>繊維、全窒素、（ポリフェノール）</td></tr> <tr> <td>③ ISO基準検査（荒茶）</td><td>水分、ポリフェノール、繊維、（テアフラビン）、（全窒素）</td></tr> </tbody> </table>	茶成分分析計		**測定結果**		測定日	2016/10/28 13:10:10	測定対象	紅茶	サンプルID	12345	客先ID	12345	水分	3.5 %	全窒素	3.9 %	繊維	21.3 %	カフェイン	2.1 %	ポリフェノール	13.2 %	用途別タイプ	測定成分（案）	① 高付加価値化（荒茶 ¹ ）	カテキン、カフェイン、ポリフェノール、テアフラビン	② 茶葉品質評価（茶葉）	繊維、全窒素、（ポリフェノール）	③ ISO基準検査（荒茶）	水分、ポリフェノール、繊維、（テアフラビン）、（全窒素）
茶成分分析計																															
測定結果																															
測定日	2016/10/28 13:10:10																														
測定対象	紅茶																														
サンプルID	12345																														
客先ID	12345																														
水分	3.5 %																														
全窒素	3.9 %																														
繊維	21.3 %																														
カフェイン	2.1 %																														
ポリフェノール	13.2 %																														
用途別タイプ	測定成分（案）																														
① 高付加価値化（荒茶 ¹ ）	カテキン、カフェイン、ポリフェノール、テアフラビン																														
② 茶葉品質評価（茶葉）	繊維、全窒素、（ポリフェノール）																														
③ ISO基準検査（荒茶）	水分、ポリフェノール、繊維、（テアフラビン）、（全窒素）																														

¹ 荒茶（あらちゃ）とは、収穫した茶葉を「萎凋（いちよう）」「揉捻」「発酵」「乾燥」などの工程を経て、紅茶として飲める状態まで加工された茶の状態。ブレンドや再加工（特定の風味付けなど）用に完成品メーカーへ流通される。

5. 対象国で目指すビジネスモデル概要	当面は現地代理店や協力企業を通じた分析計の販売と、本普及・実証事業で譲与した4台の活用に係る校正・メンテナンスサービスの提供を軸に展開し、政治・経済の回復を見つつ、販売台数計画の再策定を行っていく予定である。
6. ビジネスモデル展開に向けた課題と対応方針	外部要因となりうる、対象国の予期せぬ政変や経済危機においては、可能な限りの対応と対策を行いつつ、現地関係機関（公的・民間）との連絡は今後も密に行っていく。 また、分析計の価格についても課題として挙げられるため、より幅広く分析計の有用性を普及するとともに、分析可能成分数の調整などのカスタマイズや簡易型分析計の開発も行い、より多くの現地企業に購入の検討を積極的にできるような対策をとる。
7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>1 貧困をなくそう</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>9 産業と技術革新の基盤をつくろう</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>17 パートナシップで目標を達成しよう</p> </div> </div> <p>【目標 1】本提案製品が普及することで経済的貧困層に属する茶生産関係者の所得水準向上、産業の成長が期待できる。 【目標 9】本提案製品はスリランカ国紅茶産業界における技術革新の一助となり得る。 【目標 17】国家主要輸出産業の一つである紅茶産業の成長は、官民連携により促進されることが期待される。</p>
8. 本事業の概要	
① 目的	スリランカ国において近赤外法による茶成分分析計の有用性を実証し、当該国での普及方法と課題が整理検討される。
② 成果（実績）	<p>成果① 「近赤外法による紅茶成分分析の技術面での現地適応が実証される」ことを目標に、実証に必要な紅茶サンプルの収集、分析計の輸送、化学分析と分析計による茶成分分析の照合などを行った。</p> <p>成果② 「紅茶産業バリューチェーンの要所および紅茶局において、紅茶成分分析計の有用性が実証される」ことを目標に、輸出業者、ブローカー、紅茶局地域事務所に従来品の品質検査との比較分析を行い、活用可能性を評価した。</p> <p>成果③ 「紅茶成分分析計の普及展開案が策定される」ことを目標に、潜在顧客へのセミナーの開催、普及展開の提案などを行った。</p>
③ 活動内容	<p>【成果1に係る活動】</p> <p>1-1: 近赤外線茶成分分析計（以下、分析計）の仕様現地化に必要な紅茶サンプル詳細（標高・産地・グレード・時期など）を協議、検討する。</p> <p>1-2: 1-1で検討した紅茶サンプルを収集し、データ測定を行う。</p> <p>1-3: 1-2の測定結果に基づき、日本国内で分析計を設計・製造する。</p> <p>1-4: 1-3で製造した分析計を日本からスリランカに輸送し、現地に設置、試運転を実施する。</p> <p>1-5: 紅茶成分分析計の操作マニュアルを作成し、OJTを通して紅茶成分分析計の使用技術を指導する。</p> <p>1-6: 分析計による紅茶サンプルの成分分析を実施し、スリランカで実施されている従来の化学分析による成分値と照合し、検量線を更新、調整する。</p> <p>1-7: 1-6の検証結果をもとに、紅茶研究所、紅茶局と協議を行い、成分ごとの分析精度について評価を得、分析計の精度を実証する。</p>

	<p>【成果 2 に係る活動】</p> <p>2-1: 成果 1 にて実証された分析計 2 台と、新たに追加した 2 台を紅茶研究所、紅茶局に導入し、保管する。</p> <p>2-2: バリューチェーン各所における活用可能性検証のための、導入場所（輸出業者、ブローカー、荒茶工場等）を選定する。</p> <p>2-3: 2-2 で選定された場所に分析計を順次導入し①高付加価値化（荒茶用）、②茶葉品質評価（茶葉用）、③ISO 基準検査（荒茶用）の目的別タイプに応じて従来の検査方法等との比較分析、アンケート調査等を実施する。</p> <p>2-4: 2-3 の検証結果にもとづき、分析計の活用可能性を評価する。</p> <p>【成果 3 に係る活動】</p> <p>3-1: 紅茶局や紅茶研究所の施策によってスリランカ紅茶産業に分析計による成分分析が奨励されるよう具体的な提案を行う。</p> <p>3-2: 本邦受入活動を実施し、日本の緑茶産業の取組紹介を通して、成分分析の重要性について紹介する。</p> <p>3-3: 分析計の潜在顧客である紅茶輸出業者、紅茶取引業者、茶園・荒茶工場等に対し、現地セミナー、ワークショップを実施する。</p> <p>3-4: パッケージへの品質表示、各産地特徴成分による差別化等、普及促進に係る提案を行う。</p> <p>3-5: 提案企業の本事業後のビジネス展開案を策定する。</p>
④ 相手国政府機関	相手国政府機関：プランテーション産業省 （スリランカ紅茶局・紅茶研究所）
⑤ 本事業実施体制	<p>提案企業：カワサキ機工株式会社</p> <p>補強：静岡製機株式会社</p> <p>外部人材：静岡県立茶業研究センター、静岡県立大学、株式会社日本開発サービス</p>
⑥ 履行期間	2017 年 11 月～2022 年 12 月（5 年 2 ヶ月）
⑦ 契約金額	99,997 千円（税込）

II. 提案法人の概要

1. 提案法人名	カワサキ機工株式会社
2. 代表法人の業種	[①製造業]
3. 代表法人の代表者名	川崎洋助
4. 代表法人の本店所在地	静岡県島田市金谷栄町 347-8
5. 代表法人の設立年月日 （西暦）	1952 年 9 月 1 日
6. 代表法人の資本金	1 億円
7. 代表法人の従業員数	240 名
8. 代表法人の直近の年商 （売上高）	54 億 9800 万円（2020 年 9 月～2021 年 8 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	近赤外線茶成分分析計
仕様	<p>【スペック（仕様）（サイズ含む）】</p> <p>当社の茶成分分析計は幅 400mm×高さ 354mm×奥行 362mm と小型で重量も 14.6kg と比較的軽く、持ち運びが可能である。動力も家庭用電源（AC110～220V（50/60Hz））で賄えるほか、日本語－英語の切替え機能を実装している。</p>
特徴	<p>当社が持つ最大のノウハウ・技術は、近赤外法による茶成分分析を可能としたことにあり、「迅速」「簡便」かつ精度の高い成分分析を行うところにある。これにより、これまで研究室・ラボ等限られた場所で行えなかった分析を、茶の取引現場など各所で行うことが出来るようになった。茶成分分析の（現場での）活用こそが最大のノウハウであり、我が国緑茶産業においては、当分析をバリューチェーン各所に普及させたことにより、成分の機能性によるブランディングや透明性の高い取引を可能としている。</p> <p>技術的には、近赤外線による成分の測定は、近赤外領域の波長の光をサンプルに照射し、吸収された特定波長と吸収量から物質の種類と量を推定し、マイクロコンピュータで解析された測定結果が表示される構造となっている。測定の前提として、事前に一定数のサンプルを測定し、化学分析によって得られたデータと近赤外法によって得られたデータを照合し、その関係を法則的に示した検量線を作成する（右図）。検量線の作成は、茶の特性を理解した上、茶園管理機・製茶機械の事業経験により培われた荒茶品質評価能力や、茶の成分値とその評価値との相関を解する能力など、茶業に長年携わってきた経験により可能となった技術・ノウハウである。</p> <div data-bbox="1050 1064 1324 1288"> </div> <ul style="list-style-type: none"> 迅速性 近赤外法による茶成分分析は、上述のとおり先立って精度の高い検量線をあらかじめ策定し、測定したサンプルと検量線を照合するものである。よって、時間を要する化学分析を新たに行う必要はなく、短時間（約1分）での測定を可能としている。加えて、主要成分（緑茶の場合は9成分）を同時に測定することが可能である。 簡便性 分析には特別な知識・技術を必要とせず、茶を粉砕機により粉砕し、分析計にセットするだけで誰にでも簡単に測定でき、測定結果はレシートのような測定結果表にまとめられ、一目で確認することができる。
競合他社製品と比べた比較優位性	<p>近赤外法による茶成分分析に係る比較優位：</p> <p>試作レベルでの開発・販売は数件確認しているものの、茶の重要成分であるカテキンなどのポリフェノール類が測定可能な茶成分分析計を製品として製造・販売しているのは世界的にみても当社のみであり、競合他社製品は現時点で他国にも存在しない。また、ノウハウ・技術の独自性から、同精度の模倣品が販売される可能性は極めて低く、精度が低い模倣品は市場のニーズに応えられないことから、競合製品とはならないと考えている。</p>

	<p><u>茶成分分析に係る比較優位：</u> 近赤外法のほかに、HPLC（高速液体クロマトグラフィー）法やフォーリン・チオカルト比色法による測定法（化学分析法）があるが、両測定法は極めて精度が高いものの、下図のように、測定時間、操作性、ランニングコスト等の面で近赤外法と大きく特徴が異なっている。</p> <p style="text-align: center;">測定法ごとの特徴</p> <div style="text-align: center;"> <p>従来の成分分析フロー</p> <p>1成分毎に測定 1成分の測定に約30分を要する。</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>近赤外線茶成分分析計</p> <p>成分A：～％ 成分B：～％ 成分C：～％ … 複数成分を同時に分析 （緑茶の場合約1分で9成分の測定が可能）</p> </div>
国内外の販売実績	<p>緑茶用の茶成分分析計は、国内では国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）をはじめ、各県の公立茶業試験場、JA、三井農林（株）、（株）伊藤園等の民間茶飲料メーカーに20年で約300台（約20億円）の販売実績を有している。緑茶用茶成分分析計市場の国内シェアは100%を達成しており、本製品が事実上の業界標準機となっている。</p> <p>海外では、中国浙江大学との共同研究成果を基に中国の主流である釜炒の中国緑茶（炒青）用の茶成分分析計を開発し、中国や台湾の茶研究機関や茶飲料メーカーを中心に約20台の販売実績がある。</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

当社は中長期経営戦略として、海外売上比率が14%（724百万円）であった2016年期から、5年後には25%に拡大することを目標（コロナ禍の影響もあり現在も継続目標）としており、海外事業は今後の当社事業経営全体において極めて重要であると考えている。

現在、海外緑茶市場においては既に、中国、ケニア、アゼルバイジャンへ製茶関連機器・茶園管理機器の販売を行っているが、紅茶市場に対しては営業体制の整備段階にある。

今後多くの紅茶生産国で、人手不足や衛生管理への関心の高まりから機械化が加速し、当社が得意とする製茶加工ラインへのニーズが高まってくるものと想定している。また、現在スリランカで進んでいる紅茶の「ハブ化」（他国産紅茶を輸入・ブレンドし付加価値を高めて再輸出する）に対しても、生産性及び品質向上の観点から、品質管理・製茶加工の関連機器の必要性も高まると予測している。創業以来110年以上培ってきた製

茶加工技術、乾燥技術、制御技術を、海外における紅茶製造に対応させるべく、本事業による茶成分分析計展開を足がかりにまずスリランカ紅茶市場への浸透を図り、その後ケニアなどの他紅茶生産国へ拡大していきたいと考えている。

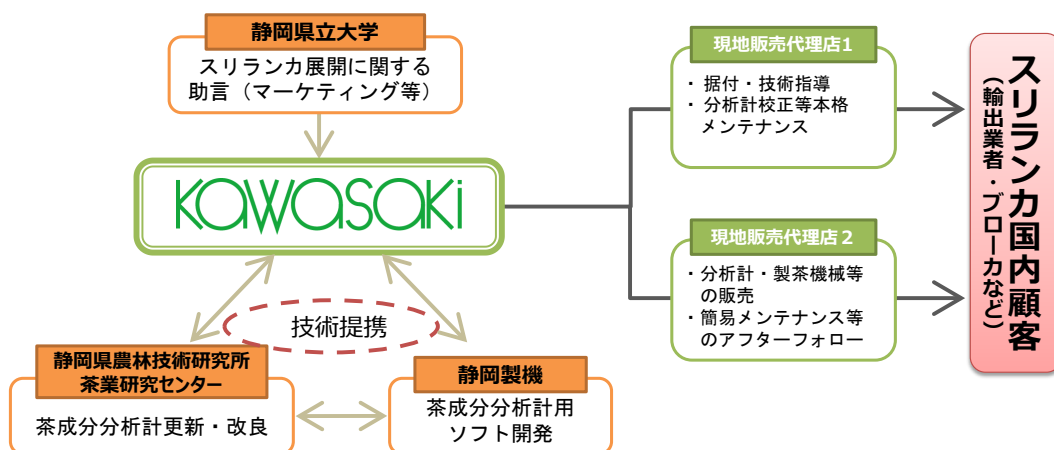
(2) 対象国を選んだ理由

我が国の緑茶販売価格は下落傾向にあり、それに伴い茶業の市場も縮小している。当社の主力製品である製茶関連機械もその影響を受けていることから、海外新規市場の発見・展開は喫緊の課題となっている。日本の緑茶は他国産と比較して高品質であることが特徴だが、スリランカも同じく、「ライオンロゴ」に見られるように高品質の紅茶が主流の為、当社の品質重視の開発力・技術力を活かせる市場であると考えている。

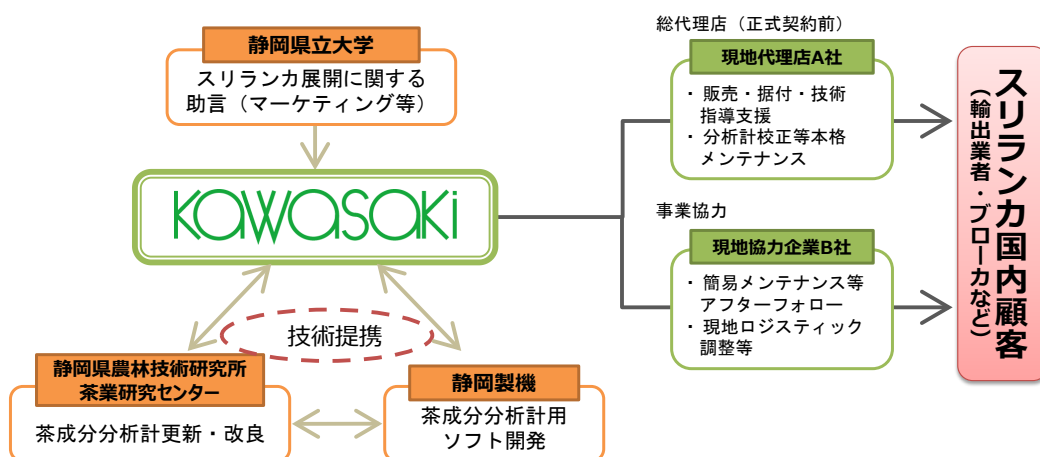
3. ビジネス化（事業展開）計画

(1) ビジネスモデル概要

① 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



③ 事業開始時からの変更点

事業展開の計画として大きな変更はないが、本普及・実証事業において現地代理店及び協力企業を決定した。今後スリランカの政治経済情勢の回復の時期を見て、引き続き計画更新を行っていく。

(2) ターゲットとする市場

非公開

(3) 製品サービス・技術

非公開

(4) 当該国における具体的なビジネス展開の方法

非公開

(5) 当該国でのビジネスにおける収支・財務計画

非公開

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

スリランカにおいて紅茶産業は政府機関が統括するため、政変による関係省庁の重役の交代などによる産業の抜本的な方針転換は、弊社のビジネスにも大きく影響を及ぼすことが想定される。また、政治経済における留意事項として為替変動リスクも挙げられる。これは昨今のスリランカの経済危機に大きく依存するもので、現在の分析計価格は現地の紅茶産業関係/経営者からすると、新規の生産ラインの投資にも匹敵する金額であることから、今後のビジネス展開における重要な留意事項となる。

(2) 商習慣・商慣習、文化、宗教における留意事項

スリランカは仏教国で、かつ特に戦後からのアジア地域における有数の親日国であることから、今まで本案件を通して培った両国の関係諸機関のネットワークを活用しつつ、信頼ベースに留意しながらビジネス展開を進めることができれば現時点で必要な留意事項は想定していない。

(3) ビジネス展開に必要なネットワーク

本業務完了報告書で述べている、本案件実施に携わってきた全ての関係諸機関、その中でも特にSLTBと培ったネットワークは、今後のビジネス展開を実施する上で必要不

可欠である。他方、昨今の経済危機に伴い現地の治安情勢もキャッチアップしつつ、ビジネス展開に必要な渡航に支障がきたす場合のために備えて、今後は可能な部分から適宜オンラインでのコミュニケーションへもチャンネルをシフトさせつつ、必要なネットワークの更なる充実拡大を図っていく。スリランカ国では、世界的な新型コロナ感染急拡大の中において、伝統的なオークション会場でのオークション取引も、今日では全てMicrosoft社のTeamsやAzure²のクラウドプラットフォーム上に、Eオークションシステムとして構築され、今までは全てオフラインでの業務が刷新されている。このような状況も鑑み、SLTBに限らず、他公的・研究機関及び民間企業、さらには他国の紅茶関連組織とも、オンライン技術を駆使した継続的なネットワーク構築を維持する。

(4) 撤退条件

非公開

² Microsoft 社のクラウドサービスプラットフォーム <https://azure.microsoft.com/>

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

スリランカ国において紅茶は、生産量が29万6,000トン（2021年、世界第3位）³、そのうちの約94%にあたる28万2,000トン（世界第2位）を輸出しており、同国最大の輸出農産物であることから、輸出産業としての競争力強化を目指す方針を打ち出していた。2019年の同時爆破テロ、2020年以降のコロナ禍の影響も受けて国全体の政治・経済状況の混乱が続いており、紅茶産業も低迷している。

本普及・実証事業開始時の具体的な国家政策として、2020年までに紅茶輸出額を50億米ドルにする、また、輸出紅茶における高付加価値化された紅茶（Value Added Tea）の割合を2020年までに75%まで向上させるという目標を掲げ、スリランカ産紅茶の品質向上及び競争力強化の促進計画を実施していたが、紅茶輸出額の目標達成率は十分ではない。

また、同国は「紅茶産業の持続的な発展のため、紅茶の小規模農園の強化を通じ、国際飲料市場においてスリランカ産紅茶が主要な地位を確立する」という開発目標を掲げ、具体的な取組として、国内の茶生産量の約70%を占める小規模農家へのプランテーション産業省SLTBによる技術指導や助成金の提供などを実施していた。しかし、栽培・収穫に関する技術や知識が十分でない小規模農家が多く、出荷される茶葉の品質向上が、依然課題として挙げられている。更に、スリランカでは農業セクターが労働人口の約3割を占め、貧困層の多くが農村に居住しているため、農業セクターの成長を通じた貧困削減と、都市部などとの地域間所得の格差是正が課題となっている。

(2) 中・長期的に達成する課題への貢献

当社は2014年度「茶成分分析計による品質管理を通じた紅茶産業競争力向上に関する案件化調査」を実施した。同調査を通じ受注者の製品・技術を導入することで、紅茶の高付加価値化、茶葉の品質向上、スリランカ紅茶産業全体における品質管理体制構築を通して、同国の紅茶産業の競争力強化と農村地域の社会環境の改善に貢献する可能性があることが確認された。同調査の結果を踏まえ、茶成分分析計の有用性を実証し、当該国での普及方法と課題を整理検討することを目的とした提案を行い、本普及・実証事業に提案が採択されるに至った。

スリランカ国は紅茶産業の長期的な方針として「Road Map 2030」の議論を進めており、その中で「官民連携のイニシアチブによる茶産業への技術的介入を通じて、茶産業

³ <https://teasrilanka.org/statistics>

を急速に近代化させる」とある⁴。現在、政治経済の回復を待った議論の再開を待つという状況ではあり、当社のビジネス展開もまた、その回復を待ってからという状況ではあるが、品質維持や高付加価値化及び人材不足に対する機械化の推進などの課題は、いずれも優先順位が高いものとして関係者内で理解されている。

【3年後】

- ・ 既存の分析計4台を、SLTB内で実施されているオークション・輸出前の品質評価の補助機として活用することにより、官能評価で「不合格」とされた紅茶サンプルの成分分析業務を時間的に10倍以上効率化（化学分析と分析計による分析の作業所要時間差より計算）することが可能となり、スリランカ産紅茶の品質管理体制強化に寄与できる。
- ・ 想定している、分析計による有料分析サービスが普及すれば、海外バイヤーからの成分ニーズ（例：ポリフェノール15%以上）に応える形での販売が可能になることや、高ポリフェノール紅茶・ディカフェ紅茶などの高付加価値紅茶の輸出を通じたスリランカ国内の販売業者の収入向上が見込まれる。

【5年後】

- ・ 分析計の普及を足掛けとした展開の想定として、当社他茶関連機器の販売・普及にも注力し、緑茶製造レーンや茶摘採機数台の売上を通じ、大手プランテーション企業の2工場の収益が向上すると共に、当該工場管轄下の茶農家・茶摘採者の収入が向上することが見込まれる。
- ・ スリランカの紅茶生産の約7割は小規模農家によるものであるため、紅茶分析を契機として、例えば茶工場が小規模農家からポリフェノール値が高い茶葉を高く買うなど、良い生葉が評価される仕組みが導入されれば、茶農家・茶摘採者の収入向上と共に、紅茶産業全体での品質の底上げにも繋がることが見込まれる。

2. 持続的な開発目標（SDGs）17 の目標

SDGs17 項目の中で、本事業を通じての貢献との関連は以下のとおり。

開発目標	本事業を通じての貢献
1. 貧困をなくそう	本提案製品が普及することで経済的貧困層に属する茶生産関係者の所得水準向上、産業の成長が期待できる。
9. 産業と技術革新の基盤を作ろう	本提案製品（近赤外法分析）はスリランカ国紅茶産業界における技術革新の一助となり得る。
17. パートナリシップで目標を達成しよう	国家主要産業の一つである紅茶産業の成長は、現地及び本邦の官民連携によって活性化していくことが期待される。

⁴ <https://www.worldteanews.com/Insights/sri-lanka-plans-broaden-tea-industry-strategy>

3. 国別開発協力方針（政府開発援助方針との合致）

我が国の対スリランカ国別援助方針では、基本方針（大目標）を「包摂性に配慮した質の高い成長の促進」とし、「包摂性に配慮した開発支援」を重点分野2（中目標）、また「農村地域の社会経済環境の改善」を開発課題2-1（小目標）として掲げ、農村地域の社会経済環境の改善に係る支援を行っている。スリランカの一層の成長と安定化を促すため、経済成長のための基盤整備を中核とした支援を行う方針の下、農業の生産性向上などに係る協力プログラムが実施されている。これらは本事業の品質管理を通じた紅茶の生産性向上、競争力向上と軌を同じくするものである。

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

本事業を通じて、新たな紅茶製造工程の条件設定や分別製造等が可能となるため、当社の主力事業である製茶プラントメーカーとしての高品質紅茶製造装置の導入へと繋げることが可能となる。これによる素材原料や機械加工部品等を国内の協力会社へ発注することを通じ、雇用及び地元経済の活性化に繋がる。また、茶成分分析計の販売台数が増加した場合は、地元企業が生産する汎用安価な分光機器（近赤外線光源・ディテクター等）を使用することを検討しており、これに伴い大幅な販売価格の改善も期待され、地元経済の更なる活性化に繋がると考えている。

また、当社の海外展開によりスリランカの紅茶市場の活性化に貢献し、その経験を静岡県型発酵茶開発に還元することで、地元経済、地域活性化に直接貢献することが可能となる。特に、公的機関である茶業研究センターの本事業への関与を通じて紅茶成分分析や世界の紅茶産業等に精通することで、県内茶業の研究者に対し有益な助言・指導を行うことが可能となるため、緑茶産業からの多角化を計る静岡県茶業にとって、極めて実効的な支援に繋がるものと考えている。

第3 普及・実証事業実績

1. 本事業の目的

スリランカ国において近赤外法による茶成分分析計の有用性を実証し、当該国での普及方法と課題が整理検討される。

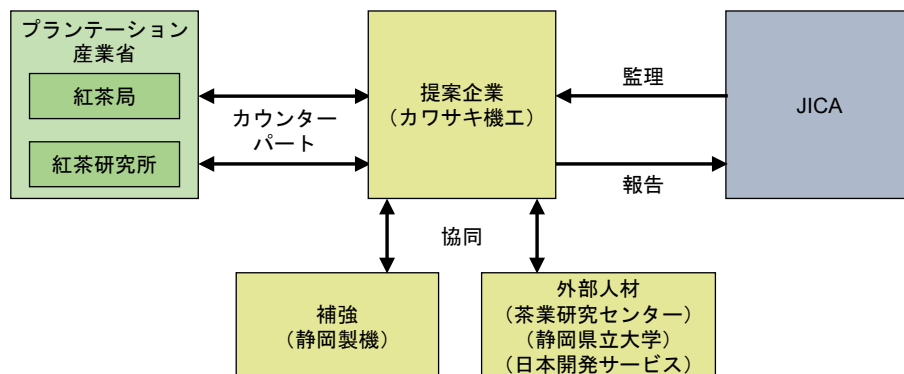
2. 本事業の成果

成果	指標（案）	確認方法
成果1： 近赤外法による紅茶成分分析の技術面での現地適応が実証される	<ul style="list-style-type: none"> ・ 輸送機材の据付・稼働が確認される。 ・ 紅茶局及び紅茶研究所との検証結果として、検量線が更新/調整される⁵。 ・ 近赤外法による測定値の精度が検証される。 ・ 紅茶局及び紅茶研究所の近赤外線紅茶成分分析計の利用に係る習熟度 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 機材等納入結果検査調書 ・ 実証結果報告書及び C/P との協議結果 ・ C/P との協議結果 ・ 実施報告
成果2： 紅茶産業バリューチェーンの要所及び紅茶局による品質検査において、近赤外法による紅茶成分分析計の有用性が実証される。	<ul style="list-style-type: none"> ・ バリューチェーン要所（紅茶局・輸出業者・ブローカー・荒茶工場）において、現状の検査方法と近赤外法による検査方法との比較分析が行われ、その結果が評価される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ バリューチェーン要所の分析計ユーザー（輸出業者、ブローカー、荒茶工場関係者）へのヒアリング、アンケート ・ ヒアリング、アンケート結果を踏まえた紅茶局との協議結果
成果3： 紅茶成分分析計の普及展開案が策定される。	<ul style="list-style-type: none"> ・ C/P へ普及計画（紅茶研究所による“Recommendation”⁶への掲載など）が提案される。 ・ 本邦受入活動を通じた C/P による成分分析に関する理解の促進。 ・ 紅茶産業関係者（主に輸出業者、ブローカー）向けセミナー実施を通じた関係者による成分分析の理解促進。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ TRI による Recommendation レターの発行 ・ 本邦受入活動報告書 ・ セミナー開催記録（アンケート含む）

⁵ 日本で基礎研究が既に為されている5成分（水分、全窒素、繊維、カフェイン、ポリフェノール）の検量線が更新される。

⁶ 紅茶研究所が行っている啓蒙・普及活動で、土壌、肥料、茶葉の水分率等、紅茶に係る研究成果を“Recommendation”として公表している。

3. 本事業の実施体制



当社は、全期間にわたり事業の全体指揮及び取りまとめを行った。分析計事業の協力企業である静岡製機（株）が補強として主に成果1の活動に従事し、外部人材である静岡県農林技術研究所・茶業研究センターは、同じく成果1（分析精度の実証）に係るC/Pとの技術的相互検証を中心に、静岡県立大学は成果2における茶成分分析計の活用可能性実証を中心に業務を実施した。さらに、当社と案件化調査を実施し本案件内容を熟知している（株）日本開発サービスも引き続き外部人材として活用し、主に当社のビジネス展開・官民連携・事業報告などの業務を支援した。

相手国政府側の体制として、プランテーション産業省が全期間にわたり管理監督を担い、各成果に係る実際の活動は、省傘下にあるスリランカ紅茶局（主に成果2）、紅茶研究所（主に成果1）が実施した。

4. 成果の達成状況

成果1：

＜達成状況＞

成果1に係る活動内容及び達成度合いを計る指標を踏まえ、成果1は達成したと言える。

成果2：

＜達成状況＞

成果2に係る活動内容及び達成度合いを計る指標を踏まえ、成果2は達成したと言える。

成果3：

＜達成状況＞

成果3に係る活動内容及び達成度合いを計る指標を踏まえ、成果3は達成したと言える。ただし、成果1及び成果2に比べ、普及の観点で、コロナ禍で約2年の空白期間が生じ

たこと、また現在のスリランカ国の政治・経済状況が極めて厳しい状況にある影響を受けたことによる課題が残った。具体的には、本事業中に、TRIからのRecommendationの受領、セミナーの開催などを通じ分析計への理解、関心は広く確認できたが、今後、ビジネス展開を進めていく上で、価格や運用に係る課題への対策、現地の経済レベルにより合致した簡易型の分析計開発などのビジネスプラン再検討は引き続き必要である。

5. 活動内容および実績

(1) 活動内容

MPI : プランテーション産業省 SLTB : 紅茶局 TRI : 紅茶研究所 KK : カワサキ機工株式会社 (調査団)	役割分担 (○ : 主、△副)			
	MPI	SLTB	TRI	KK
[成果1に係る活動]				
1-1: 近赤外線茶成分分析計 (以下、分析計) の仕様現地化に必要な紅茶サンプル詳細 (標高・産地・グレード・時期など) を協議、検討する。			○	○
1-2: 1-1 で検討した紅茶サンプルを収集し、データ測定を行う。		○	○	
1-3: 1-2 の測定結果に基づき、日本国内で分析計を設計・製造する。				○
1-4: 1-3 で製造した分析計を日本からスリランカに輸送し、現地に設置、試運転を実施する。		△	△	○
1-5: 紅茶成分分析計の操作マニュアルを作成し、OJT などを通して紅茶成分分析計の仕様技術を指導する。		△	△	○
1-6: 分析計による紅茶サンプルの成分分析を実施し、スリランカで実施されている従来の化学分析による成分値と照合し、検量線を更新、調整する。			○	○
1-7: 1-6 の検証結果をもとに、紅茶研究所、紅茶局と協議を行い、成分ごとの分析精度について評価を得、分析計の精度を実証する。	△	○	○	○
[成果2に係る活動]				
2-1: 成果1にて実証された分析計2台と、新たに追加した2台を紅茶研究所、紅茶局に導入し、保管する。		△		○
2-2: バリューチェーン各所における活用可能性検証のための、導入場所 (輸出業者、ブローカー、荒茶工場等) を選定する。		○		○
2-3: 2-2 で選定された場所に分析計を順次導入し①高付加価値化 (荒茶用)、②茶葉品質評価 (茶葉用)、③ISO 基準検査 (荒茶用) の目的別タイプに応じて、従来の検査方法等との比較分析、アンケート調査等を実施する。		○		○
2-4: 2-3 の検証結果に基づき、分析計の活用可能性を評価する。		○	△	○
[成果3に係る活動]				
3-1: 紅茶局や紅茶研究所の施策によってスリランカ紅茶産業に分析計による成分分析が推奨されるよう具体的な提案を行う。		△	△	○
3-2: 本邦受入活動を実施し、日本の緑茶産業の取組紹介を通して、成分分析の重要性について紹介する	○	○	○	○
3-3: 分析計の潜在顧客である紅茶輸出業者、紅茶取引業者、茶園・荒茶工場等に対し、現地セミナー・ワークショップを実施する。	△	△	△	○
3-4: パッケージへの品質表示、各産地特徴成分による差別化等、普及促進に係る提案を行う。		△	△	○
3-5: 提案企業の本事業後のビジネス展開案を策定する。		△		○

【役割分担に係る契約時点からの軽微な変更点】

- ・ 活動1-2：サンプル収集はSLTBの地域事務所スタッフも中心となり実施したため、役割を「△」から「○」へ変更。
- ・ 活動1-6：紅茶サンプルの化学分析は全量TRIにて実施したため、SLTBの役割を「△」から「なし」へ変更。
- ・ 活動1-7：後述のとおり、2019年3月の成果1の評価に係る協議会をMPI主催にて実施し事務次官補も同席したため、役割を「なし」から「△」へ変更。
- ・ 活動2-1：活動2-3に備え、第二次輸送で到着した2台含む全4台の分析計をSLTBに保管したため、TRIの役割を「△」から「なし」へ変更。
- ・ 活動3-2：2018年6月に実施した本邦受入活動にはMPI（事務次官・紅茶部門長）、SLTB（紅茶監査部長・分析サービス部長）、TRI（会長・主任研究員）からそれぞれ2名参加したため、MPIの役割を「△」から「○」へ変更。

（２）活動実績

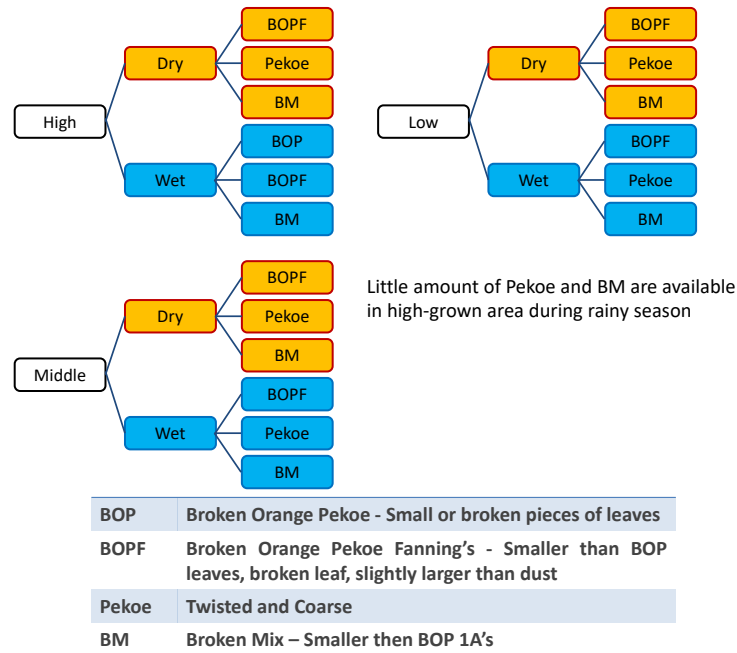
成果1：近赤外法による紅茶成分分析の技術面での現地適応が実証される。

活動1-1：近赤外線茶成分分析計（以下、分析計）の仕様現地化に必要となる紅茶サンプル詳細（標高・産地・グレード・時期など）を協議、検討する

本事業における分析計の現地仕様化に向けた取組のなかで、最も重要であるのは、日本において緑茶用に使用されている分析計、及び当社によってこれまでに国内で実施された開発研究により作成されてきた検量線を、スリランカ産の紅茶（荒茶/生葉）に適応出来る事を、スリランカで実施されている従来の化学分析による成分値と照合し、検証作業を行う事である。

同作業の実施の為には、多種多様なスリランカ産紅茶から、味や香り等が異なる要因となる「標高」、「時期」、「グレード（加工サイズ）」などの各条件からバランスよく、かつ評価に必要な量の紅茶サンプルを、過不足なく効率的に集めることが重要となる。その為、活動1-1では、前述のような条件を踏まえ「いつ」、「どこから」、「どのような紅茶を」、「どれくらい」収集するかについての協議を複数回にわたりTRI及びSLTBと実施し、最終的に以下の図表3-1に示すような階層構造から成る紅茶サンプル群の収集を行う事と決定した。

図表3-1 収集する紅茶サンプル詳細についての協議、検討結果



なお前記の複数の条件の中では、「標高（高地、中地、低地）⁷」の優先順位が一番高い。すなわち標高差が紅茶の品質に与える影響の違いが大きく、加えて実際に市場に出回っている紅茶の約7割が低地産であるという状況も加味した上でC/Pと協議の結果、高地・中地からそれぞれ10工場を、低地からは15工場を選出することとなった。

また、グレード（加工サイズ）については、各工場で主に採れる荒茶/生葉を3種類ずつ選択する事とした。生葉の場合はBest、Below-best、Poorの3種類を、荒茶の場合は時期ごとに、工場での収穫量の多い3種類の異なる大きさの生葉を、それぞれ時期ごとに統一して選択する事とした。

収集した各サンプルは、その品質を保つため脱酸素剤を用いて100g毎に5袋（TRI用、SLTB用、日本側用、予備1、予備2）に分けてパッキングをし、サンプル収集後は決められた時間内に、保存条件温度を満たした冷凍庫保管をする事とした。またサンプリングに必要な資機材は日本側から必要量を計算して持ち込み、それらの使用方法についてはOJT方式の技術移転を実施する事で合意した。

活動1-2: 活動1-1で検討した紅茶サンプルを収集し、データ測定を行う

活動1-1において決定した紅茶サンプルの収集業務を、SLTB及びTRIとの協議の結果、スリランカ国内及び輸出用紅茶の流通を管轄するSLTBの紅茶監理部が主導で行うこととなった。具体的には紅茶監理部から選出された職員5名が、スリランカ国内の紅茶工場（荒茶収集：35工場×2季節、生葉収集：9工場×2季節）を巡回して、必要量のサンプルを

⁷ 高地：標高1,200m以上、中地：標高600m~1,200m、低地：標高600m未満

収集することとなった。また巡回の際は、最寄りのSLTB各地方事務所の職員も必要に応じて応援に駆けつけてくれた。本収集業務の実績を図表3-2に示す。

図表3-2 紅茶サンプルの収集業務の実績

種類	時期	実績	実施者
荒茶	乾季	2017年12月20日～02月05日	SLTB 地域事務所 4～5 名が、上記した荒茶 35 工場×2 季節、生葉 9 工場×2 季節のサンプル収集を行った。
	雨季	2018年04月02日～06月19日	
生葉	乾季	2018年01月15日～03月30日	
	雨季	2018年04月02日～08月30日	

本活動でサンプルを収集した工場のリストを、以下の図表3-3に示す。

図表3-3 紅茶サンプルを収集した紅茶工場一覧

工場 ID	工場名	茶葉品質	標高
H01	MF188 ST. COOMBS	High	High
H02	MF235 NAYABEDDE	High	High
H03	MF457 PEDRO	High	High
H04	MF692 WALTRIM	High	High
H05	MF779 SOMERSET	High	High
H06	MF221 THALAWALELLE	High	High
H07	MF689 LUXAPANA	High	High
H08	MF486 KIRKOSWALD	High	High
H09	MF595 DICKOYA	High	High
H10	MF769 ALTOM	Medium	High
M01	MF93 ANCOOMBRA	Medium	Mid
M02	MF608 CRAIGHEAD	Medium	Mid
M03	MF109 GERAGAMA	Medium	Mid
M04	MF561 COOROONDUWATTE	Medium	Mid
M05	MF164 IMBOOPITTIA	Medium	Mid
M06	MF573 ROKATANNE	High	Mid
M07	MF548 KENILWORTH	High	Mid
M08	BF28 ORANGEFIELD	High	Mid
M09	MF1203 UVAHALPE	High	Mid
M10	MF381 DEMODARA	High	Mid
L01	MF81 VOGAN	Medium	Low
L02	MF1370 RUFUNU	Medium	Low
L03	MF1558 ARUNA	Medium	Low
L04	BF140 KUNDUPPUKANDA	Medium	Low
L05	MF954 MORAGALLA	Medium	Low
L06	MF1501 SIHARA	High	Low
L07	MF1437 DELLAWA	High	Low
L08	MF1410 GUNAWARDANA	High	Low
L09	MF1287 NANDANA	High	Low
L10	MF1275 DENJIYAYA	Medium	Low
L11	MF1337 LUMBINI	High	Low
L12	MF1172 NEW VITHANAKANDA	Medium	Low
L13	MF103 OPATHA	Medium	Low
L14	MF181 CECILIYAN	Medium	Low
L15	MF1217 GALPADIENNE	Medium	Low

活動1-3: 1-2の測定結果に基づき、日本国内で分析計を設計・製造する

活動1-2で得られた結果を踏まえ、当社により日本国内で分析計の設計・製造を実施した。

活動1-4: 1-3で製造した分析計を日本からスリランカに輸送し、現地に設置、試運転を実施する

本事業開始前の当社の自社渡航時及び本事業開始後の2017年11月、12月の渡航時において日本側、スリランカ側双方により合意されたSLTBに、分析計をはじめとする機材一式を輸送した。国内輸出業者によって、当社の所在地静岡県からC/P（SLTB）までDDP（Delivered Duty Paid）条件での輸送となったが、通関の際、NFE（No Foreign Exchange involved）Penalty（売買が成立していない製品に課せられる）という課徴金の請求が急遽生じた。これに対し、MPI及びSLTBが税関へレターを提出する対応を行い、課徴金の支払いの必要がなくなった。

開封・検品・動作確認の各作業は、2018年1月渡航時に団員とC/P（SLTB）によって滞りなく行われた。

活動1-5: 分析計操作マニュアルを作成し、OJTを通して紅茶成分分析計の使用技術を指導する

2018年1月と4月の現地業務にて、分析計の使用方法的説明、操作上の注意事項等のほか、分析計を用いた紅茶サンプルの測定方法及び、生葉を長期保存用に電子レンジで乾燥させ小分けして保存する方法などの技術指導を、下図表3-4のとおり、SLTBとTRIの研究者を対象に実施した。

図表3-4 分析計の使用技術指導の実績

実施日	対象	内容
1月20日	SLTB（紅茶監理部職員）	職員を対象に分析計の各部説明、保管方法、基本的な操作の技術的説明。
1月24・25日	TRI（生物化学部の職員）	上記した分析計の基本的な操作説明に加え、実際に紅茶サンプルを分析計に設置し成分分析を行うためのプロセスも説明。説明後、参加者に「電源ON→成分分析→電源OFF→簡易清掃」の一連のプロセスを、担当団員の前で複数回反復実行してもらい、確実に実施できるよう指導した。
4月26日	SLTB（分析サービス部の職員）	

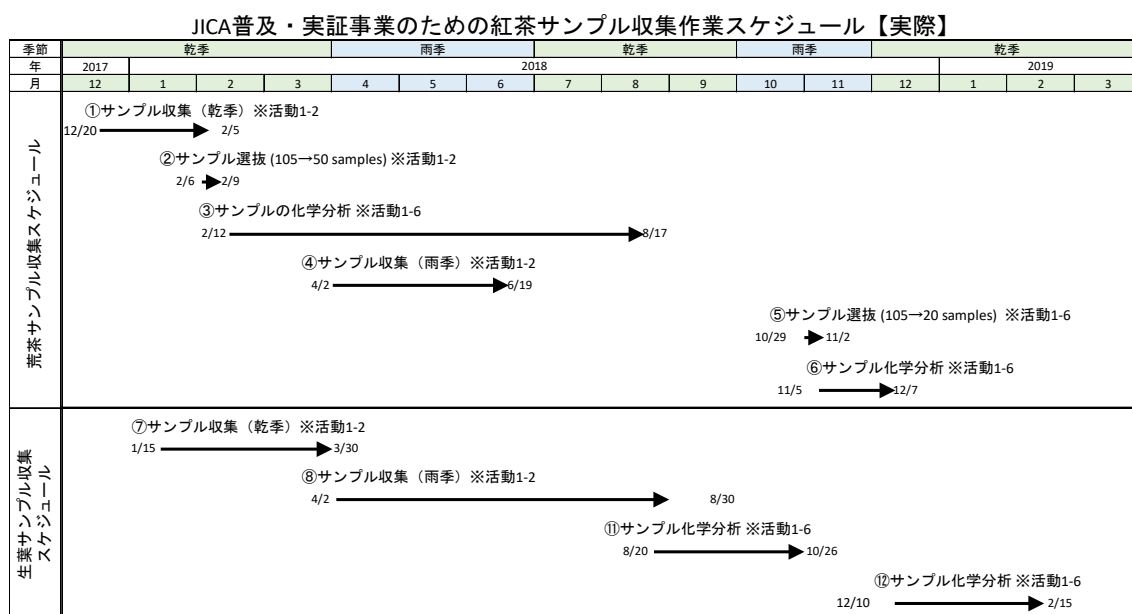
活動1-6: 分析計による紅茶サンプルの成分分析を実施し、スリランカで実施されている従来の化学分析値による成分値と照合し、検量線の更新、調整を行う

本活動は、活動1-2において、SLTBによって集められたサンプルのデータを基に日本側が選抜したサンプル（作業効率化の為、105サンプルから精度の高い50サンプルを抜粋）をTRIが化学分析し、分析計で得られた成分値と化学分析で得られた成分値を照合

し分析計の精度を検証する、本事業の中核活動の一つである。

スリランカ産紅茶は季節によってその品質が変わるため、サンプル収集及び化学分析の活動を乾季・雨季でそれぞれ同様に行う必要がある。その為、本活動1-6は図表3-5に示すとおり、活動1-2と平行して実施された。サンプル収集（SLTB担当）、化学分析（TRI担当）のどちらの作業にも万一遅れが出てしまうと、スケジュール全体に大きく悪影響を及ぼす為、本活動の実施期間中は常にC/P側と緊密に連絡を取りながら、逐次進捗をモニタリングしつつ業務を進めた。

図表3-5 サンプル収集及び分析計の精度実証に係る活動（活動1-2/1-6）



上記活動期間中にC/Pとの協議の結果、荒茶においては水分・全窒素・ポリフェノール・粗繊維・カフェインの5成分を実証の対象成分とし、生葉においては、全窒素・粗繊維・ポリフェノールの3成分を実証の対象成分とすることとなった。

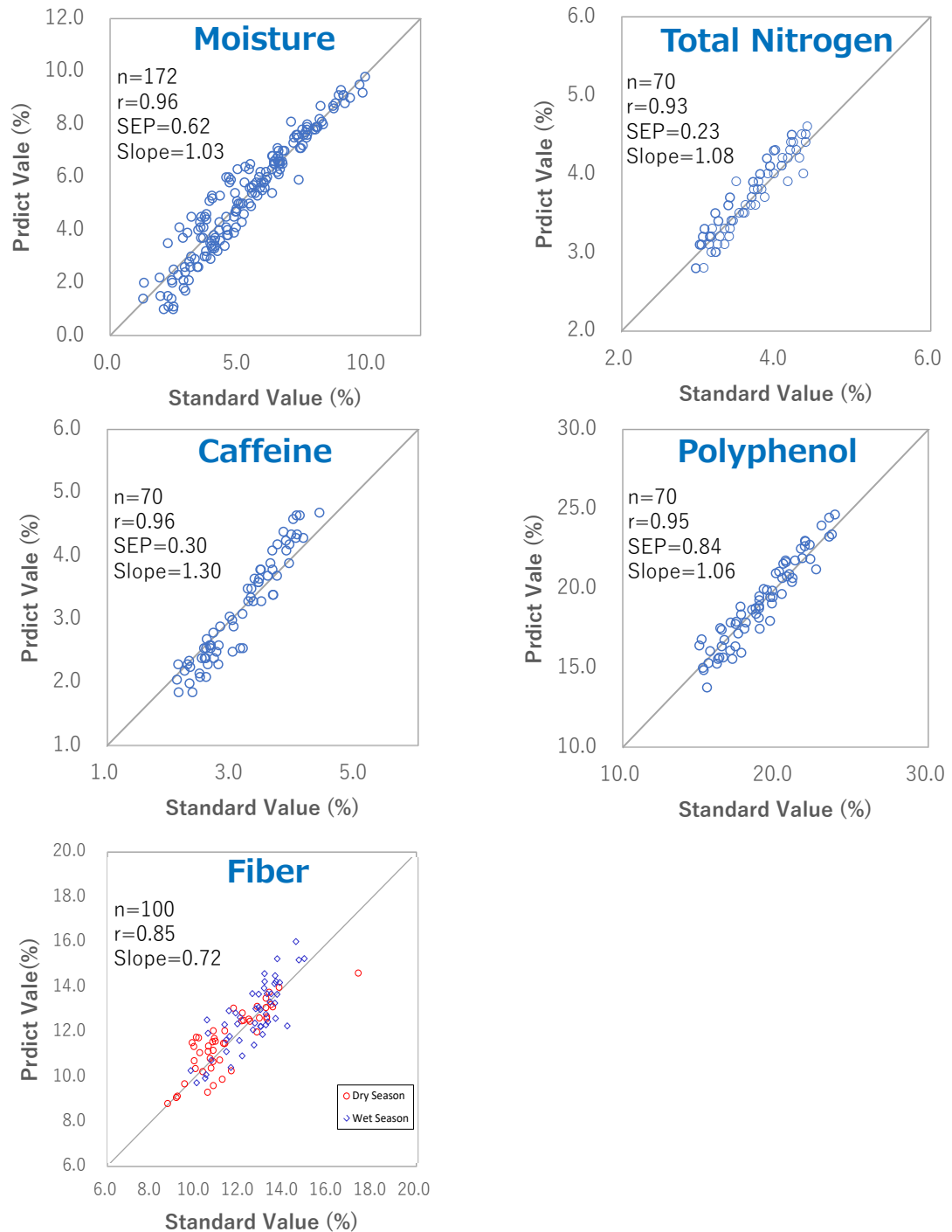
前述の成分において、水分や粗繊維は紅茶品質の国際基準とされているISO3720の指標となっている成分であり、また、紅茶の高付加価値化（機能性など）に資する成分分析に重要な指標となる成分がポリフェノール、全窒素、粗繊維であることから、本事業内で実証する成分となった。

【成分分析精度の実証方法について】

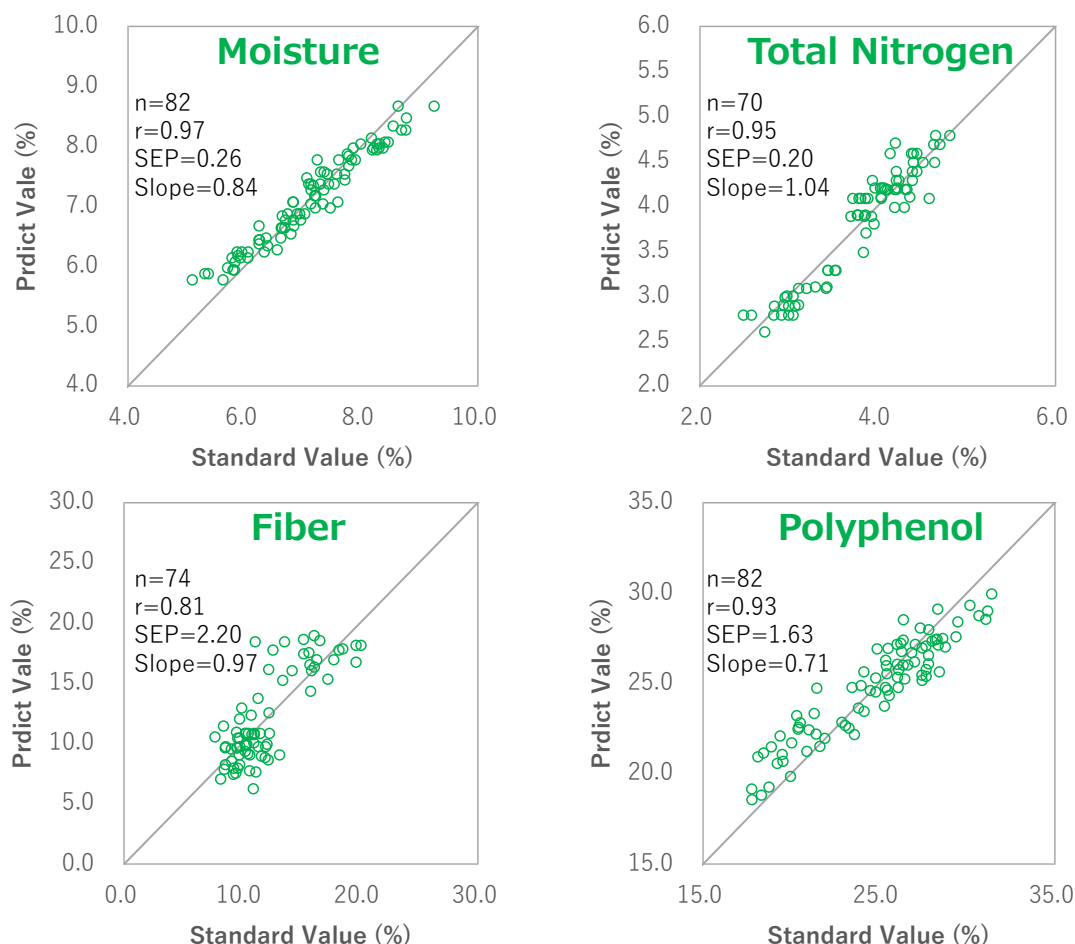
本事業の成果1において、分析計の精度を測るために、下図のとおり、日本で事前に開発された分析計の検量線に本事業内でスリランカ側（TRI）によって実施された化学分析値がいかに合致するかを検証した。本普及・実証事業における解析結果は以下のとおりである。

図表3-6 化学分析及び近赤外法（分析計）分析の解析結果

① 荒茶



② 生葉（乾燥）



表内のドット（サンプルの化学分析値：Standard Value及び分析計値：Predict Value）の集まりの傾きが表中の直線（検量線）の傾きと同じ状態（ $R=1$ ）が分析計による分析計値と化学分析値の合致性があることを意味し、 R 値が1に近ければ近いほど概ね分析計の精度の高さが実証された状態といえる。

図表3-7 相関係数の精度指標

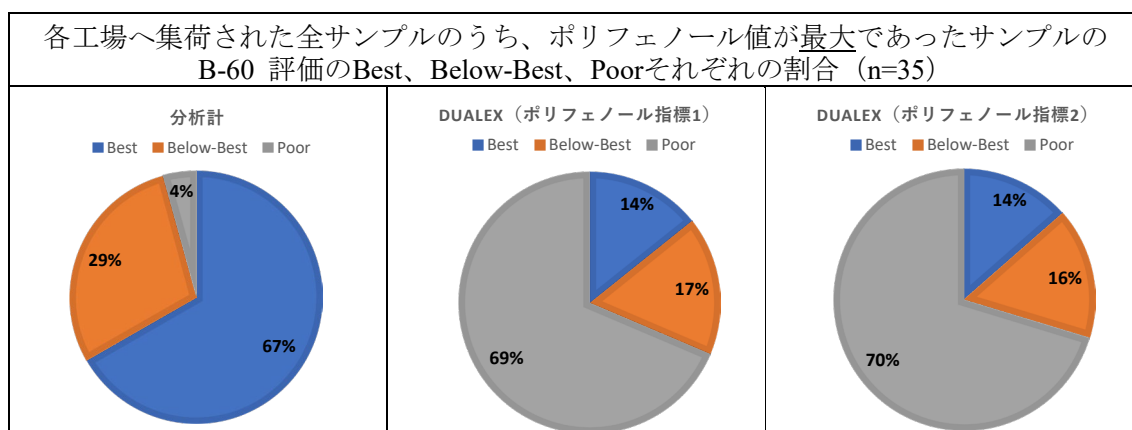
Guidelines for Interpretation of r		
Value of r	r^2	Interpretation
Up to ± 0.5	Up to 0.25	Not usable in near-infrared reflectance calibration
$\pm 0.51-0.70$	0.26-0.49	Poor correlation: reasons should be researched
$\pm 0.71-0.80$	0.50-0.64*	OK for rough screening; more than 50% of variance in y accounted for by x
$\pm 0.81-0.90$	0.66-0.81	OK for screening and some other "approximate" calibrations
$\pm 0.91-0.95$	0.83-0.90	Usable with caution for most applications, including research
$\pm 0.96-0.98$	0.92-0.96	Usable in most applications, including quality assurance
$\pm 0.99+$	0.98+	Usable in any application

* Due to rounding off, there are no values of 0.65, 0.82, etc. in this table.

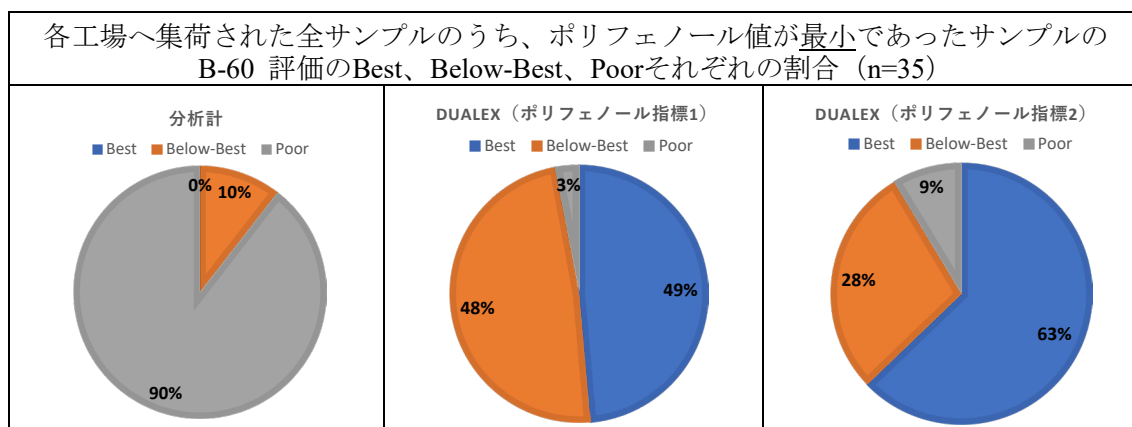
出典： Near-Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries, 2nd Edition

- ③ 生葉の既存の品質検査（B-Leaf 60：「Best」「Below best」「Poor」）と分析計による分析値及びDUALEX（ポリフェノール測定器）での測定結果

活動1-6では分析計に加え、茶園や茶工場などのフィールドにおける生葉の簡易・即時測定器として、DUALEX（ポリフェノール測定器）の実証活動を行った。活動1-2で選定35工場に集荷された生葉サンプルを従来のB-60⁸にて評価し、それらの分析計で測定したポリフェノール値とDUALEXで計測したポリフェノール値（クロロフィル指標・フラボノール指標）の相関に着目した。



上図のとおり、分析計測定（左）では、各工場で、ポリフェノール値が最大であったサンプルの67%がBestの評価を受けており、これは「良質な茶葉ほどポリフェノールを多く含む」という元来からの品質評価指標と整合性がある。一方、DUALEXの測定（中央・右）では、ポリフェノール値が最大であったサンプルの多くがPoorの評価を受けており、Below-Best、Bestになるにつれて最大の割合が減少しているため、分析計測定結果・B-60評価との反対であることが確認された。



⁸ B-60（Best-60）とは、各茶園から送られてくる茶葉を Best、Below-Best、Poor の3段階に目視で評価し、総量の60%以上が Best 評価となるような茶生産・茶摘採の方法を目指す制度である。

上図は、ポリフェノール値が最小であったサンプルの割合を示しているが、最大の結果と反して、分析計（左）ではBestの割合は0%であり、ポリフェノール値が最小のもののほとんどがPoorの評価を受けていた。一方、DUALEXの測定（中央・右）では、Best評価のものでもポリフェノール値が最小であったものが約半数である。

以上のことから、DUALEXによるポリフェノール測定は、現行のB-60評価及び分析計測定結果との相関関係がないという結果が得られた。

活動1-7: 1-6の検証結果をもとに、紅茶研究所、紅茶局と協議を行い、成分ごとの分析精度について評価を得、分析計の精度を実証する。

本事業において、開始当初は上図表3-7内にある0.91以上のR値を目安として実証としてきたが、2019年3月21日のJICA調査団及びC/P機関による合同会議では、本事業でも対象成分によって実証値を考慮する必要があるとの結論に至った。結果、荒茶の繊維の精度（R=0.85）については、オークション前及び輸出前検査の補助的な検査機器として活用することも可能であると判断した。

また、各成分のR値は以下の表のとおりである。

[荒茶]

Comp.	SEP	Slope	R	
Moisture	0.62	1.03	0.96	◎
Nitrogen	0.23	1.08	0.93	◎
Fiber	0.85	0.72	0.85	○
Caffeine	0.30	1.30	0.96	◎
Polyphenol	0.84	1.06	0.95	◎

[生葉（乾燥）]

Comp.	SEP	Slope	R	
Moisture	0.26	0.84	0.97	◎
Nitrogen	0.20	1.04	0.95	◎
Fiber	2.20	0.97	0.81	○
Polyphenol	1.63	0.71	0.93	◎

【成果2にかかる活動】

成果2: 紅茶産業バリューチェーンの要所及び紅茶局による品質検査において、近赤外法による紅茶成分分析計の有用性が実証される。

活動2-1: 成果1にて実証された分析計2台と、新たに追加した2台を紅茶研究所、紅茶局に導入し、保管する。

成果1で導入した2台に加え、新たに2台の分析計をスリランカへ輸送し、2019年6月10日にSLTBにて開梱した。合計4台の分析計は活動2-3のため全てSLTBにて保管した。

活動2-2: バリューチェーン各所における活用可能性検証のための、導入場所(輸出業者、ブローカー、荒茶工場等)を選定する。

【輸出業者・ブローカー】

SLTB及びTRIとの協議を踏まえ、導入先候補となる輸出業者・ブローカーを選定し、該当企業へ、事業説明及び協力の可否の確認のため往訪し協議をした。また、より多くの大手企業に協力してもらえよう、SLTBにて分析計のデモンストレーションを実施した。結果的に、実証活動の導入先となった輸出業者(4社)・ブローカー(2社)は以下のとおり。

輸出業者	ブローカー
輸出業者 A 社	ブローカーA 社
輸出業者 B 社	ブローカーB 社
輸出業者 C 社	
輸出業者 D 社	

上記した企業の選定の際、①SLTBによる推薦の有無、②本活動の目的及び日本側からの要望に対する理解の有無を考慮した。

輸出業者の選定において、①によって挙げられた企業は多数(輸出量ランキング上位の20社ほど)であったが、分析計への興味または②の理解を得られない企業が多く、輸出業者B社及び輸出業者C社の2社に絞られた。両社は化学分析が実施可能なラボを所有し紅茶の品質管理に注力しており、分析計への関心が高いことから、本活動の実施を依頼するに至った。また、輸出業者A社においては、案件化調査時代から関心・協力がありフレーバー紅茶などの付加価値向上に係る活動も積極的に行っていることから選定するに至った。輸出業者D社においては別の大手輸出企業CEOより紹介があり、同社の中国のバイヤーが、購入する紅茶のポリフェノール値が15%以上でないといけないというクライテリアを設定しているため分析計に対する高い関心があったためである。

ブローカーの選定においては、①により大手2社(ブローカーA社及び別企業)が挙げられたが、この内別企業往訪の際、中国への輸出時にポリフェノールの全量検査を行う

ため分析計に興味を示していたというブローカーB社を紹介され、同社での実施が決定した。

【SLTB地域事務所】


事業開始当初予定していた荒茶工場での実証活動（生葉の検証）については、各荒茶工場から集められた生葉サンプルを、SLTB地域事務所に所属する Assistant Tea CommissionerもしくはTea Inspectorによって精確に検証されることが、より精度の高い実証活動になると判断し、分析計導入先を荒茶工場からSLTB地域事務所へ変更することとなった。各事務所の所在地（標高）や機能・規模なども考慮し、7地域事務所中、5つの地域事務所で実証活動を実施した。導入した地域事務所及び所在地の標高は下記のとおり。

地域事務所	標高
Nuwara Eliya	High
Gampola	Middle
Bandarawela	Middle-high
Ratnapura	Low
Matara	Low

活動2-3: 2-2で選定された場所に分析計を順次導入し①高付加価値化（荒茶用）、②茶葉品質評価（生葉用）、③ISO基準検査（荒茶用）の目的別タイプに応じて従来の検査方法等との比較分析、アンケート調査等を実施する。

当初は、上記活動2-2で選定された、輸出業者及びスリランカ紅茶局にて、それぞれ従来の検査方法と分析計の結果の整合性を見る実証活動を行う予定だったが、製品のタイプ毎にこれを行うよりも、分析計の顧客となる紅茶バリューチェーン内のステークホルダー毎に従来の検査方法等との比較分析を行い、対象顧客毎に各工程の付加価値向上に対する評価を得ることで、より顧客のニーズを把握してビジネス展開に際しての示唆を得ることを目的とした。

まず、以下に紅茶局各地域事務所（5か所）による従来の検査方法（B-60）と分析計測定との比較分析との結果を記す。B-60（Best-60）とは、脚注12のとおり、各茶園から送られてくる茶葉をBest、Below-Best、Poorの3段階に目視で評価し、総量の60%以上がBest評価となるような茶生産・茶摘採の方法を目指す制度である。3段階の評価の指標は以下のとおり。

Best	状態の良い若葉 (主に一芯二葉もしくは三葉)	 <p>一芯（中央の茎部分）と 二葉（上から数えて2つの葉）</p>
Below-Best	傷などがある状態の悪い若葉	
Poor (≡matured)	若くない四葉目以下の葉	

更に本活動では、結果で見られる傾向をより明確にするため、従来のB-60評価を以下のとおり4段階に分け（Bestを更に2段階に）活動を行った。

Best 1	状態の良い若葉（必ず一芯二葉）
Best 2	状態の良い若葉（三葉目）
Below-Best	傷などがある状態の悪い若葉
Poor	若くない四葉目以下の葉

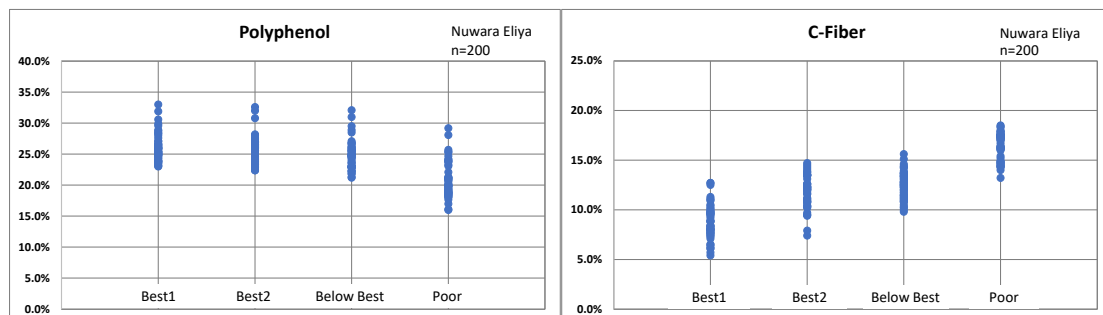
各SLTB地域事務所に茶葉が届けられた後、職員が茶葉を4段階に評価し、それぞれの茶葉を分析計で成分評価するという流れで作業を行った。2019年に行った各地域事務所での本実証活動のスケジュールは以下のとおりである。

実証活動スケジュール（SLTB地域事務所）

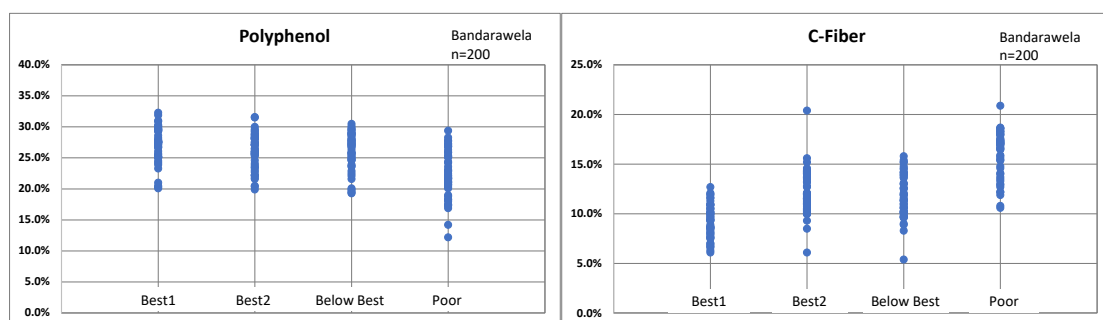
	7月	8月	9月	10月	
分析計③	7月3日～7月26日 Ratunapura 地域事務所	7月30日～9月5日 Matara 地域事務所		分析/検証	評価
分析計④	7月10日～7月29日 Nuwara Eliya 地域事務所	7月30日～8月22日 Bandarawela 地域事務所	8月24日～9月23日 Gampola 地域事務所	分析/検証	評価

以下に各地域事務所での結果（縦軸の%が成分含有量を表す）を記す。「ポリフェノールが多く繊維が少ないものが良い」という紅茶の成分評価基準に準じ「Best評価の茶葉ほどポリフェノールが多く繊維が少ない」という仮説を立て、4段階評価を受けたそれぞれの茶葉のポリフェノール値（Polyphenol）及び繊維値（C-Fiber）を計測し、比較分析を行った。

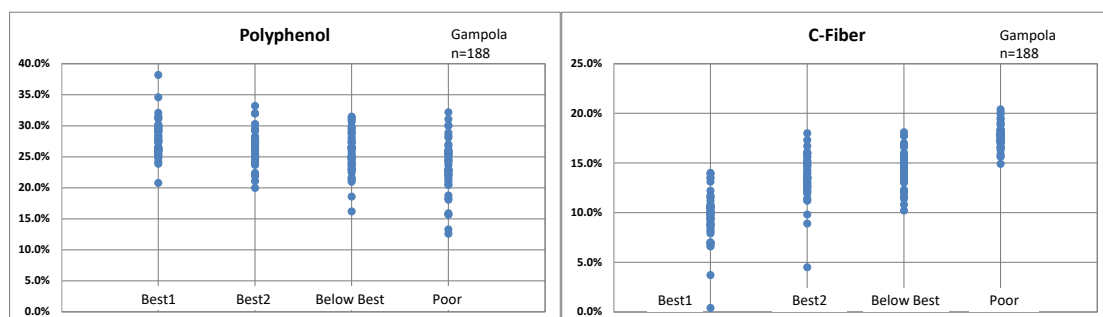
【Nuwara Eliya地域事務所】 サンプル数200



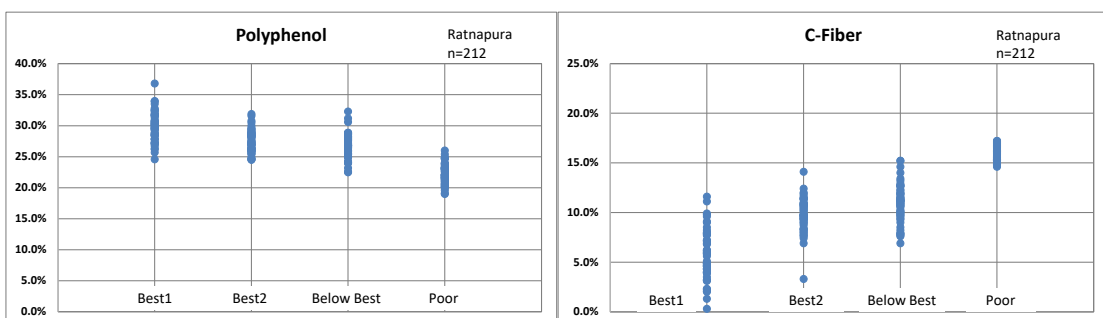
【Bandarawela地域事務所】 サンプル数：200



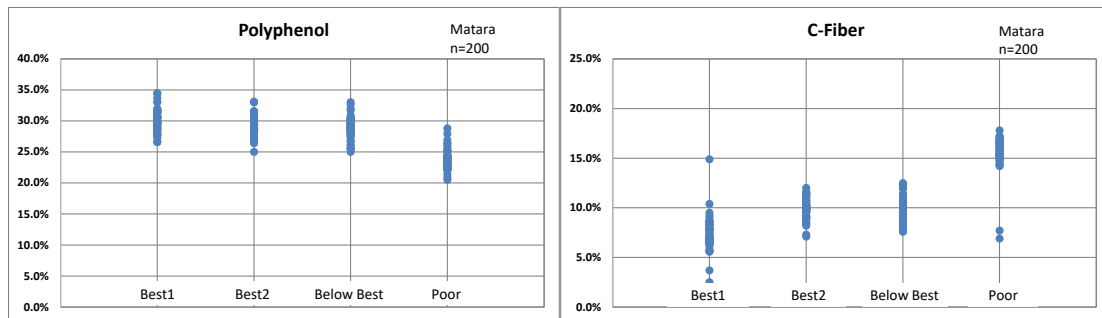
【Gampola地域事務所】 サンプル数：188



【Ratnapura地域事務所】 サンプル数：212



【Matara地域事務所】 Number of samples:200



上図が示すとおり、5地域事務所全ての結果として、地域事務所によるB-60評価が良い茶葉ほど、粗繊維の含有量が少なく、ポリフェノールの含有量が多いという傾向が見られた。上述のとおり、元来繊維が少なくポリフェノールが多い茶葉が良い茶葉としてされることから、従来の検査方法と分析計測定の高い相関があることがいえる。また、良いB-60の評価を受けた茶葉ほど全窒素（Total Nitrogen）の含有量が多いという相関関係も見られた。

輸出業者・ブローカーによるオークション価格と分析計測定との比較分析

輸出業者・ブローカーでの実証活動においては、各社は主業務と並行で分析計の実証活動を実施する必要があったため、サンプル数や活動期間などに差が生じたが、各社分析計の貸し出し期間中に可能なサンプル数の実証をすることで同意した。2019年に実施した各社での本実証活動のスケジュールは以下のとおりである。

実証活動スケジュール（輸出業者・ブローカー）

	7月	8月	9月	10月	
分析計①	7月3日～7月31日 輸出業者A社	7月31日～8月26日 輸出業者B社	8月26日～9月23日 輸出業者C社	分析/検証	評価
分析計②	7月3日～8月1日 ブローカーA社	8月1日9月4日 輸出業者D社	9月4日～9月23日 ブローカーB社	分析/検証	評価

以下は、実際のオークション価格（グラフ内横軸）と紅茶の5成分それぞれの含有量（分析計測定）を一定の方程式に当てはめ導き出した価格（グラフ内縦軸）の重回帰分析の結果である。つまり、オークション価格による紅茶の価値と成分分析による紅茶の価値の相関関係を明らかにするものである。分析計の技術的な精度（主要5成分における化学分析との相関）は成果1において認められたため、本活動では上記2つの数値の相関関係を確認し、その後の普及展開方法を検討する。

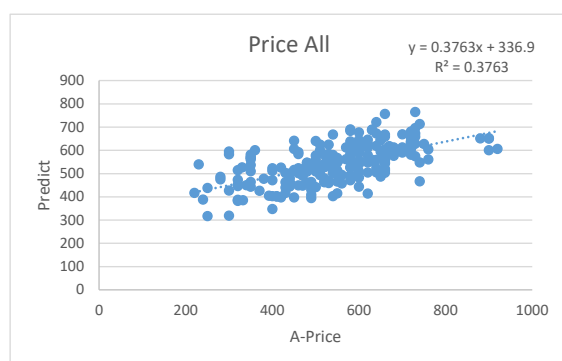
R 値	相関レベル
0.7～1.0	かなり強い正の相関がある
0.4～0.7	強い正の相関がある
0.2～0.4	やや正の相関がある
-0.2～0～0.2	ほとんど相関がない
-0.4～-0.2	やや負の相関がある
-0.7～-0.4	強い負の相関がある
-1.0～-0.7	かなり強い負の相関がある

本項にて記載する、オークション価格と分析計測定による予測価格との比較分析において、相関有無の評価目安は左表のとおりとする。

【参考】

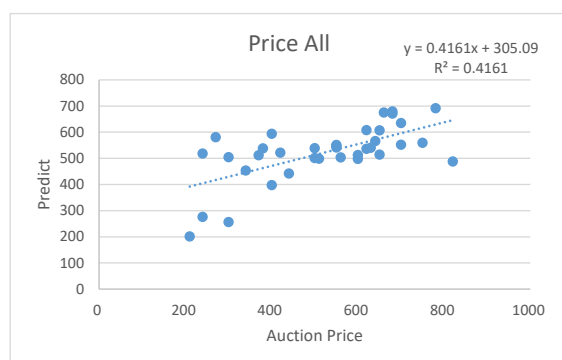
生物工学会誌 第95巻 第8号、2017年

【ブローカーA社】（サンプル数：212）



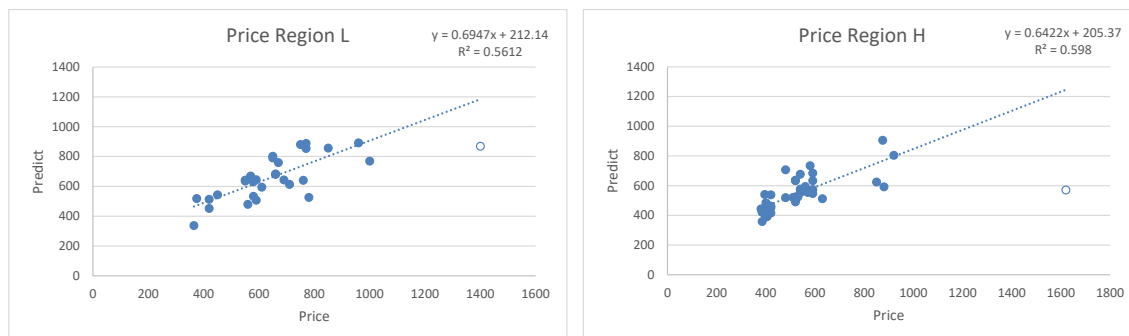
上述のとおり、縦軸は5成分を用い導き出した値（ルピー）であり、横軸は実際のオークション価格の値（ルピー）である。ブローカーA社で取り扱ったサンプルには成分価格とオークション価格との間に比例関係が見られ、相関係数（R 値）は0.61であり、強い正の相関があることがいえる。

【ブローカーB社】（サンプル数：36）



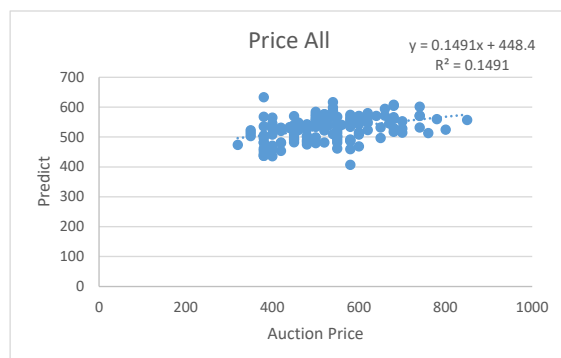
成分値価格（Predict）とオークション価格（A-Price）の相関係数（R 値）は0.64という、強い正の相関がみられた。

【輸出業者B社】（サンプル数：78）



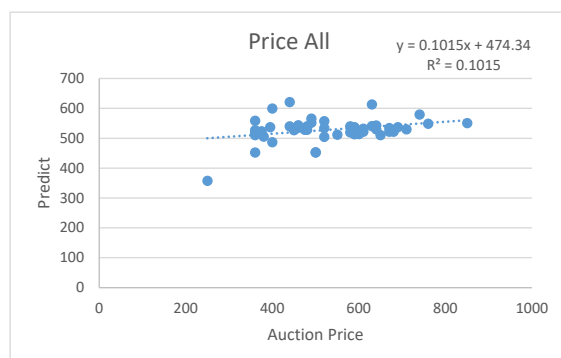
輸出業者 B 社のデータには茶工場の標高情報があったため、高度別で関係を見た（低地：L、高地：H）。計測成分値により推定した価格（Predict）と実際の価格との相関は低地で $R^2=0.56$ ($R=0.75$)、高地で $R^2=0.60$ ($R=0.77$) となり比較的高い相関が見られた。

【輸出業者D社】（サンプル数：133）



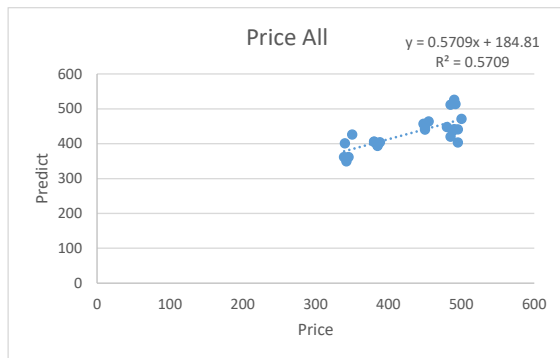
輸出業者 D 社では、成分値価格とオークション価格との相関が $R=0.39$ と正の相関関係が見られた。

【輸出業者A社】（サンプル数：50）



輸出業者 A 社においても、成分値価格とオークション価格との相関が $R=0.32$ と正の相関関係が見られた。

【輸出業者C社】（サンプル数：24）



輸出業者 C 社では、サンプル数は 24 と少ないものの、成分値価格とオークション価格との間の R 値は 0.75 と強い正の相関がみられた。

上記結果を一覧にすると下表のとおりである。

社名	サンプル数	価格と分析値の相関
ブローカーA 社	212	0.61
ブローカーB 社	36	0.64
輸出業者 B 社	78	0.56
輸出業者 D 社	133	0.39
輸出業者 A 社	50	0.32
輸出業者 C 社	24	0.75
全体平均	89	0.55

サンプル数、相関係数ともに各社間で差が生じているが、全体でも0.55と強い正の相関があることが実証活動で明らかとなった。今後更にサンプル数を増やし、標高・生産地・加工法毎に検証を続ければ、それぞれの特徴と成分値の間に更に強い相関が見られることが想定される。

活動2-4: 2-3の検証結果にもとづき、分析計の活用可能性を評価する。

目的別タイプごとに導入・使用した輸出業者やブローカーとの協議を行い、2019年9月及び10月の渡航時に、ヒアリングにて、紅茶バリューチェーンにおける分析計の活用可能性を評価した。各社・各事務所情報の提供差があるため、下記の通り組織ごとにその結果をまとめる。

【紅茶局地域事務所】（○：高評価 ×：低評価）

組織名	アンケート・ヒアリング結果
Bandarawela 地域事務所	○ 分析計は品質管理のために役立つ ○ 分析計評価と B-60 評価には相関関係がある ○ 分析計の活用は紅茶産業の向上に役立つ
Gampola 地域事務所	○ 分析計は品質管理や顧客の成分ニーズ発掘に役立つ ○ 分析計評価と B-60 評価には相関関係がある ○ 分析計による茶葉評価が茶生産者の収益向上に寄与する × 約 50,000 ルピーであれば購入を検討できる × MCPA（化学薬品など）を分析できる機器のニーズが高い
Matara	○ 分析計は品質管理のために役立つ

組織名	アンケート・ヒアリング結果
地域事務所	<ul style="list-style-type: none"> ○ 分析計の活用は紅茶産業の向上に役立つ ○ 小規模ではあるが茶葉生産者に良いフィードバックができる × 高価なため購入は検討できない × 日々大量に集荷される生葉の検査をするには手間がかかる × 農薬（MCPA）や肥料の含有量が測られるものが良い
Nuwara Eliya 地域事務所	<ul style="list-style-type: none"> ○ 分析計の活用は紅茶産業の向上に役立つ ○ 分析計評価と B-60 評価には相関関係がある ○ 官能検査の補助機器として、生葉評価の業務に活用できる ○ 分析計による茶葉評価は生産者への良いフィードバックになる × 製品として価値はあるが価格が高い
Ratunapura 地域事務所	<ul style="list-style-type: none"> ○ 分析計は品質管理のために役立つ ○ 分析計評価と B-60 評価には相関関係がある ○ 分析計の活用は紅茶産業の向上に役立つ × 価格が高い（スリランカ企業が買える価格設定を望む）

上表のとおり、従来の評価方法（B-60）との相関や技術的価値については高評価を得ているものの、Bandarawela地域事務所以外では価格についての懸念点が挙げられた（地域事務所は紅茶局下の組織であり事務所予算での購入は難しいため、価格受容性の参考としてヒアリングを行ったもの）。また、2019年にスリランカ産の紅茶より基準以上の残留農薬が検出され、日本等への輸出規制が高まった出来事をきっかけに、残留農薬などの化学薬品の検出に係るニーズが高まっている⁹。

【ブローカー・輸出業者】

組織名	アンケート・ヒアリング結果
ブローカーA 社	<ul style="list-style-type: none"> ○ 分析計の活用は自社の紅茶販売時に活用できる ○ ポリフェノールが高付加価値に係る重要成分と考えており、その成分が迅速に計測できる点が良い ○ 顧客のニーズに合わせて、その成分を開示できるような体制・ルールづくりに役立つ ○ 自社の Tea Taster の官能評価とカフェインの含有量との間に相関がみられた。
ブローカーB 社	<ul style="list-style-type: none"> ○ 技術的な価値はある（紅茶の成分を測れる） × 生産地毎などの特徴を見るには分析計では不可能と考える × 購入意欲はなし × ブローカーより輸出業者によって良い製品と考える
輸出業者 B 社	<ul style="list-style-type: none"> ○ ブローカーより購入する際、自社紅茶の品質管理のため、また顧客の成分ニーズに応える際に分析計が活用できる ○ 繊維は自社ラボの化学分析とも整合性がとれた ○ 生産地や加工法（グレード）毎の成分の特徴を分析計で見ることができればスリランカ産紅茶の高付加価値化に寄与できる
輸出業者 D 社	<ul style="list-style-type: none"> ○ 外部委託していた化学分析業務の手間とコストが削減できる ○ 自社が輸出する紅茶のカフェインとポリフェノールの含有量を測る業務が分析計を活用し実施可能となる × 分析計は、技術的価値はあるが、市場でより知られる必要がある × 化学薬品を測れる機器のニーズの方が高い × SLTB や輸出協会の承認がないと実際に運用できない

⁹ 茶に含まれる残留農薬はごく微量であり、測定は困難であるとの判断で本分析計の対象としていない。

組織名	アンケート・ヒアリング結果
輸出業者 A 社	○ ブローカーより購入する際、自社紅茶の品質管理のため、また顧客の成分ニーズに応える際に分析計が活用できる ○ 簡単・短時間に計測できるため購入したい（特にポリフェノール測定のため） × 残留農薬や金属を探知できる機器であれば良い
輸出業者 C 社	○ 自社紅茶の品質管理のため、顧客の成分ニーズに応える際、また研究開発のために分析計が活用できる × 分析計で測定可能な 5 成分は自社の品質指標に入っていない × 現時点では分析計の必要性を感じていない

上表のとおり、SLTB地域事務所関係者に比べると価格に対する懸念事項は上げられなかったが、数社より購入意欲がない意向を確認した。また、分析計の技術面への評価に関しては、自社ラボを持つ輸出業者B社と輸出業者C社の意見は相違しており、今後の普及を踏まえるとTRIのRecommendation Letterの活用や、民間企業の研究者などを巻き込んだ更なる精度検証実施の余地がある。

【成果3にかかる活動】

成果3: 紅茶成分分析計の普及展開案が策定される。

活動3-1: 紅茶局や紅茶研究所の施策によってスリランカ紅茶産業に分析計による成分分析が奨励されるよう具体的な提案を行う。

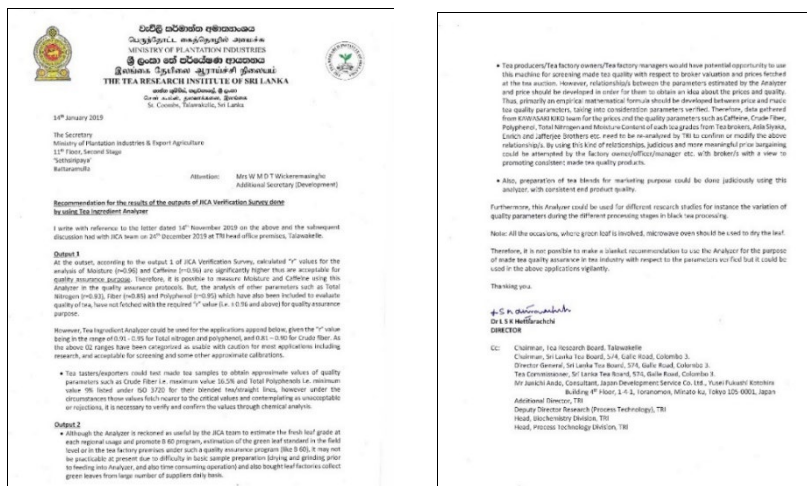
SLTBやTRIの施策によってスリランカ紅茶産業に成分分析が奨励されるよう働きかけ、具体的な提案（セイロン紅茶の品質測定認定機器、茶工場出荷時の品質成分情報管理の提案、紅茶（生葉含む）の品質評価指標の導入、成分分析結果による栽培指導、TRIの“Recommendation”への掲載など）を行った。SLTB及びTRIとの協議の結果、SLTBにて実施されるオークション前検査で「rejected（不合格）」と評価された紅茶サンプルの繊維とポリフェノール値を測る機器として活用することを合意、また、TRIからは、紅茶産業での普及への大きな一助となる“Recommendation”が出された。

本Recommendation（別添資料5）内では、主に以下の点について述べられている。

- ・ 成果1において、相関係数0.96が確認できた水分、カフェインについては品質保証の目的で分析計を活用できる。また、相関係数が0.95の全窒素、ポリフェノール、さらには0.85の繊維においても研究・スクリーニング目的での活用資する。さらに、ISO3720に含まれる粗繊維（16.5%以下）及びポリフェノール（9%以上）については、化学分析の補助的な検査目的（Rejectされた紅茶サンプルの分析）として分析計の活用が期待できる。
- ・ 成果2において、フィールドにおける生葉の分析計測定は、技術的な精度は担保されているとしても、その分析作業工程（乾燥→粉碎→測定）や集荷される生葉の量

などからも、現時点では実用的ではない。また、民間企業（ブローカー・輸出業者）による実証活動結果はTRIによって再度検証・評価されるべきである。

- ・ 更に、分析計は紅茶の研究開発（加工法毎の品質を見る）にも活用される可能性がある。



活動3-2: 本邦受入活動を実施し、日本の緑茶産業の取組紹介を通して、成分分析の重要性について紹介する。

当本邦受入活動は、成果2が終了する2019年7月を目処に実施する予定であったが、スリランカ側より「早期に日本の茶業における取組を視察し、普及・実証事業全体に活かしたい」との強い要望があり、C/PであるMPI、SLTB、TRIそれぞれから幹部、研究者の合計6名を招聘し下記の概要のとおり実施した。MPIからは事務次官、SLTBからも実務のトップである幹部2名、更にTRIからもChairmanが来日したこともあり、スリランカ国をあげての茶成分分析計の導入・活用、紅茶産業の競争力強化に向けての今後の取組についての協議ができた。活動内容の詳細は別添資料-6「本邦受入活動完了報告書」にて報告する。

1. 目的：茶成分分析についての理解を深め、日本国における茶成分分析計を用いた品質管理・高付加価値化に係るノウハウを学ぶことで、スリランカ国での茶成分分析技術の普及に向けた、より具体的な方針を定める機会とするため。
2. 実施項目：
 - ① 茶成分分析に係る技術、知識を構築する。（茶業研究センター往訪等）
 - ② 茶成分分析計を用いた品質管理・高付加価値化に係る日本国企業の取組を学ぶ。（民間企業往訪等）
 - ③ 日本の茶及び茶製品のマーケットの現況を見聞する。（静岡県立大学往訪等）
3. 受入期間：2018年6月25日（月）～2018年6月30日（土）

4. 参加者リスト

氏名	所属	役職	備考
Mr. J. A. Ranjith	Ministry of Plantation Industries	Secretary	
Mr. Merenchige Jagath Samantha Ravisinghe	Ministry of Plantation Industries	Director Development (Tea)	
Dr. Nishantha Jayathilake	Sri Lanka Tea Board	Director (Analytical Services)	6/25-6/29参加
Mr. Edirisinghe Appuhamillage Jayantha Kumara Edirisinghe	Sri Lanka Tea Board	Tea Commissioner	
Dr. M. M. J. P. Gawarammana	Tea Research Institute of Sri Lanka	Chairman	6/26-6/30参加
Ms. S. A. D. Pradeepa S. Jayawardhane	Tea Research Institute of Sri Lanka	Research Officer	

活動3-3: 分析計の潜在顧客である紅茶輸出業者、紅茶取引業者、茶園・荒茶工場等に対し、現地セミナー、ワークショップを実施する。

2020年2月27日に、在ス日本国大使、Ministry of Plantation Industriesの事務次官をはじめ、公的機関からはMPI、SLTB、TRI、TSHDAの管理職レベル、民間企業からもExporters Association、Brokers Associationの理事などと、日本、スリランカ両国の茶産業関係者約150名が一堂に集う、分析計の実証活動報告をメインとした現地セミナーを開催した。

プログラムは以下のとおりである。

Time	Contents	Speaker
1:00-1:25pm	Registration	
1:25-1:30pm	Welcome Speech	Consultant, Japan Development Service Co., Ltd. Mr. Junichi ANDO
1:30-1:35pm	Opening Remarks from Sri Lanka side	State Secretary of Tea Industry Development Mr. Anuradha Wijekoon
1:35-1:40pm	Opening Remarks from Japan side	Ambassador Extraordinary and Plenipotentiary of Japan to Sri Lanka Mr. Akira SUGIYAMA
1:40-1:50pm	Promoting Ceylon Tea by Enhancing Total Quality through Technology	Chairman, Sri Lanka Tea Board Mr. Jayampathy Molligoda
1:50-2:05pm	Outcomes of Output 1 and Output 2 of JICA Verification Survey	Director/Chief Executive Officer, Tea Research Institute Dr. L S K Hettiarachchi
2:05-2:45pm	Importance of tea components measurement and recommendations	Shizuoka-Pref. Research Institute of Agriculture & Forestry, Tea Research Centre Dr. Tadashi GOTO
2:45-3:00pm	Fresh leaf evaluation using the analyzer & Tea cultivation for mechanization	KAWASAKI KIKO Co., Ltd. Overseas Dept. Mr. Hideki OKAMOTO
3:00-3:20pm	Tea Break	
3:20-3:35pm	New Tea Processing Machinery for high value-added products	KAWASAKI KIKO Co., Ltd. Overseas Dept. Mr. Hideki OKAMOTO
3:35-4:05pm	Improving the sales and Brand Power of Tea Products	University of Shizuoka, Tea Science Centre Prof. Yoriyuki NAKAMURA
4:05-4:25pm	Question and Answer	Mr. Niraj del Mel (Moderator)
4:25-4:30pm	Vote of Thanks	President, KAWASAKI KIKO Co., Ltd. Mr. Yosuke KAWASAKI

本セミナーは日本国の産学官、スリランカの官民が連携した非常に大きな会となり紅茶産業関係者に分析計の技術を周知するには絶好の機会となったと同時に、今後のビジネス展開（特に販売）に向けての課題も明らかになった。本セミナーでの主なプレゼン資料及び参加者に依頼したアンケートの結果は別添にて報告する。

活動3-4: パッケージへの品質表示、各産地特徴成分による差別化等、普及促進に係る提案を行う。

活動3-3を実施した2020年2月の渡航後コロナ禍となり、渡航制限等のため2022年5月まで現地との具体的な協議を実施することが叶わなかった。上記のとおり、TRIから成果1の結果を踏まえた“Recommendation”は出されたが、「荒茶の高付加価値化」という観点では、当初予定していたパッケージへの品質表示、産地特徴成分による差別化などへの提案までには至らず、「荒茶の品質管理」を目的とした分析計の活用へのニーズが高いことが確認された。以上を踏まえ、事項の活動3-5にて分析計の普及促進に係る提案した。

活動3-5: 提案企業の本事業後のビジネス展開案を策定する。

非公開

(3) 導入済機材（別添：譲与物品リスト）

別添資料-2にて報告することとする。

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

以下の2機関をC/P（スリランカ国側の本普及・実証事業実施機関）として実施した。両機関共に、プランテーション産業省に属する公的機関である。紅茶産業全体を統括する紅茶局（SLTB）、また、国内唯一の紅茶研究機関である紅茶研究所（TRI）は、両機関共に紅茶産業への影響力が極めて大きく、本事業の活動を行うための設備、技術者を擁している。また、上記2機関を傘下に持つプランテーション産業省（MPI）は、本事業全体を通して、スリランカ側の監督、窓口機関として、各活動の調整等の役割を担った。

(2) 基本情報

① スリランカ紅茶局（Sri Lanka Tea Board: SLTB）

事業内容： スリランカの紅茶産業を所管する機関として、同産業におけるあらゆる活動を統括しており、研究や調査の実施を通じた紅茶品質管理、産業発展に必要とされる機械・機材などの導入や促進、紅茶生産・加工関係者への経済的・技術的補助や紅茶オークション

の実施・規制等を実施している。

体制の概要： 紅茶産業全体を統括するため、紅茶局の役割は多岐にわたるが、ここでは本事業に関係する2つの部署に関して記載する。

紅茶監理部： 国内7箇所の地域事務所を設置して紅茶検査官を配置し、紅茶の生産・加工・品質改善等に係る業務を実施している。2013年からは、工場による茶葉の品質検査実施を推奨する「B Leaf 60プログラム」を開始しており、茶葉生産者の意識・知識・栽培技術向上を目指した取組を実施している。

分析サービス部： スリランカで流通する紅茶の成分分析・品質検査を専門的に行う部署で、コロンボで毎週開催される紅茶オークションの全ロット事前検査、輸出前紅茶検査や、残留農薬・微生物・重金属含有量の検査等を行っている。オークション前検査や輸出前紅茶検査に関しては、まず分析サービス部内の官能検査部が官能検査を行い、問題があったサンプルを他ユニットで更に検査する体制となっている。

② スリランカ紅茶研究所（Tea Research Institute of Sri Lanka: TRI）

事業内容： 主にスリランカの紅茶産業における各種研究・技術開発を所管し、成分分析・品種改良・土壌改善・農薬に係る研究、営農指導などを実施している。また、土壌、肥料、茶葉の水分率等、紅茶に係る研究成果を“Recommendation”として公表するなどの啓蒙・普及活動も行っている¹⁰。

体制の概要： 紅茶研究所は、博士号等を有する研究者を75名擁し、上記事業を実施している。また、国内4箇所の支部では生産者、加工業者に対する様々な技術指導を行っており、独自のエステート（大規模茶園）も2箇所有している。

（3）カウンターパート機関の役割・負担事項（実績）

上述（第3 5.（1）「活動内容と実績」）したとおり契約時点から必要に応じた多少の変更はあったが、関係者内で協議・相談を繰り返し、目的達成のための各機関の役割・負担事項は確実に実施された。

（4）事業後の機材の維持管理体制

現時点で譲与した機材はSLTBの茶輸出管理部（Tea Exporters Division）にて保管され

¹⁰ Recommendation は強制ではないものの、スリランカにおける影響力は強い。

ており、機材受取責任者のTea Commissioner及びAssistant Tea Commissionerの監督の下で運用されている。茶輸出管理部内の2名の技術者が主に機材の運用手順について習得しており、簡易メンテナンスについては現地協力企業B社が当社の指示の下、無償で行う。2年に一度のメンテナンス及び修理が必要となった際は、まず現地代理店A社の技術者2名が対応し、修理・取り換え部品などが必要となる際は適宜当社と連携する。修理・取り換え部品に関しては有償で行うことを想定しており、SLTBとはその他事項も含め協議中である。

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

将来的なビジネス化は可能であるが、スリランカ国の経済状況を踏まえ、現時点での本格的な（契約当初に想定していたような）実施は困難であると判断した。前述のとおり、現時点でSLTBに譲与した4台及び各年1~2台の販売を目指し活動を進めていく。

(2) ビジネス化可否の判断根拠

スリランカ国の経済状況とルピー安・円安などの為替状況が最大の判断根拠である。提案製品へのニーズ・関心、また現地政府の協力体制共に、当社にとってはビジネスを展開する上で好条件がそろっているが、繰り返し上記しているとおり、高価な外国製品を購入するための資金力のある組織（官民共に）はスリランカ国内に限られていると考えている。

8. その他

(1) 環境社会配慮（※）

本事業における環境社会配慮について、特記事項はない。

(2) ジェンダー配慮（※）

本事業におけるジェンダー配慮について、特記事項はない。

(3) 貧困削減（※）

本事業における貧困削減において、特記事項はない。

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

スリランカにおいて紅茶は輸出主要産業であるため、紅茶産業に関する各種規制／市

場共に、政府機関（紅茶局など）が管轄しており、紅茶局を筆頭としたトップダウン型の構造となっている。そのため、今後スリランカの紅茶産業への海外展開を検討している日本企業は、その事業計画をスリランカの民間企業のみならず公的機関に理解・賛同してもらうことが必要不可欠である。

（２） JICA や政府関係機関に向けた提言

スリランカ国が、紅茶産業の分野において我が国に求める技術協力（指導）項目は多い。現在、本事業だけでなく、当社によるスリランカ国支援の一つとして、茶園機械化及び茶工場の高付加価値化に係るプロジェクトを実施している。同プロジェクトは直接的な当社製品の販売には繋がらない可能性が高いが、スリランカ国紅茶産業が抱える問題点（労働環境、労働賃金、高齢化、茶園労働者の減少等）ならびにスリランカ国の紅茶産業の継続的発展を考え、当社がほぼ無償で取り組んでいる。さらに、TRIとは、TRIからの要望として、今回実証された成分以外の幾つかの成分についての追加検証、低価格帯機器の検証、緑茶を含む茶の高付加価値化などについて、共同研究を行う可能性を模索し、協議を行っている。今後はスリランカ国の同分野における開発課題への更なる寄与や、インパクト・持続可能性等をより重視した包括的な支援を行い、日スリランカ両国間の関係強化に繋げるため、日本国としての協力方針を検討することが望ましいと考える。

具体的には、本事業の提案製品である近赤外線茶成分分析計については、令和3年度JAS等の国際標準化による輸出環境整備委託事業¹¹の1つである「茶成分の近赤外分光分析法に関するJAS素案の作成」において、当社も参画するJAS素案作成委員会（プロジェクトチーム）での活動が進められている。同委託事業では、妥当性確認分科会での審議において、提案製品を基準機器として、研究室間共同試験（Inter-laboratory study, Collaborative study）手順書を作成して、均質性確認試験が行われており、同検証結果の報告書も提出されている。

同委託事業における主目的は、近年、近赤外線分光分析の原理を応用した、現場で迅速・簡便に精確な分析を行うことが可能な、茶成分測定器が流通してきているが、現在はこの近赤外分光分析方法による茶成分の測定方法は規格・基準がないため公的な分析値として扱われておらず、このため、特にその分析値の信頼性を高めるとともに、幅広い茶の種類に適合できることを目的としてJASの素案作成を図るというものである。このJAS化により、茶の生産・流通市場に信頼性の高い機器分析手法が普及し、品質数値による取引が可能となり、日本製お茶の優秀性・安定性が科学的に証明できるとともに、低品質のお茶の類似品・模倣品等が排除され、これにより日本製お茶の輸出促進に寄与できるというような効果が期待されている。

近い将来、この素案が具現化しJAS化が完了した後に、スリランカ国に対しても、本

¹¹ 報告書 <https://www.maff.go.jp/j/jas/attach/pdf/yosan-46.pdf>

事業のカウンターパート各機関と連携して、例えばスリランカ標準化機構（SLSI）¹²をカウンターパートとして、紅茶における、近赤外分光分析法に関する同素案の発展展開の実施を提案も可能である。この提案の具現化により、昨今、外貨不足に端を発した対外債務の支払い不能（デフォルト）により、議会で国の「破産」宣言がされ、経済危機の中にあるスリランカの、さらに2021年5月に突如発令された化学・人工肥料の使用禁止令による、紅茶産業を含む崩壊した農業生産を回復するための支援の一策として、生産の落ち込んでいるセイロン紅茶の優秀性・安定性が科学的に証明され、低品質の紅茶の類似品・模倣品等が排除されることが期待される。その成果によるセイロン紅茶のブランド回復をきっかけとして、今後のスリランカ製紅茶の輸出促進に寄与することが可能となり、同国経済立て直しの一環として外貨獲得のための一助となることが期待される。このため、本提案を、当社の将来のビジネス展開の柱の一つとするためにも、今後のJICAや政府関係機関との緊密な連携が重要である。

¹² The National Standards Body of Sri Lanka <https://www.iso.org/member/2091.html>

英文案件概要

Sri Lanka

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese technologies for Strengthening Competitiveness of Tea Industry through Utilization of Tea Ingredients Analyzer in Sri Lanka Kawasaki Kiko Co., Ltd., Shizuoka, Japan

Concerned Development Issues in Sri Lanka

Tea is one of the principal export goods in Sri Lanka which contributes 15% of total export value and 94% of its production is exported; however, maintaining the potential of value addition, for example, to improve the international competitiveness is a concerned issue.

Implemented Activities in the Survey

[PURPOSE]

Project aims to verify the effectiveness of rapid method to analyze tea samples for its international quality standard by adopting existing Japanese technology which utilize near-infrared method and introduce the technique to Sri Lankan tea industry in the aim of quality upgrade of Ceylon tea.

Output 1:

The adaption of the Ingredients Analyzer that utilizes near-infrared method to Sri Lankan Black Tea ingredients analysis is verified.

Output 2:

The effectiveness of Ingredients Analyzer that utilized near-infrared method in the value-chain of Sri Lankan tea industry and for the quality assessment conducted by SLTB is verified.

Output 3:

Plans for realizing the dissemination of the Black Tea Ingredients Analyzer are proposed (compiled).

Proposed Products/Technologies



Black Tea Ingredients Analyzer (GTN-B)

- can simultaneously and quickly analyze multiple ingredients of tea (9 ingredients in green tea case) using the near-infrared method,
- does not require any specialist knowledge
- width:40cm, height:35cm, depth: 36cm

Survey Overview

Name of Counterpart:

- Ministry of Plantation Industries (MPI)
- Sri Lanka Tea Board (under MPI)
- Tea Research Institute (under MPI)

Survey duration:

Nov. 2017 ~ Dec. 2022

Survey Area:

Sri Lanka (Western (Colombo), Uva, Central, Sabaragamuwa and Southern State.)

Impact on the Concerned Development Issues in Sri Lanka

- Activities for quality control, development of new product, for example, based on ingredients analysis will be implemented,
- Tea analysis which is conducted by Sri Lanka Tea Board will be more efficient and the its system will be enforced, and
- Quantitative quality assessment on tea leaf transaction at tea factories will be carried out which can result in fair transaction and tea leaf quality development.

Outputs and Outcomes of the Survey

- Contribution to the tea industry in Shizuoka Prefecture through the collaborative verification procedure.
- Contribution to sales performance of the Tea Ingredients Analyzer
- Contribution to sales performance of the other Kawasaki Kiko's products such as tea manufacturing machines.

**VERIFICATION SURVEY WITH
THE PRIVATE SECTOR FOR DISSEMINATING
JAPANESE TECHNOLOGIES FOR
STRENGTHENING COMPETITIVENESS OF
TEA INDUSTRY THROUGH UTILIZATION OF
TEA INGREDIENTS ANALYZER
IN SRI LANKA**

SUMMARY REPORT

OCTOBER, 2022

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)
KAWASAKI-KIKO CO., LTD.

CONTENTS

1.	Background	1
2.	Outline of the Pilot Survey for Disseminating SME's Technologies	1
(1)	Purpose.....	1
(2)	Activities.....	2
(3)	Information of Product/ Technology to be Provided	3
(4)	Counterpart Organizations	6
(5)	Target Area and Beneficiaries	7
(6)	Duration	7
(7)	Progress Schedule / Manning Schedule.....	8
(8)	Implementation System	10
3.	Achievement of the Survey.....	11
(1)	Outputs and Outcomes of the Survey	11
(2)	Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization.....	29
4.	Future Prospects.....	30
(1)	Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country	30
(2)	Lessons Learned and Recommendation through the Survey	30
	Attachment: Outline of The Survey	32

LIST OF FIGURES AND TABLES

< Figures >

Figure-1	Implementation Structure Diagram	10
Figure-2	Results of Discussion and Examination of Details of Black Tea Samples for Collection	11
Figure-3	Activity linked to Sample Collection and Demonstration of Analyzer Accuracy (Activity 1-2/1-6).....	15
Figure-4	Chemical Analysis and Near Infrared Spectroscopy (Analyzer) Analysis Results	17
Figure-5	Indicator of Correlation Coefficient Accuracy	17
Figure-6	Percentage of samples with the highest polyphenol values out of all samples collected to each factory with a B-60 evaluation (n=35).....	18
Figure-7	Percentage of samples with the lowest polyphenol values out of all samples collected to each factory with a B-60 evaluation (n=35).....	18

< Tables >

Table-1	Progress Schedule.....	8
Table-2	Manning Schedule.....	9
Table-3	Planned and Actual Black Tea Sample Collection Work.....	12
Table-4	List of Black Tea Factories where Black Tea Samples were Collected	13
Table-5	Technical Guidance on Use of Analyzer.....	14

ABBREVIATIONS

C/P	Counterpart
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
ISO	International Organization for Standardization
JICA	Japan International Cooperation Agency
MPI	Ministry of Plantation Industries
ODA	Official Development Assistance
SLTB	Sri Lanka Tea Board
TRI	Tea Research Institute of Sri Lanka

1. BACKGROUND

Tea is one of the major exports of Sri Lanka, bringing in a substantial amount of foreign earnings to the country. The Sri Lanka Tea Board maintains the image of Ceylon tea and strives to improve the potential for adding value in order to boost the competitiveness of Sri Lankan tea and better sustain the tea industry. With consumer quality concerns and the legal import quality requirements of import countries, all the tea exported from the country has to be certified the quality by testing according to the international standards. Such testing is a time-consuming exercise which results in export delays. Exporters are under tremendous pressure to make deadlines for their exports as they will lose customers due to not meeting the customer target timelines. Thus, rapid methods in testing quality parameters to ensure the quality of tea have become an essential need for the industry. As a solution, it is possible that analyzers developed using existing Japanese technology for quality assurance in Japanese green tea can be adopted for rapidly assuring the quality of Ceylon tea prior to export. Moreover, the results of these quality investigations will lead our research and development for further quality improvements.

The current national policy aims to increase the export value of tea to US\$5 billion by 2020 and increase the ratio of value-added tea to 75% of Sri Lanka's tea exports by 2020. Under the program to improve the quality as well as international competitiveness of Sri Lankan tea, the export value of tea has recorded some increase, if not sufficient, but the ratio of value-added tea is still low at 39% (2013).

Sri Lanka has adopted the development goal of “making Sri Lankan tea a major established player in the international beverage market through the strengthening of small tea farms to ensure the sustainable development of the tea industry”. One of the concrete measures designed to achieve this goal is technical guidance as well as subsidies for small farmers, who account for some 70% of domestic tea production, by the Sri Lanka Tea Board under the jurisdiction of the Ministry of Plantation Industries. However, many small farmers do not currently possess sufficient skills and knowledge concerning the cultivation and harvesting of tea, making it urgently necessary to improve the quality of tea leaves shipped by these farmers.

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

(1) Purpose

The Verification Survey with The Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Strengthening Competitiveness of Tea Industry Through Utilization of Tea Ingredients Analyzer in Sri Lanka (hereinafter referred to as the “Survey”) aims to verify the effectiveness of a method to rapidly analyze tea samples against the international quality standard by adopting existing Japanese technology utilizing the near-infrared spectroscopy and introduce the technique to the Sri Lankan tea industry with a view to upgrading the quality of Ceylon tea.

(2) Activities

Output 1: Adaption of the near-infrared ingredients analyzer (hereafter referred to as the “Analyzer”) to analysis of Sri Lankan black tea ingredients is demonstrated.

- 1-1: Discuss and examine the details (elevation, production area, grade, season, etc.) of black tea sample collection which will be needed for the adaption of the Analyzer to local conditions.
- 1-2: Collect and analyze the black tea samples based on the contents discussed in Activity 1-1.
- 1-3: Design and manufacture the Analyzer based on the results of Activity 1-2.
- 1-4: Transport, install and conduct a trial running of two Analyzers manufactured in Activity 1-3.
- 1-5: Compile an operating manual for the Analyzer and teach usage of the Analyzer to the C/Ps through on-the-job training
- 1-6: Analyze the black tea samples with the Analyzer; collate the ingredient proportions with the results of conventional chemical analysis conducted in Sri Lanka and then revise and adjust the calibration curve.
- 1-7: Based on the results of Activity 1-6, discuss with TRI and SLTB, get an assessment of the precision of calibration curve formulation for each ingredient, and verify the accuracy of the Analyzer with a view to recommending it for industry use.

Output 2: The effectiveness of the Analyzer in the Sri Lankan tea industry value-chain and for the quality assessment conducted by SLTB is verified.

- 2-1: Install the Analyzers that were verified in Output 1 and two more Analyzers in TRI and SLTB.
- 2-2: Select installation sites in the value-chain to verify the effectiveness of the Analyzer.
- 2-3: Install the Analyzers in the sites that were selected in Activity 2-2; analyze tea samples according to each objective, a) for value addition (crude tea), b) for quality assessment (raw leaf), and c) for compliance with ISO standards (crude tea); assess the effectiveness of the Analyzer, and receive evaluations from the installing sites.
- 2-4: Based on the results of Activity 2-3, assess the effectiveness of the Analyzer.

Output 3: Plans for realizing the dissemination of the Analyzer in the Sri Lankan tea industry are proposed (compiled).

- 3-1: Propose detailed plans so that TRI and SLTB can recommend tea ingredients analysis utilizing the Analyzer in the Sri Lankan tea industry.



- 3-2: Invite C/Ps to Japan to allow the proposing company to introduce the efforts of the Japanese green tea industry and thereby emphasize the importance of ingredients analysis.
- 3-3: Hold an awareness promotion seminar and workshop for exporters, brokers, tea producers and tea factory owners etc. that are expected to be the users of the Analyzer.
- 3-4: Propose dissemination plans such as quality indications on packages and differentiation based on characteristic ingredients in each region, etc.
- 3-5: Compile a plan for business deployment by the proposing company following the Survey

(3) Information of Product/ Technology to be Provided

Outline of the Proposed Product

The proposed product is the Analyzer that can simultaneously and quickly analyze multiple ingredients of tea using the near-infrared spectroscopy without requiring any specialist knowledge. It measures ingredients by irradiating samples with light on wavelengths in the near-infrared region and estimating the types and amounts of materials present based on the types and quantities of absorbed specific wavelengths, and indicates the measurement results analyzed by a micro-computer.

It is small with dimensions of 400 mm in width, 354 mm in height and 362 mm in depth and is relatively light at 14.6 kg for easy transportation. It can be powered by domestic power supply (AC110-220V (50/60 Hz)) and has a built-in language selection function (Japanese or English). It is currently assumed that the analyzer will be provided with three different types of measuring software to cater for different users or purposes of use (target ingredients for measurement) of the Sri Lankan tea industry as shown below.

Name	Near infrared tea ingredients analyzer								
Specifications	<p>The Kawasaki Kiko tea ingredients analyzer (illustrated below) has dimensions of W400mm x H354mm x D362mm and weighs 14.6kg, making it small and light enough to be carried around. It can be powered using a household power source (AC110-220V (50/60Hz)) and is equipped with a Japanese-English switching feature.</p> <p>It is envisaged that the black tea ingredients analyzer will be used with the following three types of measurement software (to be demonstrated in the Survey) corresponding to the users/objective (measured ingredients) in the Sri Lankan tea industry.</p> <table border="1" data-bbox="416 432 1369 555"> <thead> <tr> <th>Type by objective</th><th>Measured ingredients (proposed)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① Value adding (crude tea)</td><td>Caffeine, Polyphenol, Total nitrogen</td></tr> <tr> <td>② Quality assessment (raw leaves)</td><td>Fiber, Total nitrogen, Polyphenol</td></tr> <tr> <td>③ ISO standards inspection (crude tea)</td><td>Water content, Polyphenol, Fiber, Total nitrogen</td></tr> </tbody> </table> <div data-bbox="644 591 1142 824">   </div> <p style="text-align: center;">Figure: Near Infrared Tea Ingredients Analyzer and Measurement Results Paper</p>	Type by objective	Measured ingredients (proposed)	① Value adding (crude tea)	Caffeine, Polyphenol, Total nitrogen	② Quality assessment (raw leaves)	Fiber, Total nitrogen, Polyphenol	③ ISO standards inspection (crude tea)	Water content, Polyphenol, Fiber, Total nitrogen
Type by objective	Measured ingredients (proposed)								
① Value adding (crude tea)	Caffeine, Polyphenol, Total nitrogen								
② Quality assessment (raw leaves)	Fiber, Total nitrogen, Polyphenol								
③ ISO standards inspection (crude tea)	Water content, Polyphenol, Fiber, Total nitrogen								
Features	<p>Kawasaki Kiko's greatest know-how and technology reside in its ability to analyze tea ingredients using the near infrared spectroscopy. This technology makes it possible to rapidly conduct simple but accurate ingredients analysis. As a result, whereas conventionally it was only possible to conduct analysis in research facilities or laboratories, it is now possible to analyze tea in tea trading settings and other locations. <u>Utilization of tea ingredients analysis (on the ground) is the most important know-how.</u> In Japan's green tea industry, by disseminating this analysis technique throughout the value chain, it has become possible to brand products according to the functionality of ingredients and thereby bring transparency into transactions.</p> <p>The measurement of ingredients based on the near infrared spectroscopy entails irradiating light in the near infrared wavelength region onto a sample, estimating the contents of ingredients according to the types and quantities of absorbed specific wavelengths, and displaying measurement results analyzed by computer. As a precondition for the measurement, a certain number of samples are measured in advance; the data obtained by chemical analysis is compared with the data obtained by the near infrared spectroscopy, and a calibration curve (figure on the right) showing the relationship as a principle is created. The technology and know-how entailed in creating the calibration curve have been made possible by many years of experience in the tea industry; for example, understanding of tea characteristics and crude tea quality assessment ability cultivated through operating tea plantation management equipment and tea manufacturing machines, the ability to understand the correlation between tea ingredient values and assessment values and so on.</p> <div data-bbox="957 1317 1369 1621"> </div> <ul style="list-style-type: none"> • Speed: As was described above, tea ingredients analysis based on the near infrared spectroscopy entails first creating an accurate calibration curve and then comparing measured samples against the calibration curve. Therefore, since there is no need to newly conduct time-consuming chemical analysis, <u>measurements can be made in short time (approximately 1 minute).</u> In addition, it is possible to <u>simultaneously measure the main ingredients (9 ingredients in the case of green tea).</u> • Convenience: No particular knowledge or technology is required to conduct analysis: anybody can easily conduct measurement by crushing tea leaves in a grinder and setting a sample in the Analyzer. The measurement results are compiled into a table as shown in above Figure and can be confirmed at a glance. 								

Characteristics and Relative Advantages of the Proposed Product

- Relative advantage pertaining to the analysis of tea ingredients using the near-infrared spectroscopy.

Even though there have been some attempts by other manufacturers to develop a prototype and market it for trial, Kawasaki Kiko is the only manufacturer in the world to market the Analyzer as a finished product capable of measuring catechin and other polyphenols. As such, there are no similar products marketed by competitors. Because of the unique know-how and technologies involved, there is little chance of an imitation product being marketed with similar accuracy. As imitation products with inferior accuracy cannot meet the actual market needs, we believe that such imitation products cannot become competitors for our product.

- Relative advantage pertaining to tea ingredients analysis

Apart from the near infra-red spectroscopy, tea ingredients can be analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC) and the Folin-Ciocalteu method (a chemical analysis method). Although these two methods offer very high accuracy, their characteristics considerably differ from the near-infrared spectroscopy in terms of the measuring time, operability, equipment cost and running cost.

Sales Performance

Kawasaki Kiko has sold some 300 the Analyzers for green tea (total value of some 2 billion yen) over a period of 20 years to such public bodies as the National Agriculture and Food Research Organization (NARO) and various prefectural tea research institutes as well as agricultural cooperatives (JA) and Mitsui Norin, Itoen and other tea drink manufacturers in Japan. Kawasaki Kiko enjoys a 100% domestic market share for green tea ingredients analyzers and its products are the de facto standard equipment for Japan's green tea industry.

Abroad, the company has started in 2016 to market the Analyzer for kiln-dried (roasted) Chinese green tea, which is the mainstay in China, based on the outcomes of joint research with Zhejiang University in China. While some Chinese local companies have already introduced the Analyzer, an active marketing drive using local staff is currently in progress. Overseas marketing efforts are not confined to China but also target those companies which manufacture and market green tea or are planning to do so in other countries.

(4) Counterpart Organizations

① Sri Lanka Tea Board (SLTB)

- Contents of activities:

As the agency that supervises the Sri Lankan tea industry, the Sri Lanka Tea Board oversees all activities in the industry. Its activities include control of black tea quality via research and survey work; introduction and promotion of machines and equipment necessary for development of the industry; provision of economic and technical assistance to parties engaged in the production and processing of black tea; and the implementation and regulation of black tea auctions.

- Outline of organization:

Since the SLTB has overall control over the tea industry, it fills a wide variety of roles. The following paragraphs describe the two departments that are involved with the Survey.

- Tea Supervision Department:

It conducts work concerned with the production, processing, quality improvement, etc. of black tea through black tea inspectors assigned to seven regional offices throughout the country. Since 2013, it has implemented the “B Leaf 60 Program” aimed at encouraging factories to implement tea leaf quality inspections, and it implements initiatives for improving the awareness, knowledge and cultivation technology of tea leaf producers.

- Analysis Services Department:

This department specializes in implementing ingredients analysis and quality inspection of the black tea that is marketed in Sri Lanka. It implements preliminary inspections of all lots presented at the weekly black tea auction in Colombo, pre-export inspections of black tea, inspections of residual agricultural chemicals, microorganisms, heavy metals, etc. in black tea and so on. Concerning the tea auction preliminary inspections and pre-export inspections, first the sensory inspection unit of the Analysis Services Department conducts sensory inspection and any samples that are found to contain problems are sent to other units for further investigation.

② Tea Research Institute of Sri Lanka (TRI)

- Contents of activities:

As the department mainly responsible for various research and technological development in the Sri Lankan tea industry, the TRI implements research linked to ingredients analysis, variety improvement, soil improvement and agricultural chemicals, guidance on commercial farming and so on. Also, through publishing the outputs of black tea research related to soil,

fertilizer, tea leaf water content, etc., as “recommendations”, it also conducts education and dissemination activities¹.

- Outline of organization:

The Tea Research Institute employs 75 Ph. D researchers who conduct the activities described above. Moreover, at four branch offices throughout the country, it conducts various technical guidance for producers and processors, and it also owns two estates (large-size tea plantations).

Following implementation of the Survey, the Sri Lanka Tea Board and Tea Research Institute will autonomously maintain the Analyzers. Since the Analyzers can be used for a minimum of 10 years, it will not be necessary to conduct replacement for the foreseeable future. Following the Survey, the Tea Research Institute will continue to use the Analyzers for researching black tea ingredients, while the Sri Lanka Tea Board will use them to conduct pre-export inspections, etc.

(5) Target Area and Beneficiaries

Target Area : Sri Lankan Tea Industry

Beneficiaries : Stakeholders of Sri Lankan Tea Industry.

(6) Duration

From November 2017 to July 2022 (as of January, 2022)

¹ Although recommendations are not binding, they carry strong influence in Sri Lanka.

(7) Progress Schedule / Manning Schedule

Table-1 Progress Schedule

Activities	2017		2018												2019												2020			2022		
	11	12	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	5	6	7
Activities for Output 1																																
1-1 : Discuss and examine the details of black tea sample collection which will be needed for the adaption of tea near-infrared ingredients analyzer to local conditions.																																
1-2 : Collect and analyze the black tea samples based on the contents discussed in Activity 1-1																																
1-3 : Design and manufacture the tea ingredients analyzer based on the results of Activity 1-2																																
1-4 : Transport, install and conduct a trial running of two tea ingredients analyzers manufactured in Activity 1-3																																
1-5 : Compile an operating manual for the tea ingredients analyzer and teach usage of the analyzer to the C/Ps through on-the-job training																																
1-6 : Analyze the black tea samples with the ingredients analyzers; collate the ingredient proportions with the results of conventional chemical analysis conducted in Sri Lanka and then revise and adjust the calibration curve																																
1-7 : Based on the results of Activity 1-6, discuss with TRI and SLTB, get an assessment of the precision of calibration curve formulation for each ingredient, and verify the accuracy of the tea ingredients analyzer with a view to recommending it for industry use																																
Activities for Output 2																																
2-1 : Install the analyzers that were verified in Output 1 and two more analyzers in TRI and SLTB.																																
2-2 : Select installation sites in the value-chain to verify the effectiveness of the analyzer.																																
2-3 : Install the analyzers in the sites that were selected in Activity 2-2; analyze tea samples according to each objective, a) for value addition, b) for quality assessment, and c) for compliance with ISO standards; assess the effectiveness of the analyzer, and receive evaluations from the installing sites.																																
2-4 : Based on the results of Activity 2-3, assess the effectiveness of the analyzer.																																
Activities for Output 3																																
3-1 : Propose detailed plans so that TRI and SLTB can recommend tea ingredients analysis utilizing the analyzer in the Sri Lankan tea industry																																
3-2 : Invite C/Ps to Japan to allow the proposing company to introduce the efforts of the Japanese green tea industry and thereby emphasize the importance of ingredients analysis																																
3-3 : Hold an awareness promotion seminar and workshop for exporters, brokers, tea producers and tea factory owners etc. that are expected to be the users of the analyzer																																
3-4 : Propose dissemination plans such as quality indications on packages and differentiation based on characteristic ingredients in each region, etc																																
3-5 : Compile a plan for business deployment by the proposing company following the Project																																

No trip to Sri Lanka nor no activity progress due to Covid-19 pandemic (Apr. 2020 - Apr. 2022)

No trip to Sri Lanka nor no activity progress due to Covid-19 pandemic (Apr. 2020 - Apr. 2022)

Table-2 Manning Schedule

Name	Work in Charge	Company	Year																																			2022		
			2017		2018												2019												2020			5	6	7						
			11	12	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									
Hiroya SHIMURA	Survey Chief	Kawasaki-Kiko	11/13-18 6D	12/18-23 6D											11/26-30 5D	12/1-5 5D	1/30-31 2D	2/1-9 9D	3/11-23 13D					6/27-30 4D	7/1-9, 29-31 12D	8/1-3 3D			1/20-30 11D	2/23-29 7D			6/30 1D	7/1-14 14D						
Yasuo EDAMURA	Manage overall business development plan	Kawasaki-Kiko																						7/3-9 7D					1/26-30 5D											
Yosuke KAWASAKI	Compile business development plan	Kawasaki-Kiko													11/29-30 2D	12/1-5 5D														2/25-29 5D										
Akihiko MUROYA	Sample tea date collection / Verify and disseminate the tea ingredients analyzer 1	Kawasaki-Kiko			1/18-31 14D			4/22-28 7D	5/27-31 5D	6/1-3 3D								3/11-17 7D					7/1-12 12D					12/23-28 6D												
Mikinobu UCHIYAMA	Verify and disseminate the tea ingredients analyzer 2	Kawasaki-Kiko																															7/9-14 6D							
Tadashi GOTO	Conduct tea ingredients analysis	Kawasaki-Kiko	11/13-18 6D	12/18				5/29-31 3D	6/1-3 3D						11/26-30 5D	12/1-2 2D														2/23-29 7D										
Masaki SUGIMITO	Develop Calibration Curve 1	Shizuoka-Seiki	11/13-17 5D	12/18-23 6D														3/14-23 10D			6/9-15 7D																			
Hiroyuki ISHIZU	Develop Calibration Curve 2	Shizuoka-Seiki					4/22-28 7D	5/29-31 3D	6/1-3 3D						11/26-30 5D	12/1-2 2D																								
Tsutomu ONO	Chief advisor of the Survey	Japan Development Service	11/13-18 6D	1/18-31 14D											11/26-30 5D	12/1-5 5D	2/4-9 6D	3/11-23 13D				7/28-31 4D	8/1-3 3D	9/5-12 8D		12/23-28 6D	1/20-31 12D	2/1, 7-29 14D				7/5-14 10D								
Takanori YASUDA	Accelerate partnership between public and private sectors	Japan Development Service																																						
Hiroshi NISHIZAKI	Disseminate the tea ingredients analyzer / Support niping business development plan	Japan Development Service	11/13-17 5D																3/17-23 7D																					
Junichi ANDO	Accelerate partnership between companies in Sri Lanka / Support verisying the tea ingredients analyzer	Japan Development Service	11/13-18 6D	12/18-23 6D	1/18-22 5D		4/22-28 7D	5/29-31 3D	6/1-3 3D					11/26-30 5D	12/1-5 5D	2/4-9 6D	3/11-23 13D			6/9-15, 27-30 11D	7/1-12, 29-31 15D	8/1-3 3D	9/5-12 8D	10/28-31 4D	11/1-2 2D	1/19-31 13D	2/1, 24-29 7D	3/1-5 5D		5/24-28 5D	6/30 1D	7/1-14 14D								
Chihiro JONO	Support logistics tasks / Support activities in Japan	Japan Development Service																																						
Yoriyuki NAKAMURA	Brand and add extra value in Sri Lankan tea	University of Shizuoka																3/17-22 6D											2/23-29 7D											
																																					No trip to Sri Lanka due to the Covid-19 pandemic (2022.4 - 2022.4)			

No trip to Sri Lanka due to the Covid-19 pandemic (2022.4 - 2022.4)

(8) Implementation System

Kawasaki Kiko is taking overall charge and supervising the Survey over the entire duration. Shizuoka Seiki Co., Ltd. (reinforcement), which is a cooperating company in the Analyzer business, and the Tea Research Center of Shizuoka Prefecture Agriculture and Forestry Technology Institute primarily conduct mutual technological verification with the C/P concerning Output 1 (demonstration of black tea ingredients analysis by the near infrared spectroscopy), while the University of Shizuoka mainly works on verifying the Analyzer feasibility in Output 2. We believe that by leveraging the experience of these agencies cultivated in the Japanese tea industry, it will be possible to enhance the effectiveness of activities, and by effectively and efficiently feeding back the experience of the Survey to the tea industry in Shizuoka Prefecture, contribution can also be made to the overall development of Shizuoka's tea industry. Japan Development Service Co., Ltd., which implemented the SDGs Business Model Formulation Survey with Kawasaki Kiko, will continue to be employed as an external agency for facilitating smooth and efficient Survey operation and assisting in the creation of the various outputs.

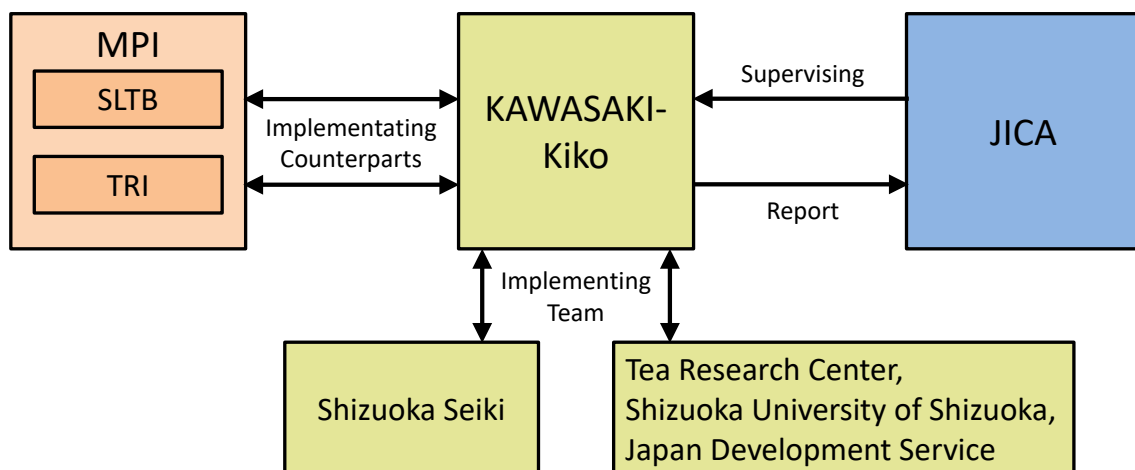


Figure-1 Implementation Structure Diagram

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

(1) Outputs and Outcomes of the Survey

[Activities linked to Output 1]

Output 1: Adaption of the Analyzer to analysis of Sri Lankan black tea ingredients is demonstrated.

Activity 1-1: Discuss and examine the details (elevation, production area, grade, season, etc.) of black tea sample collection which will be needed for the adaption of the Analyzer to local conditions.

The most important thing for adapting the Analyzer to the local specifications in the Survey is the implementation of verification to prove that the Analyzers and calibration curves developed for green tea in Japan can be applied to Sri Lankan black tea (crude tea/raw leaves) based on comparison with ingredient values derived from conventional chemical analysis.

To implement this work, it is important to efficiently collect samples of Sri Lanka's diverse black tea in the necessary quantities and with a good balance of such conditions as elevation, season, grade (processed size), etc., which impart differences in flavor and aroma. Therefore, in Activity 1-1, discussions were held on numerous occasions with TRI and SLTB concerning the timing, location, types and quantities of black tea of collection while also considering the aforementioned conditions. It was eventually decided to collect groups of black tea samples according to the hierarchical structure shown in Figure-2.

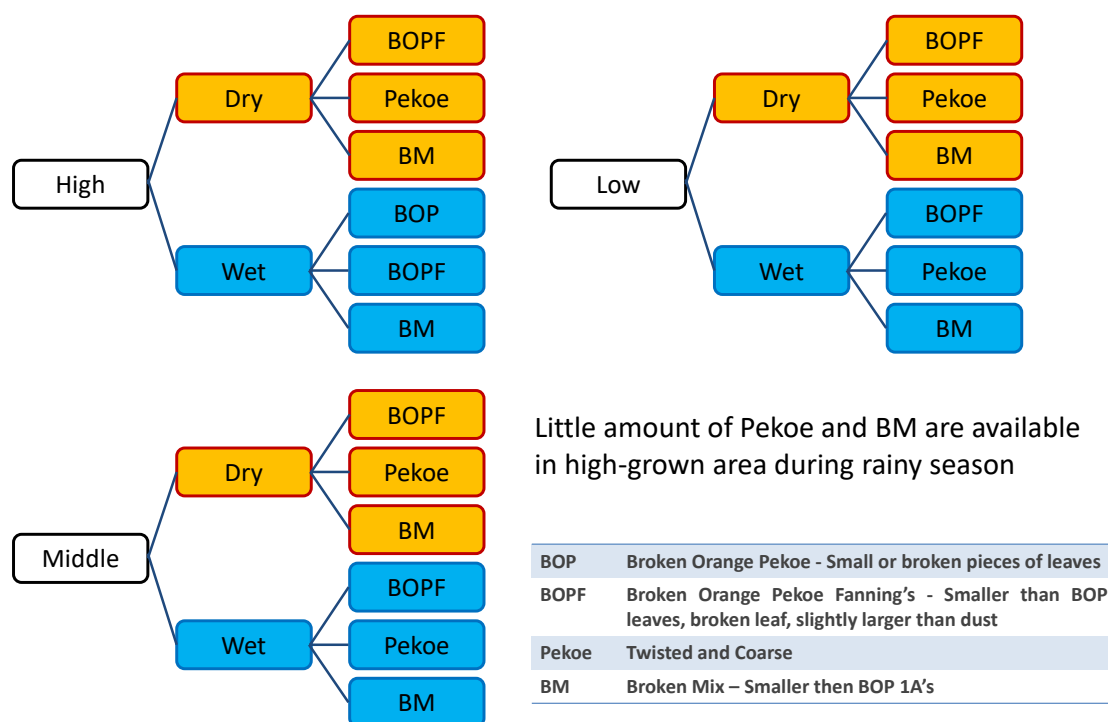


Figure-2 Results of Discussion and Examination of Details of Black Tea Samples for Collection

Among the aforementioned conditions, “Elevation (high ground, middle ground, low ground)” has the highest priority. In other words, differences in elevation have a major impact on the quality of black tea. Considering that approximately 70% of black tea on the market is produced on low ground, as a result of the discussions with the C/Ps, it was decided to select 10 factories each from high ground and middle ground and 15 factories for low ground.

Concerning grade (processed size), it was decided to select three types of the crude tea/raw leaves harvested by each factory. Three grades, i.e. Best, Below-best, and Poor, were selected in the case of raw leaves, while three of the most commonly harvested sizes by factories were uniformly selected according to each season in the case of crude tea.

To maintain quality, for every 100g, the collected samples were packed into five bags (for TRI, for SLTB, for the Japan side, and two spares) with deoxidant inserted, and the samples were promptly placed in frozen storage in the minimum specified time. It was also agreed to calculate the necessary quantity of equipment and materials required for sampling, transport it from Japan, and implement transfer of technology concerning methods of use.

Activity 1-2: Collect and analyze the black tea samples based on the contents discussed in Activity 1-1.

Following discussions with SLTB and TRI, it was decided that the Tea Supervision Department of the SLTB, which has jurisdiction over the marketing of black tea for domestic consumption in Sri Lanka and exporting, should take the initiative in implementing the black tea sample collection work decided in Activity 1-1. Specifically, five employees selected from the Tea Supervision Department toured black tea factories in Sri Lanka (crude tea collection: 35 factories x 2 seasons, raw leaf collection: 9 factories x 2 seasons) and collected samples in the necessary quantities. When touring the factories, employees from the nearest SLTB regional offices provided assistance whenever necessary. Table-3 shows the planned and actual collection work and the causes of work delays as reported by the Tea Supervision Department.

Table-3 Planned and Actual Black Tea Sample Collection Work

Type	Season	Planned (as of December 2017)	Actual (as of October 2018)	Remarks
Crude tea	Dry season	2017 December 20 -January 26	2017 December 20 -February 5	Because vehicles were being used for other work
	Wetseason	2018 April 2 -May 4	2018 April 2 -June 19	Because the factory road was closed by torrential rains
Raw leaf	Dry season	2018 January 15 -March 30	2018 January 15 -March 30	Finished on schedule
	Wet season	2018 April 2 -June 29	2018 April 2 -August 30	Because the factory road was closed by torrential rains

Table-4 shows a list of the factories where samples were collected in this activity.

Table-4 List of Black Tea Factories where Black Tea Samples were Collected

ID	Name	Green Leaf Quality	Elevation
H01	MF188 ST. COOMBS	High	Up
H02	MF235 NAYABEDDE	High	Up
H03	MF457 PEDRO	High	Up
H04	MF692 WALTRIM	High	Up
H05	MF779 SOMERSET	High	Up
H06	MF221 THALAWALELLE	High	Up
H07	MF689 LUXAPANA	High	Up
H08	MF486 KIRKOSWALD	High	Up
H09	MF595 DICKOYA	High	Up
H10	MF769 ALTOM	Medium	Up
M01	MF93 ANCOOMBRA	Medium	Mid
M02	MF608 CRAIGHEAD	Medium	Mid
M03	MF109 GERAGAMA	Medium	Mid
M04	MF561 COOROONDUWATTE	Medium	Mid
M05	MF164 IMBOOPITTIA	Medium	Mid
M06	MF573 ROKATANNE	High	Mid
M07	MF548 KENILWORTH	High	Mid
M08	BF28 ORANGEFIELD	High	Mid
M09	MF1203 UVAHALPE	High	Mid
M10	MF381 DEMODARA	High	Mid
L01	MF81 VOGAN	Medium	Low
L02	MF1370 RUFUNU	Medium	Low
L03	MF1558 ARUNA	Medium	Low
L04	BF140 KUNDUPPUKANDA	Medium	Low
L05	MF954 MORAGALLA	Medium	Low
L06	MF1501 SIHARA	High	Low
L07	MF1437 DELLAWA	High	Low
L08	MF1410 GUNAWARDANA	High	Low
L09	MF1287 NANDANA	High	Low
L10	MF1275 DENJIYAYA	Medium	Low
L11	MF1337 LUMBINI	High	Low
L12	MF1172 NEW VITHANAKANDA	Medium	Low
L13	MF103 OPATHA	Medium	Low
L14	MF181 CECILIYAN	Medium	Low
L15	MF1217 GALPADIENNE	Medium	Low

Activity 1-3: Design and manufacture the Analyzer based on the results of Activity 1-2.

Based on the results obtained in Activity 1-2, the proposing company designed and manufactured the Analyzer in Japan.

Activity 1-4: Transport, install and conduct a trial running of two Analyzers manufactured in Activity 1-3.

Preparations were made to deliver Analyzers and incidental equipment to the location agreed by the Japanese and Sri Lankan sides during the visit to Kawasaki Kiko before the start of the Survey, and during the visits in November and December 2017 following the start of the Survey.

The Japanese exporter transported the Analyzers from Shizuoka Prefecture, where the proposing company is situated, to the C/P (SLTB) by DDP (Delivered Duty Paid), however, a NFE (No Foreign Exchange involved) penalty was charged when going through customs (this is imposed on products that have not yet undergone sale), however, the payment was eventually rendered unnecessary after MPI and SLTB promptly submitted letters to the customs authorities.

The Study Team members and C/P (SLTB) opened the products, inspected the items and checked operations during the visit of January 2018.

Activity 1-5: Compile an operating manual for the Analyzer and teach usage of the Analyzer to the C/Ps through on-the-job training

During the work in Sri Lanka in January and April 2018, the Study Team members explained the method of use of the Analyzer and precautions, etc. in operation and provided technical guidance to the researchers of SLTB and TRI on how to measure black tea samples using the Analyzer and how to divide raw tea leaves into small lots and dry them by microwave oven for long-term storage. Table-5 shows the contents of the technical guidance.

Table-5 Technical Guidance on Use of Analyzer

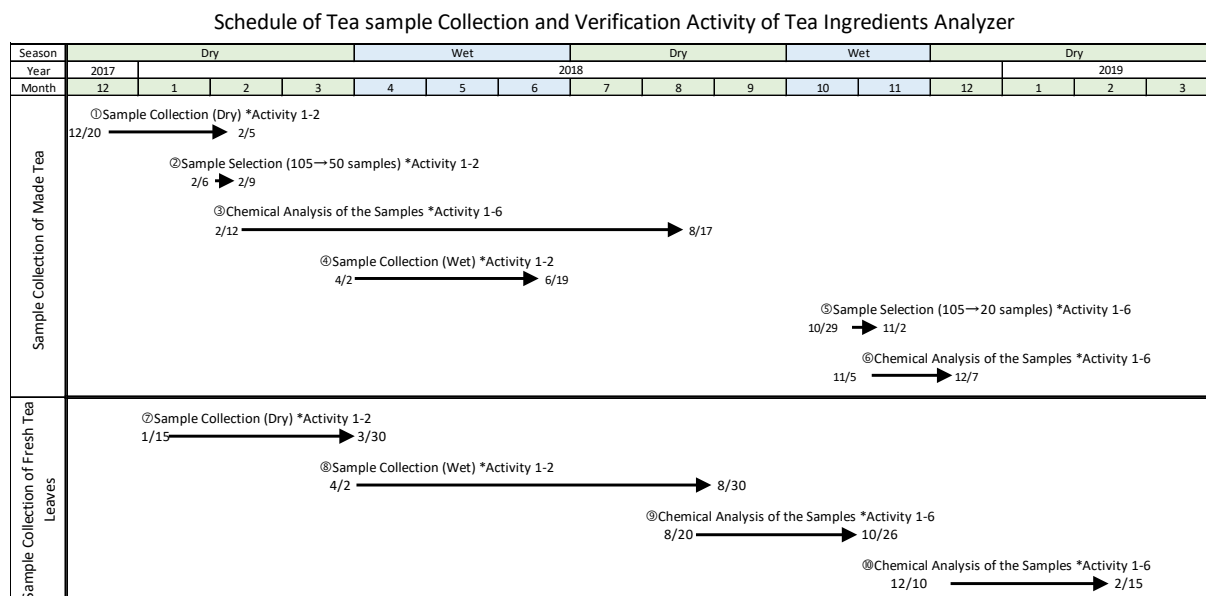
Implemented Date	Targets	Contents
January 20	SLTB (Tea Commissioners Division)	Technical explanations for TCD employees on the Analyzer parts, storage method and basic operations.
January 24-25	TRI (Biochemistry Division employees)	In addition to the above explanation of basic operations, the ingredients analysis process was explained by actually setting a black tea sample into the Analyzer. Following the explanations, participants were asked to repeatedly perform the processes of “Power ON → Ingredients analysis → Power OFF → Basic cleaning” before the Study Team members to ensure they could operate the Analyzer.
April 26	SLTB (Analytical Laboratory employees)	

Activity 1-6: Analyze the black tea samples with the Analyzers; collate the ingredient proportions with the results of conventional chemical analysis conducted in Sri Lanka and then revise and adjust the calibration curve.

In this activity, which is one of the core activities of the Survey, TRI implemented chemical analysis on samples selected by the Japanese side (for higher work efficiency, 50 accurate samples selected from 105 samples) based on data from samples collected by the SLTB, and the ingredient values obtained from the chemical analysis were collated with the values obtained from the Analyzer to verify the accuracy of the Analyzer.

Because the quality of Sri Lankan black tea fluctuates according to the season, it is necessary to conduct the same sample collection and chemical analysis activities in both the dry season and the rainy season. Accordingly, as is shown in Figure-3, this Activity 1-6 was implemented in tandem with Activity 1-2.

If delays arise in either activity of sample collection (handled by SLTB) or chemical analysis (handled by TRI), this would impart a major negative impact on the overall schedule. For this reason, during the period of this activity, the work was advanced while closely liaising with the C/Ps and constantly monitoring progress.



**Figure-3 Activity linked to Sample Collection and Demonstration
of Analyzer Accuracy (Activity 1-2/1-6)**

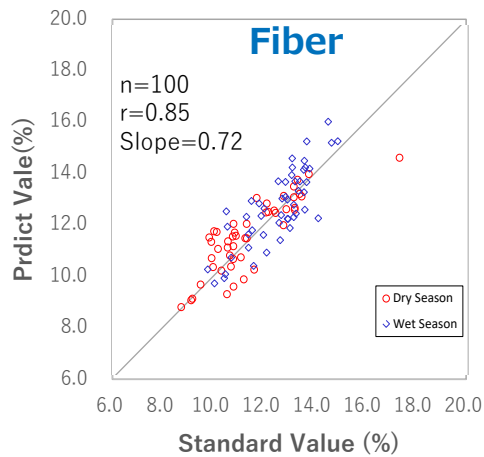
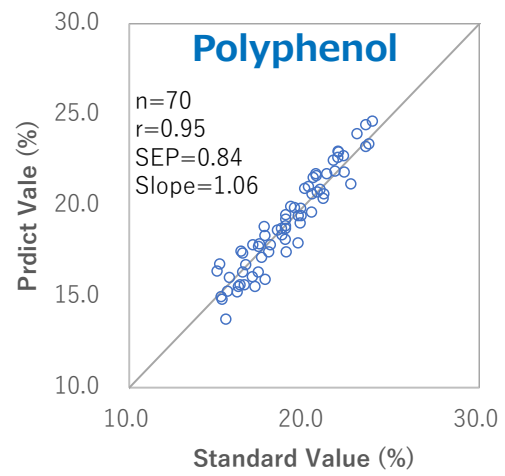
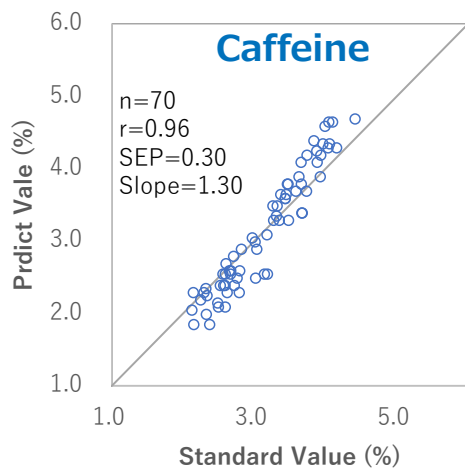
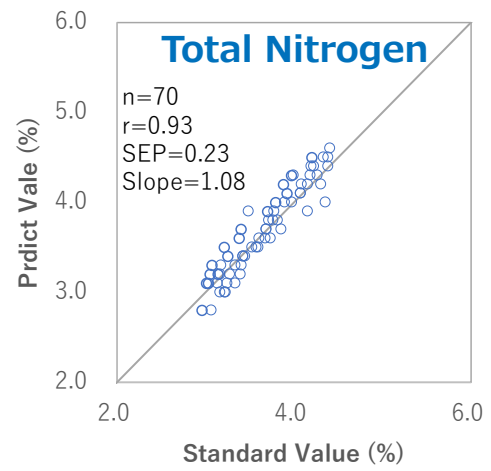
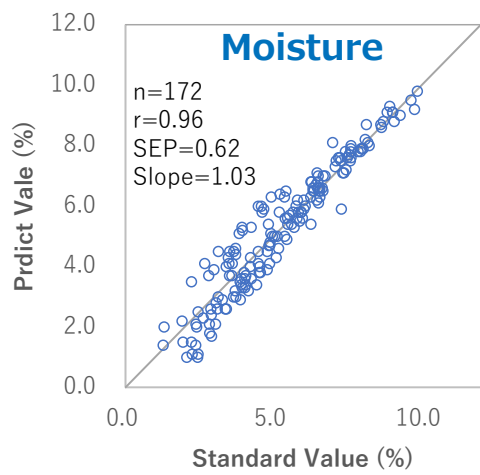
As a result of discussions with the C/Ps during the above activities, five ingredients, i.e. water content, total nitrogen, polyphenol, crude fiber, and caffeine were targeted for demonstration in made tea and three components, i.e. total nitrogen, crude fiber, and polyphenol were targeted in raw leaves.

Out of the abovementioned ingredients, water content and crude fiber are designated as indicators under the international black tea quality standard of ISO3720, while polyphenol, total nitrogen and crude fiber are designated as important ingredients analysis indicators that contribute to adding higher value to black tea.

[Method of demonstrating ingredients analysis accuracy]

In Output 1, to gauge the accuracy of the Analyzer, verification was carried out to determine whether the ingredient values obtained from the chemical analysis conducted by the Sri Lankan side (TRI) fitted with the calibration curve of the Analyzer developed in advance in Japan. The results of analysis conducted in this Survey are indicated below.

① Calibration Curve for Made Tea



② Calibration Curve for Fresh Leaf (dried)

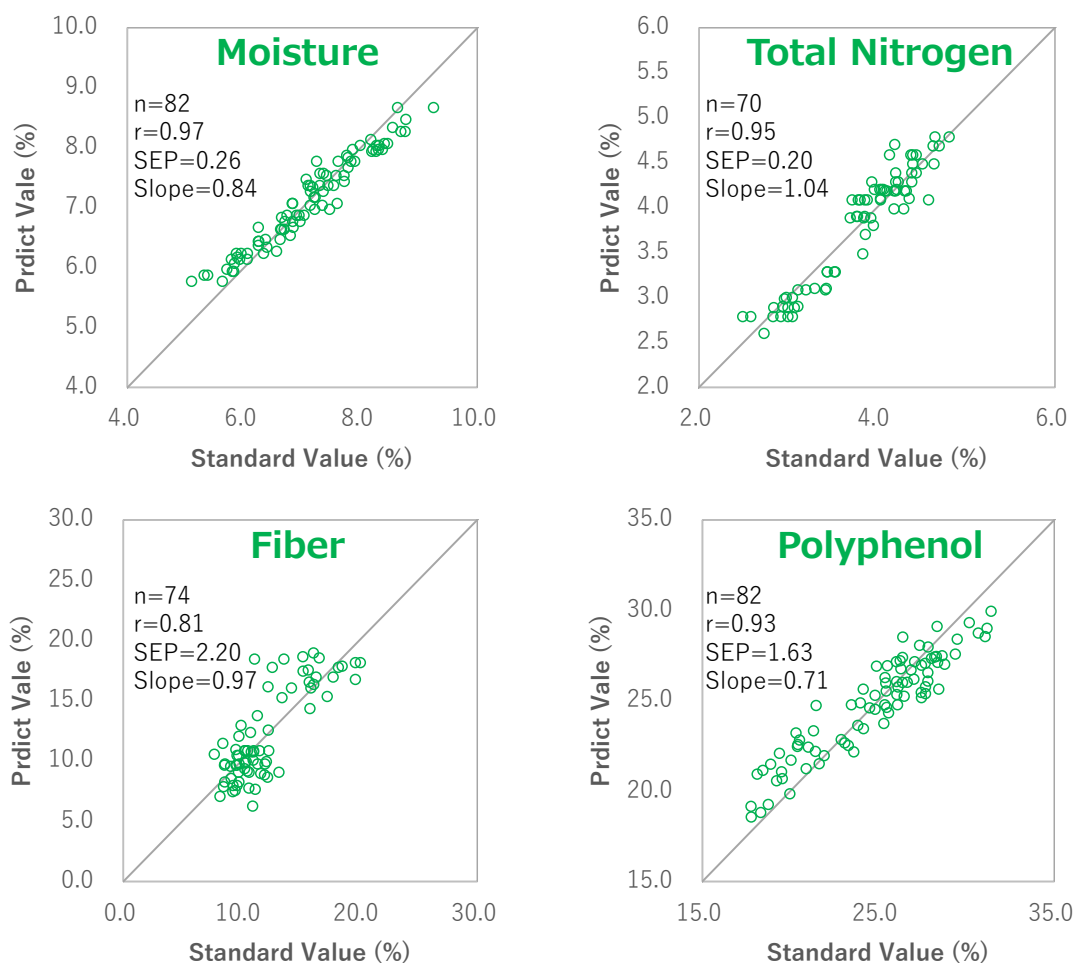


Figure-4 Chemical Analysis and Near Infrared Spectroscopy (Analyzer) Analysis Results

Similarity ($R=1$) of the biased grouping of dots (sample chemical analysis values) with the straight line (calibration curve) in the figure signifies that the Analyzer values and the chemical analysis values are in alignment. This means that the closer the value of r gets to 1, the more generally the Analyzer's accuracy has been demonstrated.

Repeated verification was necessary concerning polyphenol and fiber, however, it was decided to utilize the Analyzer based on the accuracy indicated above.

Value of r	r^2	Interpretation
Up to ± 0.5	Up to 0.25	Not usable in near-infrared reflectance calibration
$\pm 0.51-0.70$	0.26-0.49	Poor correlation: reasons should be researched
$\pm 0.71-0.80$	0.50-0.64*	OK for rough screening; more than 50% of variance in y accounted for by x
$\pm 0.81-0.90$	0.66-0.81	OK for screening and some other "approximate" calibrations
$\pm 0.91-0.95$	0.83-0.90	Usable with caution for most applications, including research
$\pm 0.96-0.98$	0.92-0.96	Usable in most applications, including quality assurance
$\pm 0.99+$	0.98+	Usable in any application

* Due to rounding off, there are no values of 0.65, 0.82, etc. in this table.

Source: Near-Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries, 2nd Edition

Figure-5 Indicator of Correlation
Coefficient Accuracy

- ③ Values from existing raw leaf quality inspection (B-Leaf 60: “Best” “Below best” “Poor”) and the Analyzer values and DUALEX measurement results

In Activity 1-6, in addition to this analyzer, DUALEX (a polyphenol measuring instrument) was demonstrated as a simple and instant measuring instrument for raw leaves in tea fields and tea factories. The fresh leaf samples collected at the 35 selected factories in Activity 1-2 were classified into three grades using the conventional B-60. JICA Survey Team focused on the correlation between the polyphenol values measured by the Analyzer for each of the three grades of fresh leaves and the polyphenol values (chlorophyll index / flavonol index) measured by DUALEX.

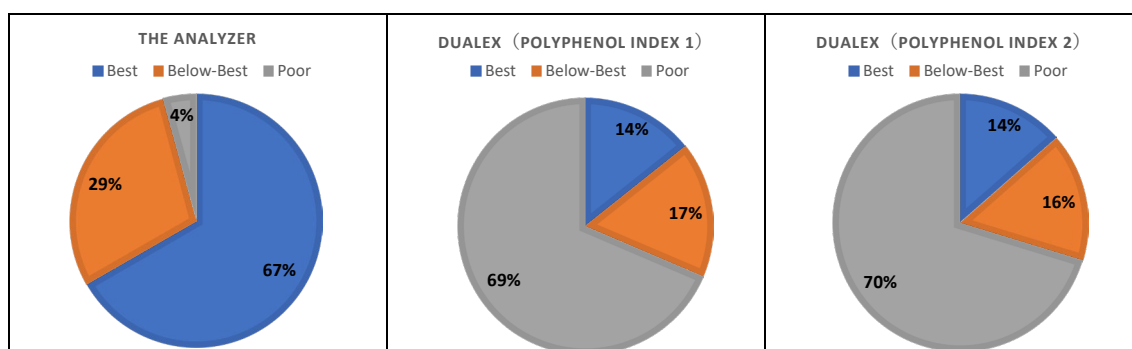


Figure-6 Percentage of samples with the highest polyphenol values out of all samples collected to each factory with a B-60 evaluation (n=35)

As shown in Figure-6, according to the Analyzer measurement (left), 67% of the samples with the highest polyphenol values at each factory were rated as Best, which means that "higher quality tea leaves contain more polyphenols", consisting with the original quality evaluation index. On the other hand, in the DUALEX measurements (middle and right), many of the samples with the highest polyphenol values were rated Poor. The ratio of the maximum value decreased as it became Below-Best and Best, confirming that it was the opposite of the Analyzer measurement results and B-60 evaluation.

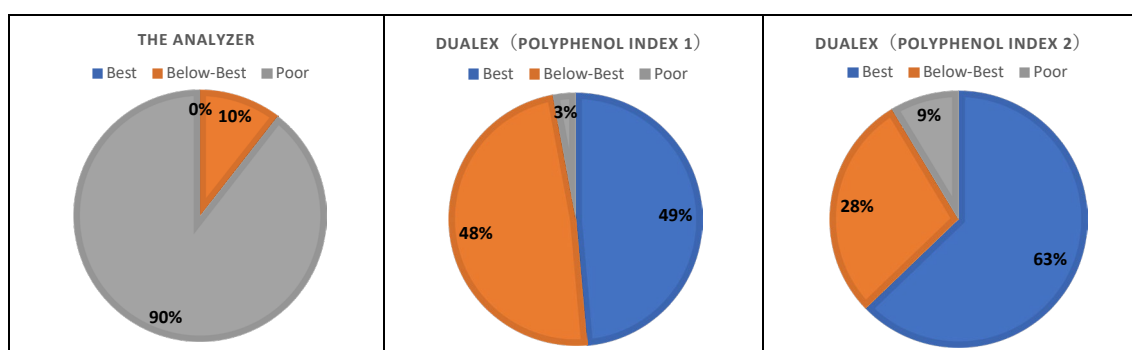


Figure-7 Percentage of samples with the lowest polyphenol values out of all samples collected to each factory with a B-60 evaluation (n=35)

The Figure-7 shows the percentage of samples with the lowest polyphenol content, but contrary to the results with the highest polyphenol content, the analyzer (left) showed a percentage of Best of 0%. Most of those with the lowest polyphenol values were rated Poor. On the other hand, in the DUALEX measurement (center and right), about half of the samples with the lowest polyphenol value were evaluated as "Best" in the sensory evaluation.

From the above, we obtained the result that the polyphenol measurement by DUALEX has no correlation with the current B-60 evaluation and analyzer measurement results.

Activity 1-7: Based on the results of Activity 1-6, discuss with TRI and SLTB, get an assessment of the precision of calibration curve formulation for each ingredient, and demonstrate the accuracy of the Analyzer with a view to recommending it for industry use.

In this Survey, demonstration activities were initially conducted with a view to achieving the correlation coefficient r of 0.91 or higher as shown in Figure-5, however, because the r value varies slightly according to the measured objects, season, location, etc., it was concluded in a joint meeting held between the JICA Survey Team and C/P agencies on March 21, 2019 that it is necessary to consider the demonstration value according to the target ingredient. As a result, concerning the accuracy of made tea fiber ($R=0.85$), it was deemed possible to utilize the Analyzer as an auxiliary inspection instrument in pre-auction and pre-export inspections, and it was agreed to conduct verification over the extent possible during implementation of the Survey. The r values for each ingredient are as indicated below.

[Made Tea]

Comp.	SEP	Slope	r	
Moisture	0.62	1.03	0.96	◎
Nitrogen	0.23	1.08	0.93	◎
Fiber	0.85	0.72	0.85	○
Caffeine	0.30	1.30	0.96	◎
Polyphenol	0.84	1.06	0.95	◎

[Fresh Leaf (Dried)]

Comp.	SEP	Slope	r	
Moisture	0.26	0.84	0.97	◎
Nitrogen	0.20	1.04	0.95	◎
Fiber	2.20	0.97	0.81	○
Polyphenol	1.63	0.71	0.93	◎

[Activities linked to Output 2]

Output 2: The effectiveness of the Analyzer in the Sri Lankan tea industry value-chain and for the quality assessment conducted by SLTB is demonstrated.

Activity 2-1: Install the Analyzers that were demonstrated in Output 1 and two more Analyzers in TRI and SLTB.

In addition to the two Analyzers that were installed in Output 1, a further two Analyzers were shipped to Sri Lanka and unpacked at SLTB on June 10, 2019. Thus a total of four Analyzers were installed at SLTB for Activity 2-3.

Activity 2-2: Select installation sites (exporters, brokers, crude tea factories, etc.) in the value-chain to verify the effectiveness of the Analyzer.

[Exporter and brokers]

Based on discussions between SLTB and TRI, exporters and brokers were selected as candidates for introducing the Analyzers, and the said companies were visited and approached to give advance explanations and confirm whether they could cooperate in the Survey. Moreover, demonstrations of the Analyzer were conducted at SLTB with a view to getting more large corporations interested in cooperating. As a result, the following four exporters and two brokers were selected to host the demonstration activities.

Exporters	Brokers
Exporter A	Broker A
Exporter B	Broker B
Exporter C	
Exporter D	

[SLTB Regional Offices]

Concerning the demonstration activities (raw leaf verification) at the tea factories that were planned at the start of the Survey, it was decided to switch the activities to the SLTB regional offices in the belief that the Assistant Tea Commissioners or Tea Inspectors at the regional offices could conduct the demonstration of raw leaf samples gathered from the tea factories with greater accuracy. Considering the location (elevation), functions, size, etc. of each office, demonstration activities were implemented at five regional offices (out of the total number of seven offices). The selected offices and their elevations are indicated below.

Regional Office	Elevation
Nuwara Eliya	High
Gampola	Middle
Bandarawela	Middle-high
Ratnapura	Low
Matara	Low

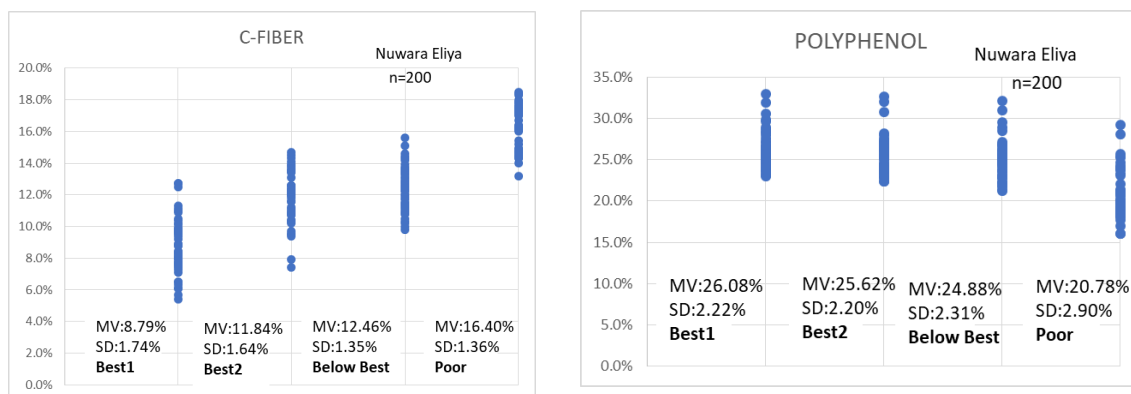
Activity 2-3: Install the Analyzers in the sites that were selected in Activity 2-2; analyze tea samples according to each objective, a) for value addition (made tea), b) for quality assessment (raw leaf), and c) for compliance with ISO standards (made tea); assess the effectiveness of the Analyzer, and receive evaluations from the installing sites.

Originally, it was intended to conduct demonstration activities aimed at verifying consistency between the results of the conventional inspection methods and the Analyzer at exporters and the SLTB, however, comparative analysis with conventional inspection methods, etc. was implemented in each stakeholder in the black tea value chain according to objective.

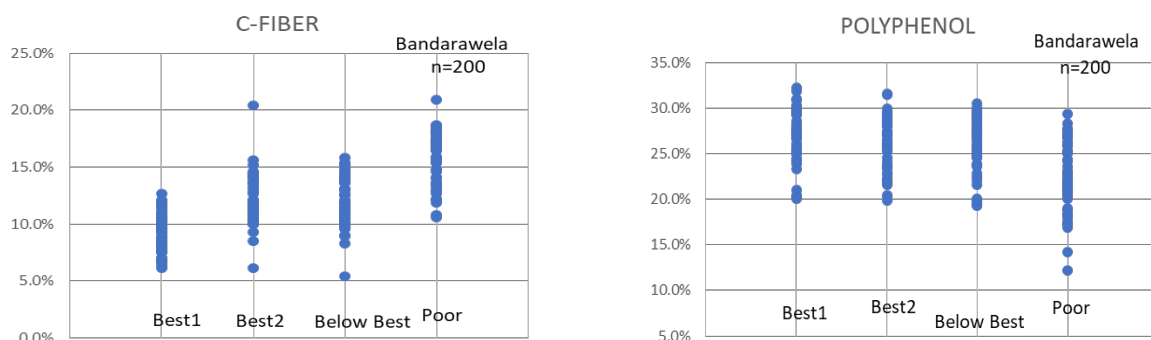
- ① Comparative analysis between conventional inspection method (B-60) and the Analyzer measurement by SLTB regional offices

In this report, results are stated for the two ingredients of polyphenol and crude fiber based on needs in the Sri Lankan tea industry.

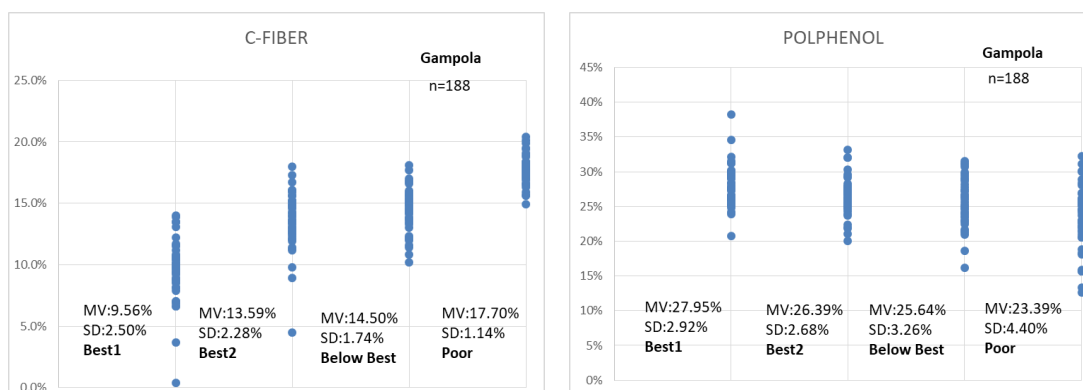
[Nuwara Eliya Regional Office] Number of samples: 200



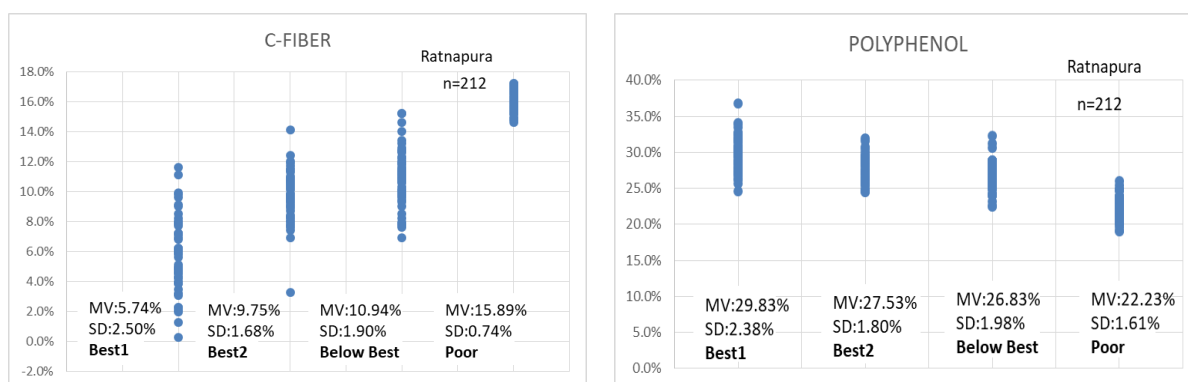
[Bandarawela Regional Office] Number of samples: 200



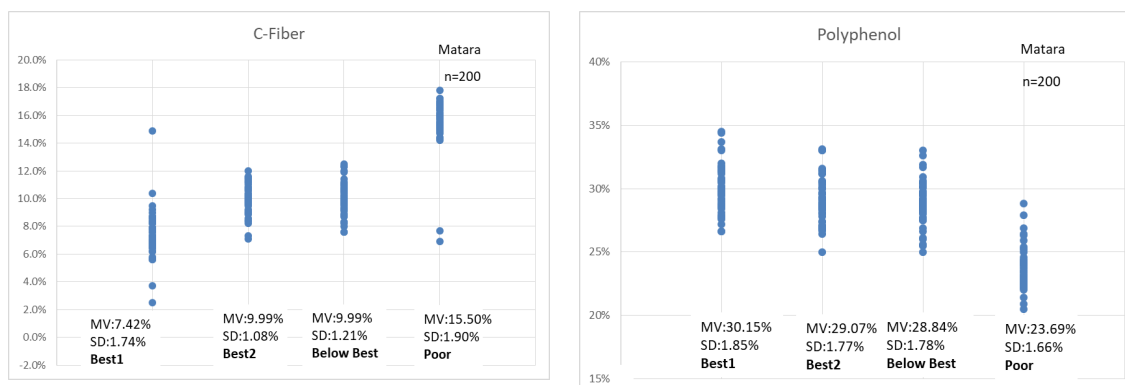
[Gampola Regional Office] Number of samples: 188



[Ratnapura Regional Office] Number of samples: 212



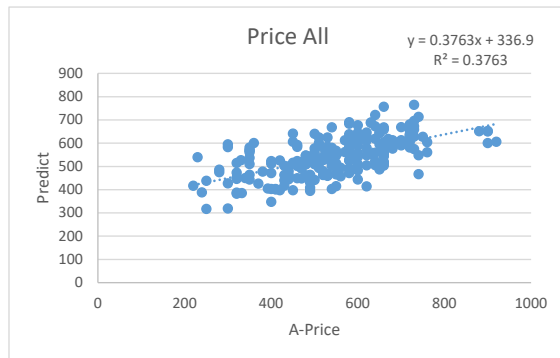
[Matara Regional Office] Number of samples: 200



As is shown in the above figures, as the B-60 assessment of tea leaves becomes higher, the crude fiber content go down and polyphenol content increase in all five of the regional offices. Since the conventional view has been that tea leaves are better if fiber is low and polyphenol is high, there is a high correlation between the conventional inspection method and the Analyzer measurements. Also, a correlation was observed whereby the total nitrogen content increases in tea leaves that have a good B-60 assessment.

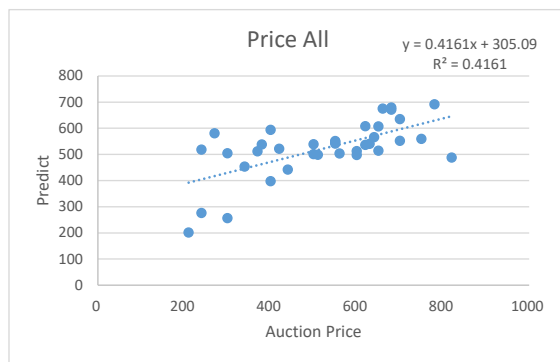
② Comparative analysis between exporter/broker auction prices and the Analyzer measurements

[Broker A] Number of samples: 212



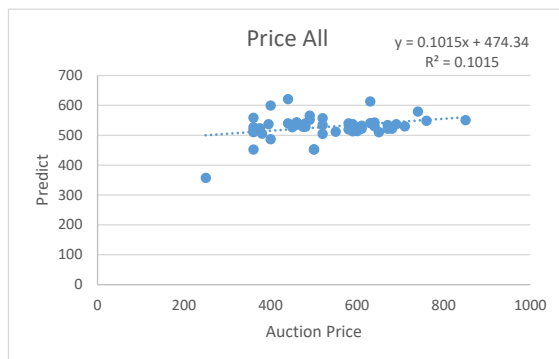
A proportional relationship is seen between tea quality (Predict) based on the Analyzer results and auction prices (A-Price), and there is a correlation of $R=0.61$ in this.

[Broker B] Number of samples: 36



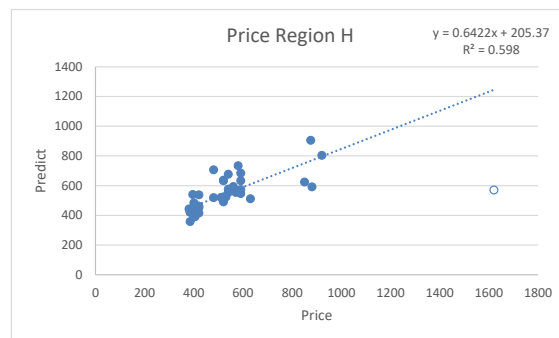
A proportional relationship is seen between tea quality (Predict) based on the Analyzer results and auction prices (A-Price), and there is a correlation of $R=0.64$ in this.

[Exporter A] Number of samples: 36



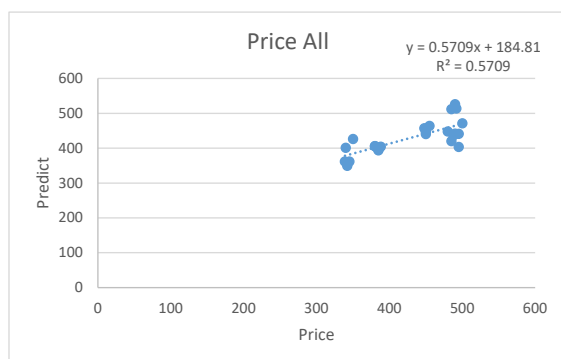
At Exporter A, as a result of examining auction prices and the estimated values based on the Analyzer results, correlation was observed as 0.32.

[Exporter B] Number of samples: 78



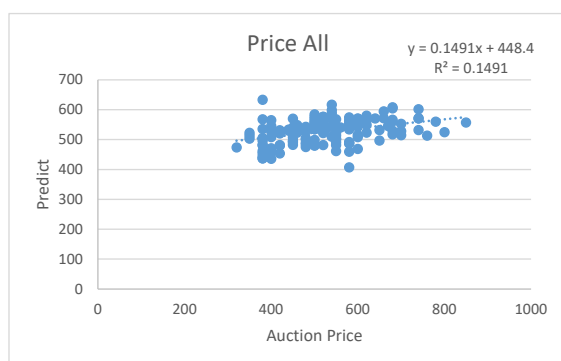
Exporter B separately obtained data at high elevation and low elevation. In either case, it can be seen that a high correlation was found between the Analyzer results and actual auction prices: $R=0.71$ at low elevation as shown in the figure on the left, and $R=0.77$ at high elevation as shown in the figure on the right.

[Exporter C] Number of samples: 24



At Exporter C, as a result of examining auction prices and the estimated values based on the Analyzer results, correlation was observed to a certain extent which is 0.75.

[Exporter D] Number of samples: 133



At Exporter D too, a high correlation of $R=0.39$ was found between the estimated values based on the Analyzer results and actual auction prices.

The questionnaire findings obtained in this activity will be reported together with the contents of the discussions in Activity 2-4.

Activity 2-4: Based on the results of Activity 2-3, assess the effectiveness of the Analyzer.

Discussions were conducted with the C/Ps and the exporters and brokers where the Analyzer was installed and used according to objective. Through these discussions, feasibility of using the Analyzer in the black tea value chain was assessed.

[SLTB Regional Offices]

High correlation was observed between the conventional tea leaf assessment method (B-60) and the Analyzer results at each regional office, and the local employees voiced the following opinions in their responses concerning the Analyzer:

- The Analyzer can contribute towards promotion of B-60.

- It is anticipated that a tea leaf grading system based on analyzer assessment of polyphenol and fiber can be introduced, making it possible to build a system whereby farmers that produce high-quality tea can be paid more.

On the other hand, the following opinions were also voiced:

- The Analyzer is too expensive to purchase.
- B-60 assessment alone is sufficient.

Accordingly, it was ascertained that there are numerous impediments preventing offices from actually purchasing the Analyzers.

[Brokers and Exporters]

Opinions were divided between the brokers and exporters that can analyze ingredients in their own laboratories and those that can't.

Many personnel in brokers and exporters that have their own laboratories voiced the opinion that, even though the Analyzer results displayed consistency with auction prices as described in Activity 2-3, correlation coefficient figures of 0.7 and 0.8 were not sufficient to establish firm trust. In contrast, the brokers and exporters that don't have their own laboratories highly regarded the usefulness of the Analyzer because it allowed them to respond to the needs of export destination countries (requirement for polyphenol content of 17% or higher and so on).

However, as was also the case with the SLTB regional offices, the following concerns were also voiced:

- There is demand for instruments that can measure residual agricultural chemicals in addition to ingredient values.
- The Analyzer is too expensive to purchase.

Generally speaking, most of the respondents said that the Analyzer was too expensive to purchase, although some positively responded by saying they would like to use it if it were available on loan from the SLTB and so on.

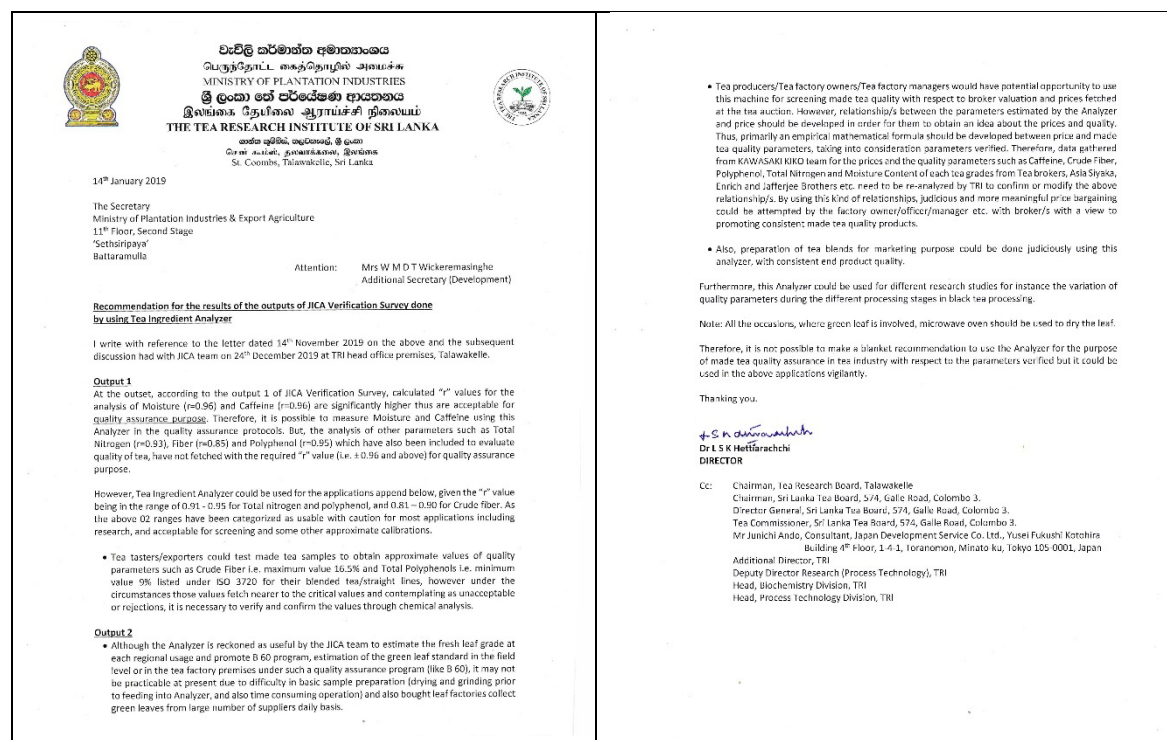
[Activities linked to Output 3]

Output 3: Plans for realizing the dissemination of the Analyzer are proposed (compiled).

Activity 3-1: Propose detailed plans so that TRI and SLTB can recommend tea ingredients analysis utilizing the Analyzer in the Sri Lankan tea industry.

Kawasaki Kiko encouraged the TRI and SLTB to recommend tea ingredients analysis using the analyzer to the Sri Lankan tea industry, and proposed such as, quality measurement and certification equipment for Ceylon black tea, management of quality ingredients information

management when shipping from tea factories, introduction of black tea (including raw leaf) quality assessment indicators, guidance on tea cultivation based on ingredients analysis results, subdivision of quality according to quantities of specific ingredients, inclusion in the TRI's "Recommendations", etc.. As a result of holding discussions with the SLTB and TRI, it was agreed to utilize the Analyzer as a device for measuring fiber and polyphenol values in tea samples that receive a "Decline" judgment in pre-auction inspections implemented by the SLTB. Also, from the TRI, the "Recommendation" that is essential for disseminating the Analyzer in the tea industry was acquired.



Activity 3-2: Invite C/Ps to Japan to allow the proposing company to introduce the efforts of the Japanese green tea industry and thereby emphasize the importance of ingredients analysis. (Already implemented)

It was planned to implement the acceptance activities in Japan around July 2019 at the end of Output 2, however, since the Sri Lankan side voiced a strong desire to "quickly observe initiatives in Japan's tea industry so that we can utilize them in the overall dissemination and demonstration program", six senior researchers were invited from the C/P agencies (MPI, SLTB, TRI) to observe conditions in Japan as outlined below. A Secretary from the MPI, two senior officials from the SLTB, and the Chairman from the TRI travelled to Japan and held discussions on ways to introduce and utilize the Analyzers in Sri Lanka and boost competitiveness of the tea industry.

1. Objective: Deepen understanding about tea ingredients analysis and acquire know-how about quality control and value adding based on use of the Analyzers in Japan, and turn this into an

opportunity to establish more concrete policies for disseminating tea ingredients analysis technology in Sri Lanka.

2. Implementation Items:

- ① Build technology and knowledge concerning tea ingredients analysis. (Visits to the Tea Industry Research Center, etc.)
- ② Learn about initiatives by Japanese companies concerning quality control and value adding based on use of the Analyzers. (Visits to private sector companies, etc.)
- ③ Observe current conditions of the Japanese market for tea and tea products. (Visits to University of Shizuoka, etc.)

3. Hosting period: June 25 (Monday) 2018 – June 30 (Saturday), 2018

4. List of participants

Name	Organization	Post	Remarks
Mr. J. A. Ranjith	Ministry of Plantation Industries	Secretary	
Mr. Merenchige Jagath Samantha Ravisinghe	Ministry of Plantation Industries	Director Development (Tea)	
Dr. Nishantha Jayathilake	Sri Lanka Tea Board	Director (Analytical Services)	Participated 6/25-6/29
Mr. Edirisinghe Appuhamillage Jayantha Kumara Edirisinghe	Sri Lanka Tea Board	Tea Commissioner	
Dr. M. M. J. P. Gawarammana	Tea Research Institute of Sri Lanka	Chairman	Participated 6/26-6/30
Ms. S. A. D. Pradeepa S. Jayawardhane	Tea Research Institute of Sri Lanka	Research Officer	

Activity 3-3: Hold an awareness promotion seminar and workshop for exporters, brokers, tea producers and tea factory owners etc. that are expected to be the users of the Analyzer.

On February 27, 2020, a seminar was staged primarily with the objective of reporting on the Analyzer demonstration results for representatives of the Japanese Embassy in Sri Lanka, the State Secretary of the Ministry of Plantation Industries, and approximately 150 other leading figures from the Sri Lankan tea industry including representatives from the MPI, SLTB, Tea Research Institute, TSHDA, Exporters Association, Brokers Association and so on.

The seminar program was as follows.

Time	Contents	Speaker
1:00-1:25pm	Registration	
1:25-1:30pm	Welcome Speech	Consultant, Japan Development Service Co., Ltd. Mr. Junichi ANDO
1:30-1:35pm	Opening Remarks from Sri Lanka side	State Secretary of Tea Industry Development Mr. Anuradha Wijekoon
1:35-1:40pm	Opening Remarks from Japan side	Ambassador Extraordinary and Plenipotentiary of Japan to Sri Lanka Mr. Akira SUGIYAMA
1:40-1:50pm	Promoting Ceylon Tea by Enhancing Total Quality through Technology	Chairman, Sri Lanka Tea Board Mr. Jayampathy Molligoda
1:50-2:05pm	Outcomes of Output 1 and Output 2 of JICA Verification Survey	Director/Chief Executive Officer, Tea Research Institute Dr. L S K Hettiarachchi
2:05-2:45pm	Importance of tea components measurement and recommendations	Shizuoka-Pref. Research Institute of Agriculture & Forestry, Tea Research Centre Dr. Tadashi GOTO
2:45-3:00pm	Fresh leaf evaluation using the analyzer & Tea cultivation for mechanization	KAWASAKI KIKO Co., Ltd. Overseas Dept. Mr. Hideki OKAMOTO
3:00-3:20pm	Tea Break	
3:20-3:35pm	New Tea Processing Machinery for high value-added products	KAWASAKI KIKO Co., Ltd. Overseas Dept. Mr. Hideki OKAMOTO
3:35-4:05pm	Improving the sales and Brand Power of Tea Products	University of Shizuoka, Tea Science Centre Prof. Yoriyuki NAKAMURA
4:05-4:25pm	Question and Answer	Mr. Niraj del Mel (Moderator)
4:25-4:30pm	Vote of Thanks	President, KAWASAKI KIKO Co., Ltd. Mr. Yosuke KAWASAKI

With collaboration between government, industry and academia from Japan and the public and private sectors in Sri Lanka, this seminar was a major event that offered an ideal opportunity to advertise the Analyzer technology to representatives from the Sri Lankan tea industry.

Activity 3-4: Propose dissemination plans such as quality indications on packages and differentiation based on characteristic ingredients in each region, etc.

Because the COVID-19 pandemic started and travel controls were imposed after the Survey team returned to Japan following Activity 3-3 in February 2020, it wasn't possible to conduct concrete discussions again until May 2022. The TRI recommendation mentioned above was acquired, however, from the viewpoint of "improving the added-value of crude tea", it wasn't possible to make the originally intended proposal differentiating based on quality displays on packages and characteristic ingredients of producing areas, and there were confirmed to be high needs for utilization of the Analyzer for the purpose of "crude tea quality control". Accordingly, proposals for promoting dissemination of the Analyzer were made in the following Activity 3-5.

Activity 3-5: Compile a plan for business deployment by the proposing company following the Survey

As the conclusion of this Survey, the Analyzer will not immediately go on sale, however, as a result of the demonstration activities conducted so far, considering the growing awareness towards quality control and the limited nature of human resources in the industry, a plan for developing the Analyzer business in future was compiled.

- Utilize the Analyzer in digital auctions
 - Recently in Sri Lanka, auctions are increasingly being implemented online rather than face-to-face, and it is forecast that more quantitative indicators will be required in tea assessment work from now on. By using the Analyzer ingredient values in tea assessments, it will become possible to more objectively respond to the needs of export destination countries.
- Introduce to the SLTB and other inspection agencies and provide inspection services
 - Among tea industry officials in Sri Lanka, since there is currently strong resistance to the Analyzer due to its high price, it will be necessary to make effective use of the four Analyzers that have already been introduced. There are still extremely high needs for ingredients assessment (especially crude fiber, polyphenol and caffeine), and the SLTB also recognizes the need for quality control of Sri Lankan tea using the Analyzers. In the near future, it may be effective to encourage the SLTB to build a structure whereby private sector companies that are required to demonstrate ingredients of exported black tea by overseas customers consign the SLTB to implement inspections of tea samples, and the SLTB charges a fee for this service.

Moreover, because the Analyzer can also assess the ingredients of tea leaves (dried), it will also be possible to introduce the Analyzers to SLTB regional offices and use them in conducting farming guidance and assessing quality.
- Explore the feasibility of deploying basic type analyzers (for limited ingredients)
 - The current Analyzer can measure five ingredients, however, the brokers, exporters, tea factories and other stakeholders displayed interest in different ingredients. As one approach for responding to the price needs of each organization regarding the analyzer, the feasibility of deploying analyzers that measure limited but needed ingredients and are priced reasonably enough to promote purchase.

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

It has been decided that the SLTB should safeguard the equipment that has been supplied to the counterparts in this Survey.

Concerning future utilization of the Analyzer, as described in the above proposal, sample measurements will continue to be implemented on the ingredients that need to be assessed within the black tea value chain under SLTB supervision. In tandem with the actual inspection work, the SLTB Tea Commissioner and employees of the Tea Commissioners Division and Tea Exporters Division will continue to appeal the usefulness of the Analyzer in Sri Lanka from now on.

Tea producers/tea factory owners/tea factory managers would have potential opportunity to use the Analyzer for screening made tea quality with respect to broker valuation and prices fetched at the tea auction. However, relationship/s between the parameters estimated by the Analyzer and price should be developed in order for them to obtain an idea about the prices and quality. Thus, primarily an empirical mathematical formula should be developed between price and made tea quality parameters, taking into consideration parameters verified. Therefore, data gathered from KAWASAKI KIKO team for the prices and the quality parameters such as caffeine, crude fiber, polyphenol, total nitrogen and moisture content of each tea grades from tea brokers need to be re-analyzed by TRI to confirm or modify the above relationship/s. By using this kind of relationships, judicious and more meaningful price bargaining could be attempted by the factory owner/officer/manager etc. with broker/s with a view to promoting consistent made tea quality products.

4. FUTURE PROSPECTS

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

The SLTB regional offices conduct activities with the goal of improving the quality of tea leaves delivered to tea factories, however, as has been described previously, these efforts are not producing great results because the technology has not become sufficiently disseminated and it is hard to secure objectivity in quality assessments that primarily depend on senses and experience. By assessing ingredient values that cannot be measured in sensory inspections, tea leaf quality assessment based on the Analyzer contribute to grasping the quality characteristics of each tea plantation, grasping the ingredient characteristics of each production area, and optimizing the timing of the tealeaf harvest.

Moreover, since using the Analyzer makes it possible to measure ingredients specified under ISO3720 (fiber, polyphenol, etc.) quicker and more conveniently than the existing chemical analysis method, it is anticipated that the quality control structure throughout the entire Sri Lankan tea industry can be strengthened by introducing and utilizing the Analyzer to provide scientific basis for made tea assessed by the SLTB.

(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

- Construction of a sustainable structure for utilizing the Analyzer (SLTB)
 - Guidance on how to measure ingredients in made tea and tea leaves (dried) using the Analyzer has already been provided in the Survey, however, in future it will be necessary to build a structure whereby that know-how and knowledge can be passed on to new people as personnel changes take place within the organization. This structural

development includes not only the analysis methodology but also the safe management of the equipment.

- Examination for introduction of policy for disseminating the Analyzer (MPI and SLTB)
 - Now that the Analyzer has received TRI recommendation after having demonstrated its accuracy in measuring five major ingredients, it is hoped that policies such as provision of subsidies and tax exemptions be executed from now on to help ensure that the Analyzer be effectively utilized in numerous crude tea factories, brokers and exporters with a view to enhancing the value of Sri Lankan tea in international markets.

ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY

Sri Lanka

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese technologies for Strengthening Competitiveness of Tea Industry through Utilization of Tea Ingredients Analyzer in Sri Lanka Kawasaki Kiko Co., Ltd., Shizuoka, Japan

Concerned Development Issues in Sri Lanka

Tea is one of the principal export goods in Sri Lanka which contributes 15% of total export value and 94% of its production is exported; however, maintaining the potential of value addition, for example, to improve the international competitiveness is a concerned issue.

Implemented Activities in the Survey

[PURPOSE]
Project aims to verify the effectiveness of rapid method to analyze tea samples for its international quality standard by adopting existing Japanese technology which utilize near-infrared method and introduce the technique to Sri Lankan tea industry in the aim of quality upgrade of Ceylon tea.

Output 1: The adaption of the Ingredients Analyzer that utilizes near-infrared method to Sri Lankan Black Tea ingredients analysis is verified.

Output 2: The effectiveness of Ingredients Analyzer that utilized near-infrared method in the value-chain of Sri Lankan tea industry and for the quality assessment conducted by SLTB is verified.

Output 3: Plans for realizing the dissemination of the Black Tea Ingredients Analyzer are proposed (compiled).

Proposed Products/Technologies



Black Tea Ingredients Analyzer (GTN-B)

- can simultaneously and quickly analyze multiple ingredients of tea (9 ingredients in green tea case) using the near-infrared method,
- does not require any specialist knowledge
- width:40cm, height:35cm, depth: 36cm

Survey Overview

Name of Counterpart:

- Ministry of Plantation Industries (MPI)
- Sri Lanka Tea Board (under MPI)
- Tea Research Institute (under MPI)

Survey Area:

Sri Lanka (Western (Colombo), Uva, Central, Sabaragamuwa and Southern State..

Impact on the Concerned Development Issues in Sri Lanka

- Activities for quality control, development of new product, for example, based on ingredients analysis will be implemented,
- Tea analysis which is conducted by Sri Lanka Tea Board will be more efficient and the its system will be enforced, and
- Quantitative quality assessment on tea leaf transaction at tea factories will be carried out which can result in fair transaction and tea leaf quality development.

Outputs and Outcomes of the Survey

- Contribution to the tea industry in Shizuoka Prefecture through the collaborative verification procedure.
- Contribution to sales performance of the Tea Ingredients Analyzer.
- Contribution to sales performance of the other Kawasaki Kiko's products such as tea manufacturing machines.

別添資料

非公開