

タイ国

タイ国
東北部における「土づくり」を
通じたサトウキビ、キャッサバの
単収増加のための案件化調査

業務完了報告書

2022年12月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

スガノ農機株式会社

民連
JR
22-073

<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

写真.....	1
地図.....	5
図表リスト.....	6
略語表.....	7
案件概要.....	8
要約.....	9
第1 対象国・地域の開発課題.....	11
1. 対象国・地域の開発課題.....	11
2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....	13
(1) 開発計画.....	13
(2) 政策.....	14
(3) 法令等.....	15
3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針.....	15
4. 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析.....	15
(1) 我が国の ODA 事業.....	15
(2) 他ドナーの先行事例分析.....	15
第2 提案法人、製品・技術.....	16
1. 提案法人の概要.....	16
(1) 企業情報.....	16
(2) 海外ビジネス展開の位置づけ.....	16
2. 提案製品・技術の概要.....	17
(1) 提案製品・技術の概要.....	17
(2) ターゲット市場.....	17
3. 提案製品・技術の現地適合性.....	17
(1) 現地適合性確認方法.....	17
(2) 現地適合性確認結果（技術面）.....	21
(3) 現地適合性確認結果（制度面）.....	31
4. 開発課題解決貢献可能性.....	34
第3 ODA 事業計画/連携可能性.....	35
1. ODA 事業の内容/連携可能性.....	35
2. 新規提案 ODA 事業の実施/既存 ODA 事業との連携における課題・リスクと対応策.....	37
3. 環境社会配慮等.....	37
4. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果.....	37
第4 ビジネス展開計画.....	38
1. ビジネス展開計画概要.....	38
2. 市場分析.....	38

(1) 市場の定義・規模	38
(2) 競合分析・比較優位性	38
3. バリューチェーン	38
(1) 製品・サービス	38
(2) バリューチェーン	38
4. 進出形態とパートナー候補	38
(1) 進出形態	38
5. 収支計画	38
6. 想定される課題・リスクと対応策	38
(1) 法制度面にかかる課題/リスクと対応策	38
(2) ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策	38
(3) 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策	38
(4) その他課題/リスクと対応策	38
7. ビジネス展開を通じて期待される開発効果	38
8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	38
(1) 関連企業・産業への貢献	38
(2) その他関連機関への貢献	39
英文要約	40
別添資料	52

写真



スガノ農機製サブソイラ (2020年2月)



スガノ農機製ボトムプラウ (2020年2月)



タイ製サブソイラ (2020年2月)



タイ製ディスクプラウ (2020年2月)



コンケン農業高専での協議 (2020年3月)



コンケン農業高専での実機説明
(2020年3月)



ナコンラチャシマ県キャッサバ圃場モニタリング (2020年8月)



コンケン県サトウキビ圃場モニタリング
(2020年8月)



ナコンラチャシマ県キャッサバ収穫サンプリング (2020年9月)



ナコンラチャシマ県キャッサバ収穫サンプリング (根の深さ測定) (2020年9月)



ナコンラチャシマ県キャッサバ収穫サンプリング (2020年9月)



ナコンラチャシマ県キャッサバ収穫サンプリング (でん粉濃度測定) (2020年9月)



ナコンラチャシマ県サトウキビ圃場モニタリング (2020年11月)



コンケン県キャッサバ農家からの聞き取り (2020年11月)



ナコンラチャシマ県キャッサバ圃場準備 (2020年11月)



ナコンラチャシマ県土地開発局地域事務所での協議 (2020年11月)



ナコンラチャシマ県土地開発局地域事務所での協議 (2021年10月)



コンケン県でのキャッサバ協力農家からの聞き取り (2021年10月)



ナコンラチャシマ県サトウキビ圃場 (2021年10月)



土地開発局長との打ち合わせ (2022年2月)



ナコンラチャシマ県でのサトウキビ協力農家からの聞き取り (2022年3月)



現地農業機械メーカー訪問 (2020年3月)



ナコンラチャシマ県土地開発局地域事務所での協議 (2022年5月)



コンケン県土地開発局地域事務所での協議 (2022年5月)



(本邦受入活動) 提案法人工場見学 (2022年9月)



(本邦受入活動) 農研機構での土の硬さの測定 (2022年9月)



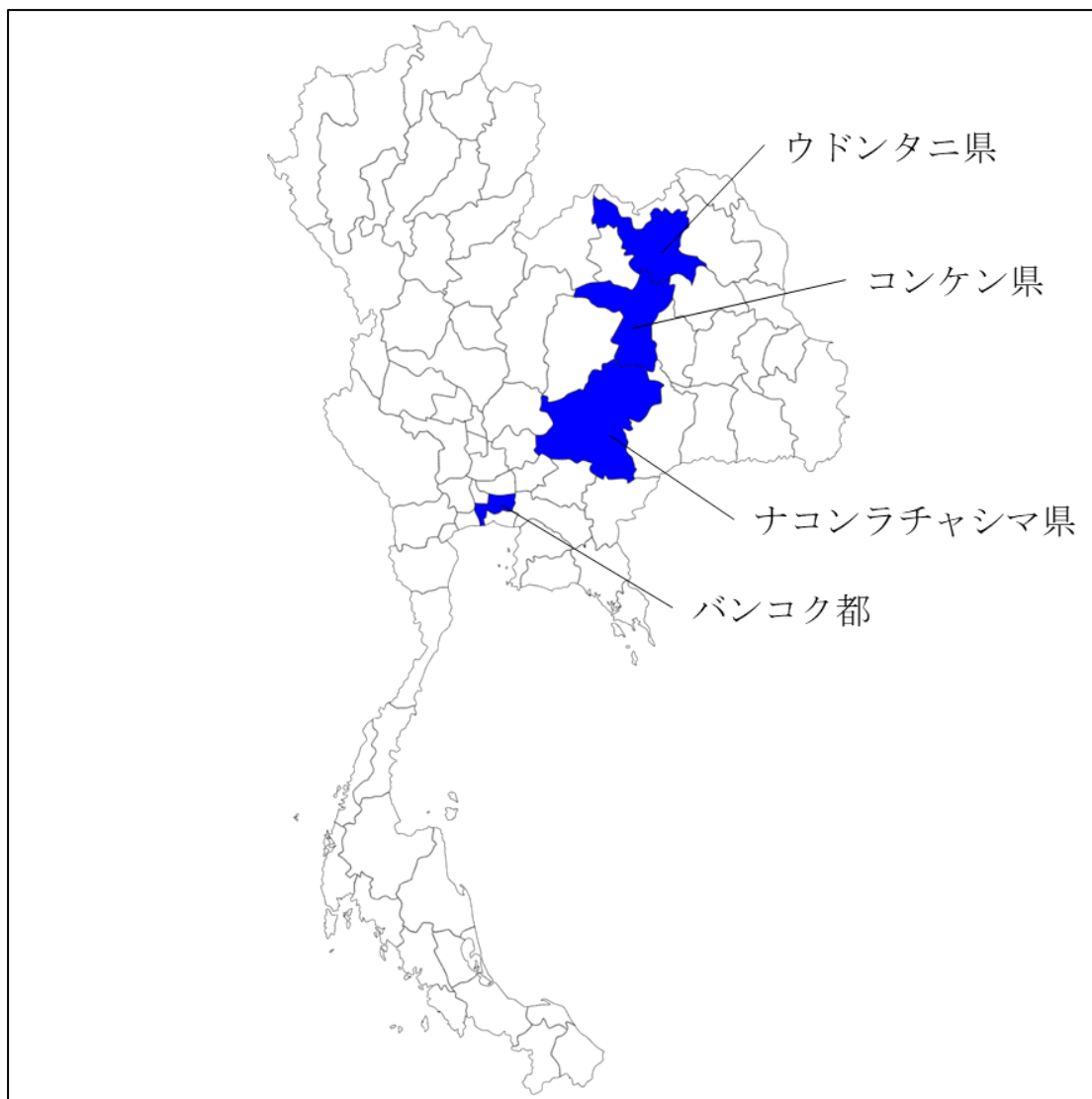
(本邦受入活動) 農家訪問 (2022年9月)



(本邦受入活動) 提案法人での協議 (2022年9月)

地図

<タイ国>




出典元：白地専門店：<http://www.freemap.jp/>

図表リスト

図 1	タイのサトウキビ収穫面積、生産量、単収	11
図 2	サトウキビ生産の国際単収比較	11
図 3	タイのキャッサバ収穫面積、生産量、単収	12
図 4	キャッサバ生産の国際単収比較	12
図 5	土壌の深さと硬度	13
図 6	土壌の深さと水分	13
図 7	硬盤が形成されていると考えられる地域	13
図 8	ナコンラチャシマ県圃場	19
図 9	コンケン県圃場	19
図 10	ウドンタニ県圃場	19
図 11	タイ事業のバリューチェーン図	38
表 1	圃場試験の使用機材組み合わせ	18
表 2	試験圃場の作物栽培カレンダー	20
表 3	ナコンラチャシマ県 2020/21 年栽培期	21
表 4	ナコンラチャシマ県 2021/22 年栽培期	21
表 5	コンケン県 2020/21 年栽培期	22
表 6	コンケン県 2021/22 年栽培期	22
表 7	ウドンタニ県 2020/21 年栽培期	22
表 8	キャッサバ単収一覧	23
表 9	ナコンラチャシマ県 2020/21 年栽培期（新植）	23
表 10	ナコンラチャシマ県 2021/22 年栽培期（新植→株出し1年目）	23
表 11	コンケン県 2020/21 年栽培期（新植）	24
表 12	コンケン県 2021/22 年栽培期（新植→株出し1年目）	24
表 13	コンケン県 2021/22 年栽培期（新植）	24
表 14	ウドンタニ県 2020/21 年栽培期（新植）	25
表 15	サトウキビ単収一覧	25
表 16	2020/21 年栽培期 キャッサバサンプリング結果	26
表 17	2020/21 年栽培期 サトウキビサンプリング結果	28
表 18	2021/22 年栽培期 キャッサバ・サトウキビサンプリング結果	30
表 19	進捗報告書提出時点で想定していた普及・実証・ビジネス化事業案	35
表 20	土地開発局による硬盤層破碎事業案	36
表 21	タイのサトウキビ農家数と耕作面積	38
表 22	提案法人と競合他社とのサブソイラの製品比較表	38
表 23	ボトムプラウとディスクプラウの特徴	38
表 24	タイで流通している主なプラウ	38
表 25	事業計画書	38

略語表


略語	正式名称	日本語名称
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
BAAC	Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives	農業協同組合銀行
C/P機関	Counterpart機関	カウンターパート機関
DOAE	Department of Agricultural Extension	農業・協同組合省農業普及局
FAO	Food and Agriculture Organization	国連食糧農業機関
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JIRCAS	Japan International Research Center for Agricultural Sciences	国立研究開発法人国際農林水産業研究センター
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	地球規模課題対応国際科学技術協力
WTO	World Trade Organization	世界貿易機関




タイ国 東北部における「土づくり」を通じたサトウキビ、キャッサバ単収増加のための案件化調査

スガノ農機株式会社（北海道空知郡上富良野町）


7 エネルギーをみんなに
そしてクリーンに



8 働きがいも
経済成長も



13 気候変動に
具体的な対策を



タイ国東北部でのサトウキビ・キャッサバ栽培における開発ニーズ(課題)


- ・耕起時に土中にある硬土層が破碎されていない
→根が土中深部に届かず、作物の保水力が低い
- ・土地の肥沃度が低い
- ・上記原因が低単収につながっている

提案製品・技術


- ・土中深く刺さり硬土層を破碎する農機アタッチメント(サブソイラ)
- ・有機物をすき込み肥沃度を上げる農機アタッチメント(プラウ)
- ・長年蓄積してきた土づくりのノウハウ

本事業の内容

- ・ 契約期間:2020年2月～2023年1月
- ・ 対象国・地域:バンコク都及び周辺地域、ナコンラチャシマ県、コンケン県、ウドンタニ県
- ・ カウンターパート機関:タイ国農業・協同組合省土地開発局、土地開発地域事務所
- ・ 案件概要:サトウキビ、キャッサバの単収向上に対する当社のサブソイラ、プラウ技術の現地適応性を検証し、普及実証事業及びビジネス展開の情報収集と計画作りを行う



サブソイラ



プラウ

開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ・当社製品のタイ東北部での適応性の検証
→タイ東北部での実証事業
- タイ全土への展開を視野に入れたビジネス展開
- 賃耕サービスを提供する大・中規模農家への販路開拓を通じた小規模農家への便益の波及
- ・現地生産と現地調達によるコストダウン

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- ・サトウキビ、キャッサバの単収向上
- ・サトウキビ、キャッサバ栽培農家の収入向上
- ・土づくりに関する知識・意識の向上を通じた農家の農場経営能力強化
- ・気候変動へのサトウキビ、キャッサバ栽培のレジリエンス強化

2022年12月現在

8

要約

I. 調査要約

1. 案件名	タイ国 東北部における「土づくり」を通じたサトウキビ、キャッサバの単収増加のための案件化調査（中小企業支援型） SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Enhancing Productivity of Sugarcane and Cassava through the Soil Improvement in the North-eastern Region of Thailand
2. 対象国・地域	タイ国バンコク都及び周辺地域、ナコンラチャシマ県、コンケン県、ウドンタニ県
3. 本調査の要約	提案法人のサブソイラ、プラウ技術によるサトウキビ、キャッサバの保水力向上と単収増加に関する案件化調査。タイ東北部のサトウキビ、キャッサバ圃場での提案法人のサブソイラ、プラウによる作物の保水力向上と成育促進状況の検証、栽培方法や社会経済情報の収集、市場調査などを行い、収集情報を基に普及実証ビジネス化事業案及びビジネス展開計画を策定する。
4. 提案製品・技術の概要	提案製品はサブソイラとプラウである。サブソイラは土中に深く刺さり硬土層も破砕できる農機アタッチメントで、提案法人の製品は他社製品に比べて爪が深く土に刺さり、低牽引力で曳くことができる。プラウは有機物をすき込み土の肥沃度を上げる農機アタッチメントで、提案法人の製品は硬土でも刺さり深く土を反転できるため、肥沃度を上げ、作物に良い「土づくり」を促進する。
5. 対象国で目指すビジネスモデル概要	部品の現地生産や現地調達を進めて、タイでの販売価格を国内販売価格の1/2～1/3程度に抑え、タイの大・中規模農家への販路を開拓する。大・中規模農家の多くは小規模農家への賃耕サービスを提供しており、小規模農家にも技術の便益が広がることが期待できる。
6. ビジネスモデル展開に向けた課題と対応方針	これまでのタイでの取り組みを通じて、提案法人製サブソイラ、プラウがサトウキビ、キャッサバの単収増加に貢献する可能性が高く、現地関係者の関心も高いことがわかっている。また、タイの農業機械の市場規模や購買力を考えれば、事業性も高い。その一方で、現地でのブランド力がなく、販売対象である農家に製品を認知してもらうことが課題になっている。タイでは行政機関の農家に対する影響力が強いため、行政機関とともに製品の有効性を実証し、農家に伝えることが重要になる。
7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献	提案ビジネスの展開により以下のSDGs達成への貢献を目指す。 ① <u>8 生きがいも経済成長も</u> タイの中で比較的経済的に貧しいといわれる東北部の農家の収入向上や働きがいの高まりを通じて経済的な成長に寄与する。 ② <u>13 気候変動に具体的な対策を</u> 作物の保水力を高めることにより、気候変動による干ばつや渇水時の収穫への悪影響を緩和する。 ③ <u>7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに</u> サトウキビの搾りかすは発電燃料としての注目されており、単収向上を通じてクリーンなエネルギーの提供に貢献する。
8. 本事業の概要	サトウキビ、キャッサバの低単収という課題に対して、硬土圃場でも土を破砕できるサブソイラと有機物をすき込むプラウを活用して単収増加に寄与する。本調査と実証事業結果を基に、東北部を足掛かりにしてタイ全土でのビジネス展開を目指し、長期的には他のアジア諸国への展開を視野に入れる。
① 目的	提案法人のサブソイラ、プラウ技術を海外での農業開発に活かし、作物の

	単収向上を通じた農家の収入向上に貢献する。
② 調査内容	<p>下記の方針に沿って調査を実施する。</p> <p>① カウンターパート機関である農業協同組合省土地開発局との協力により、タイ東北部におけるサトウキビ、キャッサバの栽培環境や栽培方法を分析する。</p> <p>② 農家の農業機械使用状況、サトウキビ、キャッサバ農家の事業や採算性に関する意識、賃耕、収穫物の販路、などサトウキビ、キャッサバの栽培管理に関する情報を収集する。</p> <p>③ 他社製品、顧客などの市場状況についての情報を収集する。</p> <p>上記を基に提案法人製サブソイラ、プラウの現地適応性を検討し、普及実証事業の形成とビジネス展開戦略作りを行う。</p>
③ 本事業実施体制	<p>提案法人：スガノ農機株式会社</p> <p>外部人材：アイ・シー・ネット・アジア株式会社 アイ・シー・ネット株式会社 ランサン・イムエルブ（個人）</p>
④ 履行期間	2020年2月～2023年1月（3年）
⑤ 契約金額	29,739千円（税込）

II. 提案法人の概要

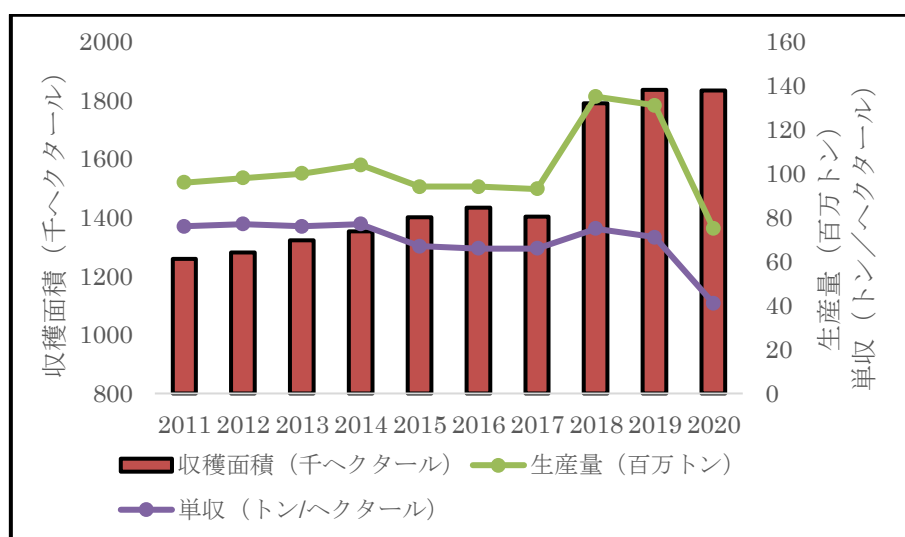
1. 提案法人名	スガノ農機株式会社
2. 代表法人の業種	[①製造業]
3. 代表法人の代表者名	渡邊信夫
4. 代表法人の本店所在地	北海道空知郡上富良野町西2線北25号
5. 代表法人の設立年月日（西暦）	1958年4月4日
6. 代表法人の資本金	1億5,600万円
7. 代表法人の従業員数	180名
8. 代表法人の直近の年商（売上高）	47億700万円（2020年12月～2021年11月期）

第1 対象国・地域の開発課題

1. 対象国・地域の開発課題

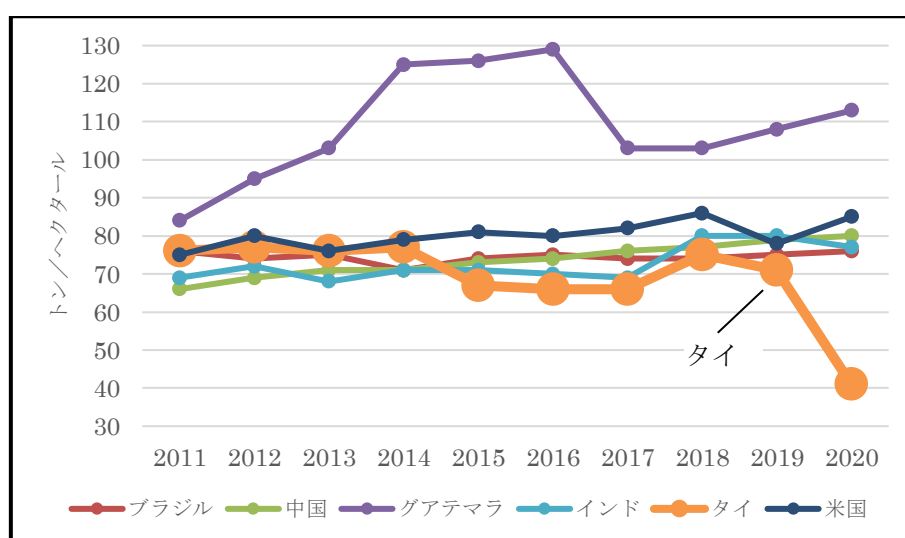
タイは世界有数の砂糖輸出国であるが、国際市場での競争相手国であるブラジルの WTO 提訴を受けて、2018年に砂糖の価格統制と販売管理制度を撤廃し、砂糖価格を市場価格に連動することを発表した。これはタイで長年行われてきた砂糖の流通管理に大きな変化をもたらすもので、サトウキビ栽培農家はこれまで以上に生産性の向上が求められる。下記の表に見られるように、タイのサトウキビの単収は伸びておらず、他国と比べても高いとは言えない。特に2020年は少雨による渇水の影響で生産量と単収が大きく落ち込み、サトウキビ農家が大きな打撃を受けた。

図1 タイのサトウキビ収穫面積、生産量、単収



資料：国連食糧農業機関（FAO）のデータベース（FAOSAT）のデータを基に作成

図2 サトウキビ生産の国際単収比較

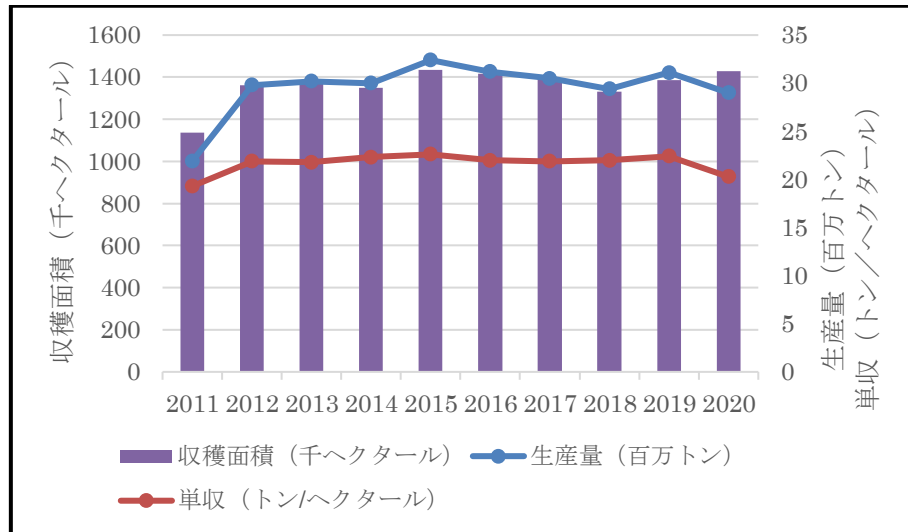


資料：国連食糧農業機関（FAO）のデータベース（FAOSAT）のデータを基に作成

また、タイはナイジェリアに次ぐ世界第2位のキャッサバ生産国で、加工品であるタピオ

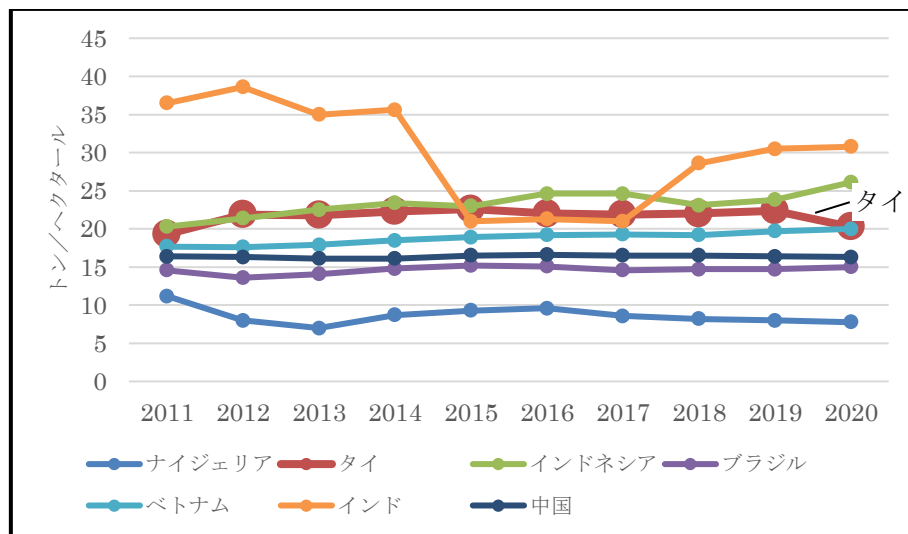
カでん粉などの輸出も多い。下図のように単収は他の主要生産国と比べて高い水準にあるが、まだ粗放的にキャッサバを栽培している農家が多く、生産性向上の可能性を秘めている。また、バイオエタノールの利用促進政策などにより、キャッサバの単収向上への期待が高まっている。

図 3 タイのキャッサバ収穫面積、生産量、単収



資料：国連食糧農業機関（FAO）のデータベース（FAOSAT）のデータを基に作成

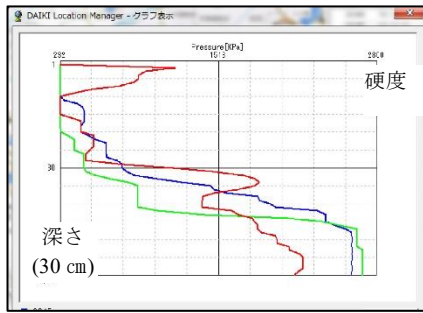
図 4 キャッサバ生産の国際単収比較



資料：国連食糧農業機関（FAO）のデータベース（FAOSAT）のデータを基に作成

タイでは地中 30 センチ程度に硬土層がある地域が多い。そのため、サトウキビ、キャッサバ栽培農家は根の成育を促すために大型トラクターと破碎爪を使って硬土層の破碎作業を行うが、広く使われている破碎爪の深さでは硬土層まで届いていない。そのことが成長の制約要因になり単収の低さにつながっている。下記の左側の図はタイ東北部のサトウキビ圃場で提案法人が硬度計測器で土中の硬度を測定した結果で、右側の図は国際農林水産研究センター（JIRCAS）による東北部の土壌硬度測定資料の引用である。どちらも土中の深さ 30 センチ位で土壌が硬くなっているのがわかる。また、右側の図からは深くなるにつれて保水力が高くなるのがわかる。

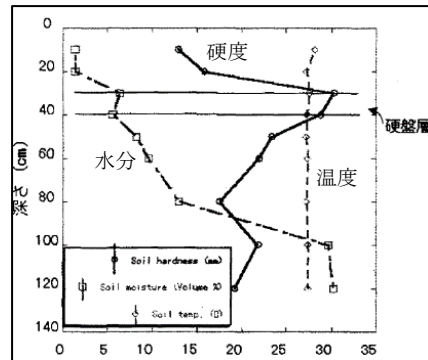
図 5 土壌の深さと硬度



*3 か所での計測結果で計測箇所ごとに色分け

資料：提案法人の試験結果（2017）

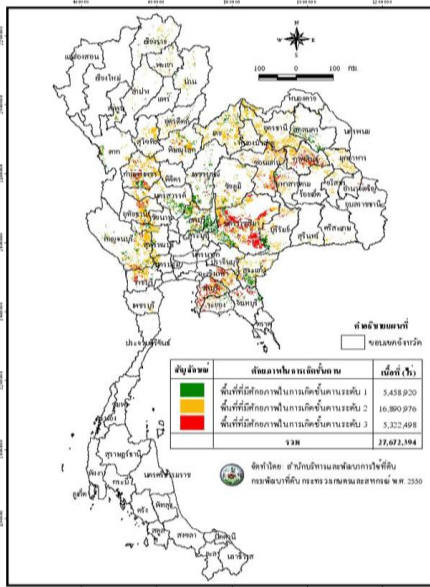
図 6 土壌の深さと水分



資料：JIRCAS 根の研究 8.35-38（1999）

本事業で対象とするタイ東北部はサトウキビ、キャッサバ生産が盛んな地域であるが、下図にみられるように硬盤のある地域が広がっており、降雨量が少なく灌漑設備がある地域も少ないため、特に渇水時の被害を受けやすい。また、硬盤層の粉碎には破碎爪を土中深く刺す必要があるが、東北部は圃場の規模が小さいことや経済的な理由により他地域に比べて大型トラクターが使われておらず、爪を土中深くまで刺すことができない。このことから、タイ東北部のサトウキビ、キャッサバの単収向上には、比較的小型のトラクターで土中に深く刺さる破碎爪により硬盤層を破碎し、根の土中深く伸長を促し、作物の保水性を確保することが大きな課題になっている。

図 7 硬盤が形成されていると考えられる地域



硬盤形成		面積 (ヘクタール)
	硬盤形成レベル 1	873,427
	硬盤形成レベル 2	2,702,556
	硬盤形成レベル 3	851,600
	合計	4,427,583

資料：土地開発局土地利用管理／開発事務所作成資料（2007年）

2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

(1) 開発計画

タイは1960年代から長期的に高い経済成長を続けてきた。1997年のアジア通貨危機や2003年の大洪水の影響を受け、また2000年代半ばからは政治的に不安定な状況を抱えながらも、経済的な成長を維持し、中進国の仲間入りを果たしている。しかし、順調な経済成長を続ける一方で、タイは安価な労働力や外資誘致などによって経済成長を遂げてきた中所得国が次第に成長が鈍化し高所得国への移行が困難となる、いわゆる「中所得国の罠」に陥る危機に直面している。

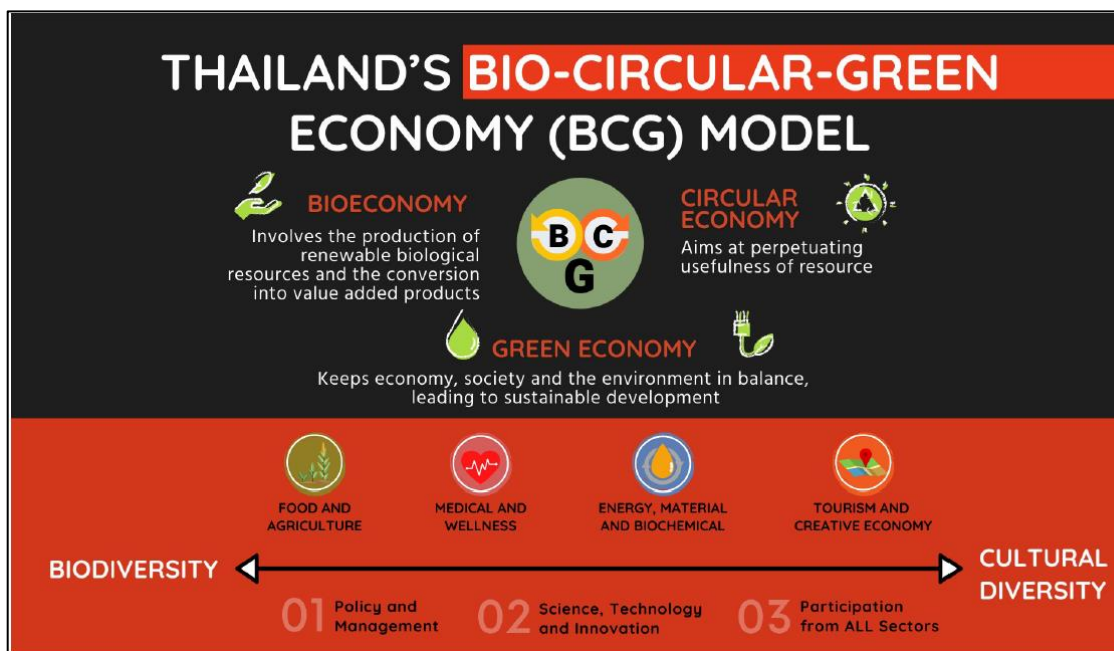
タイ政府は2016年に長期的な国家計画である「国家戦略20年計画」を策定し、計画終了年の2036年までに高所得国へ移行することを目指している。長期的な戦略に基づき、2022年10月には「第13次国家経済社会開発計画（2023-2027年）」が施行される予定で、同計画では科学技術、研究開発、イノベーションなどを通じて、国民一人当たりの所得を2021年の7,097ドルから2027年までに9,300ドルまで引き上げることを目標にしている。農業分野では生産性向上、品質向上、農産品の高付加価値化、新たな技術の導入などを通じた市場ニーズへの対応、販路の多様化などに重点が置かれている。

(2) 政策

タイ政府は中所得国の罍を回避し持続的な経済成長を実現するため、2016年に長期的な経済社会開発ビジョンとして「タイランド4.0」を打ち出した¹。これは今後20年間にタイが目指す新たな経済社会開発のフェーズであり、これまでの労働集約型産業からハイテク産業や付加価値の高い産業への構造改革を推進することに主眼を置いている。対象10産業には「農業・バイオテクノロジー」産業が含まれ、革新的・近代的な技術の導入やバイオテクノロジー分野での研究開発などに焦点が当てられている²。また、タイ政府はコメの生産抑制と水資源の有効利用のため、水の使用量が稲作に比べて少ないサトウキビやキャッサバを含む畑作物栽培への転作を推奨している。

また、タイ政府はタイの強みである農業・バイオ技術を活かして、バイオ・循環型・グリーン（BCG）産業をタイの基幹産業に育てる戦略を打ち出しており、今後、産・学・官によるサトウキビ、キャッサバを含む農作物の食品・農業、エネルギー、医療などでの活用に向けた取り組みが進むことが予想される。

BCG 経済モデル概要図³



¹ 「タイランド4.0」はこれまでの経済社会発展を3段階に分け、今後目指す姿を4番目の段階として示したものである。第1段階は農村社会、家内工業を中心とした工業化以前の段階、第2段階は天然資源や安価な労働力を活用した軽工業、第3段階は外資誘致による重工業を中心とした発展段階。

² 対象10産業は、1)次世代自動車、2)スマート・エレクトロニクス、3)ウェルネス・医療・健康ツーリズム、4)農業・バイオテクノロジー、5)未来食品、6)ロボット産業、7)ロジスティクス・航空関連産業、8)バイオ燃料・バイオ化学、9)デジタル産業、10)医療サービスハブで、教育、国防を加えて12産業とされることもある。

³ 出典：JETRO/東部経済回廊（EEC）事務局主催「カーボンニュートラル達成に向けたサステナブルビジネスセミナー」（2022年2月7日）での資料「BCGエコノミーモデルの概要—タイの持続的成長エンジン」（タイ国立科学技術開発庁）より引用

(3) 法令等

タイには政府機関が発令する法律、省令、規則、命令や地方自治体が制定する条例などさまざまな法令がある。本事業に関連する法令としては、土地所有／利用、環境、外国人投資、輸出入に関する法令があるが、本事業は農機アタッチメントを用いた土づくりを通じたサトウキビとキャッサバの単収向上を目的としており、土地の所有／利用や環境面で法令などからの影響は少ないと考えられる。現地での製品の製造、販売については、外国人投資や輸出入に関連する法令に準拠して行う必要があるが、本事業が外国人投資や輸出入に関する特別な規制に該当する可能性は低い。

3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針

2020年2月に改訂された日本の対タイ国別援助方針では、以下の3分野が重点分野（中目標）として挙げられている。

- (1) 持続的な経済の発展と成熟する社会への対応
- (2) ASEAN 域内共通課題への対応
- (3) ASEAN 域外諸国への第三国支援

本事業は上記重点分野(1)に含まれる「競争力強化のための基盤整備」について、サトウキビ、キャッサバの生産性向上と農家の事業意識の向上を通じて農業分野の競争力強化に貢献する。また、サトウキビ、キャッサバはASEAN諸国で広く栽培されており、重点分野(2)についても、タイで確立した提案法人の技術のアセアン諸国への展開が考えられる。

4. 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

(1) 我が国の ODA 事業

日本はこれまでにタイの農業分野で多くの ODA 事業を行っている。本事業との関係性が強いと考えられる事業には下記のような事業がある。

- バイオマス廃棄物資源のスーパークリーンバイオ燃料への触媒転換技術の開発 (SATREPS、2016年～2022年)
- ベトナム、カンボジア、タイにおけるキャッサバの侵入病害虫対策に基づく持続的生産システムの開発と普及 (SATREPS、2015年～2022年)
- 日タイ G 空間推進事業 (2018年～)⁴
- 低品位炭とバイオマスのタイ国におけるクリーンで効率的な利用法を目指した溶剤改質法の開発プロジェクト (SATREPS、2013年～2018年)
- 東北タイ農業開発研究計画 (1988年～1993年)

(2) 他ドナーの先行事例分析

本調査では、外国ドナーの関連分野での協力事業についても情報収集を行ったが、連携や相乗効果創出が期待できる事業は確認できなかった。その一方で、本調査の C/P 機関である土地開発局が土壌や土中の硬盤破碎に関する調査などを行っていることを確認した。例えば、2016年には、タイ東部のウボンラチャタニ県とロイエット県で硬盤破碎と破碎後の土壌の再硬盤化に関する調査が行われている。この調査は両県の 80 ライ (12.8 ヘクタール) のキャッサバ栽培地の圃場をサブソイラにより地中深くまで耕起し、耕起後 12 か月目までの土壌の状況を計測して土壌の再硬盤化を検証するもので、土壌の仮比重、気孔率、透水係数、土質などが再硬盤化に関係すると結論付けている。

また、タイの農業分野では日本を含む多くの外国企業が民間事業を展開しており、事業展

⁴ GISTDA (タイ地理空間情報宇宙技術開発機構) の SpaceKrenovationPark に開設された GNSS (Global Navigation Satellite System / 全球測位衛星システム) イノベーションセンターを拠点として、準天頂衛星 (みちびき) 等を用いた日タイ企業による GNSS 測位サービスの開発実証及びビジネス化を推進することを目的としている。GNSS の活用として、i-Construction、i-Agriculture、i-Positioning の 3 分野で活動が行われており、農業分野ではトラクターの自動運転の実証試験などが行われている。

開においてはこうした民間事業との連携の可能性も考えられる。本調査では、2022年3月に日本の新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、東レ株式会社、三井製糖株式会社、三井物産株式会社の協力により、本調査の対象地であるタイ東北部のウドンタニ県で2018年から運営されているバガスからバイオエタノールなどを併産する世界最大規模の実証プラントの関係者から聞き取りを行っている。主な聞き取り内容は以下の通り。

<地域でのサトウキビ栽培について>

- カンペンペット県、ナコンサワン県などのタイ中部の主要生産地では農家の大規模化が進んでいるが、ウドンタニ県は含めて東北部ではまだ大規模化が進んでいない。
- サトウキビの刈り取りはかなりの重労働。栽培農家にはハーベスターの使用を推奨しているが、金額が高くなかなか普及していない。
- 燃料と肥料の価格が高騰し、生産コストが上がっている。肥料は平均して1000バーツ（約3600円）/50kg。

<サブソイラ、プラウについて>

- サブソイラ、プラウで深起こしはとても良いと思う。ただ、東北部では塩水が出るところがあるので注意が必要だろう。
- 機材の調達については、個々の試験圃場で試して収量も見たうえでの検討になるのではないか。
- 中部のチョンブリ県に「クボタパーク」があり、そこで無人トラクターなど最新の技術が体験できる。一般にも公開している。

第2 提案法人、製品・技術

1. 提案法人の概要

(1) 企業情報

提案法人は「農地の土づくり」のための製品である、サブソイラ、プラウ、レーザーレベラー、GPSレベラー、砕土整地機等の開発、製造、販売や農業基盤整備請負事業を行っている。概要は以下のとおり。

法人名	スガノ農機株式会社
業種	①製造業
代表者名	渡邊信夫
本店所在地	北海道空知郡上富良野町西2線北25号
設立年月日	1958年4月4日
資本金	1億5,600万円
従業員数	180名
直近の年商（売上高）	47億700万円（2020年12月～2021年11月期）

(2) 海外ビジネス展開の位置づけ

今後の事業拡大のためには海外へ目を向けることが戦略的に必要不可欠であること、また、提案法人が創業以来培ってきた「土づくり」の知見・ノウハウこそ、海外へ展開できる武器であると確信し、海外展開を目指すことになった。タイ事業では、土地開発局と協力し、日本の文化である「土づくり」をタイの農家に浸透させながら、サブソイラ、プラウの販売体制構築を目指す。長期的戦略としては、タイに生産拠点をすることで、現地で技術面での優位性を維持しつつ、競争力のある価格を持たせ販売を促進すると同時に、ベトナム、カンボジアなどの近隣諸国、アジア各国への販売を行っていく戦略を描いている。

2. 提案製品・技術の概要

(1) 提案製品・技術の概要

提案技術であるサブソイラ、プラウとは、農業用トラクターの後ろに付ける農機アタッチメントである。サブソイラは土中の硬土層を破碎し、プラウは有機物を鋤きこむために使用する。サブソイラの使用により、1) 根域が広がる、深くなる、2) 下層の水分と養分を活用できる、3) 保水・排水性が良くなる、という効果が期待でき、作物増収の環境を作ることができる。また、プラウは、疲労した土壌に有機物（緑肥等）を供給すると共に下層で休息保全させ、肥沃度をあげる効果がある。

提案法人製サブソイラは他社製品よりも適応トラクターの馬力帯が広く、作業深さが深く、しかも作業速度が速い。日本国内では技術力を高く評価されており、サブソイラは沖縄、鹿児島でのサトウキビ用市場シェアの約9割占めている。

日本国内でのサブソイラ販売価格は約38万円～約88万円であり、プラウは約15万円である。タイでの販売については、当面は日本生産製品の輸出を行う計画であるが、将来的には現地生産と現地調達との推進によりコストダウンを図り、価格面を含めて現地ニーズに即した製品を作り上げる。



サブソイラ 2本爪



サブソイラ 3本爪



ワンウェイプラウ



リバーシブルプラウ

(2) ターゲット市場

主力製品であるプラウ、レベラーの国内シェアは9割、サブソイラの国内シェアは7割を占めている。海外では既にマレーシア、モンゴル、韓国、台湾での販売実績があり、アジア各国で提案製品のニーズがあることを確認できている。

3. 提案製品・技術の現地適合性

(1) 現地適合性確認方法

本調査での現地適合性の確認は、1)技術面での適合性、2) 農家の採算性／ニーズや規制などを含めたビジネス展開面での適合性に大別される。以下に夫々の確認方法と確認結果をまとめる。

1) 現地適合性の確認方法（技術面）

本調査では、タイ東北部の下記の3か所で、キャッサバ、サトウキビ（新植）、サトウキビ（株出し）の試験圃場を選定し、栽培前の圃場準備において、従来使用されているタイ製のサブソイラ及びプラウと提案法人製のサブソイラ及びプラウを組み合わせた比較試験を行い、提案法人製品の技術面での現地適合性及び優位性を検証している。各圃場での比較試験は、土地開発局地域事務所とサトウキビ、キャッサバ栽培圃場を提供する現地の農家（協力農家）との協力により行われている。

- ①ナコンラチャシマ県ブアヤイ郡
- ②コンケン県マンジャキリ郡
- ③ウドンタイ県シータート郡

提案法人製品の現地適合性と優位性を確認するため、各サイトのサトウキビ、キャッサバ試験圃場で、栽培前の圃場準備時に下記の組み合わせでタイ製及び提案法人製のサブソイラとプラウを使用した。

表 1 圃場試験の使用機材組み合わせ

プロット		圃場準備時の使用機材	
		プラウ	サブソイラ
A	Tr1	タイ製ディスクプラウ	なし
B	Tr2	スガノ製ボトムプラウ	なし
C	Tr3	タイ製ディスクプラウ	タイ製サブソイラ
D	Tr4	スガノ製ボトムプラウ	タイ製サブソイラ
E	Tr5	タイ製ディスクプラウ	スガノ製サブソイラ
F	Tr6	スガノ製ボトムプラウ	スガノ製サブソイラ

当初の計画では、2020/21年栽培期の圃場試験結果を基に製品の技術面での現地適合性を確認する予定であったが、コロナ感染拡大防止対策により、2020年2月～3月の第1回現地調査以降の現地渡航ができなくなり、調査期間を1年間延長した。そのため、当初の計画に加えて2021/22年の栽培期でも現地協力農家と土地開発局地域事務所の協力により可能な範囲で圃場試験の継続と収穫のサンプリング収集・分析を行った。各圃場の写真は次項の通り。

図 8 ナコンラチャシマ県圃場

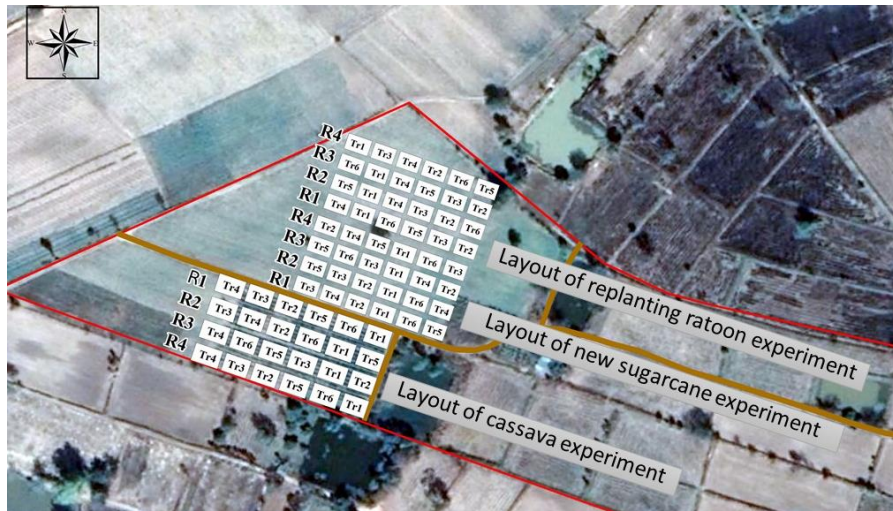


図 9 コンケン県圃場

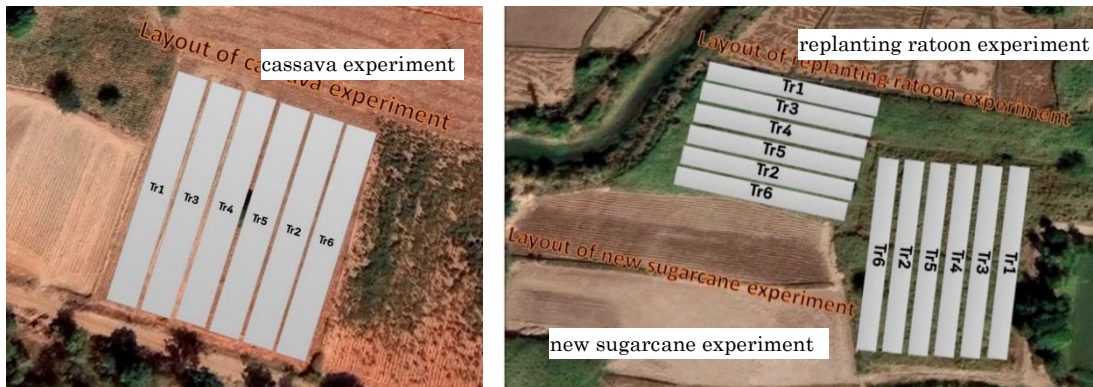
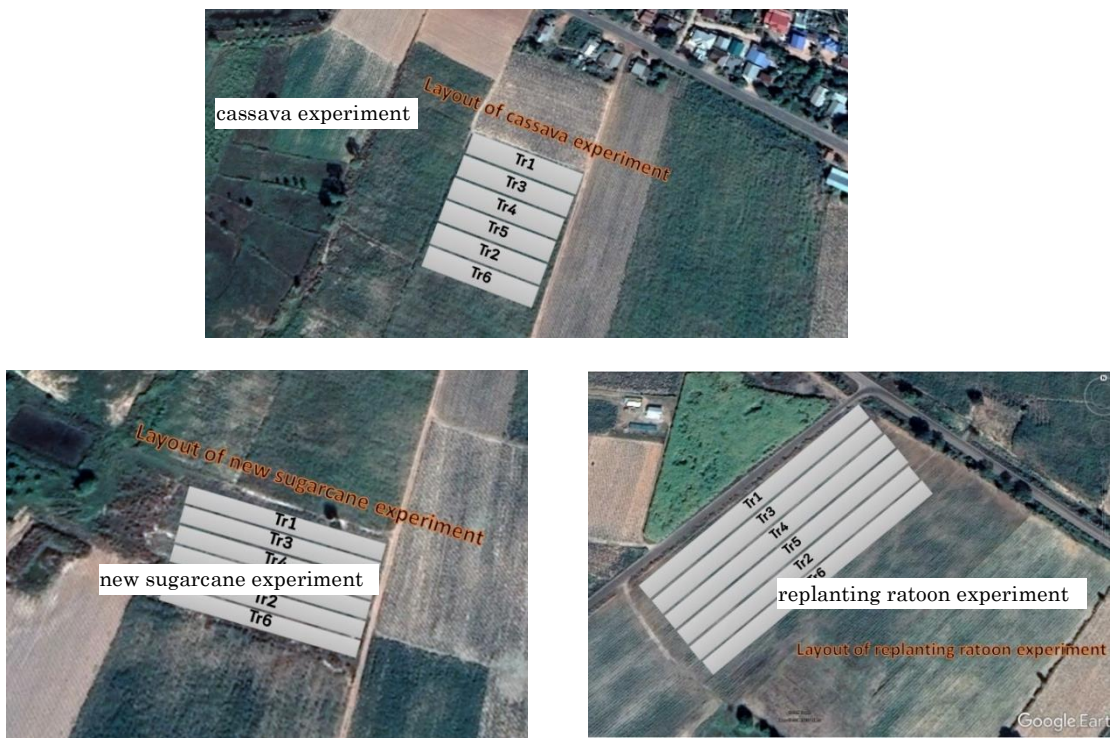


図 10 ウドンタニ県圃場



2) 現地適合性の確認方法（ビジネス展開面）

本調査では文献レビュー、上記の技術面での現地適合性と優位性の検証結果、C/P 機関である土地開発局を含む関係機関からの聞き取り、農家社会経済状況調査、市場調査などを通じて、ビジネス展開面での現地適合性を確認する。

(2) 現地適合性確認結果（技術面）

本調査では上記の3県のキャッサバ、サトウキビ（新植）、サトウキビ（株出し）の試験圃場での収穫物のサンプリングの収集と分析を土地開発局地域事務所と共同で行った。分析結果は以下の通り。

<キャッサバ>

表 3 ナコンラチャシマ県 2020/21 年栽培期

圃場準備時の使用機材	1 ライ当たり収穫量 (キロ) (1ヘクタール当たり収穫量 (トン))	でん粉濃度 (%)	繊維根の 長さ(cm)
1 タイ製ディスクプラウのみ	3,940 (24.63)	16.63	31.58
2 スガノ製ボトムプラウのみ	5,840 (36.50)	22.37	36.65
3 タイ製サブソイラ(SS) & タイ製ディスクプラウ(Di.P)	4,463 (27.89)	23.38	33.20
4 タイ製サブソイラ(SS) & スガノ製ボトムプラウ (Bo.P)	4,920 (30.75)	24.75	35.10
5 スガノ製サブソイラ(SS)& タイ製ディスクプラウ(Di.P)	5,180 (32.38)	19.50	35.70
6 スガノ製サブソイラ(SS) & スガノ製ボトムプラウ (Bo.P)	8,153 (50.96)	22.50	36.93

	6 圃場中、最も数値が高い圃場
	6 圃場中、2 番目に数値が高い圃場
	6 圃場中、3 番目に数値が高い圃場

表 4 ナコンラチャシマ県 2021/22 年栽培期⁵

圃場準備時の使用機材	1 ライ当たり収穫量 (キロ) (1ヘクタール当たり収穫量 (トン))	でん粉濃度 (%)
1 タイ製 Di.P のみ	3,506 (21.91)	23.78
2 スガノ製 Bo.P のみ	3,363 (21.02)	25.50
3 タイ製 SS & タイ製 Di.P	3,485 (21.78)	24.45
4 タイ製 SS & スガノ製 Bo.P	2,894 (18.09)	24.07
5 スガノ製 SS & タイ製 Di.P	3,343 (20.89)	25.10
6 スガノ製 SS & スガノ製 Bo.P	3,649 (22.81)	25.55

⁵ ナコンラチャシマ県、コンケン県共に、2021/22 年栽培期の収穫サンプリングでは、コロナ感染拡大防止対策の影響や土地開発局地域事務所の人員面の制約により、繊維根の長さの測定まで行うことができなかった。

表 5 コンケン県 2020/21 年栽培期

圃場準備時の使用機材	1 ライ当たり収穫量 (キロ) (1ヘクタール当たり収穫量 (トン))	でん粉濃度(%)	繊維根の長さ(cm)
1 タイ製 Di.P のみ	4,303 (26.89)	23.68	31.00
2 スガノ製 Bo.P のみ	4,742 (29.64)	26.00	31.25
3 タイ製 SS & タイ製 Di.P	4,032 (25.20)	25.68	32.25
4 タイ製 SS & スガノ製 Bo.P	5,136 (32.10)	24.55	30.25
5 スガノ製 SS & タイ製 Di.P	4,327 (27.04)	25.18	41.00
6 スガノ製 SS & スガノ製 Bo.P	4,942 (30.89)	29.58	36.00

表 6 コンケン県 2021/22 年栽培期

圃場準備時の使用機材	1 ライ当たり収穫量 (キロ) (1ヘクタール当たり収穫量 (トン))	でん粉濃度 (%)
1 タイ製 Di.P のみ	3,692 (23.08)	22.38
2 スガノ製 Bo.P のみ	4,100 (25.63)	22.25
3 タイ製 SS & タイ製 Di.P	3,817 (23.86)	23.62
4 タイ製 SS & スガノ製 Bo.P	3,983 (24.89)	22.68
5 スガノ製 SS & タイ製 Di.P	4,190 (26.19)	23.13
6 スガノ製 SS & スガノ製 Bo.P	4,367 (27.29)	23.50

表 7 ウドンタニ県 2020/21 年栽培期

圃場準備時の使用機材	1 ライ当たり収穫量 (キロ) (1ヘクタール当たり収穫量 (トン))	でん粉濃度 (%)	繊維根の長さ(cm)
1 タイ製 Di.P のみ	3,529 (22.06)	24.22	21.83
2 スガノ製 Bo.P のみ	4,172 (26.08)	24.78	23.98
3 タイ製 SS & タイ製 Di.P	3,768 (23.55)	25.45	22.27
4 タイ製 SS & スガノ製 Bo.P	4,139 (25.87)	24.77	24.68
5 スガノ製 SS & タイ製 Di.P	4,283 (26.77)	26.80	26.18
6 スガノ製 SS & スガノ製 Bo.P	4,819 (30.12)	26.59	28.87

ウドンタニ県の 2021/22 栽培期は、コロナ感染拡大防止対策の影響で土地開発局地域事務所によるサンプリングを行うことができなかった。

6 パターンの試験圃場での収穫サンプリングでは、ナコンラチャシマ県、コンケン県、ウドンタニ県のすべてで、提案法人製サブソイラとボトムプラウを使用した第 6 圃場の収穫量が他の圃場より比較的高い結果となった。また、提案法人サブソイラを使用した第 5 圃場と第 6 圃場ではキャッサバの繊維根の長さが比較的に長く、サブソイラにより硬盤が破碎され、地中への根の伸長を促したと推察される。

ナコンラチャシマ県、コンケン県の試験圃場で、2020/21 年栽培期に比べて、2021/22 栽培期の単収が大幅に減っている。理由としては、2021/22 年栽培期は東北地方の広い地域で豪雨があり、協力農家が洪水への懸念から根塊収穫の適齢期よりも前に収穫を行ったことが挙げられる。

2019 年～2021 年のタイ全体、及び本調査の試験圃場のある県、郡のキャッサバの平均単収は以下の表の通りで、提案法人製サブソイラとボトムプラウを使用した第 6 圃場の単収は、

いずれも試験圃場のある郡の平均単収を上回っている。

表 8 キャッサバ単収一覧

国／県／郡	2019年単収 トン／ヘクタール	2020年単収 トン／ヘクタール	2021年単収 トン／ヘクタール
タイ全土	22.41	20.32	21.08
タイ東北部	22.91	20.49	21.65
ナコンラチャシマ県全体	23.55	20.68	22.23
ブアヤイ郡	21.09	18.95	21.41
コンケン県全体	21.98	20.08	20.68
マンジャキリ郡	21.73	20.43	20.53
ウドンタニ県	23.61	21.84	22.18
シータート郡	25.99	25.00	24.00

出所：農業協同組合省農業経済局資料より調査チームが作成

<サトウキビ>

表 9 ナコンラチャシマ県 2020/21年栽培期（新植）

圃場準備時の使用機材	1ライ当たり収穫量（キロ） (1ヘクタール当たり収穫量(トン))	糖度 (%)	繊維根の 長さ(cm)
1 タイ製 Di.P のみ	8,771 (54.82)	22.92	46.67
2 スガノ製 Bo.P のみ	11,504 (71.90)	22.81	55.67
3 タイ製 SS & タイ製 Di.P	8,896 (55.60)	22.89	51.33
4 タイ製 SS & スガノ製 Bo.P	10,858 (67.86)	22.59	56.67
5 スガノ製 SS & タイ製 Di.P	11,261 (70.38)	23.66	55.33
6 スガノ製 SS & スガノ製 Bo.P	12,422 (77.64)	21.96	60.34

表 10 ナコンラチャシマ県 2021/22年栽培期（新植→株出し1年目）⁶

圃場準備時の使用機材	1ライ当たり収穫量（キロ） (1ヘクタール当たり収穫量(トン))	糖度 (%)
1 タイ製 Di.P のみ	20,468 (127.92)	23.77
2 スガノ製 Bo.P のみ	21,042 (131.51)	22.57
3 タイ製 SS & タイ製 Di.P	18,311 (114.44)	23.17
4 タイ製 SS & スガノ製 Bo.P	20,138 (125.86)	23.07
5 スガノ製 SS & タイ製 Di.P	20,809 (130.66)	23.27
6 スガノ製 SS & スガノ製 Bo.P	22,484 (140.52)	23.90

ナコンラチャシマ県圃場では、2020/21年栽培期の株出し圃場は、圃場全体で生育しないサトウキビが多く、サンプリング調査は行わなかった（2021/22年栽培期はキャッサバに転作）。また、2021/22年栽培期では協力農家がサトウキビの新植を行わなかったため、収穫のサンプリングは行われていない。

⁶ ナコンラチャシマ県、コンケン県共に、2021/22年栽培期の収穫サンプリングでは、コロナ感染拡大防止対策の影響や土地開発局地域事務所の人員面の制約により、繊維根の長さの測定まで行うことができなかった。

表 11 コンケン県 2020/21 年栽培期 (新植)

圃場準備時の使用機材	1 ライ当たり収穫量 (キロ) (1ヘクタール当たり収穫量(トン))	糖度 (%)	繊維根の 長さ(cm)
1 タイ製 Di.P のみ	8,148 (50.94)	19.2	30.48
2 スガノ製 Bo.P のみ	9,300 (58.13)	19.0	41.41
3 タイ製 SS & タイ製 Di.P	8,464 (52.90)	19.3	35.55
4 タイ製 SS & スガノ製 Bo.P	9,693 (60.58)	19.3	42.72
5 スガノ製 SS & タイ製 Di.P	10,246 (64.04)	19.0	45.23
6 スガノ製 SS & スガノ製 Bo.P	10,782 (67.39)	19.0	49.16

表 12 コンケン県 2021/22 年栽培期 (新植→株出し1年目)

圃場準備時の使用機材	1 ライ当たり収穫量 (キロ) (1ヘクタール当たり収穫量(トン))	糖度 (%)
1 タイ製 Di.P のみ	13,166 (82.29)	21.90
2 スガノ製 Bo.P のみ	11,882 (74.26)	24.17
3 タイ製 SS & タイ製 Di.P	10,745 (67.16)	23.93
4 タイ製 SS & スガノ製 Bo.P	10,998 (68.74)	24.10
5 スガノ製 SS & タイ製 Di.P	10,119 (63.24)	23.70
6 スガノ製 SS & スガノ製 Bo.P	10,290 (64.31)	24.23

表 13 コンケン県 2021/22 年栽培期 (新植)

圃場準備時の使用機材	1 ライ当たり収穫量 (キロ) (1ヘクタール当たり収穫量(トン))	糖度 (%)
1 タイ製 Di.P のみ	9,984 (62.40)	24.27
2 スガノ製 Bo.P のみ	15,322 (95.76)	20.77
3 タイ製 SS & タイ製 Di.P	10,716 (66.98)	20.97
4 タイ製 SS & スガノ製 Bo.P	11,028 (68.93)	20.17
5 スガノ製 SS & タイ製 Di.P	12,520 (78.25)	20.63
6 スガノ製 SS & スガノ製 Bo.P	17,803 (111.27)	24.23

コンケン県圃場では、2020/21 年栽培期の株出し圃場は、協力農家が圃場でのサブソイラとプラウの使用がサトウキビを傷つけることを恐れ、使用の許可が得られなかったため、サンプリング調査は行わなかった。

表 14 ウドンタニ県 2020/21 年栽培期 (新植)

圃場準備時の使用機材	1 ライ当たり収穫量 (キロ) (1ヘクタール当たり収穫量(トン))	糖度 (%)	繊維根の 長さ(cm)
1 タイ製 Di.P のみ	7,400 (46.25)	22.45	28.75
2 スガノ製 Bo.P のみ	9,838 (61.49)	23.27	29.75
3 タイ製 SS & タイ製 Di.P	7,837 (48.98)	21.27	26.00
4 タイ製 SS & スガノ製 Bo.P	9,085 (56.78)	21.81	32.25
5 スガノ製 SS & タイ製 Di.P	9,550 (59.69)	22.18	38.00
6 スガノ製 SS & スガノ製 Bo.P	10,086 (63.04)	22.54	39.50

ウドンタニ県圃場では、2020/21 年栽培期の株出し圃場及び、2021/22 年栽培期の株出し圃場 (2020/21 年栽培期新植→2021/22 年目栽培期株出し 1 年目) は栽培期の途中で圃場のサトウキビが伝染病に感染し、協力農家が作物を廃棄処理したため、サンプリングは行われなかった。また、2021/22 年栽培期の新植圃場でサブソイラ、プラウを使用した 6 プロットの比較試験を行っているが、コロナ感染拡大防止対策の影響で土地開発局地域事務所の職員が圃場に行くことができず、サンプリングを行うことができなかった。

サトウキビの比較試験では、収穫サンプリングを行った圃場のうち、コンケン県の 2021/22 年栽培期の株出し 1 年目の圃場を除く新植、株出し圃場で、提案法人製サブソイラとボトムプラウを使用した第 6 圃場の収穫量が他の圃場に比べて高くなった。また、提案法人サブソイラを使用した圃場では繊維根の長さが比較的長く、サブソイラにより硬盤が破壊され、地中への根の伸長を促したと推察される。

コンケン県の 2021/22 年栽培期の株出し 1 年目の圃場では、提案法人製サブソイラとボトムプラウを使用した圃場での優位性が見られなかった。協力農家によると、栽培期中の大雨により、圃場内の土地が低い区画に水が滞留したため圃場内で生育状況に斑があったとのことであった。サンプリング調査時にも第 6 圃場で生育の悪い区画があり、サンプリング結果に影響を及ぼしている可能性がある。土地開発局地域事務所による土壌の分析結果では、第 6 圃場の仮比重が低く、栽培により適した土壌になっている (28 ページにある表 18「2021/22 年栽培期 キャッサバ・サトウキビサンプリング結果」参照)。

2019 年～2021 年のタイ全体、及び本調査の試験圃場のある県のサトウキビの平均単収は以下の表の通りで、提案法人製サブソイラとボトムプラウを使用した第 6 圃場の単収は、いずれも試験圃場のある県の当該年の平均単収を上回っている。

表 15 サトウキビ単収一覧

国/県/郡	2019 年単収 トン/ヘクタール	2020 年単収 トン/ヘクタール	2021 年単収 トン/ヘクタール
タイ全土	67.18	44.32	45.00
タイ東北部	68.72	46.41	50.30
ナコンラチャシマ県全体	65.38	43.21	50.23
コンケン県全体	67.81	46.14	48.87
ウドンタニ県	68.94	40.46	50.42

出所：農業協同組合省農業経済局資料より調査チームが作成
キャッサバの単収一覧と異なり郡レベルでの平均単収データは入手できなかった。

土壌や作物の生育状況を含むサンプリング結果の詳細は次項からの表の通り。

表 16 2020/21 年栽培期 キャッサバサンプリング結果

Tx1	タイ製ディスクプラウのみ	UT	ウドンタニ圃場
Tx2	スガノ製ボトムプラウのみ	KK	コンケン圃場
Tx3	タイ製サブソイラー&タイ製ディスクプラウ	NR	ナコンラチャシマ圃場
Tx4	タイ製サブソイラー&スガノ製ボトムプラウ		
Tx5	スガノ製サブソイラー&タイ製ディスクプラウ		
Tx6	スガノ製サブソイラー&スガノ製ボトムプラウ		

キャッサバ

		試験前	Tx1	Tx2	Tx3	Tx4	Tx5	Tx6	平均	
キャッサバの生育	高さ (cm) (収穫時)	UT	215.00	195.00	218.64	217.73	194.09	202.72	207.20	
		KK	167.08	165.42	166.67	165.42	165.42	151.67	163.61	
		NR	176.13	196.75	158.63	182.20	197.38	221.79	188.81	
		平均	186.07	185.72	181.31	188.45	185.63	192.06	186.54	
	天蓋の広さ (cm) (収穫時)	UT	158.36	166.09	157.63	162.82	167.27	168.27	163.41	
		KK	117.08	129.58	105.42	112.92	129.17	118.75	118.82	
		NR	146.06	156.23	122.08	149.63	157.50	186.40	152.98	
		平均	140.50	150.63	128.38	141.79	151.31	157.81	145.07	
土壌	Ph 値	UT	5.0	5.4	5.3	5.5	5.5	5.2	5.3	5.4
		KK	4.9	4.6	4.4	4.5	4.5	4.4	4.4	4.5
		NR	5.6	5.8	5.9	5.6	5.7	5.7	6.0	5.8
		平均	5.6	5.8	5.9	5.6	5.7	5.7	6.0	5.2
	有機物含有率 (%)	UT	0.41	0.43	0.43	0.45	0.41	0.45	0.47	0.44
		KK	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
		NR	0.60	0.57	0.68	0.51	0.66	0.77	0.69	0.65
		平均	0.44	0.40	0.47	0.39	0.42	0.51	0.49	0.45
	リン含有量 (mg/Kg)	UT	10	13	20	15	19	18	22	18
		KK	14.5	6	13	14	13	9	19	12
		NR	66	14	35	19	21	24	27	23
		平均	30	11	23	16	18	17	23	18
カリウム含有量 (mg/Kg)	UT	30	32	34	35	31	41	36	35	
	KK	31	19	21	20	21	21	23	21	
	NR	48	44	45	42	39	54	51	46	
	平均	36	32	33	32	30	39	37	34	
土壌構造	水分 (0-20 cm) (g/cm3)	UT	3.49	5.56	8.57	6.34	7.09	9.29	10.94	7.97
		KK	8.5	18.2	14.6	19.3	18.0	17.1	12.7	16.7
		NR	2.69	3.14	8.36	3.89	5.07	8.91	10.83	6.70
		平均	4.89	8.97	10.51	9.84	10.05	11.77	11.49	10.44
	水分 (20-40 cm) (g/cm3)	UT	2.74	3.29	4.17	3.36	3.42	6.29	7.41	4.66
		KK	0	20	22	23	22	27	20	22.33
		NR	3.09	2.56	4.40	3.77	3.87	4.37	5.07	4.01
		平均	1.94	8.62	10.19	10.04	9.76	12.55	10.83	10.33
	水分 (40-60 cm) (g/cm3)	UT	2.05	2.94	3.33	2.99	3.25	3.36	5.04	3.49
		KK	9.38	26	26	29	28	26	22	26.17
		NR	2.90	2.96	3.38	2.89	3.02	4.05	4.73	3.51
		平均	4.78	10.63	10.90	11.63	11.42	11.14	10.59	11.05
	仮比重 (0-20 cm) (g/cm3) (低いほど良い)	UT	1.47	1.45	1.41	1.43	1.42	1.41	1.29	1.40
		KK	1.53	0.74	0.68	0.69	0.75	0.71	0.76	0.72
		NR	1.24	1.49	1.23	1.41	1.28	1.22	0.73	1.23
		平均	1.41	1.23	1.11	1.18	1.15	1.11	0.93	1.12
	仮比重 (20-40 cm) (g/cm3) (低いほど良い)	UT	1.60	1.53	1.45	1.50	1.47	1.44	1.36	1.46
		KK	1.68	0.79	0.87	0.82	0.79	0.78	0.72	0.80
		NR	1.40	1.55	1.33	1.52	1.37	1.32	0.95	1.34
		平均	1.56	1.29	1.22	1.28	1.21	1.18	1.01	1.20
仮比重 (40-60 cm) (g/cm3)	UT	1.75	1.71	1.51	1.68	1.55	1.50	1.40	1.56	
	KK	1.60	0.78	0.78	0.72	0.68	0.72	0.77	0.74	

	(低いほど良い)	NR	1.48	1.58	1.40	1.56	1.43	1.38	1.02	1.40
		平均	1.61	1.36	1.23	1.32	1.22	1.20	1.06	1.23
茎と収穫物(根塊)	茎の幅(cm)	UT		2.69	2.84	2.73	2.79	2.88	2.91	2.81
		KK		2.36	2.43	2.27	2.35	2.42	2.17	2.33
		NR		3.00	3.19	3.02	3.15	3.07	3.46	3.15
		平均		2.68	2.82	2.67	2.76	2.79	2.85	2.76
	茎の重量(Kg/stem)	UT		2.20	2.00	2.23	2.27	2.14	2.30	2.19
		KK		1.13	1.13	0.99	1.08	1.28	1.38	1.17
		NR		2.10	2.25	1.58	2.18	2.28	2.50	2.15
		平均		1.81	1.79	1.60	1.84	1.90	2.06	1.83
	貯蔵根の深さ(cm)	UT		23.00	28.00	25.45	27.91	28.36	30.82	27.26
		KK		44.50	48.00	52.50	46.75	49.25	54.50	49.25
		NR		29.60	41.58	30.00	31.85	41.30	44.67	36.50
		平均		32.37	39.19	35.98	35.50	39.64	43.33	37.67
	貯蔵根の長さ (cm)	UT		26.00	28.00	26.10	27.09	29.18	30.00	27.73
		KK		56.00	43.25	47.50	56.00	47.00	50.75	50.08
		NR		40.45	55.90	46.50	53.73	54.93	61.40	52.15
		平均		40.82	42.38	40.03	45.61	43.70	47.38	43.32
	貯蔵根の幅 (cm)	UT		3.10	4.04	3.16	4.00	4.79	4.96	4.01
		KK		5.05	4.25	4.40	4.85	4.38	4.43	4.56
		NR		12.30	13.23	12.83	13.45	13.70	14.93	13.41
		平均		6.82	7.17	6.80	7.43	7.62	8.11	7.33
	貯蔵根の数	UT		12.00	13.82	12.18	13.36	14.00	15.09	13.41
KK			10.50	13.50	13.25	14.50	17.00	16.50	14.21	
NR			11.75	16.00	10.00	12.75	13.75	12.25	12.75	
平均			11.42	14.44	11.81	13.54	14.92	14.61	13.46	
根塊の重量(Kg/rai)	UT		3,529	4,172	3,768	4,139	4,283	4,819	4,118	
	KK		4,303	4,742	4,032	5,136	4,327	4,942	4,580	
	NR		3,940	5,840	4,463	4,920	5,180	8,153	5,416	
	平均		3,924	4,918	4,088	4,732	4,597	5,971	4,705	
でん粉濃度 (%)	UT		24.22	24.78	25.45	24.77	26.80	26.59	25.44	
	KK		23.68	26.00	25.68	24.55	25.18	29.58	25.78	
	NR		16.63	22.37	23.38	24.75	19.50	22.50	21.52	
	平均		21.51	24.38	24.84	24.69	23.83	26.22	24.25	
繊維根の長さ (cm)	UT		21.83	23.98	22.27	24.68	26.18	28.87	24.64	
	KK		31.00	31.25	32.25	30.25	41.00	36.00	33.63	
	NR		31.58	36.65	33.20	35.10	35.70	36.93	34.86	
	平均		28.14	30.63	29.24	30.01	34.29	33.93	31.04	
葉の重量(Kg)	KK		0.11	0.34	0.10	0.20	0.23	0.17	0.19	
対象面積あたりの収穫量(Kg/48m ²)	NR		118.20	175.20	133.87	147.61	155.41	244.58	162.48	

表 17 2020/21 年栽培期 サトウキビサンプリング結果

Tx1	タイ製ディスクプラウのみ	UT	ウドンタニ圃場
Tx2	スガノ製ボトムプラウのみ	KK	コンケン圃場
Tx3	タイ製サブソイラー&タイ製ディスクプラウ	NR	ナコンラチャシマ圃場
Tx4	タイ製サブソイラー&スガノ製ボトムプラウ		
Tx5	スガノ製サブソイラー&タイ製ディスクプラウ		
Tx6	スガノ製サブソイラー&スガノ製ボトムプラウ		

サトウキビ (新植)

		試験前	Tx1	Tx2	Tx3	Tx4	Tx5	Tx6	平均	
土 壌	Ph 値	UT	4.60	5.20	6.00	5.50	5.30	5.10	5.20	5.38
		KK	5.30	5.00	5.20	5.00	5.10	5.30	5.40	5.17
		NR	5.50	5.20	5.40	5.30	5.60	6.50	5.30	5.55
		平均	5.13	5.13	5.53	5.27	5.33	5.63	5.30	5.37
	有機物含有率 (%)	UT	0.42	1.10	1.00	1.30	0.80	0.90	0.80	0.98
		KK	0.10	0.27	0.36	0.35	0.38	0.38	0.38	0.35
		NR	0.27	0.58	0.50	0.60	0.59	0.79	0.63	0.62
		平均	0.26	0.65	0.62	0.75	0.59	0.69	0.60	0.65
	リン含有量 (mg/Kg)	UT	8.00	5.00	8.00	5.00	4.00	6.00	5.00	5.50
		KK	8.00	11.00	17.00	15.00	18.00	16.00	18.00	15.83
		NR	11.00	21.00	20.00	15.00	17.00	17.00	18.00	18.00
		平均	9.00	12.33	15.00	11.67	13.00	13.00	13.67	13.11
カリウム含有量 (mg/Kg)	UT	33.0	21.00	18.00	20.00	18.00	23.00	22.00	20.33	
	KK	29.0	35.00	36.00	30.00	33.00	31.00	41.00	34.33	
	NR	37.0	25.00	33.00	34.00	30.00	51.00	33.00	34.33	
	平均	33.0	27.00	29.00	28.00	27.00	35.00	32.00	29.67	
土 壌 構 造	水分 (0-20 cm) (g/cm ³)	UT	5.85	3.14	5.30	5.96	4.22	4.82	3.99	4.57
		KK	2.51	2.82	4.44	3.52	4.32	3.65	4.58	3.89
		NR	2.89	2.59	3.32	6.04	3.08	3.08	3.23	3.56
		平均	3.75	2.85	4.35	5.17	3.87	3.85	3.93	4.01
	水分 (20-40 cm) (g/cm ³)	UT	0.42	3.83	4.94	6.36	6.65	5.55	5.44	5.46
		KK	2.65	3.25	5.04	3.90	3.50	4.20	5.15	4.17
		NR	3.28	6.59	4.66	5.54	4.29	4.94	5.98	5.33
		平均	2.12	4.56	4.88	5.27	4.81	4.90	5.52	4.99
	水分 (40-60 cm) (g/cm ³)	UT	1.56	4.56	4.76	6.71	5.11	4.61	5.91	5.28
		KK	3.03	3.77	5.52	3.80	3.90	4.76	5.80	4.59
		NR	2.80	9.44	10.83	7.39	5.64	5.13	7.11	7.59
		平均	2.46	5.92	7.04	5.97	4.88	4.83	6.27	5.82
	仮比重 (0-20 cm) (g/cm ³) (低いほど良い)	UT	1.35	1.51	1.42	1.43	1.57	1.46	1.31	1.45
		KK	1.45	1.43	1.36	1.43	1.40	1.38	1.32	1.39
		NR	1.34	1.35	1.34	1.39	1.39	1.37	1.33	1.36
		平均	1.38	1.43	1.37	1.42	1.45	1.40	1.32	1.40
	仮比重 (20-40 cm) (g/cm ³) (低いほど良い)	UT	1.61	1.64	1.60	1.62	1.65	1.59	1.49	1.60
		KK	1.52	1.55	1.40	1.55	1.44	1.44	1.37	1.46
		NR	1.39	1.56	1.51	1.49	1.49	1.49	1.47	1.50
		平均	1.51	1.58	1.50	1.55	1.53	1.51	1.44	1.52
	仮比重 (40-60 cm) (g/cm ³) (低いほど良い)	UT	1.61	1.68	1.55	1.65	1.62	1.54	1.51	1.59
		KK	1.66	1.60	1.46	1.59	1.55	1.48	1.39	1.51
		NR	1.46	1.69	1.51	1.55	1.54	1.52	1.45	1.54
		平均	1.58	1.66	1.51	1.60	1.57	1.51	1.45	1.55
収 穫 物 と 根	収穫物 (Kg/rai)	UT		7,400	9,838	7,837	9,085	9,550	10,086	8,966
		KK		8,148	9,300	8,464	9,693	10,246	10,782	9,439
		NR		8,771	11,504	8,896	10,858	11,261	12,422	10,619
		平均		8,106	10,214	8,399	9,879	10,352	11,097	9,675
	糖度 (Brix)	UT		22.45	23.27	21.27	21.81	22.18	22.54	22.25
		KK		19.20	19.00	19.30	19.30	19.00	19.00	19.13

		NR		22.92	22.81	22.89	22.59	23.66	21.96	22.81
		平均		21.52	21.69	21.15	21.23	21.61	21.17	21.40
	繊維根の長さ (cm)	UT		28.75	29.75	26.00	32.25	38.00	39.50	32.38
		KK		30.38	41.41	35.55	42.72	45.23	49.16	40.74
		NR		46.67	55.67	51.33	56.67	55.33	60.34	54.34
		平均		35.27	42.28	37.63	43.88	46.19	49.67	42.48

表 18 2021/22 年栽培期 キャッサバ・サトウキビサンプリング結果

Tx1	タイ製ディスクプラウのみ	KK	コンケン圃場
Tx2	スガノ製ボトムプラウのみ	NR	ナコンラチャシマ圃場
Tx3	タイ製サブソイラー&タイ製ディスクプラウ		
Tx4	タイ製サブソイラー&スガノ製ボトムプラウ		
Tx5	スガノ製サブソイラー&タイ製ディスクプラウ		
Tx6	スガノ製サブソイラー&スガノ製ボトムプラウ		

キャッサバ

			Tx1	Tx2	Tx3	Tx4	Tx5	Tx6	平均
茎と収穫物(根塊)	根塊の重量 (Kg/rai)	KK	3,692	4,100	3,817	3,983	4,190	4,367	4,025
		NR	3,506	3,363	3,485	2,894	3,343	3,649	3,373
		平均	3,599	3,732	3,651	3,439	3,767	4,008	3,699
	でん粉濃度 (%)	KK	22.4	22.3	23.6	22.7	23.1	23.5	22.9
		NR	23.8	25.5	24.5	24.1	25.1	25.6	24.7
		平均	23.1	23.9	24.0	23.4	24.1	24.5	23.8

サトウキビ (新植)

			Tx1	Tx2	Tx3	Tx4	Tx5	Tx6	平均
土壌構造	仮比重 (0-20 cm) (g/cm3) (低いほど良い)	KK	1.58	1.31	1.42	1.53	1.46	1.38	1.44
	仮比重 (20-40 cm) (g/cm3) (低いほど良い)	KK	1.66	1.59	1.66	1.62	1.47	1.48	1.58
	仮比重 (20-60 cm) (g/cm3) (低いほど良い)	KK	1.67	1.61	1.65	1.64	1.59	1.55	1.62
収穫物	収穫物 (Kg/rai)	KK	9,984	15,322	10,716	11,028	12,520	17,803	12,896
	糖度 (Brix)	KK	24.27	20.77	20.97	20.17	20.63	24.23	21.84

サトウキビ (株出し1年目)

			Tx1	Tx2	Tx3	Tx4	Tx5	Tx6	平均
土壌構造	仮比重 (0-20 cm) (g/cm3) (低いほど良い)	KK	1.41	1.41	1.54	1.45	1.46	1.45	1.45
		NR	1.60	1.35	1.28	1.30	1.32	1.25	1.35
		平均	1.51	1.38	1.41	1.37	1.39	1.35	1.40
	仮比重 (20-40 cm) (g/cm3) (低いほど良い)	KK	1.51	1.48	1.59	1.61	1.55	1.49	1.54
		NR	1.65	1.42	1.29	1.46	1.45	1.37	1.44
		平均	1.58	1.45	1.44	1.53	1.50	1.43	1.49
	仮比重 (20-60 cm) (g/cm3) (低いほど良い)	KK	1.61	1.59	1.71	1.62	1.57	1.53	1.60
		NR	1.66	1.43	1.47	1.57	1.54	1.42	1.51
		平均	1.63	1.51	1.59	1.59	1.55	1.47	1.56
収穫物	収穫物 (Kg/rai)	KK	13,166	11,882	10,745	10,998	10,119	10,290	11,200
		NR	20,468	21,042	18,311	20,138	20,809	22,484	20,542
		平均	16,817	16,462	14,528	15,568	15,464	16,387	15,871
	糖度 (Brix)	KK	21.90	24.17	23.93	24.10	23.70	24.23	23.67
		NR	23.77	22.57	23.17	23.07	23.27	23.90	23.29
		平均	22.84	23.37	23.55	23.59	23.49	24.07	23.48

(3) 現地適合性確認結果（ビジネス展開面）

収穫物のサンプル収集後の協力農家やトラクターサービス提供者からの聞き取りでは、提案法人製サブソイラとプラウに対する使用方法、強度、性能や試験圃場での作物の生育に対する満足度は高く、現地の技術ニーズを満たしているといえる。また、比較的な大型トラクターを所有し、賃耕サービスを提供している農家の中には、製品の購入に関心を示す農家もあった。

本調査では、試験圃場の周辺農家からキャッサバ／サトウキビの栽培方法、収支、硬盤破碎への関心等に関する聞き取り調査（農家社会経済状況調査）を行った⁷。以下に結果をまとめる。

① 聞き取り対象農家の一般情報

1. 一般情報		
	キャッサバ栽培農家	サトウキビ栽培農家
1.1 調査対象農家数	ナコンラチャシマ県：6 コンケン県：8 ウドンタニマ県：6 計 20 農家	ナコンラチャシマ県：5 コンケン県：5 ウドンタニマ県：5 計 15 農家
1.2 各作物の収穫面積 (2020/21 年栽培期)	23.9 ライ (3.8 ヘクタール) (平均値)	13.16 ライ (2.1 ヘクタール) (平均値)
1.3 トラクター所有農家数	12 農家 (60%) 多くは 60 馬力以下の小型トラクターを所有%	11 農家 (73%) 多くは 60 馬力以下の小型トラクターを所有
1.3 賃耕サービスを行うトラクター所有農家数	5/12 農家 トラクター所有農家の 42%	4/11 農家 トラクター所有農家の 36%

聞き取りを行った農家数は、キャッサバ栽培農家はナコンラチャシマ県とウドンタニマ県で各 6 農家、コンケン県で 8 農家（計 20 農家）、サトウキビ栽培農家は各県 5 農家（計 15 農家）で、キャッサバとサトウキビの両方を栽培している農家も多くあった。2020/21 年栽培期の平均収穫面積は、キャッサバが 3.8 ヘクタール、サトウキビが 2.1 ヘクタールで、キャッサバの市場価格が比較的高い水準であったことから、キャッサバの栽培面積を増やす農家が多かった。聞き取りを行った農家の 66%がトラクターを所有していたが、所有トラクターの多くは 60 馬力以下の小型のトラクターであった。

② 栽培方法

2. 栽培方法（実施している農家数）		
	キャッサバ栽培農家（20 農家）	サトウキビ栽培農家（15 農家）
2.1 耕起	20 農家 (100%)	15 農家 (100%)
2.2 施水	1 農家 (5%)	4 農家 (27%)
2.3 施肥（有機肥料）	12 農家 (60%)	7 農家 (47%)
2.4 施肥（化学肥料）	20 農家 (100%)	14 農家 (93%)
2.5 殺虫/防虫剤使用	3 農家 (15%)	2 農家 (13%)
2.6 除草剤使用	13 農家 (65%)	11 農家 (73%)
2.7 農地借用	7 農家 (35%)	4 農家 (27%)
2.8 収穫時の傭人/収穫サービス	15 農家 (75%)	10 農家 (67%)
2.9 リスク/懸念	<ul style="list-style-type: none"> ● 病虫害 ● 渇水 ● 多雨による根塊腐食 ● サトウキビとの輪作による土壌悪化 ● 燃料費高騰による賃耕代上昇 	<ul style="list-style-type: none"> ● 病虫害 ● 渇水 ● 化学肥料価格の上昇 ● 苗木価格の上昇 ● 燃料費よる賃耕代上昇 ● 除草剤使用禁止によるコスト増

⁷ 10 ライ（1.6ヘクタール）以上の圃場面積を有する中規模の農家を対象として、協力農家からの紹介などにより聞き取りを行う農家を選定した。

	<ul style="list-style-type: none"> ● キャッサバ価格の下落、など 	<ul style="list-style-type: none"> ● 労賃と輸送費上昇、など
2.11 新たな技術や作物の情報源	<ul style="list-style-type: none"> ● 農業事務所 ● 隣人からの苗木の調達 ● 栽培農家グループメンバー ● 賃耕サービス提供者 ● ユーチューブ、など 	<ul style="list-style-type: none"> ● 農業事務所 ● 家族、隣人 ● 製糖工場 ● 経験値による判断、など

聞き取りを行った農家の多くが栽培に化学肥料、除草剤を使用し、収穫時には労働者を雇っていることが見て取れる(サトウキビの場合はハーベスター使用を含む)。施水については多くの農家が行っておらず、特にキャッサバは1農家を除いてすべての農家が降雨に頼っている。キャッサ、サトウキビ栽培共通のリスクとしては、病虫害、渇水、投入コストの増加が挙げられた。また、サトウキビ栽培により土壌が悪化するため、土壌改善のためにサトウキビとキャッサバを転作する農家もあるようだ。新たな技術や作物の情報源としては、地域の農業事務所のスタッフや近隣の農家などが多く挙げられた。また、最近ではキャッサバやサトウキビを含む農作物の栽培方法や新たな技術、製品に関する情報が動画やソーシャルメディアを通じて共有されており、情報源として活用している農家もあった。

③ 提案法人関連技術や製品への関心

3. 技術や製品への関心*1		
	キャッサバ栽培農家 (20 農家)	サトウキビ栽培農家 (15 農家)
3.1 硬盤層破碎に関心あり	19 農家 (95%)	14 農家 (93%)
3.1 サブソイラ使用に関心あり	17 農家 (85%)	14 農家 (93%)
	期待する価格帯として、購入の 4 万パーツ (14.4 万円) 程度の回答が多く、賃耕の場合は 250-500 パーツ/ライが多い。	

*1 地中の硬盤層の破碎に焦点を当て、サブソイラ使用への関心について質問している

聞き取りを行った農家の多くが地中の硬盤層を認識しており、破碎に関心があると回答した。サブソイラについても多くの農家に関心を示しており、大型トラクターを所有しておらず賃耕サービスを受けて耕起を行っている農家の中には、賃耕料金が高くなっても、地中深く刺さり硬盤を破碎するサブソイラを使いたいという農家があった。また、サブソイラの購入に関心を示す農家もあったが、期待する価格帯は4万パーツ(14.4万円)程度を挙げる農家が多く、農家が許容できる価格帯で製品が提供できるかが課題になるとと思われる。

④ サトウキビ/キャッサバ栽培採算性

	キャッサバ栽培農家 (20 農家)	サトウキビ栽培農家 (15 農家)
収入		
4.1 単収	3.87 トン/ライ (24.2 トン/ヘクタール)	11.92 トン/ライ (74.4 トン/ヘクタール)
4.2 販売価格	2170 パーツ (7,812 円) / トン	998 パーツ (3,593 円) / トン
4.3 収入 (1 ライあたり) *1	8,485 パーツ/ライ (190,912 円/ヘクタール)	10,512 パーツ/ライ (236,520 円/ヘクタール)
4.4 収入 (1 農家あたり)	234,792 パーツ (845,251 円)	151,306 パーツ (544,702 円)
費用		
4.5 費用 (1 ライあたり)	3,313 パーツ/ライ (74,543 円/ヘクタール)	4,359 パーツ/ライ (98,077 円/ヘクタール)
4.6 費用 (1 農家あたり)	91,675 パーツ (330,030 円)	62,742 パーツ (225,871 円)
粗利益		
4.7 粗利益 (1 ライあたり)	5,172 パーツ/ライ (116,370 円/ヘクタール)	6,153 パーツ/ライ (138,442 円/ヘクタール)
4.8 粗利益 (農家あたり)	143,117 パーツ (515,221 円)	88,564 パーツ (318,830 円)

*1 各農家の1ライ当たりの収入の平均値を計算。各農家により栽培面積、単収、販売価格が異なるため、単収×販売価格の積算にはならない。

収入から農家の人件費を除く1ヘクタール当たりの粗利益の平均は、キャッサバ栽培農家で11.6万円、サトウキビ栽培農家で約13.8万円になる。農家当たりの粗利益の平均は、キャッサバ栽培農家で51.5万円（収入に占める粗利益率は61%）、サトウキビ栽培農家は31.9万円（収入に占める粗利益率は59%）で、キャッサバ栽培農家の方が栽培面積が大きいため、農家当たりの粗利益が大きくなる。

⑤ 提案法人製サブソイラを購入／使用した場合の採算性

上記の農家からの聞き取り結果を基に、トラクターを所有していない農家が提案法人製サブソイラを使用した賃耕サービスを受ける場合の採算性として、以下のような試算が考えられる。提案法人製サブソイラにより単収と収入が5%上昇すると仮定すると、賃耕代が2倍になったとしても、キャッサバとサトウキビの両方で農家の粗利益は増える。

	キャッサバ			サトウキビ		
	2020/21年 農家調査	→ 単収 5%Up	提案法人サブ ソイラ使用	2020/21年 農家調査	→ 単収 5% Up	提案法人サブソイ ラ使用
収入	8,485 パーツ			8,485+ <u>424</u> =8,909 パーツ		10,512 パーツ
費用	3,313 パーツ	→ 賃耕代 が2倍	3,313+ <u>299</u> =3,612 パーツ	4,359 パーツ	→ 賃耕代 が2倍	4,359+ <u>241</u> =4,600 パーツ
賃耕代	299 パーツ			241 パーツ		
粗利益	5,172 パーツ	→	5,297 パーツ	6,153 パーツ	→	6,438 パーツ

圃場での比較試験で、タイ製サブソイラとタイ製ディスクプラウを使用した圃場（第3圃場）と、提案法人製サブソイラとタイ製ディスクプラウを使用した圃場（第5圃場）での収量の比較は以下の表の通りで、サブソイラを提案法人製に変えることにより、収量が5%上がるという上記の条件は、圃場試験から見て現実的であると考えられる。

圃場試験 (各県の圃場試験結果の 平均値)	第3圃場の平均収量 ・タイ製ディスクプラウ ・タイ製サブソイラ	第5圃場の平均収量 ・タイ製ディスクプラウ ・提案法人製サブソイラ	第5圃場での 平均収量増加 の割合
キャッサバ 2020/21年栽培期	4,088 キロ/ライ	4,597 キロ/ライ	12.5%
キャッサバ 2021/22年栽培期	3,651 キロ/ライ	3,767 キロ/ライ	3.2%*
サトウキビ(新植) 2020/21年栽培期	8,399 キロ/ライ	10,352 キロ/ライ	23.3%
サトウキビ(新植) 2021/22年栽培期	10,716 キロ/ライ	12,520 キロ/ライ	16.8%
サトウキビ(株出し) 2021/22年栽培期	9,685 キロ/ライ	10,309 キロ/ライ	6.4%

*サンプリングを行ったナコンラチャシマ、コンケン量の圃場で、栽培期間中に豪雨があり、洪水によるキャッサバ根塊の腐食を恐れた協力農家が、収穫の適正時期前に収穫を行ったため、収量が低く、圃場間の違いが十分に表れていない可能性がある。

また、トラクターを所有している賃耕サービス提供者が提案法人サブソイラを購入して賃耕サービスを提供する場合の採算性は、以下の仮説が考えられる。

- 提案法人サブソイラを使用する場合の賃耕サービス料金を、現行の1ライ当たり250パーツ程から350パーツ程度に設定する（100パーツの追加料金）
- 栽培期（1年）当たりの賃耕サービス量を、20ライ（3.2ヘクタール）／日×60日＝1,200ライ（192ヘクタール）とする。
- 上記のように賃耕サービスを提供すると、提案法人サブソイラの使用による賃耕サービス提供者の増収は、栽培期（1年）あたり100パーツ×1,200ライ＝120,000パーツ／年（43.2万円／年）になる。
- 仮に提案法人サブソイラの販売価格を20万パーツ（72万円）としても、賃耕サービス提供者は購入後2栽培期（2年間）で費用を回収することができることになる。

本事業を展開する上での法令や制度については、本報告時点で提案製品の使用や販売を規制する法令などは確認できておらず、今度の事業展開を行う上でも法規制や許認可制度の制約を受ける可能性は低いと考えられる。また、提案法人製品はトラクターの後部に取り付けて使用するが、本調査で現地で使用されているトラクターへの取り付けが可能であることが確認された。

4. 開発課題解決貢献可能性

提案法人のサブソイラ、プラウ技術により、作物の根の地中深部への伸長が促進され、保水力が高まり、結果として単収の向上につながると考えられる。特に、気候条件が悪く少雨や干ばつの影響を受けやすいタイ東北部において、サトウキビ、キャッサバ収穫への悪影響を緩和することが期待できる。上記のように本調査での圃場調査での結果、提案法人の製品を使用した圃場での単収がタイ製製品を使用した圃場に比べて相対的に単収が高いことが確認された。

また、本調査での提案法人製品を使った圃場試験により、提案法人の土づくりの知見・ノウハウが本調査のC/P機関である土地開発局と同局の地域事務所や協力農家に移転されており、今度の事業展開が農家の土壌改良のための知識や意識の向上につながることが期待できる。土地開発局は、本調査を通じてサブソイラによる地中の硬盤層の破碎がキャッサバ、サトウキビの収穫増につながることへの認識を高めている。農家支援の一環として後述するような畑作地での硬盤破碎事業も計画しており、提案法人との事業展開との連携が考えられる。

本事業では、2022年9月11日～17日にかけて、提案法人の製品や技術を学んでもらうことを目的として本邦受け入れ活動を実施し、土地開発局から6人の職員が参加した。活動では、参加者が提案法人工場の視察や製品のデモンストレーションを通じて提案法人の製品や技術に対する理解を深めるとともに、提案法人と関係のある研究機関や農家を訪問し、日本の土壌や土壌分析技術について学んだ。また、各活動での学びを踏まえて、本邦受け入れ活動最終日には、提案法人と参加者間で提案製品のタイでの普及についての意見交換がされた。主な内容は下記の通り。

<提案製品の利点>

- 製品の品質の高さと多様性
- 仕様の異なる製品による地域／土壌に適した製品の提供
- 耐久性（価格は高いが耐久年数が長いので費用対効果が高い）

<提案製品のタイでの適用への課題>

提案製品の品質が高く評価される一方で、タイでの適用への課題として以下の点が挙げられた。

- 圃場の広さや異なる土壌への対応

- 機能の多様化（例えばサブソイラとプラウを1台で行えるなど、複数の機能があれば費用対効果が高くなる）
- 異なる土壌での実証が少なく、まだ農家への訴求力が弱い
- 価格が高い
- 農家による購入への制度的支援がない（農業協同組合銀行との連携による低利融資など）

＜土地開発局との連携の可能性＞

- 硬盤破碎事業や調査研究のためのパイロット事業での協力
- 関連イベントやセミナーなどでの本案件化調査結果の共有（例えば2023年1月27日～2月5日にコンケン県で開催予定の「Esan（東北タイ）Agriculture Day」での情報発信など）

提案法人は本事業終了後も土地開発局との関係を維持し、次のセクションで触れる土地開発局による硬盤層破碎事業での協力を含めて、引き続きタイにおける土壌改良事業での連携について協議していく。

第3 ODA 事業計画/連携可能性

1. ODA 事業の内容/連携可能性

本調査結果を基に、引き続き土地開発局及び本調査対象地の土地開発地域事務所との協力により以下の普及・実証・ビジネス化事業の形成を検討している。本調査での圃場試験はタイ東北部のナコンラチャシマ県、コンケン県、ウドンタニ県の各1か所で実施したのみであったが、普及・実証・ビジネス化事業は各地の土地開発地域事務所との協力により対象地を東北部の広い地域に拡大し、多様な土壌条件での有効性を実証する。また、本調査で関係者から要望のあった、①より小型のトラクターでのけん引の可能性、②ネピアグラスなどのサトウキビ、キャッサバ以外の作物の圃場での使用の可能性、③施肥や施水などの条件とあわせた土壌や作物栽培への影響についての検証、を検討する。

事業名:タイ東北部でのサブソイラ、プラウ導入による農作物の単収向上を通じた農家の収入向上のための普及・実証・ビジネス化事業

表 19 普及・実証・ビジネス化事業案

目的	タイ東北部において現地の環境に適したサブソイラ、プラウの使用方法を実証し、サブソイラ、プラウの普及計画・ビジネス展開計画が策定される
成果	活動
成果1 現地の栽培環境・方法や栽培農家のニーズに適したサブソイラ、プラウの使用方法が確認される	1-1: 農家の栽培方法、社会経済状況や土地作りに関する知識・意識を調査する
	1-2: 小型のトラクターの使用による硬盤破碎、圃場整備を含めて、サブソイラ、プラウの使用環境・ニーズを分析する
	1-3: サブソイラ、プラウの使用に指摘した農作物を選定する(サトウキビ、キャッサバに加えて、ネピアグラスなどが考えられる)
成果2 サブソイラ、プラウの効果を実証される	2-1: C/P との協議に基づき、パイロットサイトを選定する
	2-2: パイロットサイトへサブソイラ、プラウを導入する
	2-3: C/P、土地開発地域事務所が中心となり、パイロットサイトでの試験栽培とモニタリングを実施する
	2-4: 硬盤破碎による土壌の改善や施肥/施水状況の作物生育への影響を含めてサブソイラ、プラウの評価を行うと共に、課題

	の抽出・対策を検討する
成果3 サブソイラ、プラウの効果が農家や関係者に理解され、事業への意識が高まる	3-1: 使用方法や収益計算に関する農家への研修を行う
	3-2: 実証結果についてセミナー等を通じてタイ国内関係者間で共有する
成果4 サブソイラ、プラウの販売、維持管理体制が整う	4-1: タイの市場、ビジネス環境、パートナーに係る調査を実施する
	4-2: 活動 1-2、2-4、4-1 をもとにタイ国内における事業展開計画を策定する
	4-3: 部品やサービスの供給体制の確立、販売網の構築を行う
対象地域	タイ東北部の3県（ナコンラチャシマ県、コンケン県、ウドンタニ県）及び東北部の他の県（土地開発局と協議の上で選定）
C/P 機関	農業協同組合省土地開発局 土地開発地域事務所

本案件化調査はコロナ感染症拡大の影響で実施期間が延長されたが、延長期間中に土地開発局地域事務所の協力により事業対象地での活動を継続することができた。そのため、当初予定の2020/2021栽培期だけでなく、タイ国内でのコロナ感染拡大防止対策による移動や活動の制約を受けながらも2021/22栽培期のサンプリング調査を行ことができ、より多くの実証データが集まっている。また、調査期間の延長により、土地開発局地域事務所スタッフの提案法人技術・製品の有効性や、硬盤層破碎の重要性に対する理解がより深まっていると考えられる。

こうしたデータの蓄積と関係者による理解の深まりを基に、土地開発局は本調査での比較試験の結果も参考にして、タイ東北部で以下のような硬盤層破碎による農家支援事業を計画している⁸。

表 20 土地開発局による硬盤層破碎事業案

事業内容	畑作栽培圃場（主にキャッサバ）の地中にある硬盤層を破碎し、作物の生育促進と収量増加を通じて栽培農家を支援する
事業実施時期	2023年タイ会計年度（2022年10月～2023年9月）（予算承認済み） *圃場での作業は多くの農家が圃場準備を行う2023年2月～4月を想定 *土地開発局は2024年～2026年会計年度での予算も申請中（未承認）
対象地	<ul style="list-style-type: none"> ● ナコンラチャシマ県（東北部） 1,000 ライ（160ヘクタール） ● コンケン県（東北部） 1,000 ライ（160ヘクタール） ● ガラシン県（東北部） 1,000 ライ（160ヘクタール） ● ナコンナヨック県（東部） 500 ライ（80ヘクタール）
実施方法	<ul style="list-style-type: none"> ● 事業の内容は以下の通り。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 対象農家への研修 ➢ サブソイラによる硬盤破碎 ➢ ディスクプラウによる圃場整備 ➢ 土壌改良のための石膏投入 ➢ 土壌のサンプリング調査 ➢ 作業後のモニタリングと評価 ● 各県の土地開発事務所が事業対象地域／農家を選定し、民間業者／個人事業者に、サブソイラとディスクプラウを使った硬盤破碎と破碎後の圃場整備を委託する。 ● 各県の土地開発事務所がサブソイラによる硬盤破碎とディスクプラウによる圃場整備を委託する業者を選定する見込みだが、選定プロセス

⁸ 本事業については、まだ土地開発局内での実施手続き中で、公式な情報は公開されておらず、変更の可能性がある。

	<p>などは未定。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 業務委託の技術的な条件は、①サブソイラが地表から 50 センチ以上の深さに達すること、②畝間 50-70 センチで作業できること、が挙げられている。
--	--

上記事業実施に先立ち、土地開発局地域事務所が 2022 年 11 月～12 月にかけてナコンラチヤンマ県の 200 ライ（32 ヘクタール）の農地で提案法人から貸与されたサブソイラを使用した硬盤層破碎を行っている。

提案法人としては、まずはトラクターサービスの提供事業者との協力で上記土地開発局の事業に参加することにより、行政機関関係者や地域の農家に提案法人の製品・技術の優位性を伝え、その後の事業展開につなげていくことを考えている。また、もし上記事業が継続して行われるようであれば、表 19 で示した普及・実証・ビジネス化事業と連動させていくことも検討したい。

2022 年 11 月 30 日には新たに着任した土地開発局長に本事業の成果について説明し、局長からは複数年のデータから有効性が確認でき、農家への説明も説得力が強くなるとの評価を得た。また、2023 年 1 月～2 月にコンケン県で開催される農業フェア及びその他のイベントへの出展や、農業協同組合銀行（BAAC）との連携による購入農家への信用の提供などのアドバイスもあった。

2. 新規提案 ODA 事業の実施/既存 ODA 事業との連携における課題・リスクと対応策

農作物は各栽培期の天候条件、病虫害の発生などにより大きな影響を受け、土壌や農家の栽培方法によっても収量が変わるため、製品の有効性や優位性を一般化して示すことは容易ではない。本案件化調査でも、濁水や伝染病の影響を受けて栽培試験が行えなくなったり、栽培や収穫条件が変わったことにより試験結果の分析に支障をきたした圃場がある。そのため、ODA 事業を立案する場合は、C/P 機関となると土地開発局や事業対象地の同局地域事務所と事業目的や計画を詳細に共有し、協力農家との連絡／調整やデータの収集を効果的かつ効率的に行う必要がある。

ODA 事業への制度面やインフラ面での課題やリスクは現時点では考えられない。土地開発局は地域事務所を拠点にサービスを提供しており、C/P 体制面での大きな課題やリスクも考えにくい。その一方で、C/P 機関内での人事異動を避けることはできないので、異動による影響を抑えるために、指揮系統や報告経路を把握し、経路に沿って適宜情報を共有し、事業に対する理解を対組織で共有するように努める必要がある。

3. 環境社会配慮等

本案件化調査は環境カテゴリ分類の C「環境や社会への望ましくない影響が最小限またはほとんどないと考えられるプロジェクト」に該当する。

ODA 事業を立案する場合は、サトウキビ、キャッサバなどの畑作物の栽培の圃場試験を含む可能性が高いため、協力農家と十分にコミュニケーションをとり、事業が円滑に進むように留意する。圃場試験で使用する化学製品は通常の栽培方法を踏襲するため環境面での大きな負担にはならないと考えられるが、使用する肥料の原料や施肥量に留意する。

提案法人の製品を用いてサトウキビ、キャッサバ圃場での栽培試験を行う場合、製品を牽くトラクターの運転や圃場管理の面で現地農家の協力が必要になる。トラクターの運転や機材の脱着は基本的に男性が行うが、圃場管理は男女共同で行われることが多いため、土壌の掘削、収穫、収穫物を運搬など重労働が必要となる場合は、業務分担を工夫するなどして労働環境にも配慮する。

4. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果

普及・実証・ビジネス化事業を立案、実施する場合、タイ東北部でサブソイラ、プラウの効果が確認され、活用方法が理解されることで、C/P 機関の能力向上に繋がる。また、農家によって提案製品が正しく活用されることで、サトウキビ、キャッサバなどの農作物の単収増加が期待できる。まずは、事業対象地域となるタイ東北部で技術とノウハウが普及し、長期的にはタイ全土に普及することにより、農家の収入増加への大きな効果が期待できる。

タイ政府は稲作から畑作物への転作を推進しており、提案法人のサブソイラ、プラウの効果がさらに増大していく可能性が高い。長期的には事業インパクトのタイ全土や他の東南アジア地域への波及や、トウモロコシなどの他の畑作物栽培での応用による開発効果の拡大も考えられる。

第4 ビジネス展開計画

1. ビジネス展開計画概要
2. 市場分析
3. バリューチェーン
4. 進出形態とパートナー候補
5. 収支計画
6. 想定される課題・リスクと対応策
機密情報につき非公表

7. ビジネス展開を通じて期待される開発効果

ビジネス展開を通じて、直接的にはサトウキビ、キャッサバの単収向上を通じて、栽培農家の収入向上に貢献することが期待できる。

提案製品の販売ターゲットは中規模農家と大規模農家であるが、「3. 提案製品・技術の現地適合性」で述べたとおり、トラクターを所有していない小規模農家が提案法人製サブソイラを使用した賃耕サービスを受ける場合でも単収と収入の増加により、小規模農家の粗利益の増加が見込まれる。本調査報告書の第2章の「3. 提案製品・技術の現地適合性（3）現地適合性確認結果（ビジネス展開面）」で記載しているように、提案法人製サブソイラの使用によりサトウキビまたはキャッサバの単収が5%上がる場合、賃耕サービス代が2倍になっても小規模農家の粗利は増加する。

定量的な開発効果の予測として、提案法人は現地法人設立後5年間で市場規模の約0.8%にあたる約1,200台のサブソイラの販売を計画しているが、提案法人製サブソイラを購入した農家がそれぞれ10農家に賃耕サービスを提供すると仮定すれば、12,000農家の単収・収入増加に貢献できる。タイは世界有数のサトウキビ・キャッサバ生産国であり、約93万戸のサトウキビ・キャッサバ農家が存在する。将来的に生産規模の拡大や経験の蓄積によるコスト削減とさらなる低価格製品の販売が実現できれば、より大きな開発効果が期待できる。

8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

(1) 関連企業・産業への貢献

- 事業実施による国内の雇用創出、新規開拓、新規開発
 - ・タイでは製作できない部品の製造や現地事業に従事する雇用の増加
 - ・現地ニーズに即した途上国向け製品開発、など
- 事業実施による国内関連企業の売上増
 - ・タイでは製作できない部品を製作している国内関連企業の売上増
- 事業実施による新たなパートナーとの連携及び連携強化
 - ・タイ東北部でバガスを原料とするバイオエタノール製造実証事業を行う民間企業との連携や、現地の状況に即した農業機械技術の開発についての国内研究機関との協力を

検討する。

(2) その他関連機関への貢献

提案法人はこれまでに下記のような地方自治体や大学／研究機関との連携・貢献実績がある。本事業の結果を関連機関との関係強化や新たなネットワーク作りに有用し、海外事業展開が関連製品の開発・製造などを通じて地元経済や地元活性化に貢献するように努める。

- 北海道上富良野町で映画化をめざすプロジェクトへの寄付
- 反転均平工法が「圃場整備整地工の反転均平システム」として北海道知事賞を受賞
- 農研機構と共同で除染用反転耕プラウを開発

英文要約 (Summary Report)

Summary Report

Thailand

SDGs Business Model Formulation Survey with the
Private Sector for Enhancing Productivity of Sugarcane
and Cassava through the Soil Improvement
in the North-eastern Region of Thailand

December 2022

Japan International Cooperation Agency
Sugano Farm Machinery MFG. Co., Ltd

1. BACKGROUND

Thailand is one of the largest exporters of sugar and cassava tapioca products in the world. However, with growing international competition, the country has been facing the necessity to further improve the productivity of these commodities. Besides, as sugarcane and cassava yield is prone to drop by natural condition, particularly by drought, countermeasures for recent climate change are an urgent issue to be tackled.

Sugarcane and cassava growers in Thailand attempt to break the hardpan in the soil by the sub-soiler with large knives for facilitating the growth of roots deep into the soil. However, in practice, the knives of the sub-soiler widely applied in the country do not reach the depth of the hardpan in the soil.

Sugarcane and cassava are widely cultivated in the North-eastern region of Thailand. However, with less rainfall and irrigation facility, the region is more vulnerable to drought than other regions in the country. At the same time, use of the sub-soiler attached to the high-powered tractor is not applicable for many of farmers in the region with their small size of the farmland and economic condition. With the application of the sub-soiler which can be attached to the relatively low-powered tractor to break the hardpan in the soil as well as the plow to improve the soil nutrition, increase in the productivity of sugarcane and cassava in the region is highly expected.

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

(1) Purpose

This 'SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Enhancing Productivity of Sugarcane and Cassava through the Soil Improvement in the North-eastern Region of Thailand' was conducted under the 'SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector' supported by JICA. For the problem on the low yield of sugarcane and cassava in the North-eastern Thailand, this feasibility survey aimed to examine the feasibility for increasing the productivity of sugarcane and cassava with the use of proposed Sub-soiler to break the hardpan in the soil and Plow to plow-in organic substances into the soil.

(2) Activities

In addition to the collection of information and data for the feasibility of the proposed Sub-soiler and Plow to increase sugarcane and cassava productivity as well as for the application in the local socio-economic and cultivation environment, field tests were conducted to grow sugarcane and cassava with the use of the proposed products at the 3 field test sites in the region. Planned activities of the survey are provided below.

Table 1: Survey Contents

Survey Contents	
1. Development Issues	
	1.1 Survey on development issues, such as situation of cultivation and farmers
	1.2 Survey on development plans, policies, laws on the development issues
	1.3 Confirmation of Japan's development cooperation policy on the development issues
	1.4 Analysis on the ODA projects and projects supported by other development partners
2. Products/Technologies of the Company	
	2.1 Survey on the local application of the proposed products/technologies
	2.2 Survey on the contribution to the development issues
3. ODA Project Plan/ Cooperation	
	3.1 Consideration for ODA project and possibility for cooperation with the C/P
	3.2 Consideration for challenges/risks countermeasures on the ODA project
	3.3 Consideration for environment and social consideration
	3.4 Analysis on the development impacts of the ODA project
4. Business Development Plan	
	4.1 Development of a business development plan
	4.2 Market analysis, such as competitors and financial condition and needs of farmers
	4.3 Value chain analysis
	4.4 Consideration for establishment of local base and partner company
	4.5 Development of a financial plan
	4.6 Analysis on the challenges and risks and consideration for countermeasures
	4.7 Analysis on the expected development impacts from the business development
	4.8 Analysis on the contribution to the local economy and activation in Japan

(3) Information of Product/ Technology to be Provided

Proposed products for this feasibility survey are two farm machineries attached to the tractor, namely 1) Sub-soiler and 2) Plow. The Sub-Soiler breaks the hardpan in the soil and, eventually, creates better growth environment for the plant through the extension of roots deeper and wider, more intake of water and nutrition, and better water retention and drainage. Proposed Sub-Soler for this survey can be used for a wider range of the tractor power with higher running speed. It is also expected that the knives of the Sub-soiler reach deeper in the soil to break the hardpan. For the Plow, it is designed to plow-in organic substances effectively to enhances the soil fertility.



(4) Counterpart Organization

Land Development Department (LDD), Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand

(5) Target Area and Beneficiaries

Fields tests of the feasibility survey were conducted at the sites provided below. Partner sugarcane and cassava farmers of fields test sites as well as staff of the LDD and Regional Land Development Offices under LDD were direct beneficiaries of the technical transfer of the survey through the implementation of the field test.

1. Buayai District, Nakhon Ratchashima Province
2. Mancha Khiri District, Khon Kaen Province
3. Si That District, Udon Thani Province

(6) Duration

February 2020 – January 2023 (3 years)

(7) Survey Schedule

This feasibility study was initially planned for the period of 1 year and 8 months from February 2020 to September 2021 which covers one crop season of sugarcane and cassava. However, with the world-wide outbreak of the COVID-19 pandemic in the early 2020, which did not exclude Japan and Thailand, the field visit by the survey team members of Sugano Farm Machinery from Japan was restricted after their first visit in February-March in 2020 just before the start of the travel van between Japan and Thailand.

Accordingly, the feasibility survey period was extended until the January 2023 to enable the field visit by the team of Sugano Farm Machinery to directly assess the results of the field tests at the site. At the same time, information of the field tests were thoroughly collected with the cooperation from the Regional Land Development Office of the LDD to cover two crop seasons, i.e., 2020/21 and 2021/22.

Visiting program to Japan was also organized in September 2022. 6 personnel of the LDD, both from head office and regional offices, joined the one-week program in Japan to learn the technology and practice for soil management from Sugano Farm Machinery and other cooperating organizations.

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

(1) Results of Comparative Field Test

In the field survey, land preparation at sugarcane and cassava fields was conducted before the plantation with the combination of local plow/subsoiler and plow/subsoiler of Sugano Farm Machinery as shown below to verify the adaptability and effectiveness of the Sugano Farm Machinery products.

Table 2 Combination of Plow and Subsoiler at east pilot field

Plot		Equipment used for land preparation	
		Plow	Sub-soiler
1	Tr1	Thai Disk Plow	No use
2	Tr2	Sugano Bottom Plow	No use
3	Tr3	Thai Disk Plow	Thai Sub-soiler
4	Tr4	Sugano Bottom Plow	Thai Sub-soiler
5	Tr5	Thai Disk Plow	Sugano Sub-soiler
6	Tr6	Sugano Bottom Plow	Sugano Sub-soiler

The results of the comparative test at each product, site, and cultivation season are provided in the tables below.

<Cassava>

Table 3 Nakhon Ratchasima Province: 2020/21 Season

Equipment used for land preparation		Yield per rai (kg) (Yield per hectare (ton))	Starch density (%)	Length of fiber roots (cm)
1	Thai Disk Plow only	3,940 (24.63)	16.63	31.58
2	Sugano Bottom Plow only	5,840 (36.50)	22.37	36.65
3	Thai Sub-soiler (SS) & Thai Disk Plow (Di.P)	4,463 (27.89)	23.38	33.20
4	Thai Sub-soiler (SS) & Sugano Bottom Plow (Bo.P)	4,920 (30.75)	24.75	35.10
5	Sugano Sub-soiler (SS) & Thai Disk Plow (Di.P)	5,180 (32.38)	19.50	35.70
6	Sugano Sub-soiler (SS) & Sugano Bottom Plow (Bo.P)	8,153 (50.96)	22.50	36.93

	Highest among 6 plots
	Second Highest among 6 plots
	Third Highest among 6 plots

Table 4 Nakhon Ratchasima Province: 2021/22 season¹¹

Equipment used for land preparation		Yield per rai (kg) (Yield per hectare (ton))		Starch density (%)
1	Thai Disk Plow only	3,506	(21.91)	23.78
2	Sugano Bottom Plow only	3,363	(21.02)	25.50
3	Thai SS & Thai Di.P	3,485	(21.78)	24.45
4	Thai SS & Sugano Bo.P	2,894	(18.09)	24.07
5	Sugano SS & Thai Di.P	3,343	(20.89)	25.10
6	Sugano SS & Sugano Bo.P	3,649	(22.81)	25.55

Table 5 Khon Kaen Province: 2020/21 season

Equipment used for land preparation		Yield per rai (kg) (Yield per hectare (ton))		Starch density (%)	Length of fiber roots (cm)
1	Thai Disk Plow only	4,303	(26.89)	23.68	31.00
2	Sugano Bottom Plow only	4,742	(29.64)	26.00	31.25
3	Thai SS & Thai Di.P	4,032	(25.20)	25.68	32.25
4	Thai SS & Sugano Bo.P	5,136	(32.10)	24.55	30.25
5	Sugano SS & Thai Di.P	4,327	(27.04)	25.18	41.00
6	Sugano SS & Sugano Bo.P	4,942	(30.89)	29.58	36.00

Table 6 Khon Kaen Province: 2021/22 season

Equipment used for land preparation		Yield per rai (kg) (Yield per hectare (ton))		Starch density (%)
1	Thai Disk Plow only	3,692	(23.08)	22.38
2	Sugano Bottom Plow only	4,100	(25.63)	22.25
3	Thai SS & Thai Di.P	3,817	(23.86)	23.62
4	Thai SS & Sugano Bo.P	3,983	(24.89)	22.68
5	Sugano SS & Thai Di.P	4,190	(26.19)	23.13
6	Sugano SS & Sugano Bo.P	4,367	(27.29)	23.50

¹¹ For the collection of samples at the field test sites in Nakhon Ratchasima and Khon Kaen Provinces in 2021/2022 season, data on the length of fiber roots were not collected due to the constraints in human resource and time affected by COVID-19 preventive measures.

Table 7 Udon Thani Province: 2020/21 season

Equipment used for land preparation	Yield per rai (kg) (Yield per hecter (ton))		Starch density (%)	Length of fiber roots (cm)
1 Thai Disk Plow only	3,529	(22.06)	24.22	21.83
2 Sugano Bottom Plow only	4,172	(26.08)	24.78	23.98
3 Thai SS & Thai Di.P	3,768	(23.55)	25.45	22.27
4 Thai SS & Sugano Bo.P	4,139	(25.87)	24.77	24.68
5 Sugano SS & Thai Di.P	4,283	(26.77)	26.80	26.18
6 Sugano SS & Sugano Bo.P	4,819	(30.12)	26.59	28.87

Samples of 2021/22 season for Udon Thani field test site were not collected by the Regional Land Development Office due to constraints affected by COVID-19 preventive countermeasures.

Results of all 3 field test sites at Nakhon Ratchashima, Khon Kaen, and Udon Thai Provinces demonstrated the relatively higher yield of the 6th Plot, which used Sugano Sub-soiler and Sugano Bottom Plow, among 6 plots. Length of fiber roots is also relatively longer in the 5th and 6th Plots, where Sugano Sub-soiler was used. From the field test results, it is assumed that the braking of the hardpan in the soil by the Sugano Sub-soiler promoted the extension of the fiber roots deep in the soil.

At the field test sites of Nakhon Ratchashima and Khon Kaen Provinces, cassava yields in 2021/22 season largely decreased from the yields in 2020/21. Early harvest of cassava by farmers is considered as a reason of this decrease to avoid the damage by the floods resulted from the heavy rain in 2021/22 .

<Sugarcane>

Table 8 Nakhon Ratchashima Province: 2020/21 season (new plantation)

Equipment used for land preparation	Yield per rai (kg) (Yield per hecter (ton))		Sugar density (%)	Length of fiber roots (cm)
1 Thai Disk Plow only	8,771	(54.82)	22.92	46.67
2 Sugano Bottom Plow only	11,504	(71.90)	22.81	55.67
3 Thai SS & Thai Di.P	8,896	(55.60)	22.89	51.33
4 Thai SS & Sugano Bo.P	10,858	(67.86)	22.59	56.67
5 Sugano SS & Thai Di.P	11,261	(70.38)	23.66	55.33
6 Sugano SS & Sugano Bo.P	12,422	(77.64)	21.96	60.34

Table 9 Nakhon Ratchashima Province: 2021/22 season (Ratooning 1st year of new plantation in the Table 8) ¹²

Equipment used for land preparation	Yield per rai (kg) (Yield per hecter (ton))	Sugar density (%)
1 Thai Disk Plow only	20,468 (127.92)	23.77
2 Sugano Bottom Plow only	21,042 (131.51)	22.57
3 Thai SS & Thai Di.P	18,311 (114.44)	23.17
4 Thai SS & Sugano Bo.P	20,138 (125.86)	23.07
5 Sugano SS & Thai Di.P	20,809 (130.66)	23.27
6 Sugano SS & Sugano Bo.P	22,484 (140.52)	23.90

There was no sampling survey for the new plant for 2021/22 as the partner farmer did not plant new sugarcane for the season.

Table 10 Khon Kaen Province: 2020/21season (new plantation)

Equipment used for land preparation	Yield per rai (kg) (Yield per hecter (ton))	Sugar density (%)	Length of fiber roots (cm)
1 Thai Disk Plow only	8,148 (50.94)	19.2	30.48
2 Sugano Bottom Plow only	9,300 (58.13)	19.0	41.41
3 Thai SS & Thai Di.P	8,464 (52.90)	19.3	35.55
4 Thai SS & Sugano Bo.P	9,693 (60.58)	19.3	42.72
5 Sugano SS & Thai Di.P	10,246 (64.04)	19.0	45.23
6 Sugano SS & Sugano Bo.P	10,782 (67.39)	19.0	49.16

Table 11 Khon Kaen Province: 2021/22 season (Ratooning 1st year of new plantation in the Table 10)

Equipment used for land preparation	Yield per rai (kg) (Yield per hecter (ton))	Sugar density (%)
1 Thai Disk Plow only	13,166 (82.29)	21.90
2 Sugano Bottom Plow only	11,882 (74.26)	24.17
3 Thai SS & Thai Di.P	10,745 (67.16)	23.93
4 Thai SS & Sugano Bo.P	10,998 (68.74)	24.10
5 Sugano SS & Thai Di.P	10,119 (63.24)	23.70
6 Sugano SS & Sugano Bo.P	10,290 (64.31)	24.23

For the ratooning of 2021/22 season at Khon Kaen Province, the comparative advantage of the plot with the Sugano Sub-soiler and Bottom Plow was not indicated from the field test results. According to the partner farmer, growth of the sugarcane widely varied in the field test site in this

¹² For the collection of samples at the field test sites in Nakhon Ratchashima and Khon Kaen Provinces in 2021/2022 season, data on the length of fiber roots were not collected due to the constraints in human resource and time affected by COVID-19 preventive measures.

season by the water lodged in the field due to the heavy rain during the cultivation period. This might have affected the growth of sugarcane at each plot and, eventually, the result of the sampling survey.

Table12 Khon Kaen Province: 2021/22 season (new plantation)

Equipment used for land preparation	Yield per rai (kg) (Yield per hecter (ton))	Sugar density (%)
1 Thai Disk Plow only	9,984 (62.40)	24.27
2 Sugano Bottom Plow only	15,322 (95.76)	20.77
3 Thai SS & Thai Di.P	10,716 (66.98)	20.97
4 Thai SS & Sugano Bo.P	11,028 (68.93)	20.17
5 Sugano SS & Thai Di.P	12,520 (78.25)	20.63
6 Sugano SS & Sugano Bo.P	17,803 (111.27)	24.23

Table 13 Udon Thani Province: 2020/21 season (new plantation)

Equipment used for land preparation	Yield per rai (kg) (Yield per hecter (ton))	Sugar density (%)	Length of fiber roots (cm)
1 Thai Disk Plow only	7,400 (46.25)	22.45	28.75
2 Sugano Bottom Plow only	9,838 (61.49)	23.27	29.75
3 Thai SS & Thai Di.P	7,837 (48.98)	21.27	26.00
4 Thai SS & Sugano Bo.P	9,085 (56.78)	21.81	32.25
5 Sugano SS & Thai Di.P	9,550 (59.69)	22.18	38.00
6 Sugano SS & Sugano Bo.P	10,086 (63.04)	22.54	39.50

At the field test site of Udon Thani Province, sampling surveys for ratooning of 2021/22 season were not conducted as the partner farmer had to destroy the plants after the sugarcane was infected with the plant infectious disease. Sampling survey for the new plant of 2021/22 season was also not conducted as the personnel of the Regional Land Development Office could not visit the site to collect samples in the right time before the harvest with the COVID-19 preventive measures enforced by the government.

Among the field test sites of sugarcane, productivity (yield per rai) was higher at the Plot 6, where Sugano Sub-soiler and Bottom Plow were used, compared with other plots, except ratooning of 2021/22 season at Khon Kaen Province. The results also show the length of fiber root is relatively longer at the plots where the Sugano Sub-soiler was used. From the field test results, it is assumed that the Sugano Sub-soiler broke the hardpan in the soil to support the extension of the fiber root deep into the soil.

(2) Response of Farmers

According to the interview with partner farmers after the field test and providers of the tractor service at the 3 test sites, assessment on the Sugano Sub-soiler and Bottom Plow in terms of specification, strength, performance, and growth of the plants are high. Some farmers who own relatively large tractors expressed their interests in buying the products to use for their own fields as well as for land preparation service to other farmers. This indicates the Sugano Sub-soiler and Bottom Plow satisfied the technical needs at the field test sites.

In the interview survey conducted in this feasibility survey, many of interviewed farmers recognized the problem of hardpan in the soil and expressed their interest in braking it for better cultivation yield. Some of interviewees who receive the tractor service for land preparation without having their own tractor also insisted their willingness to use the sub-soiler even the price for land preparation is increased.

4. FUTURE PROSPECTS

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

The results of this feasibility survey demonstrate the potential of the contribution of the Sugano Sub-soiler and Bottom Plow technology to the growth of crop roots deep into the soil and increases in water retention capacity as well as to the improvement of soil condition. These positive factors eventually lead to the improvement of the crop yield. This effectiveness of the technology is considered high particularly in the Northeastern Thailand, where agriculture sector is prone to have damages from low rainfall and drought. As mentioned above, the results of the field test in this feasibility survey showed higher yields in the test plots where Sugano products were used compared with other plots.

Through the field tests with the use of Sugano products, the knowledge and know-how of soil management has been transferred to the personnel of the Regional Land Development Office and farmers in the field test sites. Transferred knowledge and knowhow is expected to contribute to the improvement in the practice of soil management in the area. Through this feasibility survey, awareness of the LDD is raising on the necessity for breaking hardpan to increase yields of field crops, including sugarcane and cassava. Accordingly, the LDD has planned support programs for farmers to break hardpan under their farmland in the Northeastern region.

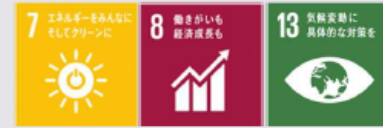
(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

Cooperation by partner sugarcane and cassava farmers at each field test site and personnel of the Regional Land Development Office under the LDD is a key factor for the successful collection and analysis of data for the feasibility survey. Availability of Japanese and Thai external experts of the feasibility survey team in Thailand is also considered as an advantage for the coordination with the concerned personnel, monitoring of the field test site, and reporting of the progress to the survey members in Japan during the travel restriction between Japan and Thailand under COVID-19 pandemic.

A visiting program to Japan was organized for the personnel of the LDD in September 2022 as a part of the activity under this feasibility survey. In the war-up session of the program, participants from the LDD and Sugano staff discussed on various issues, including advantage of Sugano technology/products, challenges for the application in Thailand, and other issuers. As a part of discussion, ideas for future cooperation activities between the LDD and Sugano were raised as below. The company expects and recommends the LDD to continue, and further strengthen, cooperation with the company on these and other activities to improve the soil management for field crops and, eventually, to improve the livelihoods of the farmers.

- Cooperation for the LDD's projects for breaking hardpan in the farming area as well as survey/research projects
- Dissemination of this feasibility survey results at the related events and seminars, such as display of the results in the 'Esan (Northeastern Thailand) Agriculture Day' at Khon Kaen Province scheduled for January 27 – February 5, 2023

ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY



Development Issues Concerned in Agricultural Sector

- The productivity of sugarcane and cassava is low.
- The knives of the sub-soiler widely applied in Thailand do not reach the depth of the hardpan, leading to the low yield.
- North-eastern region is vulnerable to drought due to lack of rainfall and insufficient irrigation.

Products/Technologies of the Company

1. Sub-soiler: a tractor mounted implement used for breaking the hardpan in the soil to create better growth environment for the plant.
2. Plow: a tractor mounted implement used for plowing organic substances into the soil to enhance the soil fertility.

Survey Outline

- Survey Duration: Feb, 2020~Jan, 2023
- Country/Area: Bangkok and the neighboring areas, Nakhon Ratchasima, Khon Kaen, and Udon Thani
- Name of Counterpart: Land Development Department (LDD), Ministry of Agriculture and Cooperatives
- Survey Overview: To examine the feasibility for increasing the productivity of sugarcane and cassava with the use of proposed Sub-soiler to break the hardpan in the soil and Plow to plow-in organic substances into the soil.



Sub-soiler



Plow

How to Approach to the Development Issues

- Develop localized products by taking appropriate sales price range, production cost, local needs and other aspects into consideration.
- Consider business partnership with local suppliers, establishment of a local branch, and localization of the production.

Expected Impact in the Country

- The productivity of sugarcane and cassava increases.
- Farmers' incomes are improved.
- Farmers' knowledge of soil management is developed.

As of Dec, 2022

別添資料
機密情報につき非公表