

(続紙 1)

京都大学	博士 (エネルギー科学)	氏名	Luangchosiri Nilubon
論文題目	Assessing Financially Sustainable Renewable Energy Technologies Utilization in Agricultural Communities in Rural Thailand (タイ農村部の農業コミュニティにおける財政的に持続可能な再生可能エネルギー技術の利用評価)		
(論文内容の要旨)			
本論文は、タイ農村部の農業コミュニティにおける財政的に持続可能な再生可能エネルギー技術 (RET) 導入の課題や可能性について論じた結果をまとめたもので、7 章からなっている。 第 1 章は序論で、農業における RET 利用の意義を概観してフードバリューチェーンにおける生産、収穫、保管、加工、商品化の各ステップに焦点をあて最も一般的な RET 活用法を紹介し、タイの各農村地域やコミュニティにおいてそれがどのような意味を持つか、つまりニーズとリソースに合わせ、規模、費用対効果、メンテナンスの容易さ、地域の条件との適合性などの観点から最も適切な RET を選択する基準等について、これまでの研究を引用しながら要約している。また本研究において太陽エネルギー有効利用の観点から熱ベース用途の GSD(温室ソーラードライヤ)及び電気ベース用途の SWP(ソーラー発電式ウォーターポンプ)を選択する理由について述べ、地域再生可能エネルギー(CRE)と RET 利用の財政的持続可能性について議論することで研究動機を明らかにし、本論文の目的と論文構成を紹介している。 第 2 章では、本論文において用いる農村地域コミュニティにおける社会調査データ収集方法および RET 利用時の財政的持続可能性を評価するための経済指標などを概説している。 第 3 章では、事後レビュー(AAR)手法を用いて活動中の 26 の CRE プロジェクトの特徴と実施状況を評価し、コミュニティ主導の再生可能エネルギーへの取組み障壁や推進力など実施に影響を与える主要な要因を特定しており、(i)CRE 実装は地理的な地域コミュニティに根ざしている (ii)コミュニティの既存グループとその法的構造が CRE の実行において重要な役割を果たす (iii)CRE 利用の主な動機は、経済、環境、社会の側面に焦点を当てた持続可能な開発 (iv)内部の成功要因は、意図とビジョン、人材、経営スキル、地域社会の参加であり、外部の成功要因は、再生可能エネルギー導入ポテンシャル、成熟した技術、財政的支援、適切な助言、国や地方自治体からの支援であることを明らかにしている。また CRE の実施をさらに促進するための方策も提案している。 第 4 章では、GSD 利用率を高めてコミュニティ全体の利益を最大化するために、複数の農産物間で GSD 利用タイムスロットを共有し、収益性を高める可能性を、(i)コミュニティ内で単一の作物を共有、(ii)コミュニティ内の複数の作物を共有、(iii)複数のコミュニティから複数の作物を共有、の 3 つの GSD 共有スケジュールについて比較し、GSD 共有スケジュールの混合整数問題を解くことにより最大利益を決定している。更に気候や技術価格のリスクに対する提案スキームのロバスト性も評価している。コーヒー、マンゴー、リュウガンなど収穫時期が重			

複せず高付加価値の生鮮品が収益最大化に有用であり、このモデルが GSD を戦略的に計画・運用するための意思決定ツールとして有効であることを明らかにしており、コミュニティの利益最大化と GSD 実装における課題を理解するのに役立つ現実的なシナリオを提供している。また利益共有や GSD 利用公平性など、GSD 共有システムの管理における課題も浮き彫りにしている。

第 5 章では、干ばつが発生しやすいタイ北部の 2 つの農業コミュニティにおいて灌漑を提供するための SWP システム導入に対する人々の支払意思額（WTP）を調査し、農民の意識と受入れへの潜在的障壁について検討している。WTP 額に影響を与える決定要因の分析では、教育レベルが高く、多額の負債があり、耕作面積が広く、土地所有権が大きい世帯ほど、より高い額を支払う可能性が高いことを明らかにしている。今回の調査地域における世帯平均 WTP は小型 SWP システム(1kW 太陽光発電システムと 1.2kW 水中ポンプ)導入可能な額であり、SWP 導入をさらに促進するための方策についても提案している。

第 6 章では、タイの干ばつが発生しやすい農業コミュニティにおいて SWP システムを利用する牧草栽培モデルを調査し、3 つのシナリオについて技術的および経済的側面から BAU シナリオと比較している。キャッサバに比べ牧草は水不足地域では環境持続可能性が高い優れた作物として浮上しており、直接販売あるいは肉牛飼育用として牧草は農家にとって多用途のソリューションとなり得ること、牧草生産の収益性はキャッサバの収益性に匹敵すること、収益最大化には肉牛の頭数を増やす必要があることなどを明らかにしている。また、小規模な肉牛経営では水の必要性が低く、保存が比較的容易な牧草と価格が有利なときに販売できる牛は農家が直面する可能性のある干ばつリスクを低減できることや、この新しい農法を導入する際の課題についても考察している。

第 7 章では、これまでの章の結果を要約および総合して、本研究の意義と貢献について述べている。タイ農村地域コミュニティが RET 利用を通じて財政的持続可能性を確保するための 3 つの要素を述べたうえで、各章間の関連性について議論し、これらの知見がタイのみならず発展途上農業国にも適用でき、農民の生活の質の持続的向上に寄与する可能性について述べている。またこれらの知見の適用限界や、今後調査が必要な事項などについても提案している。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

中進国とも言われるタイではエネルギー需要の高まりとともに再生可能エネルギー(RE)への投資が進んでおり、特に農村地域における RE 技術(RET)導入はエネルギー自給自足や貧困削減の観点からも重要である。しかし現在の農村地域における RET 利用は非効率的で導入も限定的であり、その要因を調査して財政的に持続可能な農業コミュニティへの RET 導入を促進することは学術的にも実践的にも意義がある。本論文は太陽エネルギー有効利用の観点から GSD(温室ソーラードライヤ)及び SWP(ソーラー発電式ウォーターポンプ)導入における課題を詳細に検討したものであり、その主な成果は次のとおりである。

(1) 活動中の 26 のコミュニティ RE プロジェクトを調査し、その成功内部要因として(i)意図とビジョン(ii)人材(iii)管理スキル(iv)地域社会の参加、外部要因として(i)RE 導入ポテンシャル(ii)成熟した技術(iii)財政的支援(iv)適切な助言(v)国や地方自治体からの支援、を明らかにし、プロジェクト推進には強いリーダーシップや既存のコミュニティグループと法的構造、適切なネットワークとリボリング基金が重要であることを明らかにした。

(2) 農業コミュニティにおける生鮮品と GSD 利用乾燥品の月次生産量・価格・付加価値について、混合整数線形計画法(MILP)モデル定式化を通じて最適 GSD 共有スケジュールを分析し、現行の個別 GSD 利用実践と比較して、他の農業コミュニティから生鮮品受入を考慮すると GSD 利用率を 23%から 62%に、全体の利益を 1.6 倍に高められることを明らかにした。

(3) 干ばつが発生しやすい 2 つの農業コミュニティを対象として SWP システム導入に影響する要因を調査した結果、両コミュニティとも 75%以上が投資意欲を示し、その理由として(i)生計維持(ii)世帯収入増加(iii)干ばつ影響緩和(iv)低金利ローン利用能力、が挙げられ、推定世帯平均支払意思額(WTP)は小規模 SWP システム設置コストをカバー出来る程度であるが、教育水準・農場規模・負債額・年齢層により関心度合いが異なることを明らかにした。

(4) 干ばつ影響を受けやすい 1 ヘクタールの農地に SWP システムを設置し牧草を栽培して毎日収穫し、5 ヶ月間牛 2 頭に餌を与え、毎日の生草重量、牛の増加重量、その他の運営コスト等の関連データを体系的に収集し、バッチあたり牛の頭数、年間バッチ数、雇用労働者数についてシナリオ分析を行った。SWP システムを設置し牧草を最大限利用することで純現在価値(NPV)と内部収益率(IRR)が改善されることを示し、より広範囲の土地規模においても SWP システム運用が最適化できる可能性を示した。

以上の結果はタイ農村部の農業コミュニティのみに留まらず、他の発展途上国における RET 導入の財政的持続可能性に不可欠な要素について重要な示唆を与えるものであり、農業コミュニティの経済状況改善や農民の生活の質の持続的向上にも貢献が期待される。よって、本論文は博士(エネルギー科学)の学位論文として価値あるものと認める。また、令和 6 年 2 月 19 日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。

論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文の全文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 令和 年 月 日以降

本学位論文は、出版刊行の予定があるため、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを、令和7年1月27日付け認めた。