

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	エネルギー・バリューチェーンにおけるデジタル・イノベーション - 日本における分散型再生可能エネルギーの展望に関する分析
Title(English)	Digital innovation in the energy value chain: An analysis of prospects for distributed, renewable energy in Japan
著者(和文)	アマンドグレースアル
Author(English)	Amanda Grace Ahl
出典(和文)	学位:博士(技術経営), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11666号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:後藤 美香,日高 一義,中丸 麻由子,仙石 慎太郎,時松 宏治
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11666号, Conferred date:2020/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	AHL Amanda Grace		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	後藤 美香	教授	審査員	時松 宏治	准教授
	審査員	日高 一義	教授			
		中丸 麻由子	准教授			
仙石 慎太郎		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Digital innovation in the energy value chain: An analysis of prospects for distributed, renewable energy in Japan」(エネルギー・バリューチェーンにおけるデジタル・イノベーションー日本における分散型再生可能エネルギーの展望に関する分析)と題し、4章から成る。

第1章「Introduction」(序論)では、論文の背景となるエネルギー分野とデジタル・イノベーションの世界的な動向と現状について概観している。近年のエネルギー分野におけるイノベーションのマクロトレンドを脱炭素化 (decarbonization)、分散化 (decentralization)、デジタル化 (digitalization) の流れの中で整理し、関連先行研究のサーベイから、デジタル・イノベーションがエネルギー・バリューチェーン下のビジネスにおいて競争優位性確保のための鍵となることを多くの文献を引用しつつ論じている。またエネルギー・バリューチェーンの本質的複雑さによりデジタル・イノベーションの課題と機会を分析するためには多面的かつ統合的なアプローチが必要であること、しかし先行研究では必ずしもそのようなアプローチがとられてこなかったことを示し、さらなる研究の必要性を論じている。そして本論文の目的は、エネルギー・バリューチェーンにおけるデジタル化が、分散型再生可能エネルギーをいかにして促進することができるのかを探求することであり、そのために半構造化インタビュー調査に基づく探索的、かつ理論的分析フレームワークの提案を伴う定性的な分析により行われることを説明している。また本研究の実証分析部分は日本の木質バイオマスの調査分析(第2章)と、本論文で提案する分析フレームワークをブロックチェーンを用いた peer to peer (P2P) 電力取引に適用した分析 (第3章) であることを述べている。

第2章「How can digital technologies facilitate woody biomass energy in Japan?」(デジタル技術はどのようにして日本の木質バイオマスエネルギーを促進できるか) では、九州地域に所在する木質バイオマス・サプライチェーンを事例分析対象とし、社会技術的課題とそれらを克服するためのデジタル技術の活用について明らかにすることを目的とし、事業者等ステークホルダー、特に木質バイオマス企業やデジタル技術の専門家を対象に、インタビュー調査とテキスト分析を行い、その結果を説明している。そこでは木質バイオマスの上流部門である森林管理から下流部門の電力取引に至るまでのバリュー・チェーンにおける課題として、輸送インフラ、バイオマスの品質監視と管理、ステークホルダー間の関係性、地域コミュニティ活性化、経済発展などを指摘し、課題解決のためのデジタル・イノベーション活用機会と、活用のためのさらなる課題について論じている。

第3章「How can blockchain technology facilitate distributed energy systems in Japan?」(ブロックチェーン技術はどのようにして日本の分散型エネルギーシステムを促進できるか) では、ブロックチェーンのエネルギー分野での活用について世界的に最も事例の多い P2P 分散型電力取引への応用に焦点を当て、総合的な文献サーベイを行っている。先行研究の調査から、これまで必ずしも用いられてこなかった多面的かつ統合的な分析フレームワークを新たに TESEI (technological, economic, social, environmental, institutional) フレームワークとして提案し、「技術」、「経済」、「社会」、「環境」、「制度」の各要素から構成される当該フレームワークに沿って P2P 電力取引における課題と機会を分析することを述べている。その上で、浦和美園のマイクログリッドを使った P2P 電力取引実証事業を事例分析対象とし、専門家へのインタビュー調査を実施して TESEI フレームワークを適用した分析結果を提示している。この事例の主な課題はブロックチェーンを使った事業の規模拡大に関連するものであること、さらにデータ処理能力、補助金への依存、電気の消費者やプロシューマーの行動変容、二酸化炭素排出削減スキームの不確実性、グリッド接続や規制に関する課題について論じ、それらが相互に関係していることを明らかにしている。課題克服のために必要な取り組みとして、ブロックチェーンのコンセンサス・メカニズムの開発、取引プラットフォーム構築、取引の透明性確保、ビジネスモデルの開発、使い勝手のよいシステムへの改善、二酸化炭素排出追跡システム、リビングラ

ボや規制のサンドボックスの活用を挙げている。

第4章「General discussion and conclusions」（総合的議論と結論）では、1章から3章の議論を総括し、木質バイオマスとP2P電力取引の事例からエネルギー・バリューチェーンにおけるデジタル・イノベーション活用のための道筋を論じている。さらに、再生可能エネルギーのバリュー・チェーンにデジタル・イノベーションを取り入れ課題を解決するまでの過程を、新たな技術の導入の際に参照可能なデジタル・ツールボックスの作成、コンセプトの形成、実証実験のTESEIに沿った考察、事業の拡大側面、という概念フレームワークとして整理している。今後の研究の展開として、木質バイオマスへのデジタル技術の応用が、当該地域の持続可能な社会や経済、環境にどのように貢献するのか、どのような規制や政策的支援が必要とされているのかを明らかにすること、またTESEIフレームワーク自体の拡張と応用事例の蓄積、エネルギー遷移におけるデジタル・イノベーションを支援するガバナンスのあり方の研究を挙げている。

以上これを要約するに、本論文は、エネルギー・バリューチェーンにおけるデジタル技術の応用に関する幅広い先行研究サーベイを行い、概念整理と事例分析を組み合わせることでエネルギー・バリューチェーンの多面的かつ統合的な分析フレームワークを新たに提案し、それを日本の事例に応用することで、分散型再生可能エネルギーの促進に資するデジタル技術活用のための課題と克服機会に関する独自の学術的知見を提供したものであり、今後のエネルギーとデジタル技術の研究発展にも貢献しうると考えられる。

よって本論文は博士（技術経営）の学位論文として十分な価値を有するものと認める。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。