

< 論文 >

地方部における自治体主導のエネルギー事業の成立可能性に関する研究
～エネルギー需要密度、PPP と公益性の視点より～

Feasibility study of local energy projects by local government
initiatives in rural areas
—From the viewpoint of energy demand density, PPP and public benefit—

京都大学大学院地球環境学舎博士（後期）課程 青山 光彦
Kyoto University Graduate School of Global Environmental Studies
Mitsuhiko AOYAMA

ABSTRACT:

Regarding the feasibility of local energy projects by local government initiatives in four rural towns, based on a business scheme consisting of an energy supply entity and an energy infrastructure entity, we will grasp the profitability of the business and establish an energy business. The energy demand density was grasped, and the correlation was understood, and it was confirmed that the higher the thermal energy demand density, the better the business profitability and the greater the influence.

In addition, local governments are actively involved in energy infrastructure entities with high public interest as the implementing body, and from the viewpoint of public interest, CO₂ emission reduction value generated through the business, employment creation effect and investment in the business are considered cost-effective. All of these analyzes proved to be effective.

キーワード：自治体主導、地域エネルギー事業、地方部、エネルギー需要密度、官民連携、公益性

Keywords: Local government initiatives, Regional energy business, Rural area, Energy-demand density, PPP (Public Private Partnership), Public benefit

1 はじめに

パリ協定、2050年の温室効果ガス80%削減の長期目標のもと、脱炭素イノベーションによる地域社会・経済システムの変革が求められている〔環境省、2019〕。また、環境省の第五次環境基本計画において、地域資源を活かした自立分散型社会形成と地域資源の補完・支え合うことで地域循環共生圏の実現が目指されている〔環境省、2018〕。

こうした中で地方公共団体においても、低炭素型の都市・地域づくりの推進、エネルギーの面的利用の促進〔環境省、2016〕や、地域新電力等の推進〔環境省、

2018〕による、地域の低炭素化の自立的普及、地域循環共生圏の実現への加速が期待されているところである。

実際のところ、2011年以降の電力システム改革及びガスシステム改革により、2016年に電力小売事業の、2017年にガス小売事業の全面自由化がそれぞれ実施された結果、エネルギービジネス領域に参入を試みる地方公共団体が近年増加しており、特に自治体が出資をして電力会社を立ち上げる「自治体新電力」の創設が相次いでいる〔諸富、2016〕。また、木質バイオマスや地熱、自噴ガス、ガスコージェネレーション

等を用いた地域熱供給を含む分散型エネルギーインフラの導入の検討〔総務省、2014〕や、地域循環共生圏構築に資する脱炭素型地域づくりモデル形成の検討〔環境省、2019〕を進める地方公共団体も多い。

このような、地域の資源を有効活用した自治体主導の自立・分散型エネルギー事業を推進するにあたっては、地方公共団体の関与の意義や果たすべき役割は多く、また、脱炭素化の加速の他に、地域経済の活性化や地域のエネルギーセキュリティの向上といった多様な便益も期待されるなど、方策として有効である。

こうした地域レベルの自治体主導型のエネルギー事業の実現可能性について、いくつか既往研究が報告されている。

例えば、Bullier ら〔2013〕は、既存建物の省エネ対策に関して、事業の公益性に留意し公共セクターが関与する必要性やその事業スキームを検討している。しかし、検討対象が建物単体であり面的な地域レベルでの分析は含まれていない。

Hawkey ら〔2013〕は、イギリスにおける地域冷暖房の推進にあたって地方公共団体が担うべき役割に言及しており、需要家確保に向けての政策支援の必要性を論じている。しかし、検討対象が都市部でかつ地域冷暖房事業に限定されている。

工月ら〔2015〕は、地域レベルの自立分散型エネルギーネットワーク事業の事業性について、コベネフィットを考慮したエネルギー供給を行う民間中心の「オンサイトエネルギー会社群」と、投資負担が大きく公益性の高いインフラに対し公民連携で整備・運営する「地域エネルギーネットワークインフラ」の上下分離の事業スキームならびに環境・社会・経済面からの評価指標の設定やコスト・コベネフィットのステークホルダーごとの配分手法を提案し、ケーススタディを通して検証している。しかし、対象需要地に大都市エリアを想定しており、地域資源の豊富な地方部での検証については言及していない。

芦名ら〔2017〕は、エネルギー需要密度に着目し都市機能の集約による再生可能エネルギー導入の低炭素効果把握の手法を開発し、地方都市でのケーススタディを通して検証している。しかし、あくまで一地方

都市（郡山市）での検証に留まっており、様々な地域課題を抱える複数の地方都市での分析には至っていない。

春田ら〔2017〕は、地域冷暖房事業における熱料金の低廉化に向けた公設型上下分離方式による効果検証を行っている。しかし、公共側の費用対効果として、エネルギー事業に係る公共財政負担の現在価値のみに着目し、公共セクターが関与する意義や公益的な便益に係る分析はなされていない。

諸富〔2016〕は、地方公共団体が主導するエネルギー事業において、地域経済の活性化の観点から、再生可能エネルギーの事業から生じる利益の域外流出を防ぐ有効な手段としての「自治体エネルギー公益的事業体」⁽¹⁾の創設を提案している。しかし、エネルギー事業の事業成立に係る具体的な要件やその分析は含まれていない。

そこで、本研究では、自治体主導のエネルギー事業の成立要件を、地方部の複数の都市を対象とし、エネルギー事業成立にかかるエネルギー需要密度を捉え、さらに、実施主体として官民連携を進め地方公共団体が関与することで生まれる公益性の視点で明らかにすることを目的とする。

2 対象とするエネルギー事業

1) 対象とする地域

本研究で対象とする、エネルギー事業の実施検討サイトとしての地方公共団体は、分散型エネルギーインフラ整備の促進を目指して、2014年度から実施されている総務省の分散型エネルギーインフラプロジェクトに着目した。

このプロジェクトで採択され、導入可能性を検討している地方公共団体は、中山間地、タウンリニューアル、地域開発、離島など様々なタイプに分類されており、ここでは、本研究の目的を鑑み、表1の通り、中山間地に属する地方公共団体を対象とし、複数のエネルギー種を取り上げ、エネルギー事業成立の可能性を分析した。

表1 対象とする地域

No	地域名	人口(人) (令和元年時点)	人口密度 (人/km ²)
1	群馬県中之条町	16,001	36.4
2	山形県最上町	8,494	25.7
3	北海道弟子屈町	7,145	9.2
4	北海道豊富町	3,914	7.5

(出所) 著者作成

2) 想定するエネルギー事業のビジネスモデル及び事業スキーム

本研究で想定する自治体主導の自立・分散型エネルギー事業は、需要家をそれぞれ自営線や熱導管等のエネルギーインフラでネットワーク化し、エネルギーの効率的利用の実現とともに、地区・地域レベルでのエネルギーの自立度を高められるようなものとして、エネルギーの面的利用の促進につながる事業を取り上げた。

具体的な事業モデルは、総務省の分散型エネルギーインフラプロジェクトで対象とされ、また、工月ら[2015]、春田ら[2017]も取り上げている、事業体が二階層からなるものである。つまり、図1に示す通り、再生可能エネルギー等の分散型電源・熱源設備を保有し、生じた電気・熱エネルギーを顧客へ販売する「エネルギー供給事業体」が上部に位置し、電気・熱エネルギーを地区・地域レベルで共有・融通するエネルギーインフラを保有しそのインフラ利用料をエネルギー供給事業体から得る「エネルギーインフラ事業体」が下部に位置するモデルである。

3) エネルギー事業の成立可能性の分析

分散型エネルギー事業の事業化の評価には、事業に必要な電源・熱源や自営線・熱導管等の設備等への投資を事業期間中に回収しうるかどうかを判断する必要がある。その判断の際に活用する指標として、経済性

評価の際に一般に投資プロジェクトの評価指標に用いられる内部収益率（IRR：Internal Rate of Return）を用いることとする。

本研究では、IRRの投資判断の水準として、著者によるエネルギー事業者へのヒアリング結果、固定価格買取制度での設定値及び工月ら[2015]を参考に、6%をその目標水準とし、エネルギー供給事業体の事業化可能性の評価に用いた。

一方、エネルギーインフラ事業体は、自営線や熱導管等の投資コストが比較的大きなものに対して、インフラ利用料によって長期にわたって投資回収を行う事業を担う。

よって、エネルギーインフラ事業体は、著者のヒアリング調査結果によれば、民間事業者からは出資、事業運営等の事業参画は敬遠される傾向にあるため、IRRの算定・分析は行うものの、エネルギー供給事業体のIRRの目標水準は設定しないこととし、地区・地域での自立・分散型エネルギーの供給という公益性の高い事業として位置づけた。

そのため、工月ら[2015]が示す通り、エネルギー供給事業体、エネルギーインフラ事業体は、官民連携の事業形態を想定した。

また、エネルギー事業の可能性については、エネルギー需要密度の重要性が、芦名ら[2017]でも指摘されていること受け、対象事業における電気エネルギー需要密度及び熱エネルギー需要密度をパラメーターとして設定し、IRRとの相関を把握した。ここでエネルギー需要密度は、

電気・熱のエネルギー需要密度 [GJ/m]

= 電気・熱のエネルギー需要量 [GJ] /

エネルギーインフラ敷設距離 [m]

と定義し分析を行った。

4) 公益的な便益

上述のエネルギー供給事業体及びエネルギーインフラ事業体によるエネルギー事業は、環境省[2010]に示される通り、エネルギー供給の低炭素化に伴い様々な便益が期待される。

例えば、CO₂排出削減効果、エネルギー自給率の向上効果、経済波及効果及び雇用創出効果などが挙げら

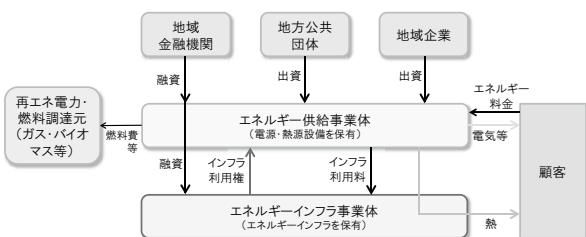


図1 対象とする分散型エネルギー事業モデルの事業スキーム

(出所) 著者作成

れる。

本研究では、CO₂ 排出削減効果及び雇用創出効果を捉え、公益性の視点で金額換算を行いその定量的効果を把握した。

3 ケーススタディ

本研究における「3 ケーススタディ」及び「4 地域エネルギー事業の成立要件」の分析にあたっては、対象とする4地域の報告書である、群馬県中之条町[2015]、山形県最上町[2016]、北海道弟子屈町[2017]及び、北海道豊富町[2016]を参考とした。以下の表2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、21、22はこれらの報告書を基に著者が作表した。

1) 対象事業の概要

(1) 群馬県中之条町

中之条町の対象事業は、先行して実施している中之条電力のモデルをベースに、山側での森林組合や自伐林家の連携のもと、林地残材等を活用した木質バイオマス熱供給事業を推進するもので、中心市街地側で熱を有効利用した医療、アメニティ、農業施設の整備、宿泊施設・住宅等の提供も目指すなど、事業を通して得られる収益や波及効果による新たな中山間型の地域活性化モデルの構築に寄与するものとして位置づけられている。

事業における供給エネルギー種、需要家及び規模、エネルギーインフラは表2の通りである。

表2 中之条町の検討対象事業の概要

供給エネルギー種	需要家	電力需要 [GJ/年]	熱需要 [GJ/年]	エネルギー インフラ
木質 バイオマス	公共施設 福祉施設 教育施設 民間施設	—	58,104	熱導管 11,650m

(2) 山形県最上町

最上町の対象事業は、これまでの事業で培ってきた木質バイオマスエネルギーの事業ノウハウを活用し、地域内外に拡大、展開することで、地域内での雇用を生みながら、最終的には災害や低炭素化、為替変動といった課題に対応できる付加価値の高いまちづくりを

進め、「未来環境創造都市 最上」の実現に貢献するものとして位置づけられている。

事業における供給エネルギー種、需要家及び規模、エネルギーインフラは表3の通りである。

表3 最上町の検討対象事業の概要

供給エネルギー種	需要家	電力需要 [GJ/年]	熱需要 [GJ/年]	エネルギー インフラ
木質 バイオマス	公共施設 集合住宅 医療機関 福祉施設 民間施設	—	15,337	熱導管 2,880m

(3) 北海道弟子屈町

弟子屈町の対象事業は、町の地熱エネルギーを効率的かつ効果的に活用し、新たな地域経済循環を生み出すため、従前から町が担っていたエネルギーサービス（温泉供給事業）を民間へ開放し、業務の効率化と新たな事業展開を図ることで地域のコア産業としての自立を目指すものとして位置づけられている。

事業における供給エネルギー種、需要家及び規模、エネルギーインフラは表4の通りである。

表4 弟子屈町の検討対象事業の概要

供給エネルギー種	需要家	電力需要 [GJ/年]	熱需要 [GJ/年]	エネルギー インフラ
地熱 エネルギー	公共施設 福祉施設 民間施設	5,428	既存 36,093 新規 9,627	熱導管 1,144m 自営線 100m いずれも新規

(4) 北海道豊富町

豊富町の対象事業は、町内で自噴する天然ガスのうち、ガス供給以外に大気放出しているものを有効活用し、コージェネレーションやエネルギーインフラを通して豊富温泉内や周辺地域への電気・熱供給を実施し、観光業等の魅力向上・事業基盤の安定化、事業の多角化等の実現に向けて貢献するものとして位置づけられている。

事業における供給エネルギー種、需要家及び規模、エネルギーインフラは表5の通りである。

表5 豊富町の検討対象事業の概要

供給 エネルギー種	需要家	電力需要 [GJ/年]	熱需要 [GJ/年]	エネルギー インフラ
自噴 天然ガス	宿泊施設 公共施設 工業施設 民間施設	19,819	22,005	熱導管 600m 自営線 5,000m ガス導管 4,500m

2) 対象事業の前提条件

(1) 群馬県中之条町の事業モデルの諸条件

中之条町の対象事業のモデル算定にあたっての諸条件は表6、表7、表8の通りである。

表6 中之条町の事業モデルの需給システムの諸条件

項目	備考
需要家の熱需要	エネルギーの利用状況を確認するアンケート、ヒアリング調査による。24施設
供給システム	木質チップ温水ボイラー 5,800kW

表7 中之条町の事業モデルのインシャルコスト条件

項目	値	備考
■エネルギー供給事業体		
木質チップ 温水ボイラー	153,285 千円	同種規模より設定
■エネルギーインフラ事業体		
熱導管 (エネルギーインフラ)	196.3 千円 / m	建設物価より。口径を考慮した平均値

表8 中之条町の事業モデルのランニングコスト条件

項目	値	備考
■エネルギー供給事業体		
熱単価	12 円 / kWh	重油の回避可能費用
燃料費	4,500 円 / t	事例及びヒアリング
ユーティリティ	1.0%	対燃料費
維持管理費	1.5%	対設備費
人件費	20,000 千円 / 年	管理職2名、 運転要員2名想定
諸経費	5.0%	対人件費
■エネルギーインフラ事業体		
インフラ利用料	96,073 千円 / 年	エネルギー供給事業体が黒字確保できる水準で設定
維持管理費	0.5%	対設備費
人件費	2,000 千円 / 年	事務員1名想定
諸経費	5.0%	対人件費

(2) 山形県最上町の事業モデルの諸条件

最上町の対象事業のモデル算定にあたっての諸条件は表9、表10、表11の通りである。

表9 最上町の事業モデルの需給システムの諸条件

項目	備考
需要家の熱需要	エネルギーの利用状況を確認するアンケート、ヒアリング調査による。11施設
供給システム	木質チップ温水ボイラー 1,500kW

表10 最上町の事業モデルのインシャルコスト条件

項目	値	備考
■エネルギー供給事業体		
木質チップ 温水ボイラー	66,275 千円	同種規模より設定
■エネルギーインフラ事業体		
熱導管 (エネルギーインフラ)	97.6 千円 / m	建設物価より。口径を考慮した平均値

表11 最上町の事業モデルのランニングコスト条件

項目	値	備考
■エネルギー供給事業体		
熱単価	10 円 / kWh	灯油の回避可能費用
燃料費	9,500 円 / t	周辺地域の取引価格
ユーティリティ	1.0%	対燃料費
維持管理費	1.0%	対設備費
人件費	6,000 千円 / 年	運転要員2名想定
諸経費	5.0%	対人件費
■エネルギーインフラ事業体		
インフラ利用料	1,375 千円 / 年	エネルギー供給事業体が黒字確保できる水準で設定
維持管理費	0.5%	対設備費
人件費	0 千円 / 年	外注(ユーティリティを含む)
諸経費	5.0%	対人件費

(3) 北海道弟子屈町の事業モデルの諸条件

弟子屈町の対象事業のモデル算定にあたっての諸条件は表12、表13、表14の通りである。

表12 弟子屈町の事業モデルの需給システムの諸条件

項目	備考
需要家のエネルギー 需要	既存の浴用、暖房、給湯利用 新規需要は、電力・熱需要エネルギーの利用 状況を確認するアンケート、ヒアリング調査 による。
供給システム	バイナリー発電 250kW 温泉給湯 一次利用：80℃温泉を熱交換（暖房・給湯水）、 二次利用：60℃温泉を循環式配管路で各家庭 やホテル・旅館・民宿等に浴用・商店舗の暖 房利用、三次利用：商店舗の温泉回収後・不 凍液と熱交換後、融雪利用

表13 弟子屈町の事業モデルのインシャルコスト条件

項目	値	備考
■エネルギー供給事業体		
バイナリー発電	256,500 千円	250kW 事業者ヒアリング
■エネルギーインフラ事業体		
温泉井掘削	200,000 千円	事業者ヒアリング（代替井）
温泉井掘削	30,000 千円	事業者ヒアリング（新規井）
給湯管	85 千円 / m	温泉事業会計水準を踏襲
自営線	100 千円 / m	温泉事業会計を踏襲
系統接続工事	100,000 千円	同規模想定

表 14 弟子屈町の事業モデルのランニングコスト条件

項目	値	備考
■エネルギー供給事業体		
電力単価	40 円 /kWh	FIT 売電単価
給湯収入（既存）	70,000 千円 / 年	温泉事業会計水準を踏襲
給湯収入（新規）	22,579 千円 / 年	床面積、用途で必要量を供給・料金徴収
維持管理費（需用費）	20,000 千円 / 年	温泉事業会計水準を踏襲
人件費	15,000 千円 / 年	温泉事業会計水準を踏襲 5 百万円 × 3 人
保守管理・販管費	22,818 千円 / 年	温泉事業会計水準を踏襲
■エネルギーインフラ事業体		
インフラ利用料（源泉利用料含む）	65,000 千円 / 年	エネルギー供給事業体が黒字確保できる水準で設定
維持管理費	15,000 千円 / 年	温泉事業会計水準を踏襲
人件費	15,000 千円 / 年	温泉事業会計水準を踏襲 5 百万円 × 3 人
使用料	3,000 千円 / 年	温泉事業会計水準を踏襲

(4) 北海道豊富町の事業モデルの諸条件

豊富町の対象事業のモデル算定にあたっての諸条件は表 15、表 16、表 17 の通りである。

表 15 豊富町の事業モデルの需給システムの諸条件

項目	備考
需要家のエネルギー需要	天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル 2008（社）日本エネルギー学会編及びエネルギーの利用状況を確認するアンケート、ヒアリング調査による。豊富温泉内施設及び工場施設
供給システム	天然ガスコージェネレーション 温泉街内：25kW × 6 台、230kW × 1 台 工場施設：25kW × 2 台、230kW × 2 台により、電力・熱・自噴ガス販売を実施 ガスホルダーにより供給量と需要量の調整を行う想定

表 16 豊富町の事業モデルのインisialコスト条件

項目	値	備考
■エネルギー供給事業体		
天然ガスコージェネレーション	350 千円 /kW	25 k W
	200 千円 /kW	230 k W
熱交換器	50,000 千円	各温泉街、工場施設
■エネルギーインフラ事業体		
ガス導管	200,000 千円	事業者ヒアリング
ガスホルダー	30,000 千円	事業者ヒアリング
その他機器	100,000 千円	事業者ヒアリング
自営線	100 千円 /m	事業者ヒアリング
熱導管	200 千円 /m	事業者ヒアリング
系統接続工事	100,000 千円	同規模想定

表 17 豊富町の事業モデルのランニングコスト条件

項目	値	備考
■エネルギー供給事業体		
電力単価	24 円 /kWh	
熱単価	3.7 円 /kWh	ガスの回避可能費用
ガス単価	40 円 /m ³	実績（ガス準用事業）
維持管理費	3.5%	対設備費
人件費	12,000 千円 / 年	4,000 千円 / 年 × 3 人
諸経費	2,000 千円 / 年	
■エネルギーインフラ事業体		
インフラ利用料	105,000 千円 / 年	エネルギー供給事業体が黒字確保できる水準で設定
維持管理費	5.0%	対設備費
人件費	8,000 千円 / 年	4,000 千円 / 年 × 2 人
諸経費	2,000 千円 / 年	

3) 算定及び分析結果

(1) 経済性分析結果

4 対象事業における経済性分析として、各事業の IRR を、エネルギー供給事業体、エネルギーインフラ事業体ごとに算定した。

算定の結果は、表 18 に示す通り、エネルギー供給事業体のプロジェクト IRR（P-IRR）は 2～4 % 程度、エネルギーインフラ事業体のプロジェクト IRR は - 25～1 % 程度となり、地域によってもばらつきがあり、また、エネルギー供給事業体においては、事業成立の基準となる 6 % への到達には至らなかった。

なお、最上町のエネルギーインフラ事業体の事業採算性が突出して悪いのは、燃料費単価が同種事業（木質バイオマス）である中之条町と比較して高いため、最上町のエネルギー供給事業体の収益を圧迫し、事業性を最低限確保するためには、エネルギーインフラ事業体へ支払う「インフラ利用料」が、他自治体と比べて非常に少額とせざるを得ない状況であることが原因と考えられる。

表 18 地域別のエネルギー供給事業体、エネルギーインフラ事業体の P-IRR（15 年）と事業投資額

項目	中之条町	最上町	弟子屈町	豊富町
P-IRR（エネルギー供給事業体）（%）	3.5%	2.3%	3.9%	4.4%
事業投資額（千円）	269,895	116,665	256,500	316,750
P-IRR（エネルギーインフラ事業体）（%）	- 5.7%	- 25.5%	- 3.6%	0.9%
事業投資額（千円）	2,301,800	288,000	437,240	1,050,000

（出所）著者作成

また、表 19 に示す通り、初期投資にかかる補助⁽²⁾を適用した場合の P-IRR は、表 20 に示す通りとなった。

表 19 地域別のエネルギー供給事業体、エネルギーインフラ事業体への補助内容

項目	中之条町	最上町	弟子屈町	豊富町
エネルギー供給事業体への補助内容	木質ボイラー 1/2 補助	木質ボイラー 1/2 補助	バイナリー発電 1/2 補助	CGS 1/3 補助
エネルギーインフラ事業体への補助内容	熱導管 1/2 補助	熱導管 1/2 補助	給湯管新設費、温泉掘削費、自営線敷設費 1/2 補助	インフラ 1/2 補助

(出所) 著者作成

表 20 地域別のエネルギー供給事業体、エネルギーインフラ事業体の P-IRR (補助あり) (15 年)

項目	中之条町	最上町	弟子屈町	豊富町
P-IRR (エネルギー供給事業体) (%)	5.8%	4.5%	6.8%	9.4%
P-IRR (エネルギーインフラ事業体) (%)	4.0%	-8.1%	0.7%	8.8%

(出所) 著者作成

補助を適用した場合、エネルギー供給事業体の採算性はいずれも向上し、4～9%程度となり、一部の地域においては事業成立の基準となる6%を超える地域も存在する。

また、エネルギーインフラ事業体の採算性も向上するものの、最上町、弟子屈町では低い水準のままである。一方、豊富町では約9%となった。

(2) エネルギー需要密度と経済性について

4 対象事業における IRR とエネルギー需要密度の関係を把握するため、電気エネルギー需要密度と IRR、熱エネルギー密度と IRR の相関をエネルギー供給事業体、エネルギーインフラ事業体ごとに把握した。

算定の結果、電気エネルギー需要密度とエネルギー供給事業体の IRR との関係は図 2 の通り、熱エネルギー需要密度とエネルギー供給事業体の IRR との関係は図 3 の通り、電気エネルギー需要密度とエネルギーインフラ事業体の IRR との関係は図 4、熱エネルギー需要密度とエネルギー供給事業体の IRR との関係は図 5 に示す通りとなった。

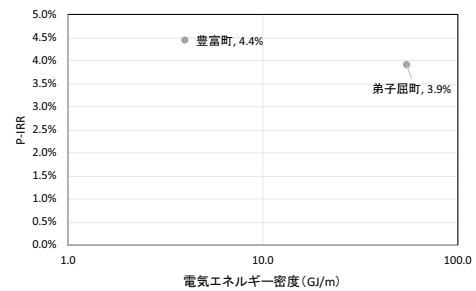


図 2 電気エネルギー需要密度とエネルギー供給事業体の P-IRR の結果

(出所) 著者作成

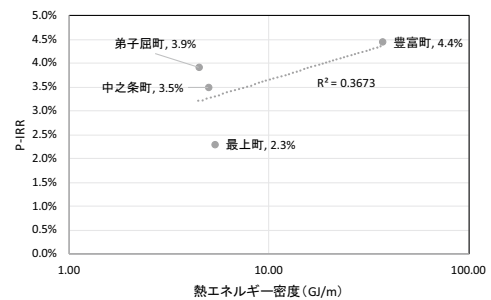


図 3 熱エネルギー需要密度とエネルギー供給事業体の P-IRR の結果

(出所) 著者作成

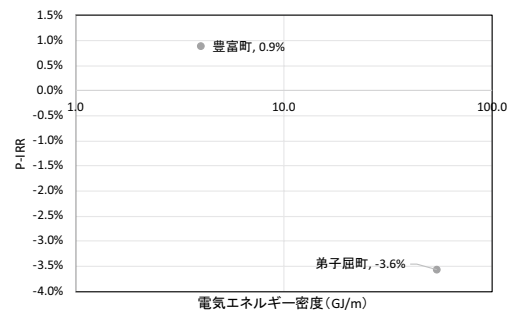


図 4 電気エネルギー需要密度とエネルギーインフラ事業体の P-IRR の結果

(出所) 著者作成

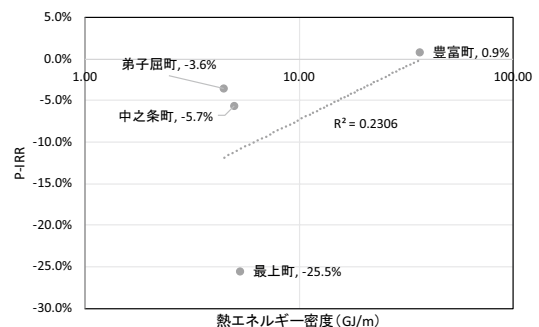


図 5 熱エネルギー需要密度とエネルギーインフラ事業体の P-IRR の結果

(出所) 著者作成

これらによれば、熱エネルギー需要密度とP-IRRには、弱い正の相関があることが確認できた。

4 地域エネルギー事業の成立要件

1) 事業の成立要件

4 地域のエネルギー供給事業体の IRR は、電気供給と熱供給を行う豊富町・弟子屈町と、熱供給のみを行う最上町、中之条町とで違いが生じており、電気供給と熱供給を行うほうが相対的に IRR は高い結果となった。ただし、上述の 6 % の基準には達成していない。

また、補助適用することによる事業性向上の傾向は顕著であり、前提条件に示した初期投資における再エネ設備の機器への補助やエネルギーインフラ設備（熱導管・自営線等）への 50% 補助などが、事業性確保に向けて効果がみられる。

地域ごとの比較をすると、熱エネルギー需要密度の事業採算性への影響も大きく、熱エネルギーロスの削減は当然ながら、事業投資に占める熱導管等のインフラ投資が非常に大きな事業負担となっているため、極力熱エネルギー需要密度の高い地域での事業展開が望ましいといえる。

2) 公益性・便益の配慮

上述のような経済性のみの評価にとどまらず、地域一体へのエネルギー供給という点では、公益性の高い事業のため、特にエネルギーインフラ供給事業体は、公益的な事業ミッションを掲げて自治体からの出資等を受けた公益事業体による運営が望ましいといえる。

そこで、エネルギーインフラ事業における投資・運営費用を公共財政による投資とした場合の、費用対効果の把握を行った。

得られる便益を CO₂ 削減量⁽³⁾ にもとづく CO₂ 削減価値⁽⁴⁾ ならびに雇用創出効果⁽⁵⁾ として設定（表 21）し現在価値化したものを設定した。

また、エネルギーインフラ事業における公共投資額⁽⁶⁾ についても上述の事業性把握に用いた数値を活用（表 22）し現在価値化したものを設定した。

表 21 得られる便益の設定諸元

	中之条町	最上町	弟子屈町	豊富町
CO ₂ 削減量 [t-CO ₂ /年]	2,363	1,688	2,450	0
CO ₂ 削減価値 [千円/15年]	28,209	20,151	29,248	0
雇用創出効果 [人]	32	18	25	13
雇用創出価値 [千円/15年]	1,528,056	859,531	1,193,794	620,773
得られる便益 [千円/15年]	1,556,265	879,683	1,223,041	620,773

表 22 公共投資の費用負担の設定諸元

	中之条町	最上町	弟子屈町	豊富町
初期設備費 [千円/年]	135,400	16,941	35,587	70,000
維持管理費 [千円/年]	11,509	1,440	25,000	42,698
人件費 [千円/年]	2,000	0	15,000	8,000
インフラ利用料 [千円/年]	96,073	1,375	65,000	105,000
公共負担額 [千円/年]	52,836	17,007	10,587	15,698
公共投資費用 [千円/15年]	630,753	203,024	126,383	187,402

算定の結果から、費用対効果を把握すると、表 23 の通りとなり、いずれも 1 を超えており、費用対効果の面から公益的な事業としての効果を十分期待できることが確認できた。なお、各地域の産業構造やエネルギー需給構造の違いにより、各地域で得られる便益と公共投資費用の内訳は異なっており、各地域の費用対効果を横断的に比較することには留意が必要である。

表 23 対象地域での費用対効果結果

項目	中之条町	最上町	弟子屈町	豊富町
得られる便益 [千円/15年]	1,556,265	879,683	1,223,041	620,773
公共投資費用 [千円/15年]	630,753	203,024	126,383	187,402
費用対効果	2.5	4.3	9.7	3.3

(出所) 著者作成

5 おわりに

本研究では、自治体主導のエネルギー事業の導入可能性を、地方部の 4 つの町を対象とし、エネルギー供給事業体とエネルギーインフラ事業体からなる事業スキームのもと、事業採算性を把握するとともに、エネルギー事業成立に関してエネルギー需要密度を捉えその相関を把握したところ、熱エネルギー需要密度が高いほど事業採算がよく、その影響が大きいことが確認

できた。

また、実施主体として公益性の高いエネルギーインフラ事業体に地方公共団体が積極的に関与し、公益性の観点で、事業を通して生じるCO₂削減価値、雇用創出効果と事業にかかる投資を捉え費用対効果の分析を行ったところ、いずれも効果があり、事業として成立することを確認できた。

つまり、地方部においてエネルギー事業を成立させる要件は、熱エネルギー需要密度を確保するとともに、自治体が主導し、それゆえ生じる公益性を効果として考慮に入れることであることが判明した。

今後、事業スキームのあり方と具体的な立ち上げに向けて必要な政策が何か、具体的な組織形態のあり方などについては継続的に検討することが必要と考えられる。

また、公益性の観点で、非化石価値を捉え、エネルギー供給事業体が非化石電源の発電設備を自ら保有し事業を運営するような事業形態の場合は、CO₂削減価値のほか、エネルギー自体がもつ非化石価値等も公益的な便益として計上していくことが望ましい。

その他、分散型エネルギー及びインフラに係る便益として、地域資源を活用した自立電源（特に地熱発電やガスエンジンなどの回転系発電機の活用による周波数安定化）によるBCPの観点や、再生可能エネルギー活用に伴うプロモーション効果の観点など様々に期待でき、それらの個別分析の先行研究はあるものの、複数地域でのそうした便益を含めた比較研究の深耕の余地はあり、今後の研究の課題として考えられる。

【注】

- (1) 自治体が出資という形でその創設と運営に関与し、その事業目的を公益的な目的とする事業体をさす。
- (2) 補助メニューとして、例えば環境省「脱炭素イノベーションによる地域循環共生圏構築事業（一部総務省、経済産業省、国土交通省連携事業）」や経済産業省「地域の系統線を活用したエネルギー面的利用事業費補助金」などが挙げられる。これらの補助金は応募主体等によって

適用条件が異なるため、本研究では、保守的な条件の補助割合を適用した。

- (3) ここでは、4地域で電力事業、熱供給事業が混在しているため、熱供給事業に着目して、これまでの化石燃料利用を再生可能エネルギーで代替した場合の各地域のCO₂削減量を算定した。
- (4) 東京都 総量削減義務と排出量取引制度取引価格の査定結果を参考に1,000円/t-CO₂としてCO₂削減価値を算出し、割引率3%、15年で現在価値化した。
- (5) 平均年収を4百万円/人として割引率3%、15年で現在価値化した。なお、雇用者数は、各報告書に基づき以下の通り。

対象地域	雇用者数
中之条町	計32名 林業従事者7名 農業従事者19名 温水プールその他観光プログラム等従業員6名
最上町	計18名 林業従事者18名
弟子屈町	計25名 ハウス栽培の従業員15名 浴用施設の従業員5名 温水プール他観光施設の従業員5名
豊富町	計13名 豊富温泉街での観光施設従業員3名 畜産加工業従業員10名

- (6) 表22における公共投資の初期設備費は、初期設備費総額を減価償却年数で除した値を記載している。

【参考文献】

- Bullier, Milin, [2013], "Alternative financing schemes for energy efficiency in buildings", *ECEEE 2013 Summer Study Proceedings*, pp.795-805
- Hawkey et al, [2013], "Organisation and governance of urban energy systems: district heating and cooling in the UK", *Journal of Cleaner Production*, Vol.50, pp.22-31
- 芦名秀一・井上 剛・中村智志・石島清宏、[2017]、「都市の集約化効果を加味した分散型エネルギーの低炭素効果分析手法開発と地方都市への適用」、『土木学会論文集G（環境）』、Vol.73、No.6、pp.333-341
- 環境省、[2016]、『地球温暖化対策計画』、pp.15、48
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/102816.pdf>

(2020年8月16日アクセス確認)

環境省、[2018]、『第五次環境基本計画』、pp.20、35

<https://www.env.go.jp/press/files/jp/108982.pdf>

(2020年8月16日アクセス確認)

環境省、[2019]、『パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略』、pp.61

<https://www.env.go.jp/press/111781.pdf> (2020年8月16日アクセス確認)

環境省、[2010]、『低炭素社会づくりのためのエネルギーの低炭素化に向けた提言（平成22年3月）』、pp.249-260

工月良太・村上周三・伊香賀俊治・山田航也・川除隆広・生田雄一・小見山堤子、[2015]、『地域レベルの自立分散型エネルギーネットワークの事業スキームに関する研究』、『日本建築学会環境系論文集』、Vol.80、No.708、pp.169-176

群馬県中之条町、[2015]、『中之条町「分散型エネルギーインフラ」プロジェクトマスタープラン策定事業業務委託報告書』

総務省、[2014]、『分散型エネルギーインフラプロジェクトの推進について』

https://soumu.go.jp/main_sosiki/jichi-gyousei/c-gyousei/bunsan_infra.html

(2020年8月16日アクセス確認)

春田文諒・村木美貴、[2017]、『地域冷暖房事業における上下分離方式の導入可能性に関する研究』、『都市計画論文集』、Vol.52、No.3、pp.481-486

北海道弟子屈町、[2017]、『平成28年度分散型エネルギーインフラプロジェクトマスタープラン策定事業（弟子屈町）報告書』

北海道豊富町、[2016]、『分散型エネルギーインフラプロジェクト（マスタープラン策定事業）業務委託報告書』

諸富徹、[2016]、『「自治体エネルギー公益事業体」の創設とその意義』、『都市とガバナンス』、Vol.26、pp.63

山形県最上町、[2016]、『最上町分散型エネルギーインフラプロジェクトマスタープラン策定事業業務委託業務報告書』