

Title	バイオマス施設における地域システムとの連携に関する調査及び可視化ツールの開発
Sub Title	Development of the Visualization Tool and Research on Local System Collaboration for Biomass Facility
Author	坂本, 晋一郎(Sakamoto, Shinichiro) 当麻, 哲哉(Toma, Tetsuya)
Publisher	慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
Publication year	2015
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2015年度システムデザイン・マネジメント学 第196号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40002001-00002015-0002

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

バイオマス施設における
地域システムとの連携に関する調査
及び可視化ツールの開発

坂本 晋一郎
(学籍番号：81333294)

指導教員 准教授 当麻 哲哉

2015 年 9 月

慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
システムデザイン・マネジメント専攻

論 文 要 旨

学籍番号	81333294	氏 名	坂本 晋一郎
論文題目： バイオマス施設における地域システムとの連携に関する調査及び可視化ツールの開発			
(内容の要旨)			
<p>日本において、2002年12月に『バイオマス・ニッポン総合戦略』が策定され、バイオマスを活用させるバイオマスタウン構想が実施された。</p> <p>この戦略は、バイオマス資源を活用し、地域特性を生かしたバイオマスタウンの達成目標とした地域循環型事業システムの構築を掲げている。その基本方針や基本理念には、地球温暖化の防止、循環型社会の形成、新規産業、新規雇用の創出、農林魚業・農山魚村地域の活性化等の観点から、バイオマス資源の利活用を目指した総合的なバイオマス利活用事業を推進している。</p> <p>上記の総合戦略に基づいたバイオマス産業の創出・育成という施策・事業計画としてバイオマスタウン構想を実施し、地域特性に見合ったバイオマス事業への取り組みをしている。しかし、各地域のバイオマスタウンの循環型事業システムはバイオマスの利活用において十分に形成されていないのが現状である。さらに、行政（県庁・県民局・市町村）の評価報告書、学術論文をはじめ、バイオマスタウンを評価する手法は物質、経済、環境性、が多く、現状の地域システムを評価し、その結果を共有して政策・合意形成、業務管理、政策の見直し等に利用する新しい評価手法は考案されていない。</p> <p>そこで、本研究では、こうした現状を踏まえて各地バイオマスタウンを対象とし、バイオマス施設における地域システムとの連携に関する調査及び新たな評価手法として可視化ツールの開発を行う。</p> <p>各地バイオマスタウンにおいて、地域特性に応じた事業システムを過去の報告事例からバイオマス資源量、バイオマス利活用量、利用に係る運用データなどの各種資料を収集し、新たな評価手法の可視化ツールを用いることで、地域システムの評価において有効に使われることを検討した。その結果、成功する確率を判定する項目が可視化されることが明らかになった。さらに、未調査地域を事例として、バイオマス施設の現地調査から事業システムの運用データ、各種資料よりバイオマス施設における地域システムの評価の有効性を検討した。その結果、判定項目から成功する確率を判定することで可視化ツールの有効性が明らかになった。</p> <p>これらのことより、バイオマス施設における地域システムの評価において可視化ツールは新たな評価手法として有効な手段となることが示唆された。</p>			
キーワード（5語） バイオマス、地域システム、可視化ツール、循環型社会、地域特性			

SUMMARY OF MASTER'S DISSERTATION

Student Identification Number	81333294	Name	Shinichiro Sakamoto
<p>Title</p> <p style="text-align: center;">Development of the Visualization Tool and Research on Local System Collaboration for Biomass Facility</p>			
<p>Abstract</p> <p>"Biomass Japanese integrated strategy" was settled on in December, 2002 in Japan, and the biomass town plan was put into effect.</p> <p>This strategy puts up building of the area cyclic type business system that I did profit utilization of biomass resources and made it an achievement target in the biomass town using regional characteristics. Overall business aiming at profit utilization of biomass resources is being promoted from prevention of global warming, formation of cyclic type society, creation of new industry and new employment and activation in a rural district area in the basic policy.</p> <p>But a cyclic type system in the biomass town in all part area isn't formed sufficiently. The method to estimate a biomass town estimates an area system of the current state, and the new evaluation technique used for reconsideration of a policy isn't contrived.</p> <p>Visualization tool is developed as an investigation about cooperation and new evaluation technique with the area system that a biomass town throughout the country can be put in the biomass facilities by this research.</p> <p>It was considered to use an area system in the biomass town of all part to collect practical use data from a report case in the past and use a visualization tool of new evaluation technique effectively in the value of the area system. It became clear that the item which judges the result and the robability which succeeds is visualized. Non-investigation area, the validity of the area system was considered from a field survey as a case. The validity of the visualization tool became clear by judging the result and the probability which succeeds from the judged item.</p> <p>The thing by which a visualization tool will be the effective means as new evaluation technique about the value of the area system in biomass facilities more than these things was suggested.</p>			
<p>Key Word(5 words)</p> <p>Biomass, local System, Visualization tool , Cyclic type society, Regional characteristics</p>			

目次

第1章	序論	5
1.1	本研究の目的	5
1.2	本研究の構成	6
第2章	背景	8
2.1	先行研究	8
2.2	調査報告書	10
第3章	バイオマスタウン事例調査	13
3.1	成功事例調査	13
3.1.1	栃木県茂木町	14
3.1.2	北海道下川町	20
3.1.2	福岡県大木町	24
3.1.3	岡山県真庭市	31
3.1.4	大分県日田市	37
3.2	失敗事例調査	44
3.2.1	京都府南丹市	44
3.2.2	兵庫県潮来市	52
3.2.3	山形県村山市	56
3.3	評価手法の検討	61
3.3.1	概要	61
3.3.2	判定方法	63
3.4	事例の可視化ツールの適用	64
3.5	事例調査結果及び考察	73
3.6	まとめ	73
第4章	検証	75
4.1	秩父市の概要	75
4.2	バイオマスタウンの背景	80
4.3	バイオマス施設の概要	82
4.4	研究方法	88
4.5	検証結果及び考察	90
4.6	まとめ	94
4.7	現行の改善案	94
第5章	結論	96
第6章	今後の発展性	97
謝辞		99
参考文献・引用ウェブサイト		100

第1章 序論

1.1 本研究の目的

近年、バイオマスの利活用が注目されている。その背景には、大量生産、大量消費、大量廃棄の社会システムが自然の浄化能力を超え、地球温暖化、水質汚染、廃棄物、有害物質などのさまざまな環境問題を深刻化させている。バイオマスエネルギーが環境問題に貢献できると見直されるようになったのは、バイオマスの有する特性によるものが大きい。

バイオマスの利活用は、京都議定書のような国際公約を守りビジネスを進める戦略と、農村振興の一環として地域レベルで農業農村の多面的機能を維持増進したり、外部不経済を解消したりする戦略に使い分けるべきである。

また、バイオマスの研究においても、最先端技術を開発し世界をリードする研究と地域特性に応じて現場での適用に直接的に貢献するためのシステム化の研究を使い分けるべきである。後者については、現在の石油ベースの経済価値基準では、採算性を確保し、将来の脱石油時代に向けて、その中山間地域の崩壊を防止するために、資源循環と環境保全とコミュニティ再構築を促進するという取組になる。この場合は、モノやエネルギーの流れを変えるというバイオマス利活用は手段であり、そのシステムの構築と運営が地域活性化に資することを目的となる。

日本では、『バイオマス・ニッポン総合戦略』（平成14年）が策定され、バイオマス資源を利活用し、地域の資源特性を生かしたバイオマスタウン構想の構築を目指している。しかしながら、各地域のバイオマスタウンの事業システムは十分に形成されていない。さらに、行政や地域住民といった事業関係者が協働して事業化を検討するとともに、現状の事業システムを評価し、その結果を共有してする仕組みも十分に整備されていない。

現在、バイオマス・ニッポン総合戦略にもとづき、数多くのバイオマスタウン構想が実施されているが、これらの活動による地域環境への環境、経済・社会的な効果の評価が課題となり、バイオマス・ニッポン総合戦略の見直しが検討されている。課題としては、バイオマスの理解浸透が不十分、未利用バイオ

マスの収集、搬入コスト高い、バイオマスタウンを構築するための地域の人材不足・情報不足、コスト高によりエネルギー等利用遅れである。

これまで、数多くの関係者や研究者によってバイオマス資源の利活用について研究されているが、バイオマスタウン構想対象地域の事業における物質、経済、環境、社会を評価・検討する研究は数少ない。さらに、バイオマス資源の利活用における環境性評価、経済性評価および財務状況を踏まえた地域社会との位置づけなどについては、十分に検討されていないのが現状である。

そこで本研究では、こうした現状を踏まえて各地バイオマスタウン地域を対象とし、バイオマス施設における地域システムとの連携に関する調査及び評価手法として判定ツールの開発を検討した。バイオマス施設における地域システムの判定において、各地バイオマスタウン構想地域の事例及び埼玉県秩父市を調査して、新たな評価手法の判定ツールをサービス事業におけるシステムデザインアプローチとして、ステークホルダー分析の1つである顧客価値連鎖分析（Customer Value Chain Analysis）石井・飯野ら[35]を参考にして開発した。

また、新たな評価手法として可視化ツールの利用可能性を検討するため各事例から抽出された成功に寄与する項目をもとにして、バイオマスタウンが成功する確率の高さに関する判定チェックリストを作成した。

新たな評価手法として可視化ツールを利用することでバイオマス施設の地域システムの連携を可視化する評価手法の有効性を未調査地域の事例について検討した。

1.3 本研究の構成

本研究の構成として、第1章序論については、本研究の目的、構成について記述した。

第2章より背景として、過去の学術研究、報告事例を紹介し、第3章から全国のバイオマスタウンの調査について記述した。

第3章では、第2章の各地バイオマスタウンの事例から新たな評価手法の検討、結果及び考察、まとめを記述した。

第4章は、第3章の結果から未調査地域の秩父市を調査地を選び、概要、バイオマス施設、事業システム、調査・現地取材、新たな評価手法の検討について結果及び考察、まとめを記述した。

第5章は、これまでの調査及び新たな評価手法の検討について結論を述べた

第6章は、今後の課題、発展性について記述した。

第2章 背景

2.1 先行研究

本論文に関連する先行研究の調査を実施した。その中で、特に関連するバイオマス研究事例を整理した（表1）。

バイオマス研究の主な特徴と課題については、伊藤・中田[27]はバイオマス資源の利活用を目的としたバイオマスエネルギー技術のシステム設計に深く言及している。

特にエネルギー・マテリアル・経済性といった3つの視点から構築したシステム設計、評価モデルが特徴といえる。原料・竹内[25]は主に、地域社会の潜在的なバイオマス資源の定量化とその利用に関する評価手法を提案している。また、磐田・島田は、限られた自治体予算の最適分配を通じて、家畜排泄物の有効利用を提唱している[26]。

これらの廃棄物の有効利用を含めた広範囲な先行研究について、調査した結果、システム設計論・評価手法論・制度設計論・地域社会論などの個々の分野を横断する研究例が少ないことが判明している。

例えば、システム工学を用いてバイオマスエネルギーシステムを研究する論文においては、費用対効果の検証結果を示しているがその改善のための制度設計論まで言及している事例は少ない。また、地域社会へのリサイクル推進のための制度設計を述べる論文では、採用する要素技術の専攻プロセスや環境評価の視点での深堀が十分でない傾向が確認された。これらの事項は、バイオマスに関する研究成果の総合化の必要性を示している。さらに、木質バイオマス資源の利活用においては、バイオマスタウン構想の検討過程ではシステム設計や評価および地域バイオマス資源量調査など利活用を検討している事例がほとんどである。

バイオマス利用における地域活性化を定量的に分析した研究では、バイオマスにおける地域活性化をKJ法からバイオマス利用と地域の社会経済要素との因果関係を明確にしておき、因果関係のループから、要素間の効果において地域経済が拡大すると、雇用が拡大し、定住人口が促進される研究[16]では技術システムを設計することを前提としている。

表 1.主な先行研究一覧

研究テーマ	研究分類	内容	課題
畜産廃棄物利活用のための地域最適化システム設計に関する研究(伊藤・中田)	システム設計論(モデル)	エネルギー・マテリアル・経済性を総合的に評価するモデルを構築(東北地方を対象)	畜産廃棄物が資源対象となり周辺地域の循環及びその他資源の利活用の検証はされていない
長野県佐久市を事例とした地域循環型システムの生物資源利用システムに関する研究(原科・武内)	評価手法(ケーススタディー)	バイオマス貯存量データより資源の利用可能性を検証、エネルギー・マテリアル・窒素循環などを総合的に評価	システムの経済的評価や実際の設計までは研究されていない
バイオマスタウン構想実施事例における循環型システムの評価(二渡・坂本・乙間)	評価手法(ケーススタディー)	地方都市のヒアリング調査を行いバイオマスの物質・経済・環境の視点から循環システムの有効性を評価	地方都市を対象としたバイオマスタウンの環境会計の評価に限定されている。その他各事例については評価されていない
家畜排泄物対策に伴う環境・社会便益評価モデルの構築(家畜排泄物有効利用に向けた自治体予算配分に関する研究(磐田・島田)	評価モデルの構築	自治体の施策決定手法のモデル構築に向けたケーススタディーを実施、規模や飼料の農業システムにおける改善の有効策を評価	地方都市を対象として資源を家畜排泄物とした制度設計に限定されている。環境性については評価されていない
バイオマスエネルギー利活用システムの設計と評価(藤江)	評価モデルの構築	アジア地域を対象としたプランテーションをバイオマス資源としたシステム設計と評価手法の有効性を検討している	アジア地域のプランテーションによるエネルギー収支に限定されている。環境性、社会性については評価されていない
地域活性化をめざしたバイオマス利用戦略の検討(稲葉陸太)	評価モデルの構築	地域活性化の評価モデルの構築に向けたWSを実施、要素を抽出して評価軸を明確化することを目的としている	WS実施の結果から要素抽出に限定されている。技術システムについては検討されていない
バイオマスタウンの総合的な評価支援ツールとしてのバイオマス会計の提案(Bespyatko)	評価システムの開発	バイオマスタウンの経済・環境・社会的総括的評価のための会計的手法の提案	地方都市を対象としたバイオマスタウンの会計的評価に限定されている。その他各事例については評価されていない
バイオマスエネルギー事業支援GIS評価システムの開発(吉田・井内・松井)	評価システムの開発	アジア地域を対象としたバイオマス資源量を把握する評価システムの開発	バイオマス資源量の把握に限定されている。地域システムについては検討されていない

バイオマス施設における地域経済の研究では、地域特性であるバイオマス(資源)を有効活用することで、エネルギー利用や林業分野などの関連分野の雇用創出などの資源利用における地域経済効果期待されるが、構想段階の報告や初年度の効果が多く、それ以降の現状における課題などの研究は少ない。さらに、図1、図2が示すように、バイオマスタウン構想数は増加しているが、その後の評価については、構想書類提出後の調査研究がされず、総務省のバイオマスの利活用に関する政策評価の報告書によれば、決算額は各省庁において、全てを把握しておらず、構想どおりに推進していないとの報告がある[36]。

このように、バイオマスタウンにおける評価手法、取組状況、林業施策、製造技術などの研究は多数存在しているが、バイオマスタウン構想後の施設の現状調査とその利活用における評価方法については、学術的な範囲や手法が異なり、研究範囲の狭義なものが数多く存在している。今後、新たな評価手法の開発、分析ツール、効果の検証方法等の自治体への普及が求められる。

本稿では、バイオマスタウンの地域システムの連携を新しい可視化ツールを用いた新たな評価手法の開発を目的として、バイオマスタウンの理論的な枠組みの整理および既存研究のサーベイとともに、事例を用いた地域システムの評価手法の開発や特徴を捉える総合的な考察などによって、バイオマス施設における地域システムの連携を評価する可視化ツールの有効性を検討した。

2.1 調査報告書

総務省において「バイオマス・ニッポン総合戦略」をある一定基準の評価対象で調査された報告書として、バイオマス利活用に関する政策が総合的にどのような効果を上げているかなどについて、初めて政策評価を実施した報告書である。

評価の対象は、「バイオマス・ニッポン総合戦略」（平成14年12月27日閣議決定、平成18年3月31日改定。以下「総合戦略」という）及びこれに基づき、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省及び環境省が実施するバイオマス利活用に関する政策である（図3）。

評価の観点として、バイオマス利活用に関する政策について、関係府省の各種施策・事業が沿う総体としてどのような効果を上げているかなどの総合的な観点から評価している。

また、調査対象機関は、バイオマスタウン構想に関わる機関として、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省及び環境省である。さらに、関連調査等対象機関として、内閣府、道県、市町村、関連事業者等である。

政策評価の把握手法は、関係府省から、実地調査により、主として、総合戦略の実現手段である個別のバイオマス関連事業について、平成15年度から平成20年度までの予算額、決算額、事業実績、事業の実施による効果等把握した。

次に、バイオマス構想を作成している196市町村（平成21年4月1日現在）から実地調査又は書面調査により、バイオマスタウン構想に掲げる取組項目の進捗状況、バイオマスタウンの構想作成後のバイオマスの利用率の変化等を把握した。そして、バイオマス関連施設132施設から、実地調査により原料の調達及び利用、マテリアル（堆肥、肥料等）の生産性及び供給、エネルギー（電気、ガス又は熱）の生産及び供給について事業計画に対する実績等、事業運営の収支、バイオマス利活用によるCO²の削減量等を把握した。

調査結果として、政策全体のコスト（決算額）、バイオマス関連事業の効果（アウトカム）、バイオマスタウン構想の進捗状況、バイオマスの利活用現場（バイオマス関連の施設）におけるCO²削減効果等、政策の有効性や効率性を検証するためのデータがこれまで十分に把握されていなかったことが明らかになった（図4）。

総務省の報告書は、各地バイオマスタウンを主に事業収支を基準として評価した報告書であり、各地に多数あるバイオマスタウンの研究において一定基準で評価した重要な報告書であるため、各事例において効果の発現状況の事例を改めて調査する必要があると考えられる。

また、報告書の効果発現状況について、バイオマス施設の地域システムを「新たな評価手法として可視化するツールを作成することにより地域システムの連携を可視化できる」という方向性のもと、実現可能を目指して化ツールを作成し、地域システムを判定する可視化ツールの開発と新たな評価手法の検討を行った。

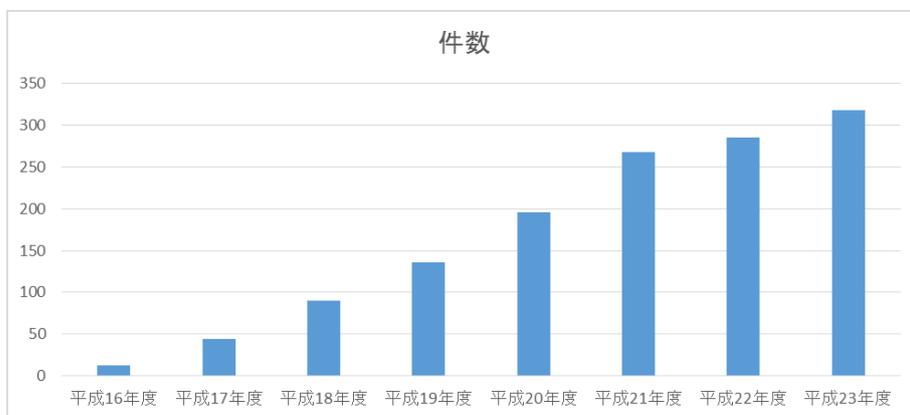


図 1.バイオマスタウン構想の公表数の推移 農水省資料より筆者作成



図 2.全国のバイオマスタウン構想地区 農水省 HP

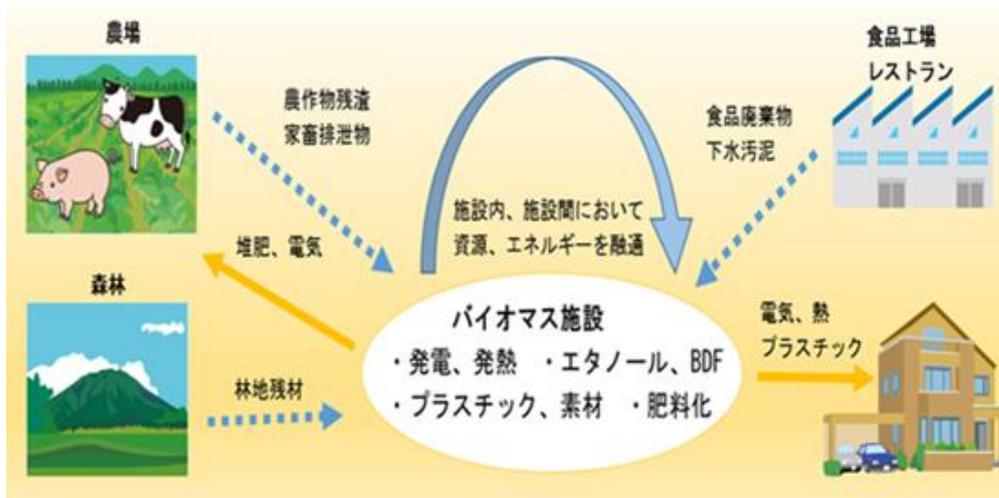


図 3.バイオマスタウン政策の概要

農水省 HP より筆者作成

項目	判定	進捗割合
- 地球温暖化	×	○: 70%以上
- 循環型社会	△	△: 50%前後
- 新規産業、新規雇用	△	×: 30%以下
- 農山村の活性化	×	

図 4.バイオマス利活用における政策評価の進捗度

第3章 バイオマスタウン事例調査

3.1 成功事例調査

総務省の報告書について、バイオマスタウンの各事例の地域を調査し、地域システムのモデル（農村型、山村型、都市近郊型、多角型）に分類し、新たな評価手法として可視化ツールを利用して検討した。

表 2.各市町村における循環システムの特徴

1.成功事例					
分類	農村型	山村型	都市近郊型	多角型	多角型
市町村名	茂木町	下川町	大木町	真庭市	日田市
人口(人)	13,446	3,465	14,500	51,102	61,442
面積(km ²)	172.71	644.2	18.43	828	666.19
処理方式	メタン発酵	バイオマス発電	メタン発酵	木質バイオマス発電	メタン発酵、木質バイオマス発電
受入バイオマス	・生ゴミ ・家畜糞尿 ・もみから ・剪定枝、間伐材、落葉等	・間伐材、廃材(建築系)、林地残材 ・ヤナギ	・生ゴミ ・し尿 ・浄化槽汚泥	・間伐材、廃材等	・生ゴミ ・豚糞尿 ・農業集落排水汚泥 ・焼酎粕
再生品	電力、熱、液肥、堆肥、木質ペレット	電力、熱、木質ペレット	電力、液肥	電力、熱、木質ペレット、その他	電力、液肥、堆肥、土壌改良材
2.失敗事例					
分類	農村型	農村型・山村型	山村型		
市町村名	南丹市	潮来市	村山市		
人口(人)	35,320	32,819	28,192		
面積(km ²)	616.31	402.98	329.6		
処理方式	メタン発酵	メタン発酵	木質バイオマス発電		
受入バイオマス	・家畜糞尿	・生ゴミ ・家畜糞尿 ・間伐材、廃材等	・間伐材、廃材		
再生品	電力、熱、液肥、	電力、熱、木質ペレット	電力、熱、タール、木質ペレット		

以上のように、表 2 が示す地域システムのモデル（農村型、山村型、都市近郊型、多角型）に分類した。

3.1.1 栃木県茂木町（農村型モデル）

茂木町バイオマスタウン（栃木県茂木町）

茂木町の概要	人口：13,446人(H25年6月現在) 総面積：172.69km ²	世帯数：4,656世帯(H25年6月現在) 地理：栃木県南東部に位置する町
---------------	---	--

概要 茂木町バイオマス循環システム概要 <p>茂木町バイオマスタウン構想におけるバイオマス利用フロー図 大空町HP</p>	利活用目標 代表施設 有機物リサイクルセンター バイオマス利活用量 13,874t/年 【特徴】 ●食品残渣、家畜糞尿及び汚泥を受け入れ、堆肥化、液肥化し、メタンガスを利用して発電
--	--

図 5. 栃木県茂木町

(1)地域概要

①経済的

農業は、椎茸や蒟蒻が主要の農産物であるが、最近では園芸作物としてイチゴ、なす、春菊が多く栽培されるようになり、農産直売所では中山間地域の特性を生かした少量多品目の野菜が販売額を伸ばしている。また、「有機物リサイクルセンター美土里館」を中心とした環境保全型農業の推進している。さらに、市街地西部に位置する道の駅「もてぎプラザ」を活用し、農業と観光業の連携に重点を置いた町の情報発信基地を進めている。

②社会的

日本でも有数な那珂川が山肌を蛇行して流れ、鎌倉山山頂からの眺望や農村風景がある。また市街地は城下町として特有の文化がある。また、栃木県内第1号の道の駅に指定された道の駅もてぎ内にある「もてぎプラザ」は、観光案内や農産品のPRなど、町の情報発信基地として多くの方に利用されている。

③地理的特色

茂木町は栃木県の南東部に位置し、県境を走る八溝山系にある。東南部は茨城県笠間市、桜川市、城里町、常陸大宮市、北部は那須烏山市、西部は益子町、市貝町に隣接している。東西 12km、南北 27km、総面積 172,7km²で標高 150～200m の山が総面積の 2/3 を占める山間地帯である。

(2)バイオマス資源の種類

①家畜糞尿

酪農家全体で約 600 頭の乳牛が飼育されており、約 200 頭分の糞尿を収集し、堆肥原料にしている。

収集方法は収集計画を作成し、リサイクルセンターの職員が収集し、処理料金は 1t あたり、800 円～1,000 円である。今まで環境汚染が懸念されていたが土里館へ搬入することにより良質な堆肥が畑へ還元されている。堆肥の適正処理により、農地において窒素過剰の防止が図られている。

②生ごみ

全世帯約 5,000 戸より約 1,800 世帯の一般家庭用生ごみをリサイクルセンターにおいて回収している。収集方法は週 2 回各地区において収集している。特に地域住民の協力もあり異物混入は少ない状況である。さらに、スーパーやレストランなど商業用施設の生ごみも処理している。

③枯葉、おがこ

堆肥に使用する枯葉は年間 250t である。枯葉は堆肥の発酵に必要な細菌が豊富に含まれており、非常に優秀な原材料である。

枯葉は町内の約 800ha の山林から収集している。作業は 50 戸の農家が行っており、リサイクルセンターで枯葉収集袋を貸し出し、山林で作業することにより里山を保全している。

おがこは間伐材や剪定枝を粉砕してリサイクルセンターで製造している。

④もみがら

もみがらは専用の収集車で収集している。近年は農家で処理費用が負担になるため美土里館では無料で収集し、堆肥の副資材として活用する。現在 60 戸ほどの農家から回収している。

⑤木質バイオマス

全面積の約7割が山林であり、森林資源のうち、年間500t程度が椎茸原木として利用されている。

また、年間500t程度発生する間伐材は、リサイクルセンターで堆肥化原料として利用しているが、未利用多く、公共施設や一般家庭への薪ストーブの導入を推進し、その燃料としての利活用を推進する。

⑥廃食用油など

年間23t程度の廃食用油が発生しており、一般家庭からの廃食用油を町内での効率的な回収システムを構築し、バイオディーゼル燃料への変換利用を目指した取組を推進する。

⑦一般家庭系廃食用油の収集

廃食用油についてバイオディーゼル燃料化をするには原料となる廃食用油の収集体制を確立することが必要である。

町内市街地約1,800世帯の生ごみをリサイクルセンターへ堆肥化するために回収している。

ごみステーションへ生ごみと廃食用油を分別してもらい回収しているが公民館やスーパー等に廃食用油回収ボックスを設置して回収すれば効率的である。質量に応じて、地域の商店街や道の駅で使える地域通貨を発行し、回収の促進を図る。それを生ごみ回収業者に収集してもらい、BDF精製施設へ搬入し、精製してリサイクルセンター等で使用する収集車や重機の燃料として使用する。また、役場の公用車にも使用し町民へのPRを図る。一方、住民説明会等を行い、分別の徹底を図る。

⑧事業系廃食用油の収集

町内の事業所から発生する廃食用油の回収は、生ごみと廃食用油を分別し、事業者がBDF生成施設へ持ち込むこととし、料金については、事業者にメリットが出るよう、産業廃棄物処理業者よりも安価に設定し、町内の事業所から発生する生ごみや廃食用油の回収率を向上させ、地域資源の有効利用を推進する。

(3) バイオマス施設 (図 5)

固液分離装置、原料及び副資材投入ホッパーから構成されている。原料(生ごみや畜ふん尿)は原料投入ホッパーに、副資材(落ち葉、おがこ、もみがら)は副資材投入ホッパーにそれぞれ投入され、混合機によって混合される。スラリー状の畜糞尿は、固液分離装置で固形物が取り除かれ液肥化装置に搬送されて液肥にされる。取り除かれた固形物は、原料と一緒に処理する。原料の水分調整が最も重要である。

①一次発酵棟(円形発酵棟 25 日)

混合機からコンベアによって自動搬送された原料は、この槽内に堆積し、槽の中心を軸にして往復旋回するスクリーによって攪拌され、発酵する。一次発酵処理された原料は、槽の中央地下部に設置されたコンベアによって二次発酵槽に搬送される。また、槽の底には発酵を促進させるためのエアレーション装置が埋設されている。この装置は、本体プラントの最も重要な発酵の中樞を担うものである。発酵の要素は温度、空気、水分、栄養源、微生物といったものが必要であるが、スクリーによる攪拌とエアレーションにより好気状態が保たれ、良好な発酵が促進される。また、臭気は天井から効率よく捕集され脱臭装置へ送られる。

②二次発酵棟(直線型発酵棟 65 日)

円形発酵槽からコンベアによって自動搬送された一次発酵済み原料はこの槽内に堆積され、槽内を縦横移動するスクリーによって攪拌される。この装置で 65 日攪拌することにより、分解・発酵が更に進み、作物への生育障害がない良質で安全なたい肥を得ることができる。

③乾燥棟(乾燥攪拌機 15 日)

二次発酵槽から搬送された堆肥をロータリー式の乾燥機によって自然乾燥する。この乾燥機によって水分率が十分低下した良質の堆肥ができる。また、乾燥は太陽エネルギーと乾燥機の切返でおこなわれ、省エネが図られている。

④製品棟(自動袋詰装置)

この装置は投入ホッパー部、トロンメル部、輸送部で構成される。堆肥はトロンメルの網目で粗大物が取り除かれ、良質な堆肥のみが計量部に輸送され、袋詰めされて完成する。

⑤液肥化装置棟

この装置は固液分離装置のベルトスクリーンによって固形物が取り除かれたスラリー状の畜糞尿を、液肥化するものである。上述の畜糞尿は曝気槽で180日間曝気され、液肥化される。この液肥は主に畜産農家に還元される。

⑥脱臭棟

この施設は円形発酵装置によって発生した臭気を脱臭するものである。円形発酵装置は、この脱臭処理に最も適した構造であり、周囲のカーテンで外気と遮断し、臭気は天井からブローによってバークを堆積した脱臭槽に導かれ、吸着及び微生物脱臭される。

④バイオガスプラント

バイオガスの利用方法としては燃焼熱で暖房や湯沸し、またメタンガスを燃料に発電することも可能であり、化石燃料の削減が図られる。

現在、リサイクルセンターでは、町内13戸の酪農家で発生する糞尿の約1/3利活用しているが、残りについては、各酪農家が自己処理して、堆肥や液肥として活用している。メタン発酵施設では、集まった牛糞尿を密閉層に投入し、3～4ヶ月かけて発酵させ、その過程で生産されるバイオガスをエネルギーとして再利用し、発酵残さである消化液は液肥として活用する。また、メタン発酵は、有機廃棄物を分解処理するとともに、発生するバイオガスをエネルギーとして利用する。

(4)利活用目標

①廃棄物系バイオマス 99.4%の利活用

茂木町では、年間1,056tの生ごみが排出されている。このうち、市街地以外から発生する600tは、各家庭で個別にたい肥化され、畑などに還元利用されている。

市街地から排出される家庭系、事業系の生ごみ456tについては、現在56%が「茂木町有機物リサイクルセンター美土里館」で堆肥化され、町内の農地で利活用されている。今後、これらの回収・利用率の向上を図り、食品廃棄物全体としての利用率90%を目指す。

家畜糞尿についても継続して堆肥化を推進し、家畜排泄物の利用目標率については、100%を維持する。

廃食用油の回収について、町内市街地 1,800 世帯と町内事業所(ホテル、旅飲食店、食品製造所)より回収を図る。現在利用はされていないが、100%の利活用を目指す。

②未利用バイオマスの 65%利活用

間伐材及び剪定枝の木質系バイオマス利活用については美土里館でもたい肥の原料として使用しているが、茂木町の特性上森林系バイオマスは豊富にあるので薪ストーブ、建築材としての利用拡大を目指し、70%の利活用を目指す。また、落ち葉については森林保全の面からもたい肥化を推進し、50%の利活用を目指す。もみがらの回収率を上げ、堆肥化の副資材として 100%の利活用を目指す。

3.1.2 北海道下川町（山村型モデル）

下川町バイオマスタウン（北海道下川町）

下川町の概要

人口：3,465人(H25年6月現在) 世帯数：1,818世帯(H25年6月現在)

総面積：644.2km² 地理：北海道北部に位置する市

概要

【木質バイオマスの利活用】

- 町内工場廃材等
- 林地残材等
- ヤナギ栽培
- 建設副産物

【廃食油の利活用】

- 廃食油

チップ加工施設

ペレット等製造施設

バイオエタノール
実証プラント

BDF加工施設

五味温泉
幼児センター

公共施設での暖房等
・あけぼの園
・山びこ学園
・役場庁舎
・地域暖房等

小規模施設での暖房
・小規模公共施設
・民間住宅
・農業用ハウス等

公用車等

下川町バイオマスタウン構想におけるバイオマス利活用フロー図
下川町HP

利活用目標

- 廃棄物系バイオマス：98%
- 未利用バイオマス：40%

代表施設

下川町バイオマス施設




下川町HP

バイオマス利活用量 67,683t/年

【特徴】

- 木質バイオマスを集積後、ペレット製造

図 6. 北海道下川町

(1)地域概要

①経済的

下川町では、行政施策に地域の優位性を発揮しながら、地域の資源や人材を活用し地域産業の振興や社会システムづくりなどを行うため、財団法人下川ふるさと開発振興公社内にクラスター推進部を設置し、コーディネートなどを通して地域経済の活性化を推進している。

農業分野では 下川町の農業は、稲作・畑作・畜産が中心で経営耕地面積は約4,284ha、1戸あたりの平均経営耕地面積は約24haである。

米の生産調整による転作の定着により、フルーツトマト、キヌサヤ、ネギなどのハウス栽培を中心とした施設野菜の生産が行われている。

また、酪農は本町の農業粗生産額の約7割を占めており、飼養戸数は減少しているが、肥料やTMR（混合飼料）のコストの削減や、収穫・調製作業の共同化による農作業効率の向上により、1戸あたりの生乳生産量は拡大している。

近年、環境に対する意識の高まりや BSE（牛海綿状脳症）、鳥インフルエンザなどの問題発生により全国的に安全・安心な食料生産へ期待が高まりける農業現場に環境保全への対策や減農薬への取組みを強化している。

森林分野では、下川町は、町の土地面積の約 90%（その約 85%が国有林）が森林である。昭和 28 年、国有林から 1,221 h a を取得し、国有林などを取得しながら、毎年 40～50ha の植林を継続し、植林 50ha の伐採 60 年の循環型森林システムを構築した。さらに、適切な森林管理の世界的な証である FSC 森林認証を北海道で初めて取得している。また、町内製材工場から出される端材を燃料に、公共の温泉である五味温泉や幼児センターに木質バイオマスボイラを導入し、経費の削減を行う。

地場産業では、昭和 56 年 10 月の湿雪により町有林、民有林のカラマツ林が被害を受け、その被害木処理を契機として「木炭事業」が翌年度からスタートした。木炭事業からカラマツ木炭や木酢液、燻煙材など多くの製品が創り出されており、精製木酢液や笹のエキスを利用した化粧品、地元の紫蘇の葉を利用したシソジュースなどの事業を展開している。

②社会的特色

明治 34 年岐阜県から 25 戸の入植により開拓が始まり、その後、大正 6 年サウル金山の発見、大正 8 年の国鉄名寄本線の開通などをきっかけに発展し、大正 13 年に名寄町から分村して下川村が誕生した。

昭和 24 年の町施行後も、三菱金属鉱業(株)の鉱山が活況を呈し、農林業と鉱業の町として発展する中で昭和 35 年には人口が 15,555 人となり、生活環境整備も進んだ。その後、日本経済の高度成長に伴う若者の流出や下川鉱山の休山、JR 名寄本線の廃止などにより人口が減少し、現在は 3,882 人となっている。（平成 20 年 2 月末、住民基本台帳者数）

昭和 56 年から全国の都市住民を対象とした「ふるさと運動」が始められ、都市住民との交流を促進する様々な取組みや「万里の長城」「アイスキャンドル」など多彩なアイデアによるまちづくりが官民一体となり進められている。下川町の自然や森林、農産物などの地域資源を有効に活用する中から、特産品の開発や地場産業の育成が行われ、過疎の防止や地域の活性化を図ろうとする事業が多岐にわたり行われている。

③地理的特色

北海道の北部に位置し、東西約 20Km、南北 31Km におよび、644.2km² の広大な面積を有し、その約 90%が森林に覆われ、恵まれた森林資源と豊かで美しい自然が残されている。気候は、内陸性の気候で寒暖の差が激しく、年間の最高気温は約 30 度、最低気温は約-30 度と年間の温度差が 60 度以上にもなり、降雪は 11 月下旬頃から 4 月中旬頃まで続き冬が長く夏が短い地域である。

(2)地域のバイオマス資源

①廃食油の軽油代替燃料化

一般家庭や飲食店等の廃食油を回収し、ディーゼル車用燃料として再利用する。

②木質系資源作物栽培

木質バイオマス資源は豊富に存在するが広く薄く存在していることから経済性が課題であり、スウェーデンなどではエネルギー作物として早生樹である「ヤナギ」を植栽している。早生樹であるヤナギを栽培することによって、安定的な資源の確保が可能となり、燃料としての利用だけではなく、土地の有効利用が図れるとともに二酸化炭素の固定による環境対策（地球温暖化対策）に対しても有益である。

こうしたことから、平成 19 年度、北海道の地域再生チャレンジ交付金の採択を受け、町有地に 875 本のヤナギの試験栽培を実施し、栽培技術等を確立しながら、1,000t/年（100ha）の資源作物の栽培を目指す。

(3)バイオマス施設（図 6）

①木質バイオマスの石油代替燃料による利活用

木質バイオマス及び木質系資源作物を既存工場においてチップ等に加工し、特別別養護老人ホーム「あけぼの園」や知的障害者更生施設「山びこ学園」など公共施設に木質バイオマスボイラを導入し暖房用に利用する。また、農業用ハウスや小規模な公共施設、家庭等への暖房用としての利活用促進のため、ペレット等製造施設整備を検討する。更に、産学官の連携を推進しながら地域暖房やバイオエタノール実証プラントなどの調査研究を進め、導入を目指す。

(5)利活用目標

未利用系バイオマスについては、林地残材と街路樹選定枝が利用されていないことから、除伐材や不良材の林地残材等の40%以上の利用を目指す。更に今後発生が予想される建設副産物の利用を推進する。

また、廃棄物系バイオマスについては、現在すでに全体で99.8%を利用しているが、利用率の低い廃食油のBDF化を推進することにより、全体としてさらなる利用率の向上を目指す。なお、廃食油については、現在の16%から100%へ利用率の向上を目指す。

3.1.3 福岡県大木町（都市近郊型モデル）

大木町バイオマスタウン（福岡県大木町）



図 7. 福岡県大木町

(1)地域の現状

①経済的特色

本町は、肥沃な土地と豊富な水、恵まれた気象条件のもと農業の町として発展してきたが、農業を取巻く内外の状況は厳しく、農業従事者の高齢化・後継者の流出による農業担い手不足・遊休農地の増加など深刻な課題を抱えている。農業環境が厳しくなる中、米・小麦・大豆などの土地利用型の農業を軸としながらも、収益性の高いイチゴ、天候に左右されない施設での栽培を追及したシメジ・えのき茸に加え、近年ではグリーンアスパラガスなど高収益型農作物の生産が盛んに行われるようになってきた。中でも、しめじ分野では町内に12の農事組合法人が設立されており、若者の農業就労者が増え、農業に活気のある町としても注目を集めている。

畜産関係では、養豚を営む農家が3軒（母豚320頭、肥育豚2,450頭）あり、発酵床方式により、そのまま糞尿を堆肥化するシステムを導入している。400年以上の歴史を持つい草の栽培は、輸入製品の増加や生活様式の変化と共に激減したが、依然い草関連の業種は多く、伝統の灯を守ろうとする取り組みが続いている。

商工業においては、全国的に有名な家具産地である「大川市」に隣接するため、木材・家具を中心とする製造業は、農業と並ぶ町の基幹産業の地位を占めるに至った。しかし、バブル経済崩壊後の長期不況や、生活様式の変化に伴う家具需要の減少に加え、グローバル経済化に伴う輸入製品の急増が木材・家具製造業に大きな打撃を与えている。

商業は、町の産業構成を反映して、い草・同製品、木材・家具等、住生活関連の卸売りが大きな比重を占めており、小売・サービス業は町外に依存する割合が高い。

町内で発生する廃棄物系バイオマスの主なものに、生ごみ・し尿・浄化槽汚泥・廃食用油・きのこ廃オガ・木材屑などが上げられる。

生ごみは隣接する大川市の清掃センターに焼却処理を委託しており、年々処理費用が増加して町の財政を圧迫し始めている。また、化石燃料を加えての強制焼却や、焼却灰の処分場不足など、環境的に多くの課題を抱えている。

し尿や浄化槽汚泥については、海洋投棄に頼っており、ロンドン条約に基づく海洋投棄禁止の期限（平成19年1月31日）を前に、早急な施設整備が必要となっている。

木材屑は、平成14年12月から実施された焼却炉の構造基準の改正により焼却が難しくなり、産業廃棄物処理費の負担が中小事業所の重荷になっている。キノコの生産過程から発生する廃オガは、施設内のストック場で数回の切り替えしを行った後、2tトラック4,000円程度で施設園芸農家に引き取られてきたが、近年では、大手企業が無償配布を始めたため、その処分方法が大きな課題となっている。

②社会的特色

明治22年町村制が施行されると同時に大溝・木佐木・大莞の各村が生まれ、昭和30年1月、この3カ村が合併して大木町が誕生し、今日に至っている。

交通アクセスとしては、九州自動車道八女インターチェンジから車で15分、西鉄大牟田線を利用すれば福岡市天神から1時間圏に位置する都市近郊の町であり、交通の利便性や豊かな環境を求めてベッドタウン化が進んでいるのが現状である。近年では、生活雑排水による集落内のクリーク（堀）の汚濁が問題化しており、住民団体を中心とした、堀再生への取り組みが盛んに行われている。また、本町は住民活動が盛んで、福祉・環境・まちづくり・子育てなどをテーマにした団体が活発に活動しており、このような住民団体の活動に支えられ、行政と住民のパートナーシップによるまちづくりが進んでいる。

本町では循環型地域社会作りを目指した様々な取り組みを、住民との協働により実施している。平成7年度からは、近隣市町村に先駆けて資源ごみの分別収集を全行政区で開始し、住民との共同作業によりごみ資源化に大きな成果をあげることが出来た。

平成12年度には、大木町地域新エネルギービジョンを策定し、生ごみなどバイオマス資源の活用計画や、太陽光など自然エネルギーの導入計画、さらに「あーすくらぶ」などの住民団体が取り組んでいた省エネルギープランを導入した。

③地理的特色

この地方は古代、「水沼の^{あがた}縣」と呼ばれる沼地で、三潞郡の名称は水沼が変化して名付けられたと言われている。沼地であったこの地域で排水のよい地盤とするために先人が営々と作り上げたものが「堀」で、この堀が町全域を網の目のように巡り、農業用水や防火用水、生活廃水の放流先、地下水の涵養等、生活と密接に関っているのが町の特徴といえる。堀の面積は町全体の14%を占め、全国有数の溝渠地帯である。

堀割は昔から日常生活との関わりが深く、今でも堀割にまつわる様々な風習や風物が残っている。中でもこの地方だけ採れる栗に似た味の「ひしの実」が堀割に自生し、「ハンギリ」で採る風景は郷愁を誘い、豊かな水辺は人々の生活に潤いを与えている。

人口は1万4,315人（平成16年4月1日現在）、面積18.43km²平方キロメートルで、福岡県の南西部に位置し、九州の穀倉地帯筑後平野のほぼ中央にあり、温暖多雨の穏やかな気候に加えて、町全体が標高4～5mのほぼ平坦地ということもあり、町の57%を水田が占める田園地帯となっている。

(2) バイオマス資源

① 生ごみ・し尿・浄化槽汚泥

収集・生ごみ：バケツコンテナ方式による収集は週間に2回、10～20世帯ごとに設置したバケツコンテナに家庭で分別・水きりした生ごみを直接投入し回収する。バケツコンテナ方式は3年間のモデル事業により、良好な分別が継続でき、地域住民にも好評であることが証明された。事業系はバケツコンテナによる持込。

② し尿・浄化槽汚泥

業者委託による収集しメタン発酵（中温湿式）する。生ごみ・浄化槽汚泥は破砕・分別などの前処理後、メタン発酵を促進するために、2日間55度の高温可溶化槽で一次発酵させる。高温可溶化技術は、熊本大学の木田教授の提案による新技術であり、分解し難い浄化槽汚泥などに含まれる有機物の分解を促す。高温可溶化を経て前処理したし尿を混ぜ、中温メタン発酵を行い、メタン発酵で発生したメタンガスと消化液を回収する。消化液は水処理せず、有機液肥として活用。液肥は、現在ほとんど有機物が使われない、水稻や麦などの土地利用型作物の肥料として活用する。液肥を水稻で利用する実証試験を福岡県や大学の研究室、関係機関、農家などと共同により3年間実施したが、液肥の成分のばらつきや散布方法などに課題を残している。

しかし、消化液を有機液肥として活用することで、プラントの設置費用や運転費用が大幅に削減でき、貴重な有機質肥料が得られるので、バイオガスプラントの費用効果が倍増する。また、メタンガスはプラントが消費し、電気・熱の供給に使用され、余剰分は液肥栽培実験ハウスや関連施設内で活用する。

③ 廃食用油

収集方法 毎月実施する行政区単位の分別収集により、家庭からの廃食用油を回収する。また、事業所などの廃食用油はリサイクルセンターへの持込。 変換 BDF プラントによるメチルエステル交換による、軽油代替燃料化 利用 町のごみ収集車及び農業トラクターの燃料として利用。公用車にディーゼル車を採用する。

④ 菌茸類栽培施設の廃オガ収集

収集はしない。(各施設で保管) 変換栽培施設の廃オガ置き場において発酵・堆肥化。現在は未発酵の堆肥があるので、堆肥の作成基準を定め良質の堆肥作りを行う。利用 施設野菜・土地利用型作物に利用し、主にアスパラガス、いちごなど施設野菜に利用。季節的に余剰する時期があるので、散布体制を確立し土地利用型作物への利用を図る。また、作物ごとの施肥基準を定める。

⑤畜産し尿

畜産し尿は発酵床方式により堆肥化处理3戸の養豚農家はし尿のほtどを発酵床方式により堆肥化している。発酵床方式とは、床に数十センチメートル程度にのこ屑などを敷き詰め、し尿を床に吸着・発酵させる方式。発酵床は数ヶ月ごとに入れ替え、堆肥化する。

⑥事業所から出る木材残材

収集 木材屑収集業者による回収。(現在、端材をチップ化して再生ボード用に販売している業者が数社存在する。) 変換 チップ化及びペレット化して、高性能ボイラで熱回収。変換・利用方法の検討については、平成13年度に大木町木質バイオマス熱供給実証調査事業を実施済み。利用 温泉施設への熱供給(空調用及び温水供給用)、農業用ボイラ等へ利用される。ペレットストーブの普及等。(のこ屑は現在ほtど畜産敷材として利用されている。) 端材は現在一部有償でチップ化され、ボード原料に利用されている。また、合板・ボード屑は塗料・接着剤等が含まれるので、現時点では資源化しない。

⑦農業廃棄物(稲わら・麦わら)

収集 ロールベラーによりコンポして回収。(堆肥用・アルコール生成用) 変換 アルコールの抽出、堆肥化利用 土壌改良剤(切断後そのまま圃場の土にすきこみ。) アルコールは自動車燃料用として検討。(新エネルギービジョンでは、きのこ栽培施設へのストローエアコン導入を検討。)

⑧農業廃棄物(もみ殻)

収集 JA カントリーと米収集業者から大量に発生する。また、もみ殻くん炭及び畜産堆肥に混ぜて堆肥化する。もみ殻くん炭は、いちご栽培床などの土壌改良剤、堆肥は施設野菜に使用させる。

⑨米ぬか

えのき茸やシメジの栽培床に利用される。

⑩水草（ホテイアオイ及びウオーターレタス）

収集は機械による回収及び地域住民による人力回収する。乾燥して粉碎後、畜産堆肥及び廃オガ堆肥と混合して堆肥化される。廃オガなどと混ぜて堆肥化し施設野菜に利用される。有機液肥は水稻などの土地利用型作物に使用される。

(3) バイオマス施設（図 7）

本町においては、現在厄介者扱いされている生ゴミやし尿・浄化槽汚泥を、有効な資源として活用する有機物循環システムの構築が実現可能であると考えられるため、バイオマス利活用の拠点施設として「大木町資源循環センター（仮称）」を整備し、地域資源循環型社会づくりの拠点として活用していくものである。具体的には、生ゴミをバケツコンテナ方式で収集し、し尿、浄化槽汚泥と共にバイオガスプラントに投入、メタン発酵させてガスを抽出してエネルギー利用する一方、消化液肥を有機肥料として農業利用する。また、廃オガは堆肥化して農地に還元し、消化液肥と共に農地の地力増進を図り、消費者が求める安全・安心な有機農産物の産地形成を促進する。

廃食用油は、BDF プラントにより軽油代替燃料として再生し、収集用トラックやトラクターの燃料に活用する一方、菜の花等油脂植物を栽培して、食用油の循環システムを構築するものである。さらに、これらの循環システムをスムーズに運営していくためには、住民の理解と協力が必要となるため、環境教育や資源循環型社会システムの普及啓発の拠点として、大木町資源循環センターを活用する。

(5) 利活用目標

廃棄物系バイオマスの利用率 95% を目標とする。生ゴミは分別収集により家庭系・事業系とも 100% 利用。し尿・浄化槽汚泥 100% 利用。キノコの廃オガ＝現在 100% 利用分を、完熟度を高めて供給。廃食用油 100% の燃料化利用。豚糞、豚尿＝100% 堆肥化利用製材・家具の残材＝温泉施設の熱源やボイラなどの燃料として 80% の利用を目指す。未利用バイオマスの利用率 40% を目標とする。稲わら・麦わら＝現在切断し土壌改良剤として農地に還元しているが、大量に賦存していることから、一部アルコール加工・燃料化の高度利用を検討する。利

活用率目標 30%である。もみ殻は現在 100%利用分を、土壌改良剤など有効活用を検討する。米ぬかは現在 100%、利用水草（ホテイアオイ等）は回収体系を確立し、主に堆肥化し 50%利用を目指す。水草は回収可能量が対象とする。

3.1.3 岡山県真庭市（多角型モデル）



図 8. 岡山県真庭市

(1) 地域の現状

① 経済的特色

本地域は、古くからの山陽・山陰の中継地で交通の要衝に位置してきた地の利を活かし、市南部の勝山地区では城下町の街並みを形成した。明治以降、ヒノキの植林を行い、ヒノキの産地として発展し、木材産業の盛んな地域である。平成17年における産業別就業人口では、第1次産業17.1%、第2次産業29.6%、第3次産業53.3%となっており、県全体に比較して農林業従事者が多い就業構造ではあるが、年々、第2次および第3次産業への移行が見られる。

農業は、乳用牛、米、野菜が産出額において上位を占めている。蒜山高原では国内で最大頭数のジャージー牛が飼育されており、様々な乳製品や関連製品を製造・販売しているが、近年は伸び悩んでいる。

林業は古くから「美作材」の産地として知られてきた。しかし、平成16年度の台風による風倒木被害や近年の木材価格の低迷によって厳しい経営状況にあ

る。工業：製材所については全国でもまれにみる集積があり、以前より木質系資源活用産業クラスターの形成を目指している。一方、平成15年には真庭産業団地の分譲が開始されており、本市でも積極的な誘致を行ってきている。

商業は、市南部の久世地区を中心に郊外型店舗などが進出している一方、商店街では空洞化が進行しつつあり、商店街活性化や市街地の再編などの課題がある。このような状況の中、勝山地区では、これまでに町並み再生による商業活性化に取り組んできており、近年は醤油蔵を改築して市民の文化交流拠点とするなど、活発な動きも見られる。

観光業は、西日本有数の高原リゾート地である蒜山高原、西の横綱と評されている露天風呂がある湯原温泉郷など、県内有数の観光資源があり、それらを活かした「観光回廊真庭」の構築を目指している。

②社会的特色

本市は「豊かな自然と地域資源を活かした人と環境にやさしい『杜市』づくり」を基本理念として建設計画を掲げ、平成17年3月31日に、勝山町、落合町、湯原町、久世町、美甘村、川上村、八束村、中和村および北房町の9町村が合併して誕生した。この合併により、総人口は51,865人、総世帯数は17,587世帯である（平成21年2月1日現在、住民基本台帳）。本市の人口は、昭和50年をピークとして減少傾向となっている。また、高齢化率は30.5%と、県全体より速いスピードで高齢化が進行している。

昨年来、市民参加によって「真庭市総合計画」の策定に取り組み、公表したばかりである。また、国内生産材の価格低迷や、「ゴミ処理に係るダイオキシン削減のための規制措置法」の強化に伴う廃材の焼却処分等を背景に、合併前から木を活かした個性的な地域づくりを積極的に進めてきている。

③地理的特色

本市は、岡山県の北部に位置し北端を鳥取県に接し、中国山地のほぼ中央に当たる。東西約30km、南北に約50km、総面積は828km²で岡山県の1割を超え、県下で最大の面積を有している。最も多くの土地利用がなされているのは林野であり、約652km²（78.8%）を占めている。

市の北部は、蒜山高原をはじめ津黒山などの裾野に広大な高原が広がり、その一部は大山隠岐国立公園に属している。ジャージー牛などの酪農と観光リゾー

トの拠点となっている。中央部には、岡山県の三大河川の一つである旭川が流れ、その流域には神庭の滝や美作三湯の一つである湯原温泉郷など多くの地域資源が観光客や湯治客を集めている。南部には、肥沃な農業地帯と行政・文化・医療機関が集積した市街地が広がり、商業・工業の中心エリアである。

交通網は、南部を東西方向にJR姫新線が通っている他、中部から南部に国道181号、北部に国道482号が東西に走り、これを南北方向に走る国道313号が連絡している。また、中国自動車道、米子自動車道、岡山自動車道と3つの高速道路の5つのインターチェンジが整備され、岡山市や米子市へ約1時間、大阪や広島へ3時間以内で移動でき、東西南北へ分岐する交通の要衝でもある。

(2) バイオマスの種類

本市におけるバイオマス利活用計画の目標設定対象は、「木質系廃材」、「家畜排泄物」および「食品廃棄物」の廃棄物バイオマス、「未利用木材」の未利用バイオマスとする。なお、その他のバイオマス資源についても、関係者との連携により利用率の向上を目指すものとする。個々のバイオマスの「収集～変換～利用」の仕組みを体系的に整備し利用率を高めることにより、バイオマス・ニッポン総合戦略に掲げられている廃棄物バイオマスの目標利用率90%以上を目指す。また、未利用バイオマスについても利用を推進する。

① 木質系廃材

市内で発生する木質系廃材（建設業等からの産廃木くずと製材所等からの残材）は、約118,400t/年と膨大であるが、実験事業の進展等により、その9割に相当する約107,800t/年が再利用されている。再利用されていない廃材10,600t/年の大半は樹皮（バーク）であるが、産廃木くずも約1,700t/年、存在する。実験事業を発展させると共にバイオマス原料集積基地の整備により、域内の製造業等にバイオマスボイラが普及し、その燃料の一部に樹皮を使用することで再利用の拡大を図る。また、マテリアル系のリサイクルとして、これまでに開発されてきた木片コンクリート等の販路拡大を図るとともに、他の技術開発動向を眺めつつ、商品化に取り組むものとする。産廃木くずについては、排出者による不純物の徹底分離等により、不純物が少なくダイオキシン発生リスクの低い資源を生み出す。これは、製材所由来木質系廃材と同じ燃料用途とともに炭として

の活用を図る。さらに約2,800t/年の資源化を図り、木質系廃材の利用率を一層高めることを目指す。後述の未利用木材とあわせ、製材所由来の木質系廃材の流通システムを地域内に構築する。この流通システムは、実験事業により確立させ、併せてバイオマス集積基地の機能を十二分に活用する。また、産廃木くずについては、市内の建設業界が一丸となって分別を徹底し、業界として認定した資源材のみを、製材所由来木質系廃材と同じ流通に乗せ、各種ボイラ施設や炭化施設へ搬送する。なお、マテリアル系用途については、破碎・粉碎された木片・木粉が、工業用原料として域内外で流通する。

特に樹皮は、含水率の低減化を図ると共に破碎することで燃焼効率を高め、市内の製材所や他の製造業事業所、商業施設、施設園芸農家のハウス等のボイラにおいて燃料転換を図る。収集した産廃木くずは、破碎し、燃料転換と共に炭化する。なお、マテリアル系については、用途にあわせた各種の技術により変換する。

②家畜排泄物

本市内の家畜排泄物は約116,100t/年発生しており、利用率は81%と推計される。これを90%まで高めようとする、現状よりも12,000t/年多く再利用する必要がある、年間稼働300日の処理施設で処理する場合、その施設規模は40t/日となる。家畜排泄物の処理は、原則は畜産農家自身が行うべきことであるが、特に飼育頭数の少ない中小規模では、個別に処理施設を設置・運用するよりも、共同で集約化した処理施設を整備・運用し、家畜排泄物の再利用を図ることが効果的である。市内の畜産農家は、蒜山地区（市の北部、牛が約3,700頭）、落合地区周辺（市の南部、牛が約1,700頭）に多く集積し、主として乳牛が飼育されている。同時に、両地区には既に堆肥化設備が整備されている。これらを踏まえると、各々の地区に地域のニーズにあわせた共同の処理施設を設けることが合理的と考えられる。収集は、原則として生産者自身による持ち込みとする。なお、施設の立地条件によっては、利用者が多く、経済合理性が成り立つ場合は、共同の回収事業を行うものとする。合理的・効率的な収集が可能で周辺環境に考慮したポイントに共同再処理施設を導入する。再利用化方法は、以下の候補から導入時期における技術開発状況、施設の費用対効果等を勘案し選択する。

③食品廃棄物

市内で発生する食品廃棄物（家庭の生ごみ、小売店・飲食店等から発生する一般廃棄物と製造業から発生する産業廃棄物の合計）は、約12,600t/年であり、再利用は、その14%に相当する1,700t/年に止まっており、大半はごみ焼却場へ持ち込まれ焼却されている。この食品廃棄物の利用率を20%程度（追加処理量は900t/年、300日稼働として3t/日）まで高めることを目標とする。食品廃棄物の発生者（製造業、小売業、飲食店等）と産業廃棄物処理業者とが連携・協力し、産業系・事業系の食品廃棄物の収集システムを確立する。特に、廃食用油については、地区ごとに一般家庭からの回収システムを構築し、再処理施設への収集量を安定化させる。食品廃棄物は主に市南部の市街地部から排出されることから、既存のごみ処理施設の近傍に再処理施設を設ける。再利用化方法は、以下の候補から導入時期における技術開発状況、施設の費用対効果等を勘案し選択する。

④その他の廃棄物バイオマス

他の廃棄物バイオマスとしては、「紙くず・古紙」がある。当該バイオマスのうち、家庭や学校からの発生物については地区単位での回収運動を進めており、この運動の一層の活発化を図るものとする。また、事業系の廃棄物についても、地区単位の運動と連動し、分別回収の一層の強化を図る。

⑥その他の未利用バイオマス

上述の未利用木材以外では、「稲わら」、「もみ殻」および「剪定枝」がある。これらのうち、「稲わら」、「もみ殻」については、ほ場へのすき込み等により現状でも70%以上が利用されており、今後も積極的な利用が期待される。「剪定枝」のうち、果樹や公園由来については、当該敷地内での堆肥化による自己還元を促進する。街路樹由来については、上記の未利用木材との連動により、利活用を図る。

(3)バイオマス施設（図8）

市内の未利用木材（未利用間伐材、林地残材等）の発生量は、約57,100t/年あり、風倒木処理として約7,800t/年が再利用されている。

実験事業の成果及びバイオマス原料集積基地機能の整備により、未利用間伐材の流通が促進され、林地残材の一部は、バイオマスボイラ用の燃料として利用

されることとなる。併せて、森林ボランティア等の市民との連動や、薪ストーブの普及促進により、利活用の幅を広げる。木質系廃材とあわせ、間伐材の有利用と林地残材の流通システムを地域内に構築する。この流通システムは、実験事業により確立する。山林内での機械化促進と共に搬出コストの低減化を図り、間伐材とチップ化した林地残材をあわせて費用対効果を高める。未利用間伐材の積極利用を図る。あわせて林地残材の含水率の低減化を図ると共に破碎することで燃焼効率を高め、市内の製材所や他の製造業事業所、商業施設、施設園芸農家のハウス等において燃料転換を図る。

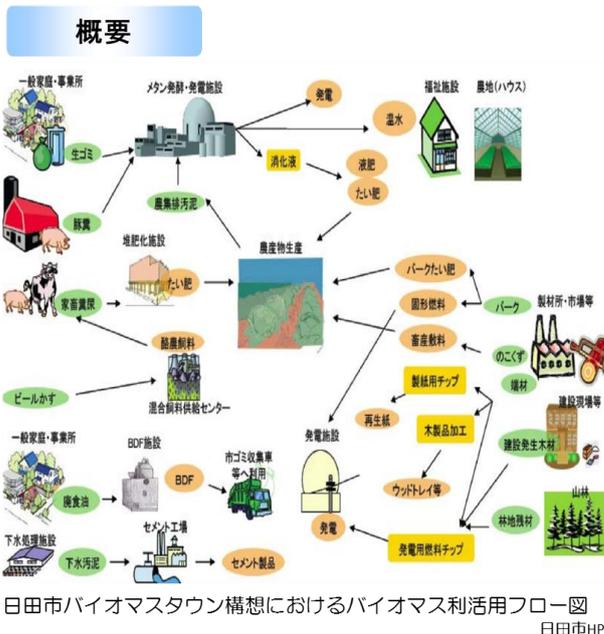
(4)利活用目標

木質系廃材は、実験事業の波及により、年間約 2,800t の上積みを実現する。家畜排泄物の堆肥化、炭化、燃料化により、年間約 12,000t の上積みを実現する。食品廃棄物の堆肥化、飼料化、炭化、燃料化により、年間約 900 t の上積みを目指す。以上の利活用促進を図り、廃棄物バイオマスの利用率 90%以上を目指す。なお、未利用バイオマスについても利活用を促進し、その利用率を 40%に近づける。

3.1.4 大分県日田市（多角型モデル）

日田市バイオマスタウン（大分県日田市）

日田市の概要	人口	: 61,442人 (H25年6月現在)	世帯数	: 21,395世帯 (H25年6月現在)
	総面積	: 666.19km ²	地理	: 大分県西部、福岡県・熊本県との県境に位置する市



利活用目標

- 廃棄物系バイオマス : 95%
- 未利用バイオマス : 40%

代表施設

日田市バイオマス資源化センター



バイオマス利活用量 15,000t/年

【特徴】

- 食品残渣、家畜糞尿及び汚泥を受け入れ、堆肥化、液肥化し、メタンガスを利用して発電

図 9. 大分県日田市

(1)地域の現状

①経済的特色

日田市は福岡県境に位置し、距離的にも福岡都市圏及び福岡空港等に近い。また、九州最大の河川筑後川は阿蘇・くじゅう山系に源を発し、日田玖珠地域を上流域に、福岡、佐賀県を貫流しながら有明海に注いでおり、この筑後川の流れは、今日まで、流域住民と福岡都市圏住民の生活と産業を潤し、日田市と下流域との強いつながりを築いてきた。したがって、日田市の経済的交流は主に福岡県が中心となっている。特に、福岡市までは九州横断自動車道の全線開通や福岡都市高速道路の接続に伴い、1時間程度で行けるようになったことから、産業のみならず、買い物、レジャー、就職など日常生活の多くの面においても福岡市とのつながりが密接なものとなっている。日田市の主要な産業としては、恵まれた自然風土を背景に農畜産業や林業、そして観光業が栄えてきた。農業の基盤である耕地面積は市域面積の6%とわずかで、その多くが周辺部の田地や山間地にあるが、果樹栽培や畜産業をはじめとしての農業粗生産額は、大

分県下でも上位の位置にある。しかしながら、担い手の高齢化や減少、農地の荒廃等の課題に加え、畜産における環境問題にも適切な対応が求められている。また、市域面積の 8 割を占める林野は、日田杉の産地として知られているが、農業と同様に林業においても担い手不足が深刻な状況にあるとともに、木材需要の低迷や度重なる台風被害などにより、荒廃林野の増加、製材量の減少などの多くの問題を抱え厳しい経営環境にある。これら産業から発生する主なバイオマスは、家畜排せつ物及び木質系廃棄物、ビールかす等で、これらの多くは、堆肥や飼料、製紙用チップ等に再生され、市内外に流通しているが、広く薄く分布し、経済的効率の悪い林地残材や一部の家畜排せつ物の利用率が低い状況にある。

②社会的特色

日田市は古くから北部九州の各地を結ぶ交通の要衝の地として栄え、江戸時代には幕府直轄地・天領として西国郡代が置かれるなど、九州の政治・経済・文化の中心地として繁栄してきた。

明治の町村制施行や昭和の大合併等により、ここ約 40 年の間は、日田市と日田郡 2 町 3 村での行政運営がなされてきたが、平成 17 年 3 月 22 日に日田郡 5 町村が日田市に編入合併し、新日田市として、スタートしたところである。

交通体系としては、その中心となるのが長崎市と大分市を結ぶ九州横断自動車道（大分自動車道）であるが、本道には日田インターチェンジから容易にアクセスすることができ、福岡市、北九州市、大分市、長崎市等の北部九州主要都市とは 1～2 時間で結ばれている。また、国道 210 号、211 号、212 号、386 号等の主要国道が、北部九州各地域へ放射線状に拡がり、日田・中津間の地域高規格道路の整備も進められている。

本市は、水と緑豊かな自然を背景に環境政策を積極的に進めており、平成 10 年 12 月の ISO14001 の認証取得を契機に、資源循環型社会への移行を目指し、自然エネルギーの導入や日田式循環型有機農業の推進など地域の特色を生かした取組を進めている。

③地理的特色

日田市は大分県の西部、北部九州のほぼ中央に位置し、周囲を阿蘇・くじゅう山系や英彦山系の山々に囲まれ、市北部、西部は福岡県、南部は熊本県に接

している。人口は、約 77,000 人で市域面積 666km² の 82.8%が林野で占められ、地形は盆地形態の市中心部（標高 90m）から市最高峰の釈迦岳（標高 1,231m）まで台地や山地が連なり変化に富んでいる。

気候は内陸特有の性質を示し、1 日の寒暖の差、年間を通しての気温差が大きく、また、雨量も多く、四季がはっきりしているのが特徴である。

(2)地域のバイオマス種類

本市の基幹産業は、農畜産業や林業、製材業であり、それら産業から排出される家畜排せつ物や木質系廃棄物は質・量ともに豊富な日田市ならではのバイオマス資源である。「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」の改正や「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」の本格施行に対応し、これらバイオマス資源の多くについては、堆肥化等の利活用が進んでいる現状にある。

今後、再生バイオマスの需給バランスやバイオマス変換技術の進歩等、社会環境の変化を的確にとらえ、全量的かつ効率的なバイオマスの利活用に努める方針であるが、当面は利活用が進んでいない豚糞尿や生ごみ等の積極的利活用を図るものとする。

①豚糞尿・生ごみ（食品廃棄物）・農業集落排水汚泥

豚糞尿は、各養豚農家より、農家委託業者がバキューム車で収集、生ごみ：一般家庭の生ごみは、市指定のビニール袋でごみステーションに排出され、市委託業者がパッカー車で収集（週 2 回）事業系の生ごみは、各事業所がビニール袋またはバケツで排出し、委託業者がパッカー車等で収集農業集落排水汚泥：2 施設より、市委託業者がパッカー車で収集している。

中温湿式法によるメタン発酵（メタン発酵発電施設建設）糞尿などの各バイオマスは、破袋・異物除去・破砕等の前処理工程を経て、調整槽等で十分に混合し、35℃に保温された発酵槽で嫌気性発酵を行い、バイオガスと消化液を回収する。また、可溶化プロセスを組み入れ、汚泥の減量化とガス回収率の向上を図る。発生したバイオガスは、ガスエンジン発電やボイラ燃料に利用し、電力や温水、蒸気を生み出す。これらは、施設内に必要なエネルギーを賄うほか、余剰分は売電や近隣農地等での有効利用を図る。消化液の一部は、加熱殺菌処

理し液肥利用するとともに、固形分は堆肥化し、残る汚水は効率的に施設内で一次的な浄化処理後、下水道放流を行う。

②製材所等残材・建設発生木材・林地残材

利活用方法ごとに専門の収集業者が収集または、排出者自らが持ち込みバークは、堆肥化（好気性発酵）、固形燃料化させる。

その他端材等は、チップ化し、主に発電用燃料（木質バイオマス発電施設建設）バーク堆肥は農地等の土壌改良材として利用する。また、木質バイオマス発電（企業誘致事業）により得られた電力は RPS 法に基づき、電力会社へ売電する。

③ビールかす

ビール工場委託業者が収集 飼料化 県内酪農業の飼料として利用

④家畜排せつ物

自家処理のため、収集しない。堆肥化は、乳用牛（酪農業）は、9カ所の堆肥センター（ロータリー式堆肥舎）ほかでバーク等の副資材を添加し好気性発酵による堆肥化する。肉用牛は、主に切り返し式の堆肥舎で好気性発酵による堆肥化豚は、ロータリー式堆肥舎で好気性発酵による堆肥化鶏は、主に鶏舎内での好気性発酵による堆肥化させる。

水稻や麦、野菜、また、植林などに幅広く堆肥として利用されている。また、乳用牛由来の堆肥は、自給飼料畑にも一部還元されている。（日田市の農地における年間堆肥施用可能量は 10,000t（農業改良普及センター）

今後は、環境保全型農業の推進や良質堆肥生産の啓発活動、堆肥のペレット化などに基づく耕畜連携、林畜連携の強化により、市内における堆肥の利用拡大に努める。併せて、福岡県南部をはじめとする周辺地域には、日田地域の堆肥の流通販路が多数開かれているため、これの維持・拡大を図る。将来的には、堆肥化のみならず、他のマテリアル利用、または、サーマル利用について調査・検討を行う。

⑤下水汚泥

市委託業者が収集セメント工場で原料化セメント製品

⑥し尿・浄化槽汚

委託業者が収集環境衛生センター（広域施設）で、強制乾燥による堆肥化に小規模農家や一般家庭による家庭菜園等での作物栽培で利用

⑦稲わら

結束後、畜産農家等が収集堆肥化、飼料化させ、畜産敷料、肉用牛飼料、土壌改良剤（切断後、ほ場鋤き込み）

⑧もみ殻

ライスセンターより、畜産農家等が収集し堆肥化させる。もみ殻薫炭、畜産敷料、土壌改良剤、園芸資材

⑨廃食油

一般家庭の廃食油は、市指定日にごみステーションに集められ市委託業者が収集（月1回）し、バイオマス活用施設に持ち込み事業所の廃食油は、事業所委託業者が回収（随時）し、バイオマス活用施設に持ち込み BDF プラントによる軽油代替燃料化を検討市ごみ収集車及び農業用機械等の燃料として利用

(3)バイオマス施設の概要（図9）

①メタン発酵発電施設（バイオマス活用施設）の概要

品質の異なるバイオマスを効率的・安定的に処理するシステムである。本施設は豚糞尿及び生ごみ、農業集落排水汚泥を原料としており、その比率は概ね6:3:1である。湿式メタン発酵は、固形分濃度8%前後が最も適しているが、固形分濃度の高い生ごみと低濃度の豚糞尿及び農業集落排水汚泥をバランスよく混合することで効率的・安定的に処理できるシステムを構築している。また、豚糞尿に生ごみを混合してメタン発酵を行うと、豚糞尿単独では分解できなかった有機物まで分解され相乗的に発酵効率が良くなるメリットも有する。可溶化処理によるエネルギー回収率の向上 本施設で導入する可溶化技術は、好熱菌の酵素により、分解されにくい細胞壁を解体することが出来るため、他の可溶化処理法に比べ有機物の分解効率を非常に高く維持できる特長を有している。したがって、発生する余剰汚泥を農業集落排水汚泥とともに可溶化処理することでエネルギー回収率の向上が期待できる。また、本市は北部九州有数の畜産振興地域であり、酪農業をはじめ畜産全般から生産される堆肥の円滑な農地利用が重要な課題となっているが、可溶化技術により本施設から発生する堆肥の大幅な減量化が図られ、結果として、地域における堆肥需給バランスの維持に貢献するものである。

③地域環境対策の徹底

有機性廃棄物を処理・有効利用する施設であるため、特に悪臭に対する地域環境対策を徹底し、地域住民等の信頼の確保を図る必要がある。

メタン発酵そのものは、完全に密閉された円槽の中で行われ、悪臭が発生しないため、堆肥発酵法等のバイオマス利活用に比べて悪臭対策が容易であるというメリットを有する。原料受入時等の臭気対策については、設備機器の密閉化及び二重扉の設置等気密性の高い建屋構造に努めるとともに、ブローにより強制的に臭気を吸引捕集する。捕集した臭気は、水処理施設の曝気槽にて微生物処理するとともに、生物脱臭槽にて2次脱臭を行うなど、悪臭発生対策の徹底を図る。

堆肥のペレット化による利用・用途の拡大 生産される堆肥を単一または、他の堆肥（牛糞堆肥・鶏糞堆肥）等とブレンドし成分調整後、ペレット化することで、運搬・散布の省力化及びコスト削減が図られるとともに用途の拡大、広域流通にも有効である。

モデル性の高い施設は本施設の処理規模は、80t/日を予定しており、市内で発生する家庭系・事業系すべての生ごみ・食品廃棄物を併せて処理することで事業採算性を確保している点に特長がある。国内でメタン発酵でのバイオマスの利活用を図ろうとする地域は多々あると思われるが、消化液を全量液肥利用できる地域は北海道等ごく限られた地域であり、本施設は水処理設備を有する採算性のとれた先進的施設として整備を図る。また、施設整備後においても、液肥利用等、様々なバイオマスの利活用の可能性を探る試験・実証施設として、施設を最大限に活用していく方針である。

木質バイオマス発電施設（企業誘致事業）の概要発電形態：蒸気タービン発電発電出力は12,000kw、燃料の種類は、製材端材、建設発生木材、林地残材など燃料の使用量は約100,000t/年（300t/日）燃料の形状：5cm×5-10cm程度のチップ従業員数14名である。

(4)利活用目標

①廃棄物系バイオマス

- ・廃棄物系バイオマスの利用率95%以上を目標とする。

- ・家畜排せつ物・・・90%以上利用（堆肥化）。
- ・食品廃棄物（生ごみ）・・・家庭系・事業系併せて100%利用（主にメタン発酵）。
- ・ビールかす・・・100%利用（飼料化）。
- ・建設発生廃材・・・100%利用（主に燃料化）。
- ・製材所残材・・・96%以上利用（主に畜産敷料、製紙用チップ、堆肥化、燃料化）。
- ・下水汚泥・し尿汚泥・農集排汚泥・・・100%利用（主に堆肥化、メタン発酵）。

②未利用バイオマス

未利用バイオマスの利用率40%以上を目標とする。

- ・稲わら・・・100%利用（主に土壌改良剤、畜産敷料）
- ・もみ殻・・・100%利用（主に畜産敷料）
- ・林地残材・・・40%以上利用（主に燃料化）

3.2 失敗事例調査

3.2.1 京都府南丹市

南丹市バイオマスタウン（京都府南丹市：旧八木市）

南丹市の概要

人口：35,320人(H25年6月現在) 世帯数：13,411世帯(H25年6月現在)
 総面積：616.31km² 地理：京都府の中央に位置する市

概要

利活用目標

- 廃棄物系バイオマス：92%
- 未利用バイオマス：40%

代表施設

南丹市八木バイオエコロジーセンター

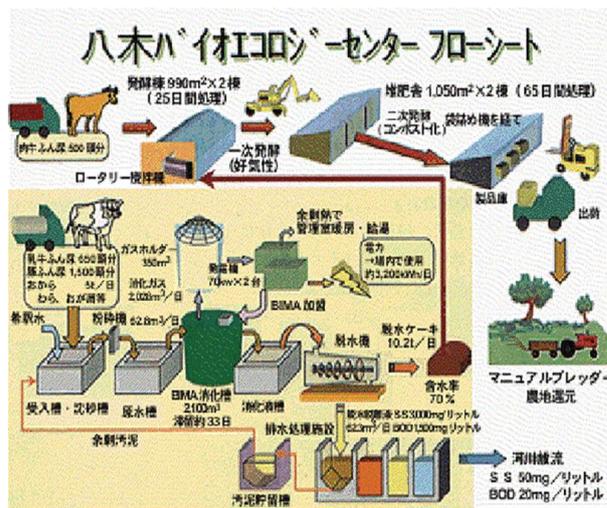


南丹市HP

バイオマス利活用量 113,275t/年

【特徴】

- バイオマス(家畜糞尿)を集積し、メタン発酵の消化液を農家の液肥利用として利活用させる
- 余剰液肥を薬剤処理し、河川に放流している



南丹市バイオマスタウン構想におけるバイオマス利活用フロー図

図 10. 京都府南丹市

(1)地域の現状

①経済的特色

南丹市における産業別の就業人口については、就業人口 17,539 人中 12%が第一次産業、31%が第二次産業、57%が第三次産業に就業する形態となっている。産出額、出荷額、販売額で見ると、農業産出額は 51 億 6 千万円で京都府全体(733 億円)の 7.0%、製造品出荷額は 744 億 2 千万円で同(4 兆 8,160 億 4 千万円)1.5%、卸売・小売業商品販売額は 279 億 5 千万円で同(7 兆 4,487 億 1 千万円)0.4%となっており、特に第一次産業に占める京都府に対する算出額の割合が高くなっている。南丹市における農家戸数は 3,498 戸(販売農家 2,522 戸、自給的農家 976 戸)で、販売農家のうち専業農家が 438 戸、第 1 種兼業農家が 239 戸、第 2 種兼業農家が 1,845 戸となっており、兼業農家の比率は販売農家の 83%を占めている。農業産出額のうち畜産が 41%、米が 38%、それ以外では、京阪神地域に接近し京都府内である立地条件を活かし、都市近郊型生

産地として、京のブランド産品等（みず菜、壬生菜、春菊、九条ねぎ、伏見とうがらし、紫ずきん、新丹波黒大豆、京都大納言小豆）の生産が行われている。また、園部町地区、八木町地区では企業誘致も進んでおり、両地区の製造品出荷額は市全体の 90%を占めている。また、伝統産業と最先端の産業の融合を目指す拠点として「京都新光悦村」を京都府と南丹市が整備し、平成 18 年度から分譲を開始している。現在 3 社が操業を開始し、5 社が進出や立地を表明している。今後、工場の着工を経て操業開始が相次ぎ、新しい工業団地を形成する予定である。

②社会的特色

南丹市は前述のとおり 4 町が合併して平成 18 年 1 月 1 日に誕生した市である。人口 35,320 人、世帯数 13,411 戸（平成 20 年 1 月 31 日現在）で、人口は年々減少傾向となっているが、区画整理による人口の増加および交流人口の増加を見込んでいる。南丹市における主要な社会的特色としては以下の点が挙げられる。自然資源南丹市における豊富な自然資源は市民の誇りである。

住民アンケート調査で把握した「各町における誇り」では、「山林・河川・田園風景などの自然環境」が回答者の 7 割を超えて最も多い意見となっている音風景百選」に選ばれたるり溪、芦生原生林、水源かん養機能などの重要な役割を果たす山林、また、国の「水の郷百選」にも選ばれている美山川清流や北西から南東に流れる大堰川などの河川、天然記念物オオサンショウウオ、アユモドキ、ホタルやメダカなどの生物は、住む人に潤いとやすらぎを与えている。

また、太陽光発電システムの活用や美しいまちづくり条例などの取り組みにより、貴重な自然資源を大切に思い、守り育てる環境づくりに力を入れてきた。

交通環境は京都縦貫自動車道の整備や J R 山陰本線の複線化を背景にした立地条件の向上により、都市圏で働く人に対する優れた居住環境の提供とともに、観光資源への入り込み客数の増加が期待できる。

高度医療の環境は公立南丹病院や明治鍼灸大学附属病院など、小規模の自治体では整備することが困難な高度医療の環境を兼ね備えている。

明治鍼灸大学、京都医療科学大学、京都建築大学校、京都伝統工芸大学校、公立南丹看護専門学校、佛教大学園部キャンパスなどが立地しており、学生が行き交うまちとしての特徴がある。

観光資源 は多くの観光客を呼び込むスプリングスひよしや府民の森ひよしなどの日吉ダム周辺施設、日本の原風景が残るかやぶき民家群、るり溪高原、清源寺の十六羅漢像などの資源は、交流人口を増加させるための重要な観光資源である。

③地理的特色

南丹市は、京都府のほぼ中央に位置し、北は福井県と滋賀県、南は兵庫県と大阪府、西は綾部市と京丹波町、東は京都市と亀岡市に隣接し、面積 616.31 km²（京都府の約 13.4%）と広大な市域を有する。地勢については、緑豊かな自然に恵まれた地域で、大半を丹波山地が占め、北部を由良川が、中・南部を淀川水系の桂川（大堰川）が流れ、その間にいくつかの山間盆地が形成され、南部は亀岡盆地につながっている。年平均気温は、13 度前後で、山陰内陸性気候となっている。道路基盤は、北部に国道 162 号、南部に国道 9 号、国道 477 号、国道 372 号、京都縦貫自動車道が走っており、域内を走る各府道が国道へのアクセス道路となっている。また、鉄道は南東の京都市から北西にかけて JR 本線が走っており、京都市などへの通勤圏にある。土地の利用状況としては、南丹市全面積 616.31 km²のうち、森林が 543.0km² (87.6%)、耕地が 28.9 km² (4.7%)、宅地が 7.5 km² (1.2%)、その他が 37.0 km² (6.5%) となっており、大部分を森林が占める。

(2)バイオマス種類

①家畜排せつ物

南丹市は農業産出額のうち、畜産が 41%を占めることもあり、家畜排せつ物発生量は牛ふん尿 41,128t/年、豚ふん尿 12,642t/年、鶏ふん 4,978t/年と南丹市におけるバイオマスの中でも大部分を占める。南丹市管内でも畜産業が特に盛んな八木町地区では、平成 10 年に八木バイオエコロジーセンター（現南丹市八木バイオエコロジーセンター、以下 YBEC とする。）が建設され、メタン発酵によるバイオガスを用い発電、熱回収及びたい肥化を行っている。メタン発酵施設の受入量は乳牛ふん尿 18,125t/年と豚ふん尿 1,190t/年、また、たい肥化施設の受入量は肉牛ふん尿 5,476t/年であり、メタン発酵後の脱水ケーキと共にたい肥化している。発電した電気は施設内で使用し、余剰分については電力会社

に販売している。熱については、施設内で利用している。八木町地区以外の園部町地区、日吉町地区、美山町地区でもたい肥センターが整備されている。園部町地区には園部町農協堆肥センター（現 J A 京都園部堆肥センター）が昭和 62 年に建設され、園部町の畜産農家等から牛ふん尿や食品廃棄物など 1,500t/年を受け入れている。日吉町地区には JA 日吉町東胡麻堆肥舎（現 JA 京都日吉堆肥センター）が平成 10 年に建設され、日吉町の畜産農家から牛ふん尿など 832t/年を受け入れている。美山町地区では弓立牧場堆肥舎施設が平成 17 年に建設され、美山町の畜産農家から牛ふん尿など 1,354t/年を受け入れている。

その他、畜産環境整備リース事業等によって、個人でたい肥舎を整備している畜産農家もあり、南丹市における畜産排せつ物は全てたい肥化されている。

たい肥については、40L 袋やバラでの販売、コンポストレッダー、マニアスプレッダーによるたい肥散布により、全て農地還元を行っている。たい肥の販売や散布地域は南丹市外でも散布を行うほか、JA の流通に乗せることで、市外においても広く活用を図っている。木町地区では、メタン発酵後の液肥の販売も行っており、農地還元を図るとともにメタン発酵消化液の水処理に係る経費の削減に努めている。しかし、利用量については計画値を下回っており、液肥利用に関する啓蒙普及活動などを行い、計画値に近づけたい。今後は液肥利用に係る推進協議会を作るなどして更なる液肥利用を図る。

②食品工場残さ

南丹市園部町地区、八木町地区を中心に様々な企業が操業している。その中の食品工場から発生する残さはメタン発酵、たい肥づくりに活用されている。食品工場残さとして、8,023t/年の発生があるが、園部町地区では食品工場から発生するジャガイモの皮 400t/年を J A 京都園部堆肥センターへ受け入れることで食品残さの利活用を図ると共に、生産たい肥の質の向上に努めている。八木町地区では食品工場から発生するおから 1,864t/年、廃牛乳 160t/年、有機汚泥 29t/年を YBEC へ受け入れ、メタン発酵によるエネルギー利用及びたい肥化・液肥化による農地還元を行っている。また、食品工場自体並びに委託業者等によりたい肥化等により 3,390t/年を利活用している。その他の食品工場残さ 2,180t/年については、焼却等で処理しており未活用である。この未活用分については、今後、メタン発酵施設等を整備するなどして活用を図っていく。食品工場残さ

は内容物が統一されており、定期的な排出が見込めるため、今後バイオマス利活用を図る上での中心的バイオマスと考えている。

③生ごみ

南丹市の一般廃棄物は、京丹波町と共に設置する一部事務組合の船井郡衛生管理組合で収集・処理を行っているが、生ごみのみの分別は行わず、可燃ごみとして回収し、処理については市内の民間企業に委託している。処理委託先の民間企業は、乾式メタン発酵施設を有しており、生ごみ、食品廃棄物、有機性汚泥、剪定枝・草木類を用いたメタン発酵を行っている。船井郡衛生管理組合に回収された可燃ごみ 5,530t/年の内の 809t/年の生ごみは乾式メタン発酵施設へ投入し、バイオガスによる発電、熱の回収及びたい肥化を行っている。ごみの分別については、南丹市ではすでに 17 種類の分別回収に取り組んでおり、住民の分別回収に対する意識は高いといえる。今までの取り組みの経験を生かして、ディズポザーによる回収システムの検討も視野に入れながら、先進的な地域の現状を踏まえ有効な方法を検討し、今後は南丹市でメタン発酵施設等を整備するなどして、生ごみの利活用の検討を行う。

④下水汚泥

南丹市内には公共下水処理施設 1 箇所、特定環境保全公共下水処理施設 5 箇所、農業集落排水処理施設 19 箇所が存在する。下水汚泥は公共下水処理施設から 1,134t/年（脱水汚泥として）、特定環境保全公共下水処理施設から 412t/年（脱水汚泥として）の排出がある。農業集落排水処理施設からは 1,310t/年（濃縮汚泥として）の排出がある。その他、合併浄化槽より回収している汚泥は 6,983t/年（濃縮汚泥として）、汲み取りにより回収しているし尿は 5,478t/年（生し尿として）となっている。南丹市管内で発生する下水汚泥のうち、公共下水処理施設から排出される脱水汚泥 907t/年は市外の堆肥製造会社でたい肥の原料として活用されている。残りの脱水汚泥 639t/年、濃縮汚泥 8,293t/年、生し尿 5,478t/年については焼却処分をしており未活用である。この未活用分については、今後、メタン発酵施設等を整備するなどして活用を図っていく。

⑤木質系バイオマス（製材工場残材、林地残材）

市域の 87.6%、543.0 km² を森林が占めている南丹市では、林業も盛んに行われており製材工場残材は 8,137t/年、林地残材は 8,686t/年発生している。

製材工場残材については、6,917t/年が未活用であるとともに処理費用を支払い処分している。また、林地残材についてはすべて未活用である。

製材工場残材、林地残材を対象として、ガス化やペレット化等の技術を用いた利活用の検討を行う。

南丹市は面積が広大であるため、収集、運搬に関する検討も重要であり、今後、南丹市におけるより有効な活用方法を検討し、活用方法を策定し、製材所から発生して処分費用を支払っている樹皮（バーク）、おがくず等の用を図ることを目的とし、間伐材については将来的に利活用を目指していく。

⑥稲わら、もみ殻

稲わらについては 10,582t/年の発生があり、畜産農家で敷料や飼料等として 3,014t/年を利活用している。残りについては、すき込みによる農地還元を図っているが、今後、稲わらからバイオ燃料を精製する技術が進んだ際には、より高度な活用を目指すため、バイオエタノールの原料としての活用を検討する。

もみ殻については 2,500t/年の発生があり、畜産農家で敷料やたい肥生産の水分調整材等として 625t/年を利活用している。残りについてはすき込みによる農地還元を図っているが、より高度な活用を目指すため、ガス化やペレット化技術等の原料として、エネルギーとしての利用方法を検討する。

⑦飼料稲

家畜飼料については大部分を輸入に頼っており、国内自給率は 25%と低水準である。そのため飼料価格が輸出国の状況により左右している現状がある。今後、食料、家畜飼料の価格の高騰が引き続き予想されることから、安定的な飼料の供給を図るため、生産調整作物として飼料稲の生産を検討する。自給飼料の促進は安心・安全の畜産物提供のためにも有益であると考える。

⑧資源作物

エネルギー資源については大部分を輸入に頼っており、国内自給率は 4%と低水準である。エネルギーの自給率向上及び地産地消の推進を目的として、菜種の生産を検討する。水田地帯が大部分を占める南丹市においては、米の裏作としての作付けも可能である。今後、バイオ燃料の製造技術開発が進み、生産費用等の問題が解消された際には、バイオディーゼル燃料の原料として菜種の生産を検討する。菜種はそのまま原料にしたり、食用油としたものを廃食油とし

て回収し原料とすることで活用を目指す。生産されたバイオ燃料は地域で利用することでエネルギー資源の地産地消を目指す。

(3)バイオマス施設（図 10）

民間企業乾式メタン発酵施設は、企業誘致により平成 13 年 11 月から南丹市管内で事業を行っている民間企業である。企業誘致に関しては、旧園部町内の産業振興と雇用機会の拡大を図ると共に、税収の拡大とめざすことを目的としており、他の誘致企業と同様の経過を辿っている。複合型リサイクルリサイクル施設の形態をとっており、サーマルリサイクル施設、廃家電リサイクル施設については 1 期工事を経て、平成 13 年 11 月 24 日から営業運転を行っている。乾式メタン発酵施設の建設については、2 期工事を経て、平成 16 年 4 月 1 日から営業運転を行っている。

平成 16 年 4 月 1 日から南丹市及び京丹波町で収集されている可燃ごみや資源ごみの一部の間処理については委託契約により当民間企業で焼却、リサイクルを行っている。南丹市八木バイオエコロジーセンター（YBEC）メタン発酵施設、受入実績量 21,368t/年、乳牛ふん尿、豚ふん尿、おから及び廃乳製品を利用した湿式メタン発酵施設。

(4)利活用目標

廃棄物系バイオマス利活用目標 92%

未利用バイオマス利活用目標 40%

廃棄物系バイオマスについては、現状の肥化を継続するとともに、南丹市管内で発生している現在未利用の食品工場残さ、民間企業へ処理を委託している可燃ごみ中の生ごみ、未利用の汚泥等を対象としてメタン発酵施設等を整備するなどによりさらなる利活用を目指す。また、製材工場残材については、ガス化やペレット化技術等を用いた利活用を目指す。

未利用バイオマスについては、家畜飼料、敷料、水分調整材として利活用している稲わら、もみ殻等の利活用を継続すると共に、今後技術が確立した場合には、バイオエタノール化、ガス化、ペレット化等の原料としてより高度な活用を目指す。また、現状では利活用できていない林地残材については、林地か

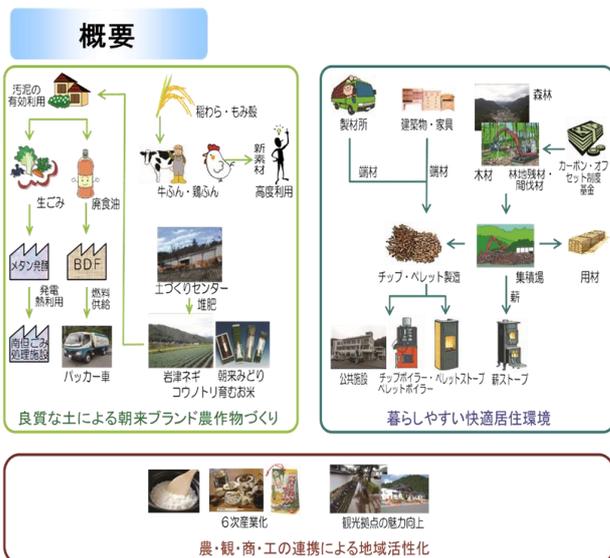
らの運搬技術等を検討し、将来的にガス化やペレット化技術を用いた利活用を目指す。

飼料作物、資源作物については、技術や生産費用等の問題が解消された場合には、飼料及びエネルギー自給率を高め、地産地消を目指すために生産を検討する。

3.2.2 兵庫県朝来市

朝来市バイオマスタウン（兵庫県朝来市）

朝来市の概要
 人口：32,819人（H25年6月現在） 世帯数：11,648世帯（H25年6月現在）
 総面積：402.98km² 地理：兵庫県丹波地方の南部に位置する市



利活用目標

- 廃棄物系バイオマス：97%
- 未利用バイオマス：43%

代表施設

バイオマス発電所



バイオマス利活用量 70,000t/年

【特徴】

- バイオマス(家畜糞尿)を集積し、メタン発酵の農家の液肥利用として利活用させる
- 木質バイオマスをペレット化して利用

バイオマス活用の方向性イメージ
 朝来氏バイオマスタウン構想におけるバイオマス利活用フロー図 朝来市HP

図 11. 兵庫県朝来市

(1)地域の現状

朝来市は平成17年4月1日に生野町、和田山町、山東町、朝来町の4町が合併し、形成されている。朝来市の産業別就業人口（平成17年）は、第1次産業が1,323人(7.9%)、第2次産業が5,501人(32.9%)、第3次産業が9,888人(59.1%)と、第3次産業の比率が高くなっている。一方、第1次産業の占める割合については、兵庫県(2.5%)の約3.2倍、全国(4.8%)の約1.6倍となる。朝来市の農業産出額は45.6億円となり、内訳は「鶏」が多く20.0億円、次いで「米」12.3億円、「野菜」6.1億円となる。(資料：「平成18年生産農業所得統計」、「平成18年産野菜生産出荷統計」)朝来市の所有別林野面積は、私有林の割合が多く25,972ha(約77%)となる。林業経営体数は239経営体となっており、10～50haを保有している経営体が全体の34.7%を占めている。

②社会的特色

朝来市の道路網は、北近畿豊岡自動車道（国道 483 号）と播但連絡道路が和田山 JCT・IC で結節する高速道路と、東西方向の国道 9 号・国道 429 号、南北方向の国道 312 号、明石市へと至る国道 427 号の 4 路線を中心として、主要地方道 4 路線、一般県道 10 路線で骨格を形成し、これらの道路に結節する市道が縦横に整備されている。鉄道駅は JR 山陰本線と JR 播但線が和田山駅で結節している。このように、朝来市は但馬・山陰地方と丹波地方、播磨地方、京阪神大都市圏を結ぶ交通の要衝となる。

③地理的特色

朝来市は、但馬地方の南部に位置し、市域は南北約 32km、東西約 24km が広がり、面積は 402.98 km²（県全体の 4.8%）、その内 83.8%² を森林が占めている。地形は、中国山地に属する山々で、日本海へ流れる円山川と瀬戸内海に流れる市川を有する兵庫県の分水嶺となる。円山川、市川を軸とした、多くの河川流域に細長く分布する平地などに集落や施設が広く点在している。朝来市における耕地面積は 18.30 km²（平成 19 年 作物統計調査）、林野面積は 337.85 km²（2005 年農林業センサス）となる。

年平均気温は、和田山近郊で 13.4℃、生野近郊で 12.9℃と過ごしやすい気温で、神戸近郊の年平均気温 16.5℃となる。年降水量は、和田山近郊で 1,510.4mm、生野近郊で 2,018.6mm と神戸近郊の 1,264.7mm より多く、冬季は積雪する。

(2)バイオマス資源

①家畜排せつ物

朝来市には約 460 頭の肉用牛、約 200 頭の乳用牛、約 50 万羽の採卵鶏、約 20 万羽の肉用鶏が飼養されている。年間の排せつ物は、合計で 46,082t と推計される。牛・鶏の排せつ物は、朝来市土づくりセンターにおける堆肥化、さらに農家での堆肥化や事業所での肥料原料化により、ほぼ全量が利用される。

②下水道汚泥等

朝来市の生活排水の処理人口の割合は、公共下水道 38.3%、農業集落排水施設 23.6%、コミュニティプラント 26.4%、浄化槽等 11.7%で、年間の汚泥の発生量は 12,694t となる。このうち、公共下水道汚泥 1,066t は、セメント原料として利用している。また、農業集落排水処理施設の一部は、汚泥の乾燥肥料化装置を

備えており、生産した肥料を市民に配布し、有効活用を図る。そのほか、農業集落排水汚泥、コミュニティプラント汚泥、し尿・浄化槽汚泥については、し尿処理施設に設置された汚泥乾燥焼却設備等で焼却処分している。

③生ごみ

朝来市の生ごみの排出量は、家庭系、事業系を合わせて 2,034t と推計される。生ごみは、家庭系、事業系とも、朝来市クリーンセンター朝来事業所で全て焼却処分されている。

なお、家庭系の生ごみの一部は、生ごみ処理機等による自家処理・堆肥としての活用が行われている。

④廃食用油

朝来市の一般家庭からの廃食用油の排出量は、26t と推計される。2t の廃食用油は、市内の変換事業者により、事業所及び給食センターから収集、バイオディーゼル燃料（BDF）として精製後、自社利用されている。

⑤食品廃棄物（動植物性残さ）

朝来市内の食品製造業からの動植物性残さの排出量は、1,219t と推計される。各事業者から排出される産業廃棄物の動植物性残さは、食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（食品リサイクル法）に基づく再生利用の取組が行われ、主に飼料、堆肥として利用される。

⑥製材残材等、建設発生木材、剪定枝

朝来市の製材残材等、建設発生木材及び剪定枝の排出量は、2,414t と推計され、製材残材等、建設発生木材では、多くがチップとして資源化されている。

一般廃棄物の剪定枝は、自家処理等で処分され、利用は進まない状況である。

⑦稲わら・もみ殻

朝来市の水稻作付面積は 1,000ha で、稲わらは 4,519t、もみ殻は 1,022t の発生量があると推計される。稲わらは、多くの耕種農家では田面へのすき込み利用されているが、稲作・畜産の複合経営農家では肉用牛の飼料、敷料として使われている。もみ殻は、堆肥づくりの水分調整材、肉用牛への敷料として利用されている。

⑧林地残材、間伐材

朝来市の間伐面積は 1,085ha で、林地残材及び間伐材は 8,482t の発生量があると推計される。切り捨て間伐の割合が多く、素材（木材）やチップ原料としての利用は 25%となる。南但ごみ処理施設による発電・熱利用【対象：生ごみ】

平成 25 年度に供用予定である「南但ごみ処理施設」の高効率原燃料回収施設において、「バイオマス+焼却方式」で活用・処分する。搬入された可燃ごみのうち、発酵に適しているバイオマス（生ごみと紙類）とそれ以外の可燃物に選別したのち、バイオマスについては、発酵処理によりメタンガスを回収し、ガスエンジンによる発電を行う。バイオマス施設の発酵残さは、他の可燃物と合わせて焼却施設で処分する。バイオマス施設での発電電力は、施設内で利用している。さらに、バイオマス施設のガスエンジン及び焼却処理施設からの余熱を回収し、施設内で利用している。

(3)バイオマス施設（図 11）

朝来市では、地域内で発生する牛ふん・鶏ふんを、良質な堆肥に変える「朝来市土づくりセンター」が、平成 17 年より稼働している。堆肥の大部分は農地還元され、安全安心な農産物づくりに用いられる。また、営農集団、農家個人の堆肥化施設も利用されている。そのほかの施設として、木質バイオマスボイラを備え、ブローラーの解体残さを飼料化・肥料化する施設、樹皮等からバーク堆肥を製造する施設、木くずやおが粉から、家畜の敷料やキノコ菌床材を製造する施設、建設発生木材をチップ化して燃料とする施設及び、廃食用油からバイオディーゼル燃料（BDF）へ変換する施設が立地している。

(4)バイオマス活用目標

「朝来市バイオマス活用推進計画」の進捗については、「(仮称)朝来市バイオマス活用推進協議会」において毎年度の進捗を管理するとともに、上位計画である「朝来市地域新エネルギー・省エネルギービジョン」を管理する「(仮称)朝来市新エネ・省エネ推進協議会」の検証する。取組効果の客観的検証として、評価指標による効果の把握を行う。

3.2.3 山形県村山市

村山市バイオマス（山形県村山市）

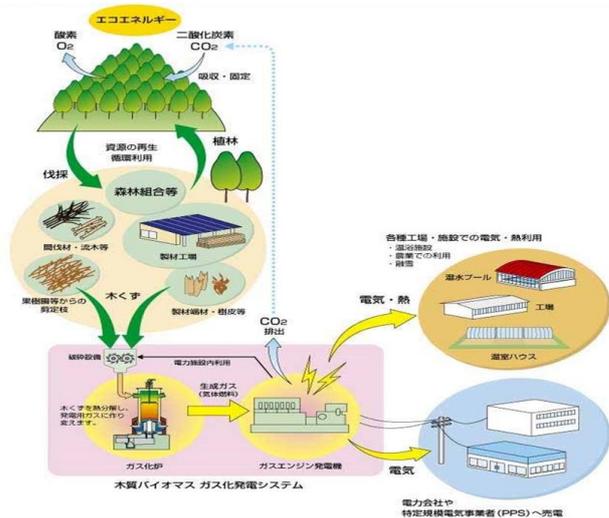
村山市の概要

人口：28,192人(H25年6月現在) 世帯数：7,818世帯(H25年6月現在)

総面積：329.6km²

地理：山形県中央部山形盆地の北部に位置する市

概要



村山市バイオマスタウン構想におけるバイオマス利活用フロー図
村山市HP

利活用目標

- 廃棄物系バイオマス：90%
- 未利用バイオマス：30%

代表施設

村山市バイオマス発電所



村山市HP

バイオマス利活用量 6,379t/年

【特徴】

- 木質バイオマスを集積後、チップ化し発電
- GEのイエンパツハ・ガスエンジン(日本発)は稼働が安定しない

図 12. 山形県村山市

(1)地域の現状

①経済的特色

村山市の総生産は742億円であり、第一次産業が47億円・第二次産業が208億円・第三次産業が519億円となっている。

第一次産業の中心は農業であり、主たる農産物は米が農業粗生産額の37%を占めている。本州大級の玄米貯蔵量を誇る雪室を活用した「みちのく雪むろ米」や、あいがもを使った減農薬栽培米等、安全でおいしい米を生産する米穀地帯である。また、すいか・肉用牛については県内3位、さくらんぼについては県内4位の産出額であり、水稻を中心とした複合経営が中心の地域である。

しかしながら、兼業化の進展・労働力の高齢化・後継者や担い手不足の急速な進展など、地域の農業経営は厳しさを増し、農業生産額は減少傾向にある。林業については、木材生産機能に止まらず、自然環境の保全・良質な水の安定供給・地球温暖化防止などの公益的機能に加え、森林の有する多面的機能が積極

的に評価されているものの、木材価格の低迷・林業従事者の減少・高齢化など年々厳しさを増し、これに伴い維持管理が不十分な森林が増加している。

商工業においては景気低迷が続くなか、市内の事業所数は減少傾向が続いており、年間商品販売額も消費不振に伴い年々減少している。

②社会的特色

本市は昭和29年11月1日に、楯岡町、西郷村、大倉村、大久保村、冨本村、戸沢村が合併して誕生した。さらに同年12月1日に袖崎村、翌年1月1日に大高根村が合併。合わせて1町7か村で、現在の形になった。

人口は、昭和22年の42,777人をピークに年々減少し、平成12年には3万人を割り込み平成17年12月現在では28,800人となっている。しかしながら、市街地の楯岡地域に村山駅西区画整理事業や、楯岡南部の住宅団地整備などにより定住環境整備が進み、村山市総合計画「21世紀夢プラン」では平成25年の人口見通しは32,000人となっている。世帯数においては調査開始以降増加の一途を示し、昭和45年から平成元年までは微増傾向だったが、核家族化の進行に伴い、それ以降は急激な伸びを示している。

一方、産業別人口比率は、第1次産業が18.4%、第2次産業が40.9%、第3次産業が40.7%となっており、全国及び山形県と比較すると第1次産業と第2次産業の割合が高く、第3次産業の割合が小さくなっている。また、過去10年間の構成割合の推移から判断すると、第1次産業と第2次産業は減少傾向が続き、第3次産業が増加していくと予想される。

③地理的特色

本市は、山形県のほぼ中央部山形盆地の北部にあり、東経140度23分、北緯38度29分に位置している。市の総面積は196.83平方キロメートルであり、市域は、東西22.1キロメートル、南北14.9キロメートルでほぼ長方形となっている。東を奥羽山脈、西を出羽丘陵に囲まれ、中央を上川が南北に貫流して、地目別面積の割合は山林原野が45%を占め、次いで田が16%、畑が11%を占める。

気象は典型的な内陸型で、夏期・冬期の温度差が大きい。また、山間部においては2～3mあまりの積雪となる豪雪地帯である。交通アクセスの面では、国道13号線と国道347号線の他、山形空港も近く、東北中央自動車道の村山―東

根間も開通する予定となっており、山形市や仙台市などへの交通の利便性が向上している。

(2) バイオマスの種類

① 間伐材・製材所残材・果樹剪定枝

本市面積の40%以上が森林であり、現在、間伐材・製材所等から大量に発生する木質系バイオマスは、チップ化し堆肥として再利用しているほかは焼却または野積みをしている状況である。果樹剪定枝においても焼却や野積みが主であり、バイオマスの利活用という側面からは「消極的な土壌還元」に留まっている。本構想においては、これらのバイオマスを民間事業者が収集・チップ化等の前処理を行い、ガス化発電プラントにより電気エネルギーに変換・売電する。

副産物として発生する資源のうち、灰については民間事業者が設置している堆肥化施設において成分調整剤として再利用し、タールについてはタールボイラーの設置を検討し農業用施設の燃料として再利用する。発電廃熱については民間事業者が設置している発電プラントにおいて工場内の融雪に利用するほか、花卉・果樹等の園芸施設の暖房熱源として利用する。

木質ペレットにおいては、現在道路の融雪等に利用しているが、今後とも公共施設等がペレットストーブを率先し導入することで、市民への利用普及を推進するとともに、加温さくらんぼハウス等の施設園芸用の暖房燃料として利用する。建設発生木材等、建設・解体工事等により恒常的に発生しており、一部リサイクルされているものの、多くは産業廃棄物として焼却処理または集積保管されている。

本構想においては、民間事業者が木質バイオマスを活用した熱供給プラントを設置し、住宅地の道路や屋根の融雪のための熱エネルギー（温水熱源）と利用するとともに、灰は土壌改良剤として利用する。豪雪地帯において冬期間大きな負担となる雪処理を、大量に電力や石油を消費する従来の融雪方法から、バイオマス資源を利用する環境に配慮した方法に切り替え地球にやさしい融雪を行う。このシステムを、バイオマスを利用した住宅団地（エコロジー住宅団地）として提供し、豪雪地帯における交通手段の確保等、新しい雪対策ソリューションとして将来的に事業化を目指す。

②家畜排せつ物

当市の肉用牛及び乳用牛の飼養頭数は県内で4番目に多く、毎年約50,000tもの家畜排せつ物が発生している。現在「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」の施行により、個々の畜産農家等による堆肥化施設の整備が進んでおり良質な完熟堆肥の生産体制が整いつつある。しかしながら、農業従事者の高齢化や堆肥散布のための労働力不足が深刻化しており、今後の堆肥利用促進のためにはその解決が不可欠である。

本構想においては、これまでの畜産農家の堆肥化技術・既存施設を一層用し、家畜糞尿及び製材所から発生するおがくず等を原料に良質堆肥を産するとともに、各堆肥施設の堆肥成分分析を推進する。堆肥散機の導入や堆肥散布組合の組織化等、耕種農家が利用しやすい環境を整えることにより、運搬や散布に係る労働力不足を解決し、持続的に発展可循環型農業を確立する。

③食品残さ

現在、市内で発生する食品廃棄物は、その一部がコンポスト化により自家処理されているものの、年間発生量の大部分が廃棄物として、東根市外二市一町共立衛生処理組合や、廃棄物処理業者により処理されている。

本構想においては、事業系廃棄物については食品リサイクル法等の趣旨に基づき、民間事業者を支援しコンポスト化を勧めるとともに、食品残さの多くを占める家庭からの一般廃棄物の焼却量の減少のため、家庭用コンポスト容器の斡旋・助成や、電気式生ゴミ処理機の導入費助成を行う。

また、事業者が廃食用油を回収、BDF化を行うなど再利用を継続して促進し、公用車等の燃料に利活用するとともに、ゴミ減量、リサイクル運動に対する理解を深める。

④下水汚泥

平成13年度に設置した農業集落排水処理施設において、汚泥を乾燥発酵しペレット化している。「むらやまゆうきくん」という名称で市内の公園等に肥料として利用している。

⑤資源作物

遊休農地の有効活用や環境保全型農業の普及を目的に、資源作物である菜の花やソルガムを生産者の協力を得て試験的に栽培し、なたね油等を搾油しBDF燃料等への利活用について検討する。

(3) バイオマス施設（図 12）

農業集落排水汚泥脱水発酵処理施設では、木質バイオマスチップ施設（民間）、汚泥脱水施設（村山浄化センター他）、BDF 化施設（東根市外二市一町共立衛生処理組合）、し尿堆肥化処理施設（東根市外二市一町共立衛生処理組合）

(4) 利活用目標

① 廃棄物系バイオマスの利用率 90%

家畜排せつ物、生活系生ゴミ、食品加工残渣、製材所残材、建設発生木材、廃食用油、下水汚泥、廃菌床

② 未利用バイオマスの利用率 30%

稲わら、粃殻、林地残材、間伐材、果樹剪定枝

3.3 評価手法の検討

3.3.1 可視化ツールの概要

新たな評価手法として、地域システムの連携を可視化させる判定するツールを検討するため、サービス事業におけるシステムデザインアプローチとして、ステークホルダー分析の1つである CVCA (Customer Value Chain Analysis : 顧客価値連鎖分析) の分析手法を参考に作成した。この方法は、石井・飯野ら[35]が開発し、サービス全体に対する全てのステークホルダーを考慮し、金銭、サービス、要求等について矢印を用いて流れを図にしている。

新たに評価手法として作成した可視化ツールでは、各ステークホルダーに対するバイオマス利活用量、ステークホルダーの大きさ、影響度を可視化させることで、バイオマス施設の地域システムの連携とそれに影響を与える項目を簡易的に図に表し、地域システムの連携を可視化させる。

①ステークホルダーをリストアップし、図に表示する

- ・ 決定権者、顧客、パートナー、規格団体、各施設、

②ステークホルダーの規模

- ・ バイオマス利活用量、発電量、エネルギー量、サービス、金銭、
- ・ 金銭、資本など：¥で表現
- ・ 物品、サービス、情報など：適当なアイコンで表現
- ・ クレーム、規格の影響など：！で表現

③CVCA 分析と同じように、ステークホルダー間の流れを矢印において表示するが、図 13 が示すようにステークホルダーの大きさ (規模、量 etc)、関係性の大きさ、(範囲、量 etc) を四角枠で表現する (量の表現ルールを表 3、表 4 に示す)。

また、バイオマス施設を図の中心として、各ステークホルダー間の流れの大きさを矢印で示し、(大、中、少) とし、地域システムの範囲を表示した。さらに、バイオマス施設からの矢印の表現として、循環の矢印は緑色とし、利活用されない単なる処分の場合は、その矢印を赤色で表現した。地域住民の貢献を明確にするために、住民の枠を黒色で評表現示した (表 5)。

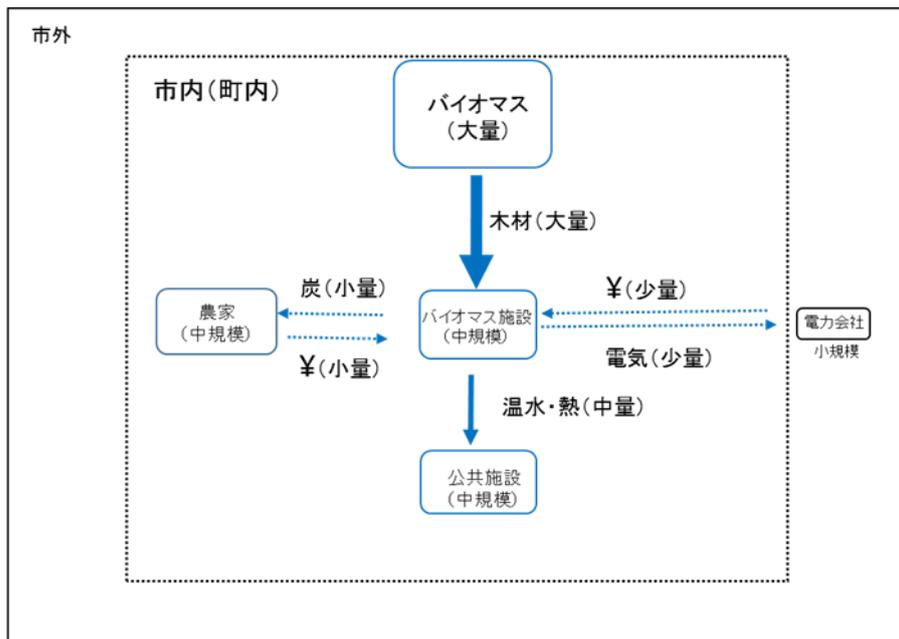


図 13.可視化ツールの説明図

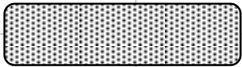
表 3.規模を表す指標

規模		項目			
カテゴリ	表示	発電規模(kw)	利活用量(t/年)	金額(千円/年)	利用者数(人/年)
大規模		1,000以上	15,000以上	5,000以上	3,000以上
中規模		100~1,000	5,000~15,000	1,000~5,000以下	1,000~3,000
小規模		100以下	5,000以下	1,000以下	1,000以下

表 4.量を表す指標

影響		量			
カテゴリ	表示	利活用量(t/年)	金額(千円/年)	エネルギー量(kcal/年)	発電量(kw/年)
多い		15,000t以上	5,000以上	100以上	1,000以上
中		5,000t~15,000t	1,000~5,000以下	50~100	100~1,000
少ない		5,000t以下	1,000以下	50以下	100以下

表 5.各判定を示す指標

カテゴリ	表示
地域住民	
循環	
処分	

3.3.2 可視化ツールの評価方法

地域システムの連携を可視化させた可視化ツールからバイオマス施設を評価するため、成功事例から読み取れる項目を作成して評価した。

この方法は、バイオマス施設の成功事例から読み取れる 8 項目を抽出して、成功する確率をチェック項目から算出したものである。

評価方法は、高：7 項目以上、中：2～6 項目、小：1 項目以下として高、中、小を用いて評価した（表 6、表 7）。

表 6.判定チェックリスト

	チェックリスト	判定基準(測定可能なもの)
<input type="checkbox"/>	施設の利活用量	5,000t以上(中規模以上)
<input type="checkbox"/>	循環の範囲	3つ以上のステークホルダーのつながり
<input type="checkbox"/>	循環のバランス	循環ループの太さ(点線)
<input type="checkbox"/>	多段階の連携	3段以上のつながり
<input type="checkbox"/>	多様な連携	3つ以上のステークホルダーのつながり
<input type="checkbox"/>	地域住民の貢献	1,000人/年 以上(中以上)
<input type="checkbox"/>	多角的な利活用方法	5,000t 以上(中規模以上)
<input type="checkbox"/>	金銭のつながり	1,000千円/年 以上(中以上)

表 7.評価項目

成功確率	項目数	判定
高	6～8	○
中	2～5	△
小	0～1	×

3.4 事例の可視化ツールの適用

総務省の成功・失敗につき、可視化ツール図を描いてチェックリストで判定した。茂木町の可視化ツール図を図 14 に、判定チェックリストの結果を表 8 に示す。以下同様に、下川町について図 15 と表 9 に、大木町については図 16 と表 10 に、真庭市については、図 17 と表 11 に示す。日田市については、図 18 と表 12 に、南丹市については図 19 と表 13 に、村山市については、図 20 と表 14、そして朝来市については図 21 と表 15 にそれぞれ示す。

②下川町

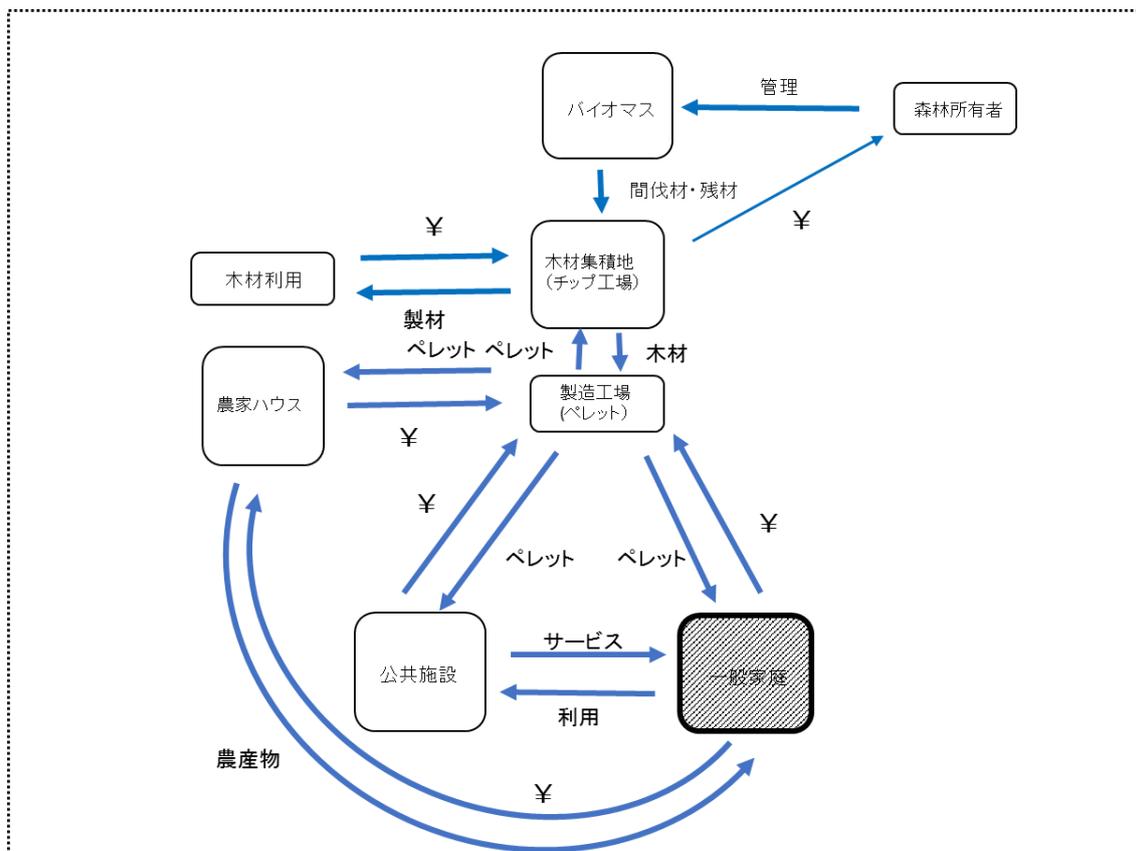


図 15.下川町の可視化ツール図

表 9.判定チェックリストの結果

No.	チェックリスト	判定
1	施設の利活用量	☑
2	循環の範囲	☒
3	循環のバランス	☒
4	多段階の連携	☑
5	多様な連携	☑
6	地域住民の貢献	☑
7	多角的な利活用方法	☑
8	金銭のつながり	☑
	項目数	6
	評価結果	○

④真庭市

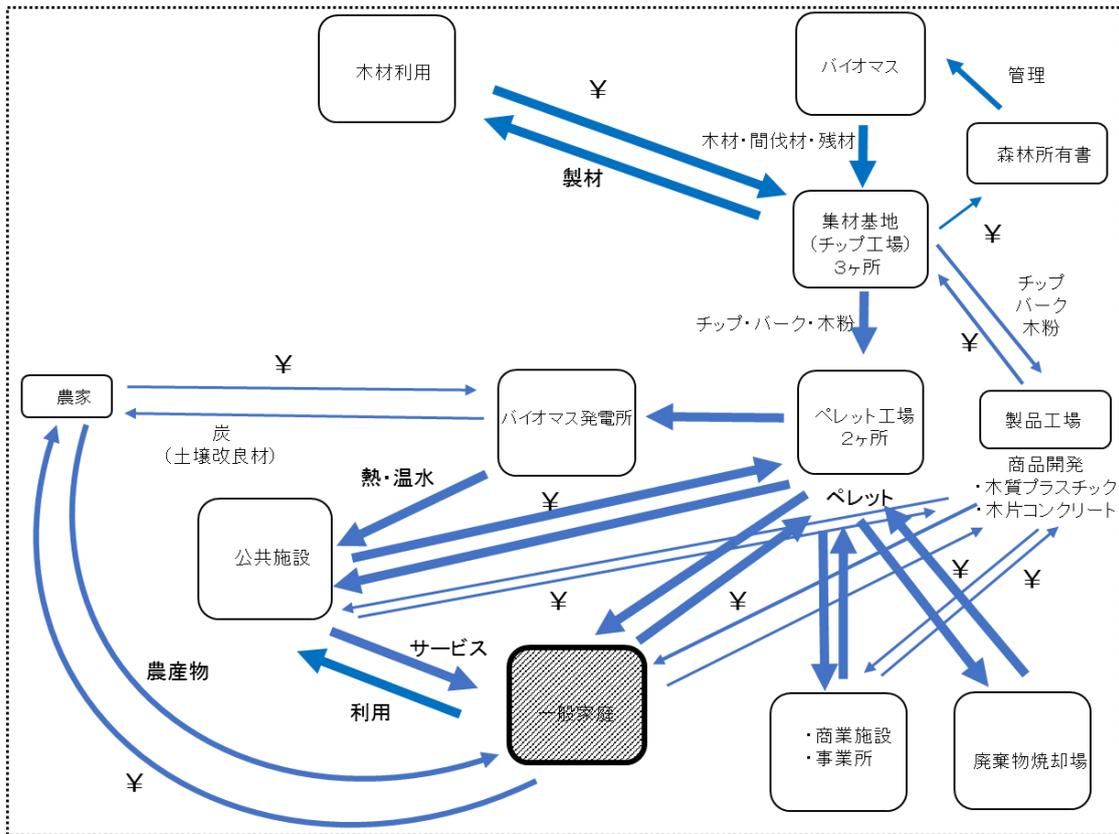


図 17.真庭市の可視化ツール図

表 11.判定チェックリストの結果

No.	チェックリスト	判定
1	施設の利活用量	☑
2	循環の範囲	☒
3	循環のバランス	☒
4	多段階の連携	☑
5	多様な連携	☑
6	地域住民の貢献	☑
7	多角的な利活用方法	☑
8	金銭のつながり	☑
	項目数	6
	評価結果	○

⑤日田市

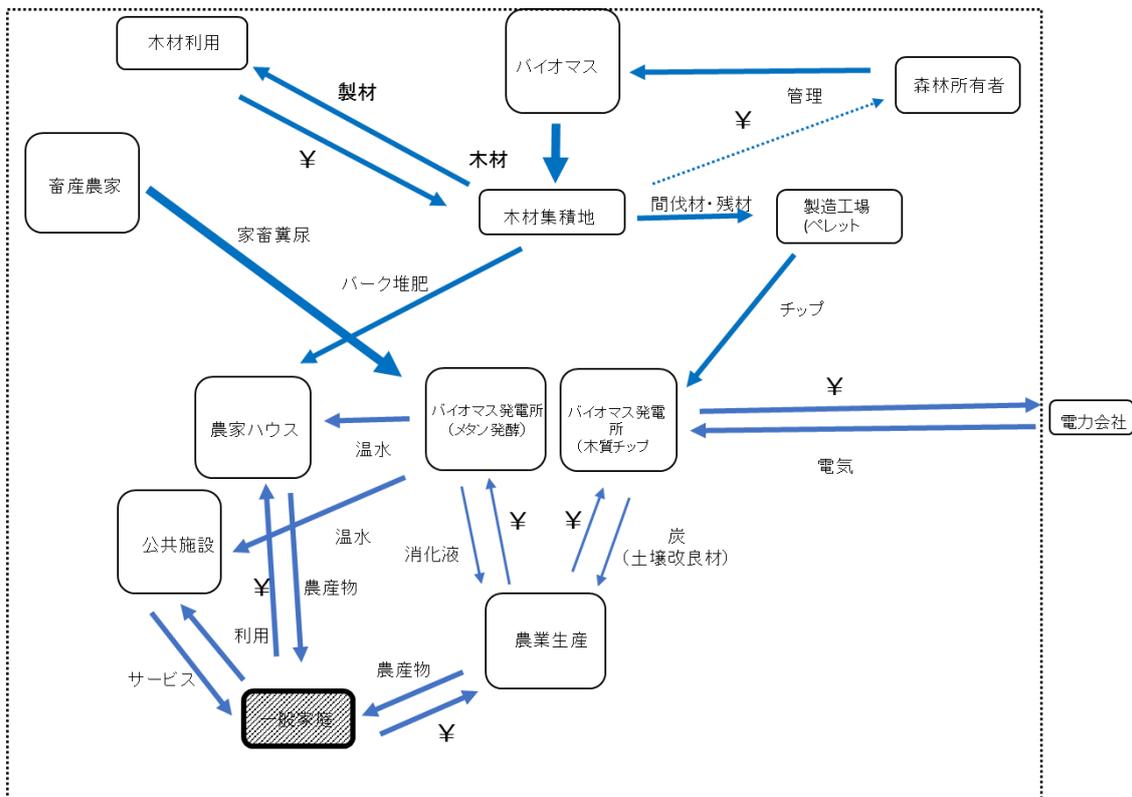


図 18.日田市の可視化ツール図

表 12.判定チェックリストの結果

No.	チェックリスト	判定
1	施設の利活用量	☑
2	循環の範囲	☒
3	循環のバランス	☒
4	多段階の連携	☑
5	多様な連携	☑
6	地域住民の貢献	☑
7	多角的な利活用方法	☑
8	金銭のつながり	☑
	項目数	6
	評価結果	○

⑥南丹市

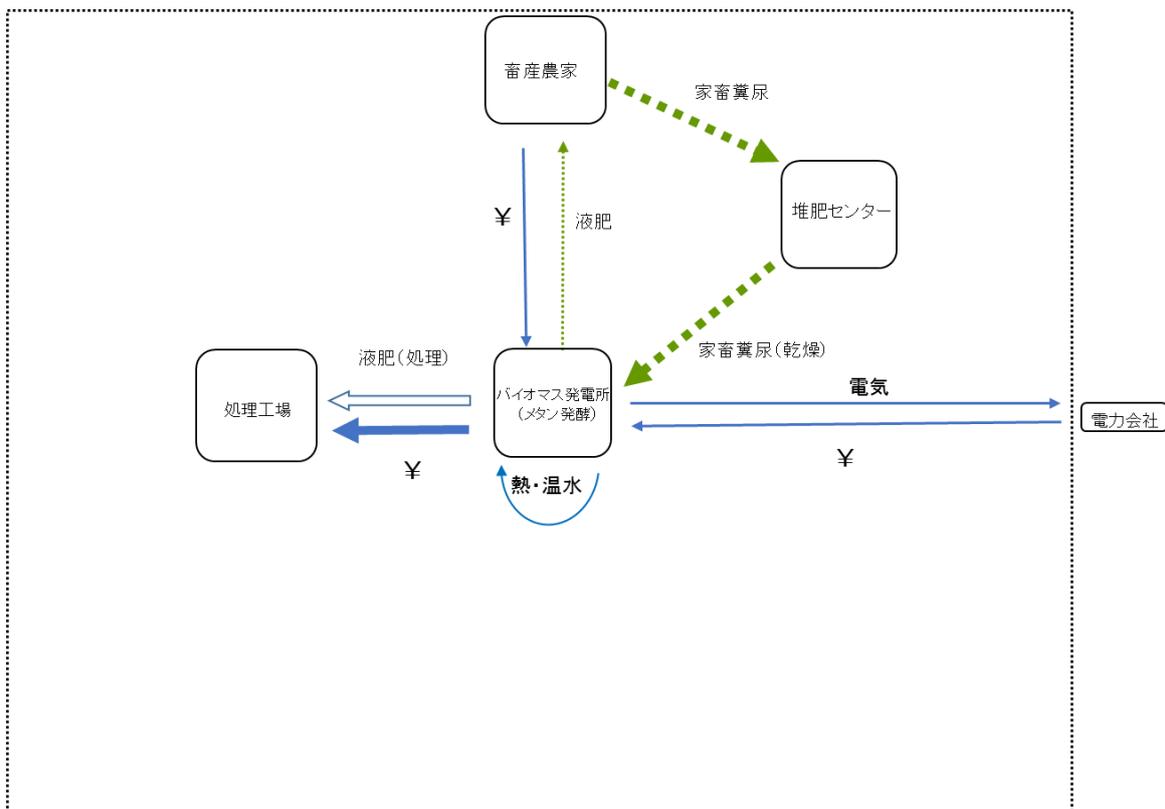


図 19.南丹市の可視化ツール図

表 13.判定チェックリストの結果

No.	チェックリスト	判定
1	施設の利活用量	<input checked="" type="checkbox"/>
2	循環の範囲	<input type="checkbox"/>
3	循環のバランス	<input type="checkbox"/>
4	多段階の連携	<input type="checkbox"/>
5	多様な連携	<input type="checkbox"/>
6	地域住民の貢献	<input type="checkbox"/>
7	多角的な利活用方法	<input type="checkbox"/>
8	金銭のつながり	<input type="checkbox"/>
	項目数	1
	評価結果	×

⑦村山市

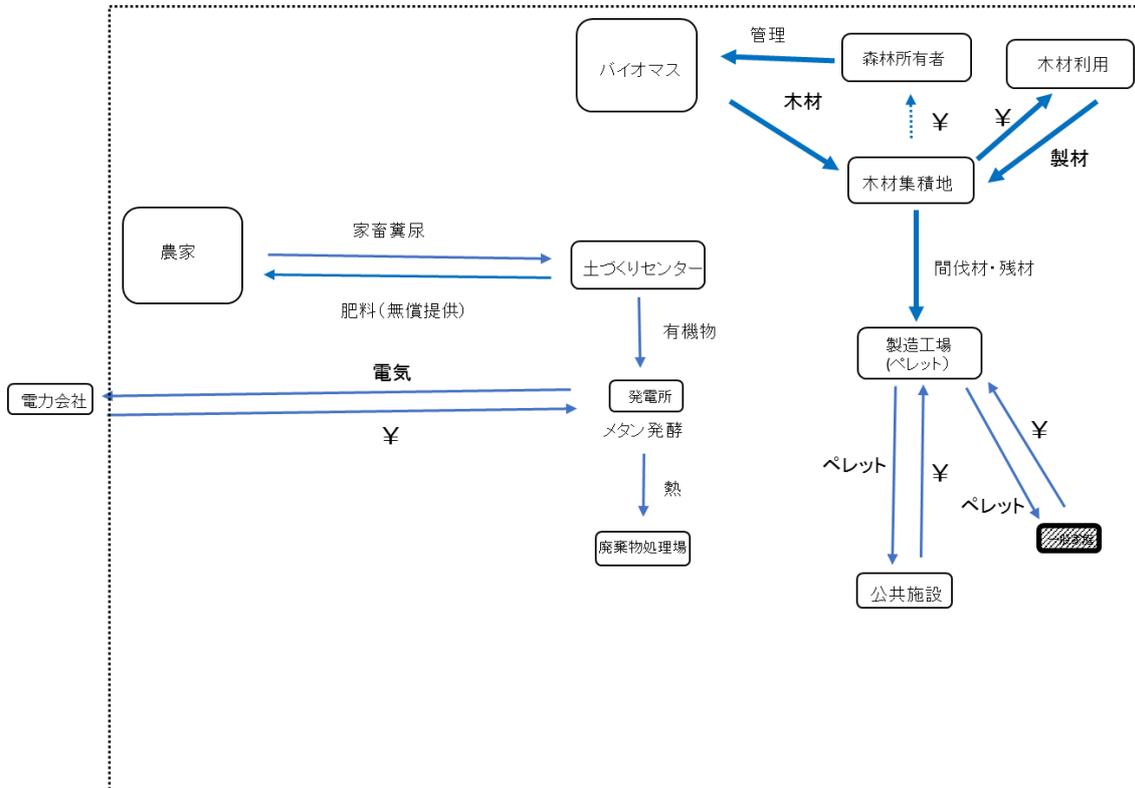


図 20.村山市の可視化ツール図

表 14.判定チェックリストの結果

No.	チェックリスト	判定
1	施設の利活用量	☑
2	循環の範囲	☑
3	循環のバランス	☑
4	多段階の連携	☑
5	多様な連携	☑
6	地域住民の貢献	☑
7	多角的な利活用方法	☑
8	金銭のつながり	☑
	項目数	0
	評価結果	×

⑧朝来市

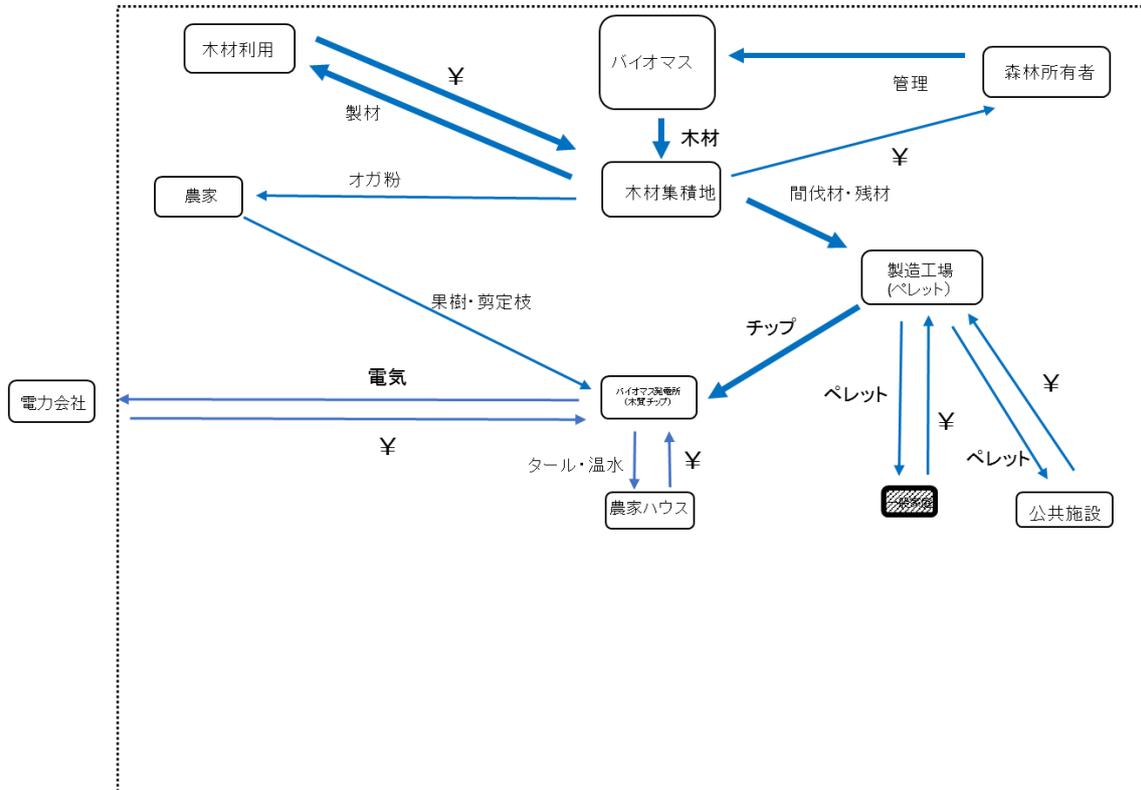


図 21.朝来市の可視化ツール図

表 15.判定チェックリストの結果

No.	チェックリスト	判定
1	施設の利活用量	☑
2	循環の範囲	☑
3	循環のバランス	☑
4	多段階の連携	☑
5	多様な連携	☑
6	地域住民の貢献	☑
7	多角的な利活用方法	☑
8	金銭のつながり	☑
	項目数	0
	評価結果	×

3.5 事例調査結果および考察

総務省のバイオマスタウンの利活用における政策評価[36]の報告書より各バイオマスタウンを事例調査し成功事例と失敗事例について新たな評価手法として地域システムの連携を可視化した可視化ツールを作成した結果（図 14-図 21）、地域システムの連携が政策評価に与える影響について判定基準となる項目が確認された。

可視化ツールで確認された項目では、①施設の利活用量、②循環の範囲、③循環のバランス、④多段階の連携、⑤多様な連携、⑥地域住民の貢献、⑦多角的な利活用方法、⑧金銭つながりとなり 8 項目が抽出された。

成功事例の共通点である。これらの 8 項目は、バイオマス施設の成り立つ条件として、多様な地域システムの連携、多段的な連携、多様なステークホルダーとの連携が重要であるということを示唆している。

さらに、これら 8 項目からなるチェックリストを判定材料として、バイオマス施設が成功する確率を 3 段階に分けて判定した結果、成功事例では、8 項目中 6 項目以上となり成功確率が高いという判定結果になった（表 8-表 12）。

失敗事例では、8 項目中 0～1 項目となり成功確率が低いという判定結果となった（表 13-表 15）。

その結果、可視化ツールより成功確率を判定した場合、各事例において明確な判定結果となり、8 項目が地域システムを形成し、持続可能な効果を発揮させるチェックリストになることが示された。

3.6 まとめ

各バイオマスタウンの事例調査から各事例について、新たな評価手法として判定ツールで可視化した結果 8 項目について確認された。

また、判定ツールから、8 項目中 6 項目以上を満たしている場合について、バイオマス施設を成功する確率が高くなる可能性を示した。さらに、地域システムとの連携を可視化させることで、バイオマス施設の成功確率を判定することの有効性が新たな評価手法として可視化ツールより明らかになった。

特に、地域住民が参画及び協働する地域住民の役割の大きさ（利用者数）が重要となることが新たな評価手法として可視化ツールの結果から示された。

従来の CVCA 分析では、表現されないステークホルダーの規模、地域システムの連携、地域住民の貢献などが新たな評価手法として可視化ツールから示され、バイオマスタウンの地域システムの連携を可視化するツールとしての有効性が明らかになった。

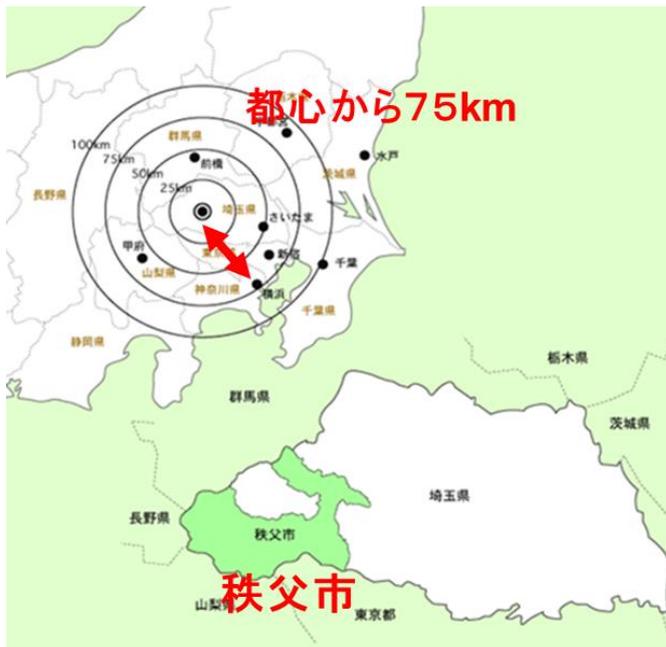


図 23.秩父市の位置関係図

4.1.1 概況

本地域は豊かな自然環境を擁し、東京都心から比較的近い場所に位置している（図23）。

経済は、かつて秩父銘仙として全国的に有名であった繊維産業をはじめ、林業、養蚕業、セメント産業など、第一次・第二次産業を中心に栄えてきた。

しかし、昭和30年代後半以降の高度成長期に入ると、外国産材の輸入の増加や国内での需要の減少により生糸や木材価格が低迷し、基幹産業だった第一次産業は衰退していった。特に本市の農業は、山間小規模経営という特殊性から稲作農家の占める割合が低く、古くは養蚕、近年は酪農や野菜などの生産を中心とした農家が多くを占めており、いずれも生産額が低く離農が進んでいる。

また、第二次産業は、昭和40年代に入ると主要産業であった繊維産業に代わり、電気機器や精密機器部品などの製造業が発展し、主力産業に成長してきた。しかし、企業は中小・下請けがその中核であり、経営基盤が弱いため景気の変動に影響を受けやすく、バブル経済崩壊の影響により倒産や工場の地域外移転が見られるなど製造業は減少傾向にある。なお、第二次産業の中では公共工事等の増加により、事業所・従業者数とも建設業が飛躍的に発展している。一方、第三次産業は大幅に増加しており、全産業別就業人口の半数以上を占めている。

特に、運輸・通信業、不動産業、福祉産業などが発展している。また、サービス産業の増加もみられるが、これは、寺社参詣や祭り見学、ハイキング客、花見客など、本地域を訪れる観光客の増加に伴い、こうした観光客を対象にした旅館経営等観光産業の増加によるものと思われる。

近年、本地域の交通網の軸となる西関東連絡道路（一般国道140号バイパス）が計画的に整備されつつあり、首都圏との交流や企業の進出など、産業構造の变革が期待されている。特に、山梨県などとの広域交流軸が形成されたことにより、地域の観光資源を活用した集客性の高い観光開発が求められている。

また、本市には秩父夜祭や吉田の龍勢など、歴史的、伝統的な文化・芸能が継承されていることから、これらの行事を最大限生かしながら特色ある地域づくりを推進する必要がある。

4.1.2産業

全地域急傾斜地という本地域は、必然的に耕作地が限られ零細農業となっているが、就農者の高齢化や後継者不足による農地や耕作放棄地の増加、さらには有害鳥獣による食害による耕作意欲の低下など農業をとりまく状況は大変厳しい。農業振興を図るため、遊休農地等を有効利用した作物の試作を進め、特産品開発による土産品のブランド化を図る必要がある。

林業経営は、木材価格の低迷により生計を維持するだけの収入が得られず、生産活動が停滞し、森林の荒廃が進んでいる。また、林業従事者の高齢化、後継者不足が進行しており、これらを解消するための支援が必要である。広大な森林の管理保全と地場産業である林業の振興を図るため、引き続き林道（森林管理道）等の基盤整備が必要である。

森林環境を保持し良質な木材を生産するためには、間伐作業が必要不可欠であるが、搬出費用が増大し未実施の民有林が増加している。

間伐材等の有効利用を図るため、木質系バイオマス発電などの研究を推進する必要がある。商工業においては、人口減少や高齢化、後継者不足などにより、地域内の商店は減少している。それにより、自動車の運転ができず買い物に行けない高齢者への対策が必要となっている。(株)ニッチツによる鉄鉱石などの地下資源の開発が行われ、林業と並んで地域の主産業を成していたが、事業縮小

とともに活力が失われていった。急傾斜地という不利な立地ではあるが、企業誘致や新たな産業の起業支援が必要である。

観光業においては、近年における観光客のニーズは多様化しており、新たな観光開発を行い、滞在型・周遊型・通年型観光の構築を図る必要がある。地域の魅力を再評価し、豊かな自然資源を活用したエコツーリズムやグリーンツーリズムの推進が必要である。

4.1.3 秩父市の森林資源

秩父市は、荒川源流に位置する。荒川は、甲武信ヶ岳に源を発し、幹川流路延長173km、流域面積2,940km²、首都圏を潤し、東京湾に注いでいる。

この荒川を育む秩父市は、林野面積が市全体の面積の87.4%にまでのぼり、そのうち民有林が77%、国有林は23%となっている。また、森林総面積49,637haのうち天然林が30,260haで61%、人工林が19,377haで39%となり、国有林と民有林の構成となっている。東京都・山梨県の都県境に多くの天然林が残されているため、秩父地域の人工林率より低くなっている。

人工林のうち約半数は、昭和30年代から40年代にかけて植林された森林で、現在では50年生前後の伐採適期になってきており、間伐が必要な林分が多いが、現在の木材価格では伐採搬出や再生林の経費がなかなか捻出できないため、伐採されていないのが現状である。

近年、地球温暖化防止関連事業や、スギ花粉症対策や埼玉県のみどりの基金事業などにより、間伐は促進されてきてはいるが、依然森林、林業を取り巻く課題は多い。本事業においては、森林資源をクリーンエネルギーとして活用する観点から、課題を以下のように整理し、その解決に向けた取組を行うこととする。

林業就業者数は、国勢調査によれば、昭和35（1960）年の1,258人から平成17年には68人にまで減少した。人工林は、人が手を入れ管理することが必要な森林であり、産業振興、並びに地球温暖化防止、水源涵養、土砂災害防止、生物多様性保全等の公益的機能の維持管理の観点から、森林・林業による雇用の確保が必要である。

秩父の路網密度の低さや急峻な地形特性等を考慮しながら、その場にあった高性能林業機械の活用等による森林施業の効率化、低コスト化が求められる。木材価格の低迷に対応する木材生産コストの低減努力はさることながら、通常では林内に残される、ボードや合板向けのB材・製紙用チップや燃料向けのC材等も十分活用することで、森林の環境維持と森林所有者の林業経営意欲が増進されるような取組を起し展開していく必要がある。かつて、秩父の森林では薪炭の生産が盛んに行われていた。薪炭林は伐採後の萌芽により20年～30年で循環利用できる。石油等の化石燃料の消費増加により、利便性の面から薪炭等木質燃料の利用は減少した。石油等の化石燃料は地球温暖化の原因とされるほか、輸入に依存し価格高騰や枯渇の心配等、エネルギーセキュリティの観点からも地域に賦存するエネルギー自給力の向上が望まれる。

スギ、ヒノキ等の人工林の維持管理が課題である現在、林地残材や木材生産に伴う端材等の地域で発生する森林資源のエネルギー利用は、森林の維持管理、温暖化防止対策、働く場の創出等につながるため、薪ストーブ等の森林資源の燃料利用を増やす取り組みが必要である。地球温暖化の原因とされるCO₂、酸性雨の原因とされるSO_x等の排出抑制の観点からも、化石燃料に比べはるかにクリーンなエネルギーである。

森林に手を入れ、適切に維持管理するとともに、伐った資源を消費する仕組みが必要である。そして、再び植えて育てるサイクルが回る仕組みが必要である。森林管理道等の林業基盤から近い森林では、針葉樹の再造林が行われ50年先に再び伐採利用できるような森林の持続性を確保して育てて行く営みの継続が望ましいと考える。林業基盤から遠い森林においては、その場所の条件に応じて、木材生産はないが、樹液、葉など特用林産物の採取などを目的とした広葉樹林の利用など、伐らない林業への転換等を行って持続性を確保していくことも必要である。いずれにせよ森林を維持保全するためには、森林を活用することで、持続性を確保していくことが必要である。人工林の適正な立木密度を保つ手段として間伐を進めていくため、秩父広域森林組合では、ハーベスタ、スイングヤード、フォワーダなどの高性能林業機械を導入し、搬出の効率を高めることにより、森林所有者が収入を得られる搬出間伐に取り組んでいる。こうした動きをさらに効果的なものにしていく必要がある。

秩父市の森林系バイオマスの利用可能量については、平成16年度「NEDO：バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業調査」及び平成20年度「NEDO：秩父市地域新エネルギービジョン」において、人工林針葉樹、つまり、スギ、ヒノキなどは製材用材（以下「用材」）としての利用を想定し植林されたモノであり、採取材として、もっとも付加価値の高い用材として利用されることが好ましい。用材としての利用量も年間成長量の範囲で考える必要があり、林齢や保育の状況等によっても用材の生産量は全幹材積の50～70%の範囲で左右される。

間伐においては、植林の目的である用材を採取する利用間伐をできる限り進めるべきである。そして、用材にならない部分についても、効率的かつ低コストに用材と“併せて調達する”方法を検討し、利用していくことが大切である。林内に、残材を残さないことで、森林環境の整備と、再植林時の地拵え経費の削減にもつながることが期待できる。

採取材は、付加価値の高い順に、用材、マテリアル材、エネルギー材であり、本検討においては、本来の利用目的である用材利用を進めるとともにエネルギー材を調達するというスタンスをとることが重要である。

4.2 バイオマスタウンの背景

秩父市は、平成17年4月に吉田町、大滝村、荒川村と合併、平成18年に「第1次秩父市総合振興計画」を策定し、「環境重視」と「経済回生」の両立を柱とする「自然と人のハーモニー 環境・観光文化都市ちちぶ」を将来の目標として掲げ、まちづくりに取り組んでいる。バイオマスタウン構想（本計画）は、持続的に発展する秩父市を実現するための基本構想の1つとして、環境を重視したバイオマス利活用を通じて経済回生を図るための具体的な方向性を示すものである（図22）。秩父市は、埼玉県の約6分の1を占める広大な面積を有しており、その87%を占める豊かな森は、市民のみならず埼玉県民の貴重な財産といえる。

しかしながら、木材価格の低迷等による林業の不振が続いた結果、適切な管理が行き届かず山が荒れ、荒廃が危惧されている。さらに、年齢別の森林蓄積

に著しい偏りがあることから、長期的に見た場合、森林資源の安定供給に不安があり、その是正及び特性を生かした販売戦略の構築が課題となっている。

一方、地球温暖化対策の重要な役割を担うなど森林の多面的な機能が再認識される中で、秩父の森林は荒川源流域にあることから、森林の適切な管理により水源涵養をはじめとする各種の機能を発現することが益々期待されている。

このような中で、秩父市は森林資源の有効活用による林業の復興および地域振興を図ることを目的として、平成16年度から「バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業調査」にいち早く取り組み、間伐材の搬出からエネルギー利用に至るまでの、国内では先例の無い新たなバイオマス循環システムを目指し、着々と実績を重ねつつある。間伐材の有効活用と省資源、省エネルギーを同時に達成するモデルとして、杉チップを活用したバイオトイレや、チップ、木炭、鹿沼土などを使った排水浄化装置などを導入し、その効果を多くの市民が認識するに至っている。

このような取組や社会的潮流の中で、秩父市では広く森林の保全と活用を支援する人材を確保・育成するため「森と水の応援団事業」にも取り組み、ボランティア活動の拠り所としても一層の活発化が期待される。

また、廃食用油の有効活用方策として、公共施設等から発生する使用済みてんぷら油を回収し、バイオディーゼル燃料（BDF）に精製して、公用車で利用しているが、近年は油糧作物である菜の花の栽培にも着手するなど、その拡大に積極的に取り組んでいるところである。市民参加の気運が徐々に高まりを見せ、新たな社会システムへの転換を図る下地が整いつつある現在、廃食用油はもちろん、広く食品廃棄物の有効利用を図ることも大きな課題のひとつとなっている。さらに、農業分野に着目すると、生産者の高齢化や価格競争など営農環境が厳しさを増す中荒川の源流秩父の山ちちぶバイオマス元気村発電所で、観光農業や有機栽培農作物需要の高まりが示すように、首都圏への近さや食の安全・安心に対する要求の高まりを追い風にした新たな戦略を打ち出す必要が生じている。

かつて資源循環が当たり前であった農業は、化石燃料の普及や化学肥料、輸入肥飼料の登場により地域内循環の体系が崩壊した状況にあるが、持続的な農

業に体質改善していくためには、現状の生産性を維持しながら再び資源が循環するシステムに再構築していくことが求められている。

4.3 バイオマスタウンの概要

4.3.1 バイオマス施設

秩父市の森林面積の約半分がスギ、ヒノキ等の人工林で、戦後の拡大造林事業により植林され伐期を迎えた林分が多い。しかし、木材価格の低迷により手入れが行き届かず後輩が危惧されている。そこで、旧秩父市で平成 15 年から切り捨ての間伐材、林地残材等のバイオマスを活用する木質バイオマス発電事業の調査検討を始めた。平成 15 年、木質バイオマス発電の事業化調査を始めたころは、手入れの遅れている人工林の間伐を促進し、未利用資源の活用を進めることが大きな課題であった。平成 18 年 3 月のバイオマス発電所の建設着工までに様々な調査検討等を行い、バイオマス発電事業の事業目的を次の 6 つとした。

森林の再生と保全、地球温暖化問題への対応、資源循環型社会の構築、林業をはじめとする産業振興、新規産業と雇用の創出による地域の活性化、環境学習の推進である。合併後の平成 18 年に、秩父市のレクリエーション施設「吉田元気村」に木質バイオマス・ガス化・ガスエンジン・コージェネレーション（熱電併給）システム「ちちぶバイオマス発電所」（以下「発電所」）が完成した。

元気村の自家発電設備で施設の電力需要に応じた規模は小さい。建設費は建物等を含めて 243,600 千円、計画値は表 16 のとおりである。この事業は、森林の公益性、公共性の観点から自然環境保全、地球環境保全に資するとともに、バイオマスエネルギーの利用方策の調査検討、普及促進、循環型システム構築のための研究事業であった。この以下の循環型地域システムの構築とともに、全体を通じて循環型環境学習等に活用し、環境意識の育成を行うものである。

バイオマス調達については、急峻な山地からバイオマスを搬出、輸送、加工して安定的、低コストでエネルギー利用する検討である。チップ化実験や GIS で設計した搬出間伐実験などを行ってきた。新たな森林施業方法の検討を GIS で行うことも木材生産コストの低減につながると考えている。

木質バイオマスをエネルギー変換については、発電所は平成 19 年 1 月から市秩父市の職員 2 人が運転研修を受け、4 月から元気村の営業に合わせて本稼働し

た。1日12時間運転を目標に、毎日システムを起動。停止するDSS（デイリー・スタート・ストップ）運転である。木質バイオマスのチップをガス化炉で蒸焼きにし、可燃性ガスを生成させる。このガスは、都市ガスの7分の1程度い低カロリーだが、ガスエンジンで発電機を動かし電気を生産する。熱は、ガスエンジン、ガス冷却器排ガス等から積極的に回収し、熱交換器で温水、温風に変換している。平成19年度の運転状況を例にとれば、276日、2768時間運転し、総発電量190MWh、総送電量133MWh、温水供給量1168t（68Gcal相当）、であった。木質チップ消費量は308tで副産物の炭175m³を生産した。

生産エネルギーや副産物を有効利用することについては、生産した電気、熱、副産物の有効利用の検討である。電気は元気村施設に送り、余剰分は電力会社に売電する。システム回収熱は、温水で元気村お風呂と足湯に、温風で燃料チップ乾燥に利用している。温風乾燥により生材、乾燥材等の含有率の違うチップに対してガス化炉投入時の鑑定した乾燥度を得ており、ガス化がスムーズである理由だと考えられる。余剰熱のビニルハウスへの供給実験なども行った。

さらに、廃食油再生事業への電気供給を付加した。炭は土壌改良材、水質浄化材等で利用し、効果の事例収集を行い高付加価値化について検討している。そして、元気村発電所を中心に「次世代型環境学習施設」と位置付けた。

太陽光発電、廃食油再生事業（BDF）の製造、スギチップ、炭などによる排水浄化実験装置、炭焼き体験、森林作業体験等により小中学生、高校生などを始め、一般の方に循環型環境学習を進めている。

温暖化、森林荒廃、エネルギー、資源などのいずれも将来への不安材料で、これらに対する意識の啓発を行う必要がある。新エネルギー体験学主として合宿する高等学校もある。荒川流域からボランティア参加を募集する薪拾いイベントなどの開催、研修会の誘致や成果発表のために「バイオマスフォーラムちちぶ」の開催なども行ってきた。都内にある区では、独自に参加者を募集し薪拾いイベントなどへの参加を続けている。

今後、環境意識の醸成のための効果的な事業を検討し、観光資源との連携なども含めて、地域活性化の観点から地域住民との協働関係の構築を進める必要がある。

4.3.2 バイオマス発電所

埼玉県秩父市が運営している木質バイオマス発電所の通算発電量が 2011 年に 100 万キロワット時を達成した。国内初の実用機として 2006 年 12 月に試運転を始め、約 6 年で到達した。地元の森林の間伐材を活用する自然エネルギーとして注目され、発電の安定性などで実績を積み上げているが、コスト面など解決すべき課題がある。

バイオマス発電所は、観光宿泊施設「吉田元気村」（秩父市上吉田）内にある（図 24、図 25）。燃料は、未利用の間伐材を砕いたチップ（木質チップ）。チップを蒸し焼きにして発生したガスで発電機を回し、電気を生み出す（図 26）。

発電効率は木質チップの形や水の含有量によっても異なる。市はスギやヒノキの間伐材を原料としているが、スギのみを使う秋田県の発電施設より効率が良いという。スギのみの比較でも秋田より水分量が少ないため、発電には適している。「100 万 Kw 時」達成の累計運転時間は 14,156 時間。木質チップは計 2036 万 t が使われた。一般的な火力発電に比べ、二酸化炭素の排出量を 520t 少なくできた。発電所は吉田元気村の施設に電力を供給し、余剰分を東京電力に販売している。2011 年度の実績では、発電し 22 万 4 千 Kw 時のうち、21.4%に当たる 48000KW 時を売電した（表 17）。

発電所は研究施設としての側面もあり、現在はより安定して稼働させることを最優先にする。2011 年度の総運転時間は 31,091 時間で、前年度比で 403 時間増。市は「運転時間は年々伸び、安定性は高まっている」とし、年間 3600 時間を目標にする。一方、コスト面の課題は手付かずだ。発電所の運転に関わる年間費用は、県が全額補助する人件費を除き、2011 年度実績で 1,172 万円。市はコスト削減のため、木質チップの調達費を試験的に引き下げる取り組みをしたこともあるが、現在は中断している。

発電所の主目的は「間伐材の有効利用による森林保護・育成」。市は「コスト減には、運び出しやすい場所から間伐材を持ち出すことが必要だが、森林保護の面からは有益ではない」としており、当面は現状の態勢で運転を続けるという。



図 24.ちちぶ吉田元気村概要

クラブハウス(学習施設、レストラン)



体育館



コテージ(概観、室内)



BBQ場



図 25.バイオマス施設概観



図 26.バイオマス発電所概要

表 16.ちちぶ元気村バイオマス発電所の計画値

発電端出力	115	kW
送電端出力	100	kW
総回収熱量	230	Mcal/時
有効利用熱量	150	Mcal/時
バイオマス使用量	125	kg/時
	1.5	t/日
	450	t/年
運転計画	12	時間
	300	日/年

表 17.ちちぶ元気村バイオマス発電所の運転状況

年月	運転日数 (d)	発電時間 (h)	総発電量 (MWh)	総送電量 (MWh)	温水供給量 (t)	チップ使用量 (t)
平成 19 年度	48	297	24	17	-	33
平成 20 年度	276	2789	190	133	1168	308
平成 21 年度	240	2371	175	128	1027	271
平成 22 年度	18	142	9	6	43	15
平成 23 年度						
平成 24 年度						
平成 25 年度						
計	582	5599	398	284	2238	627

4.3.3 発電システム

平成18年に木質バイオマス・ガス化・ガスエンジン・コージェネレーション（熱電併給）システム「ちちぶバイオマス元気村発電所」が完成した。

元気村の自家発電設備で、施設の電力供給に応じ規模は小さい。建設費は建屋等含めて243,600千万である。木質バイオマス・ガス化・ガスエンジン・コージェネレーションとは、コージェネレーション(cogeneration)とは、一つのエネルギーから電気と熱などの複数のエネルギーを取り出し、総合エネルギー効率を高めるトータルエネルギーシステムである。（図27）

秩父市のバイオマスエネルギーの転換技術は、木質系の原料を使用した熱化学的変換による「ガス化」である。ガス化は小規模でも高い熱効率でエネルギーを得ることができる。木は高温状態で熱分解が起こり、可燃性ガスが発生する。（一酸化炭素CO、水素H2等）この可燃性ガスを利用して、ガスエンジンを回して「発電+排熱も回収」→「吉田元気村」に電気と温水をお風呂、足湯等に供給するのがバイオマス・コージェネレーションである。

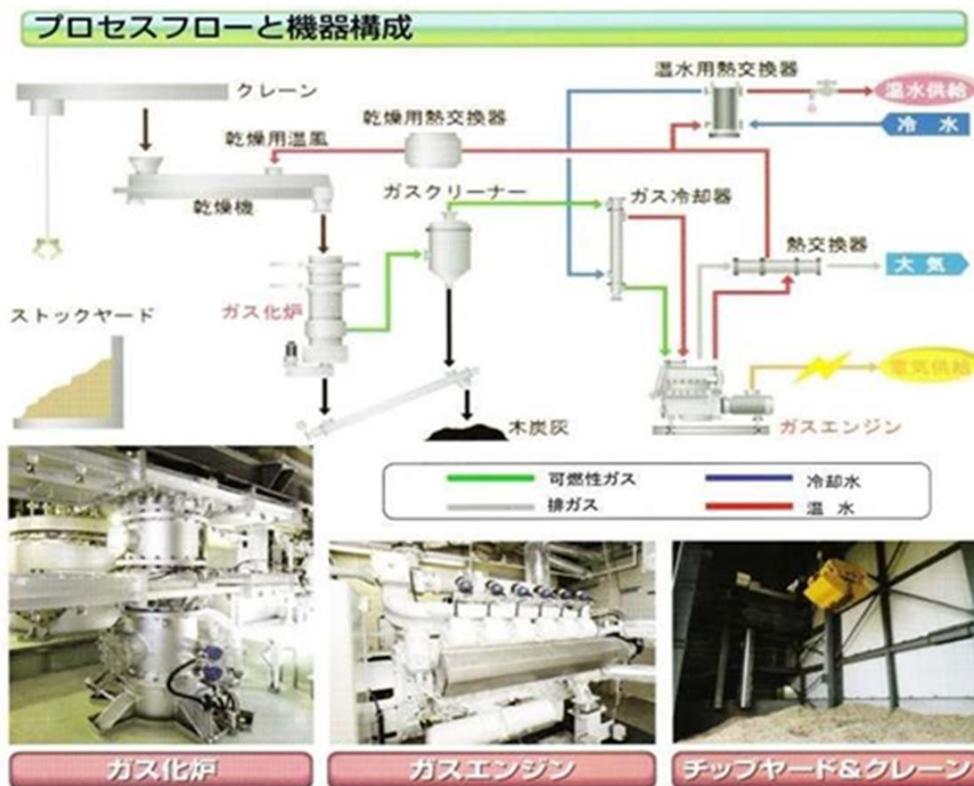


図27.バイオマス発電プロセスとシステムフロー

秩父市HP

木質系を原料としたガス化発電については、ダウンドラフト型とアップドラフト型の固定床式ガス化炉がある。

ちちぶ元気村発電所については、木質系原料とガス化剤である空気がともに上から下へ流れるダウンドラフト型である。これは、乾留ゾーンで発生したガスが高温の燃焼ゾーンを通過するため、生の原料から比較的クリーンなガスが得られる反面、熱効率が低く、スケールアップに難点がある。

4.4 研究方法

4.4.1 現地取材・調査

(1) 現地取材・調査

秩父市のバイオマス施設担当者に計5回ヒアリングを行い、現地査察、関連資料の閲覧（市役所内）を行った。ヒアリングの内容としては、初期投資にはNEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）の補助を得たが、原料チップ購入と設備維持・管理コスト（2000千円/年）が必要である。当初チップは県内業者か

ら1tあたり2千円で購入していた。2009年度から購入費を抑えるため、埼玉県の「ふるさと雇用再生基金」を用いて、間伐材の搬出、林内整備で4人、チップ加工に1人、発電所運転に3人の合計8人の雇用（人件費）を賄う。また、林野庁から「強い林業・木材産業づくり交付金」を用いてチップ購入費（木材）を賄う。しかし、設備・管理コストにおいては、秩父市の「秩父市森と水のちから活用基金」を使用している状況である。さらに、現状では、火災（原因不明）により発電施設は停止しており、修理費用においては保険費用で修理可能である。また、現在では、発電所の停止により足湯の利用は中止されている状況で再開については未定である。

本研究にあたり秩父市役所のバイオマス関連資料においては、財政状況の内部資料については、何度も交渉した結果、開示して頂けなかった。また、建設計画の議事録の資料についても全資料を開示して頂けなかった。

（2）結果

バイオマス施設においては、小規模の発電施設のシステムを選定した結果、発電量の収入は期待できない。そのため、バイオマス施設を環境学習として、施設見学、施設利用（キャンプ場他）の収入に大きく依存している。しかしながら、キャンプ場として利用すると考えると、秩父地域には自然を生かしたキャンプ場が多数存在しているため、利用者の見込みは少ないのが現状である。

また、キャンプ場利用については、夏季シーズンのみと限定されるため、バイオマス発電所の毎日の稼働を考えると、その他シーズンの利用が大きく影響を及ぼしているのが現状である。さらにキャンプ場の利用としては、都会の子供達を対象となるので、地域住民などの利用を促進させる必要がある。

また、施設として足湯、浴場（温水）を併設しており、利用可能であるが、秩父地域には、温泉旅館、鉱泉旅館および大型温泉施設があるため、バイオマス利用の温水を利用する価値が乏しいため、温水利用の観光者数は少ないのが現状である。さらに、併設している飲食店については、秩父市の運営のため、メニューは少なく、観光者を満足させるものを提供することができない現状がある。さらに、ピザ窯についても、同様に観光者を満足することはできない状況である。

秩父市のバイオマスタウンは、失敗事例であることが、現地取材で明らかになった。全国的にバイオマス関連施設は増加しているが、総務省の報告書[36]調査によると（バイオマス・ニッポン総合戦略による）バイオマス関連施設において約7割程度は財政的に困難」であることを考えればバイオマス施設事業の典型であり特殊なケースではないと考えられる。

そこで、バイオマスタウン構想の初期計画について原因があることを考え経緯に注目した。バイオマスタウン構想の提出書類[39]において、平成15年7月から職員始動のプロジェクトとして「経済再生戦略会議バイオマスエネルギー分科会」の予備調査が開始された。その後に、平成16年「バイオマス・コジェネ施設設備事業調査」として学識関係者、林業木材産業関係者、電力事業者、国、県が施設システムの検討し選定していることが判明した。さらに、市担当者と数回交渉を重ねバイオマス関連資料の開示を強く求めた結果、一部資料を開示して頂き、当初の計画案を再調査した。

4.5 評価手法の検討

3章で述べたように、新たな評価手法として作成した可視化ツールから成功に寄与する確率を判定し可視化ツールの有効性を未調査地域の秩父市を対象として検討した。

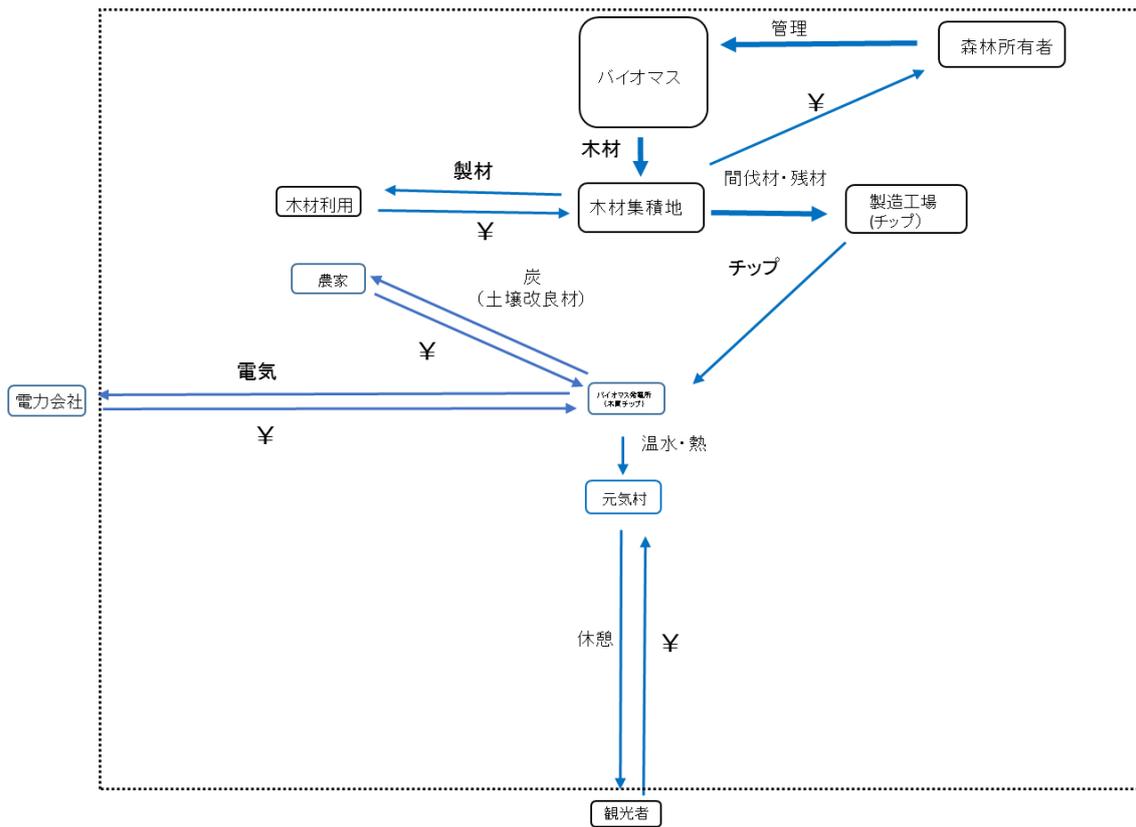


図 28.バイオマス発電所を中心とした可視化ツール図（現状）

表 18.判定チェックリストの結果

No.	チェックリスト	判定
1	施設の利活用量	☒
2	循環の範囲	☒
3	循環のバランス	☒
4	多段階の連携	☒
5	多様な連携	☒
6	地域住民の貢献	☒
7	多角的な利活用方法	☒
8	金銭のつながり	☒
	項目数	0
	評価結果	×

4.6 検証結果及び考察

4.6.1 現状

可視化ツールで確認されたチェックリスト 8 項目について、バイオマス施設が成功する確率を 3 段階に分けて判定したところ、8 項目中すべてにおいて満たしておらず 0 項目（表 18）となり、バイオマス施設を成功する確率が低いということが示された。（図 28）。

現状の施設では、バイオマス資源は豊富にあるが、バイオマス施設が小規模であること、有各ステークホルダーの連携が少なく観光者の利用に依存している。

これらは、バイオマス施設に隣接したキャンプ場に BBQ 場、コテージ、体育館等の施設は充実しているが、夏季の利用者が多いこと、近隣に民間キャンプ場や温泉施設も多数あることから利用者数が少なく財政困難な状況であると考えられる。

4.6.2 NEDO 候補地

NEDO 候補地について、新たな評価手法を用いて可視化ツールを作成した結果（図 29）、①施設の利活用量、②循環の範囲、③循環のバランス、④多段階の連携、⑤多様な連携、⑥地域住民の貢献、⑦多様な利用方法、⑧金銭つながりの 8 項目が確認された。

これらの可視化ツールで確認された 8 項目について、バイオマス施設が成功する確率を 3 段階に分けて判定した結果、8 項目中 8 項目（表 19）となり、成功する確率が高いことが、地域システムを評価する可視化ツールのチェックリストから明らかになった。

これは、観光者、農家、地域住民（利用者数）、公共施設、電力会社など多様に連携することでバイオマス利活用量が増えることが要因である。

さらに、新規事業と組み合わせることでバイオマスの利用価値が高まり波及効果が期待される。

4.7 まとめ

現状のバイオマス施設では、発電施設の規模が小さく、ステークホルダーの少なさ、地域システムとの連携の少なさという判定結果から、当初計画から地域システムの連携は考慮されていない状況であったと考えられる。

また、NEDO 候補地では、地域住民を含めた多様なステークホルダーと連携しており、バイオマスを利活用した多段階の連携が判定結果から明らかになった。

以上のように、バイオマス施設の検討するうえで、可視化ツールから地域システムの連携を把握することが可能となり、バイオマスタウンの評価することが容易になることを示唆した。

4.7 現行の改善案

本研究の調査した成功事例のモデルより多角化型モデルを参考にして、具体的な提案モデルをバイオマスタウンの判定結果を踏まえて検討した（図30）。

新たな評価手法として可視化ツールの判定項目の結果（表20）より、バイオマス利活用量を増やすことを目指し、各施設にペレットストーブの導入を図り、地元住民の交流を促す空間づくりとペレットストーブの情報を発信として、各種イベント・セミナー開催（月1回）を行うことを提案する。

モデルの詳細については、バイオマス施設の稼働を停止するが、バイオマスの利活用量を段階的に増加させることが重要であることから、バイオマスストーブの導入を公共施設、一般家庭に普及させる必要がある。また、地域住民の協力及び参画が必要不可欠である。

また、現状のバイオマス施設に隣接するキャンプ場については、継続させるが、バイオマス発電所より供給していた温水、電気については、その他のエネルギー（ガス、灯油等）で代替する必要がある。

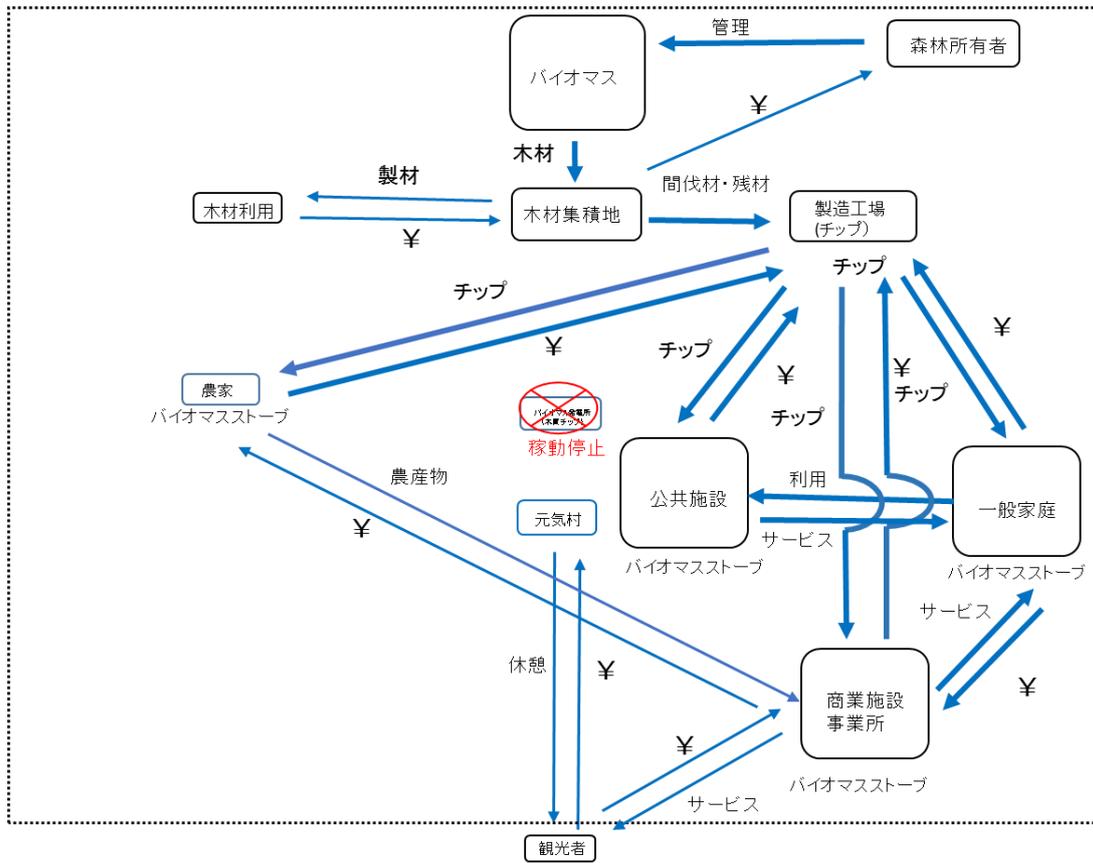


図 30.秩父市バイオマス施設の改善後の可視化ツール図

表 20.判定チェックリストの結果

No.	チェックリスト	判定
1	施設の利活用量	<input checked="" type="checkbox"/>
2	循環の範囲	<input type="checkbox"/>
3	循環のバランス	<input type="checkbox"/>
4	多段階の連携	<input checked="" type="checkbox"/>
5	多様な連携	<input checked="" type="checkbox"/>
6	地域住民の貢献	<input checked="" type="checkbox"/>
7	多角的な利活用方法	<input checked="" type="checkbox"/>
8	金銭のつながり	<input checked="" type="checkbox"/>
	項目数	6
	評価結果	○

第5章 結論

本研究では、バイオマスマスタウンを構成する地域システムの連携に着目し、バイオマス施設における地域システムとの連携に関する調査及び評価手法として可視化ツールの開発及び有効性を検討し、以下の結論を得た。

新たな評価手法として可視化ツールを活用することでバイオマス施設の地域システムの連携を把握することが可能となり、チェックリストからバイオマス施設の判定が容易となることが示唆された。さらに、判定チェックリストを活用したバイオマスタウンの新たな評価手法として地域システムの連携を判定する有効な手段となることが明らかになった。

本研究の可視化ツールを用いることにより、バイオマスタウンの地域システムの連携から効果的かつ効率的な事業システムの構築と評価が可能となり、バイオマス施設の事業状況や改善対策において有効なツールとして利用できる意義は、何よりも大きい。

今後、可視化ツールを効果的に利用するためには、ユーザーからの要望に合わせて、適宜改良を加えると共に、評価手法の向上に向けた補完的なデータの充実を図る必要がある。さらに、複数のバイオマス施設を対象としてケーススタディを行い、手法の高度化と実用化に向けた検討を進める方針である。

第6章 今後の発展性

本研究では、地域システムとの連携に関して、新たな評価手法として可視化ツールの有効性について効果を検討したものである。

バイオマス施設を利活用したモデルの構築には、地域システムの連携、住民協働、住民理解が重要であるため、今後は廃止案からの推進体制の組織づくりが必要不可欠である。そのため、秩父市のケースにおいては社会実験（WS）を通じて、地域住民ニーズや企業ニーズ等の各ステークホルダーの連携について協議すること、および地域住民の協力を得るためにバイオマスに対する意識を高めて行動を起こすような情報発信を続けることが必要である。

バイオマスタウン利活用に向け、秩父市の調査・研究、社会実証プログラム、事業計画などを行う産学官の連携を図り、「ちちぶバイオマス事業利活用推進会議（図31）の設置と自治体（国、県、市）、民間企業、大学が連携しながら、社会実証プログラムを実施すべきだと考えられる。

《ちちぶバイオマス事業利活用推進会議（仮称）》

【目的】

- ・バイオマスタウンに関する市民調査
- ・事業の全体調整、進捗管理
- ・地域システムの連携
- ・事業計画

【メンバー】

- ・秩父市、地元企業、大学（アドバイザー）

【事務局】

- ・秩父市、ちちぶバイオマス事業推進協議会（仮称）

図31.ちちぶバイオマス事業利活用推進会議案

今後は、秩父市役所の担当者へ訪問し秩父市に提案し、住民協働のキーワードとなる市民ワークショップを大学と共同して開催するため、推進会議の設置提案を秩父市に持ちかけている状況である。

さらに、バイオマス利活用以外で、その他機関や企業等多くの業界で利用されることで、新たな評価手法として可視化ツールによる様々な実際問題の解決が期待される。

最後に、バイオマスタウン地域の問題であるバイオマス資源の利活用および農林業、地域経済などの複雑な問題を解決することで、日本のエネルギー問題、林業問題および地方創成の解決策の糸口になると考えている。

謝辞

本研究を進めるにあたり、慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科の教授・学生の皆様には多くのご意見やアドバイスを頂きました。特に佐々木正一先生との思い出は記憶に残るシーンとなりました。

また、当麻先生には、修士論文作成に多大なるご支援を頂き、この場を借りて深く御礼申し上げます。また、当麻研究室の皆様は、私自身のこれからの人生にとって大きな財産となりました。

また、多大なご協力を頂いた秩父市環境立市推進課の設楽主任やバイオマス施設関係部署の皆様には深く感謝します。

最後に、この学生生活で知り合って刺激や情報を頂いた全ての方々に心から感謝の気持ちを表して、謝辞とさせていただきます。

参考文献

- [1]藤江幸一：バイオマスエネルギー利活用システムの設計と評価,環境資源工学,55(2),113-118 (2008)
- [2]村上 周三・茅 陽一・柏木 孝夫・石谷 久・中上 英俊(2010). 低炭素社会におけるエネルギーマネジメント. 慶應大学出版会株式会社
- [3]資源エネルギー庁(2010). エネルギー基本計画.財団法人経済産調査会
- [4]山本 高士(2009). バイオマスエネルギー技術の中核とした都市農村共生社会のシステムデザイン.慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科修士論文
- [5]石黒亜貴(2011).バイオマスエネルギーの副生成物である消化液を利用して美味しい小松菜を作る方法の研究.慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科修士論文
- [6]井熊 均(2011). 次世代エネルギーの最終戦略.東洋経済新報社
- [7]浜中 裕徳(2010).低炭素化社会をデザインする. 慶應大学出版会株式会社
- [8]細田 衛士.(2009). 資源循環型社会.慶應大学出版会株式会社
- [9]久保田 宏・松田 智(2009).幻想のバイオ燃料.日刊工業新聞社
- [10]佐藤 由美(2003).自然エネルギーが地域を変える.学芸出版社
- [11]川島 博之(2008).世界の食料生産とバイオマスエネルギー.東京大学出版会
- [12]永井 一史(2012).エネルギー問題に効くデザイン.株式会社誠文堂新光社
- [13]早稲田 聡(2011).図説 新エネルギー早わかり
- [14]社団法人日本エネルギー学会(2008).バイオマスハンドブック.株式会社オーム社
- [15]永井 猛・細野英之・鈴木陽一(2012).都心部におけるバイオマスエネルギー活用システム (URES) 導入のための調査研究 (その1) .The Japan Institute of Energy.
- [16]稲葉陸太：地域活性化をめざしたバイオマス利用戦略の検討,第6回 LCA 学会研究発表会講演要旨集,pp.140-141 (2011)
- [17]柏木孝夫：低炭素化を促進するポリシーミックスとこれからの経済成長モデル,中小商工業研究 109、12-20、2011

- [18]渡邊聡：地域資源であるバイオマスの循環システムの構築,21世紀デザイン,PP89-97,2008
- [19]林美香子：農都共生のヒント-地域の資本の活かし方-,東京,寿郎社,2008
- [20]大江靖雄：都市農村交流による農業経済の多角化,農業問題研究第132号 p p 124-132
- [21]藤原崇:循環型食品リサイクルシステムの構築に向けて,畜産コンサルタント,中央畜産会,VOL44(11),pp38-43,2008
- [22]小林弘明：バイオマスエネルギーの経済的評価-バイオガスに関する概観,システム農学,システム農学会編,VOL26(1),pp37-47,2010
- [23]松田従三：バイオマスエネルギー活用の意義とコストパフォーマンス：再生可能エネルギーを中心とした持続可能で環境保全に配慮した社会システム,畜産コンサルタント、VOL47(12),pp12-15,2010
- [24]蒲原弘継：バイオマス利活用における環境負荷低減施策の立案に向けたライフサイクルアセスメントの適用,日本緑化工学会誌,VOL36(3),pp444-445,2011
- [25]原料幸繭・竹内和彦：長野県佐久市を事例とした地域循環型の生物資源利用システムに関する研究、ランドスケープ研究67(5),2004
- [26]磐田明子・島田荘平,家畜排せつ物対策に伴う環境・社会便益評価モデルの構築,(家畜排せつ物有効利用に向けた自治体予算配分のに関する研究),日本エネルギー学会
- [27]伊藤吉紀・中田俊彦：家畜排泄物の地理的分布を考慮したバイオマス利活用プラントの配置と促進方策の検討,日本エネルギー学会誌,87,pp56-67,2008
- [28]日経ビジネス,2012
- [29]長岡市多世代健康まちづくり事業プラン～健康・医療・福祉のキー・ステーションの創造～,新潟県長岡市,2014
- [30]高山敏弘,都市と農村を結ぶ,東京,富民協会,1991
- [31]津々木昌子・保井俊之・白坂成功・神武直彦：システムズアプローチの見える化-中心市街活性化の新しい政策創出の方法論,関東都学会年報第13号,pp104-109,2011
- [32]大野輝尚：循環型社会を創る～自然エネルギー活用による低炭素型社会の実現～秩父市,地方自治職員研修,pp62-65,2010,

- [33]大野輝尚：埼玉県秩父市美しい森と水を次世代に引き継ぐために「次世代型環境学習施設 吉田元気村」の取り組み,水,pp22-25,2012
- [34]川喜田二郎：発想法-創造性開発のために,中公新書,1967
- [35]石井浩介・飯野謙次(2008),設計の科学 価値ものづくり設計,養賢堂
- [36]総務省：バイオマスの利活用に関する政策評価(2011)
- [37]二渡了・坂本直子・乙間末廣：バイオマスタウン構想実施事例における循環型システムの評価,廃棄物資源学会論文誌,20,pp141-149,2009
- [37]NEDO(2005),バイオマスエネルギー導入ガイドブック
- [38]楠部孝誠・細野智之・植田和弘・内藤正明・：有機物循環システムの評価ー山形県長井市レインボープランを事例としてー,廃棄物学会誌16,pp409-418,2005
- [39]新エネルギー・産業技術総合開発機構：バイオマス等未利用エネルギー実証試験事業調査-秩父市バイオマス・コジェネ施設整備事業調査報告書(2005)

【引用ウェブサイト】

- ・総務省 (2015. 4. 25) <http://www.soumu.go.jp/>
- ・林野庁(2014. 9. 10) <http://www.rinya.maff.go.jp/>
- ・農林水産省HP(2014. 9. 15) <http://www.maff.go.jp/>
- ・埼玉県HP(2014. 10. 20) <http://www.pref.saitama.lg.jp/>
- ・農林水産省(2014. 10. 25) <http://www.maff.go.jp/>
- ・埼玉県HP(2014. 11. 24) <https://www.pref.saitama.lg.jp/>
- ・秩父市役所HP(2014. 11. 25) <http://www.city.chichibu.lg.jp/>
- ・栃木県茂木町HP (2015. 5. 1) <http://www.town.motegi.tochigi.jp/>
- ・北海道下川町HP (2015. 5. 5) <https://www.town.shimokawa.hokkaido.jp/>
- ・福岡県大木町 HP (2015. 5. 7) <http://www.town.ooki.lg.jp/>
- ・岡山県真庭市 HP (2015. 5. 16) <http://www.biomass-tour-maniwa.jp/>
- ・大分県日田市 HP (2015. 5. 18) <http://www.city.hita.oita.jp/>
- ・京都府南丹市HP (2015. 5. 28) <http://www.city.nantan.kyoto.jp/www/>
- ・兵庫県朝来市HP (2015. 6. 1) <http://www.city.asago.hyogo.jp/>
- ・山形県村山市HP (2015. 6. 3) <http://www.city.murayama.lg.jp/>