

# 特集

# バイオマス変幻自在

特集

バイオマスは再生可能な資源であり、そのエネルギーや化学原料としての有効利用法の開発は、持続可能な社会の構築には欠かせないものである。バイオマスプロセスハンドブック（化学工学会・日本エネルギー学会共編，2012）では、バイオマス処理に関わる技術を単位操作の集合体として記載しており、技術の全体像を俯瞰しやすい。図1に、本資料を参考に主な単位操作を用途別に整理したものを示す。これら単位操作は、収穫・前処理・改質・後処理に関するものに分類でき、これに一連のシステム構築や評価技術も含まれる。このように、バイオマス処理は様々な要素技術が入り混じった変幻自在な技術領域といえる。

各種学会誌でのバイオマス関連の特集に関して、通常は何らかの単位操作を掘り下げることが多い。これに対し本特集では、広い領域の単位操作に関する最新の技術開発について、なるべく同一単位操作が重ならないようにバランスよく取り上げたものとした。また、内容の選定にあたっては、従来本誌で取り上げた内容と重複を避けており、例えばバイオエタノール等については扱っていない。

本特集では、まず、バイオマス処理システムの設計・解析として、バイオスタウン構築への考え方、実例を元にしたLCA解析手法について紹介する。次に、前処理技術とその応用として、成形体をエネルギー源として利用するバイオコークス、低温排熱を活用できる濃縮・脱水技術としてDMEを用いた湿潤バイオマスからのオイルと水の抽出プロセス、水産物であるキチン系バイオマスをメカノケミカル粉碎・発酵で高付加価値化する手法について紹介する。また、後処理技術として、近年注目されているバイオブタノールに着目し、膜分離法によるアルコール濃縮技術を紹介する。

バイオマス改質については、まず、農業分野で一般におこなわれている堆肥化・飼料化を取り上げ、その基本的な理論も含めて紹介する。化学的改質については、ベンチ・パイロットプラント等の比較的大型の装置でおこなっている研究に着目した。澱粉生成時の廃液について濃縮・水熱可溶化・メタン発酵を組み合わせたユニークな処理プロセス、廃棄物系バイオマスの間接液化によるジェット燃料製造技術、含水性バイオマスを乾燥せずに改質する超臨界水ガス化技術を紹介する。最後に、素反応を用いたバイオマスの反応シミュレーションの現状についても紹介する。

本特集にて、バイオマス関連技術の裾野の広さを実感して頂ければ幸いである。

（編集担当：佐藤剛史）†

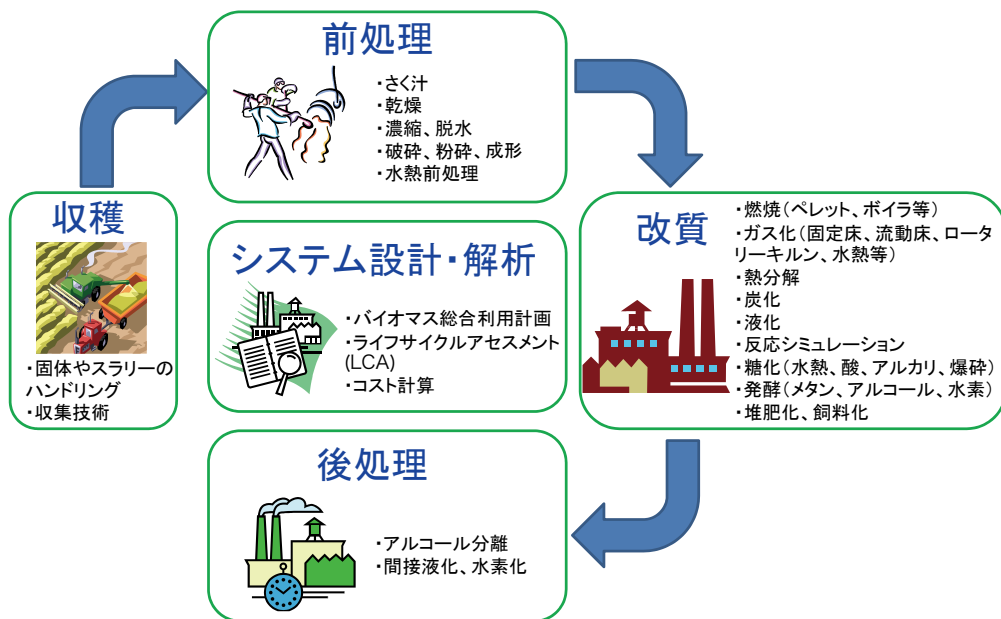


図1 バイオマス利用における用途と単位操作

† Sato, T.

平成25, 26年度化工誌編集委員(9号特集主査)  
宇都宮大学大学院工学研究科物質環境化学専攻

# 本格的なバイオマスタウン構築へのアプローチ

柚山 義人

## 1. はじめに

バイオマス利活用は、目的、事業主体、空間的範囲、原料の種類と量、原料をエネルギーや資材に変換する技術(群)、生成物の利用、環境への影響、収益などが多様である。バイオマスタウンを目指す場合には、ある程度まとまった地域を舞台とし、人・技術・制度・情報・資金をつなげて計画を策定し、創意工夫により成長させる運営が重要である。地域特性に応じたシステムとなるので、画一的な方法の適用は困難である。本稿では、多くの方々からの御教示と筆者の経験からアプローチ法を論述する。

## 2. 施策の動向

バイオマスタウン構築に係わるバイオマス利活用推進の施策等の動向は時系列的に次のように整理される。

### 2.1 バイオマス・ニッポン総合戦略

バイオマス・ニッポン総合戦略(2002年12月閣議決定、2006年3月改訂)は、バイオマスタウン構想の策定を市町村等に奨励した。バイオマスタウンは、「域内において、広く地域の関係者の連携の下、バイオマスの発生から利用までが効率的なプロセスで結ばれた総合的利活用システムが構築され、安定的かつ適正なバイオマス利活用がおこなわれているか、あるいは今後おこなわれることが見込まれる地域」と定義された。2011年4月28日時点の構想公表数は、318地区である。

### 2.2 食料・農業・農村基本計画

2010年3月に閣議決定された食料・農業・農村基本計画



Approach to Construct Genuine Biomass Town  
Yoshito YUYAMA  
1984年 京都大学大学院農学研究科(農業工学専攻)  
現在 (独)農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 資源循環工学研究領域 上席研究員  
連絡先: 〒305-8609 茨城県つくば市観音台 2-1-6 農村工学研究所  
E-mail [yuya@affrc.go.jp](mailto:yuya@affrc.go.jp)

2013年5月23日受理

も、基本的な方針の中でバイオマス利活用に関して、気候変動をはじめとする地球環境問題への対応、6次産業化による活力ある農山漁村の再生を掲げた。農村振興の観点では、バイオマスを基軸とする新たな産業の振興と農村における再生可能エネルギーの生産・利用の促進が記された。

### 2.3 事業仕分けと政策評価

2010年に行政刷新会議は事業仕分けをおこない、バイオマス利活用に関わる多くの事業を廃止あるいは削減とした。また、総務省は政策評価をおこなった。これらにより、税金を投入して実施する事業の厳選が進んだ。

### 2.4 バイオマス活用推進基本計画

2009年9月に施行されたバイオマス活用推進基本法に基づき、バイオマス活用推進基本計画が2010年12月に閣議決定された。基本計画の方針の1つに、「地域の主体的な取組の促進」が掲げられた。施策毎に達成目標とその評価指標が明示されている。その1つが、2020年までに600の市町村バイオマス活用推進計画を策定することである。これは、バイオマスタウン構想の後継と位置づけられる。

### 2.5 バイオマス事業化戦略

2012年9月にバイオマス活用推進会議が「バイオマス事業化戦略」を決定した。この戦略は、コスト低減と安定供給、持続可能性基準を踏まえつつ、技術とバイオマスの選択と集中によりバイオマスの事業化を重点的に推進し、地域におけるグリーン産業の創出と自立・分散型エネルギー供給体制の強化を実現するための指針である。この中で、バイオマス産業を軸とした環境にやさしく災害に強い「バイオマス産業都市」の構築が示されている。バイオマスタウンのコンセプトの発展・高度化版と言える。

## 3. 本格的なバイオマスタウンの姿

本格的なバイオマスタウンには、①地域経済の発展を含めて地域活性化につながる、②循環型社会形成、エネルギーの地産地消に貢献する、③物質・エネルギー収支の面から持続性が成立する、④生産基盤整備とリンクし、地域環境を保全し地球温暖化を抑制する、⑤創意工夫で成長し続ける、という要素が含まれていることが重要である。それぞ

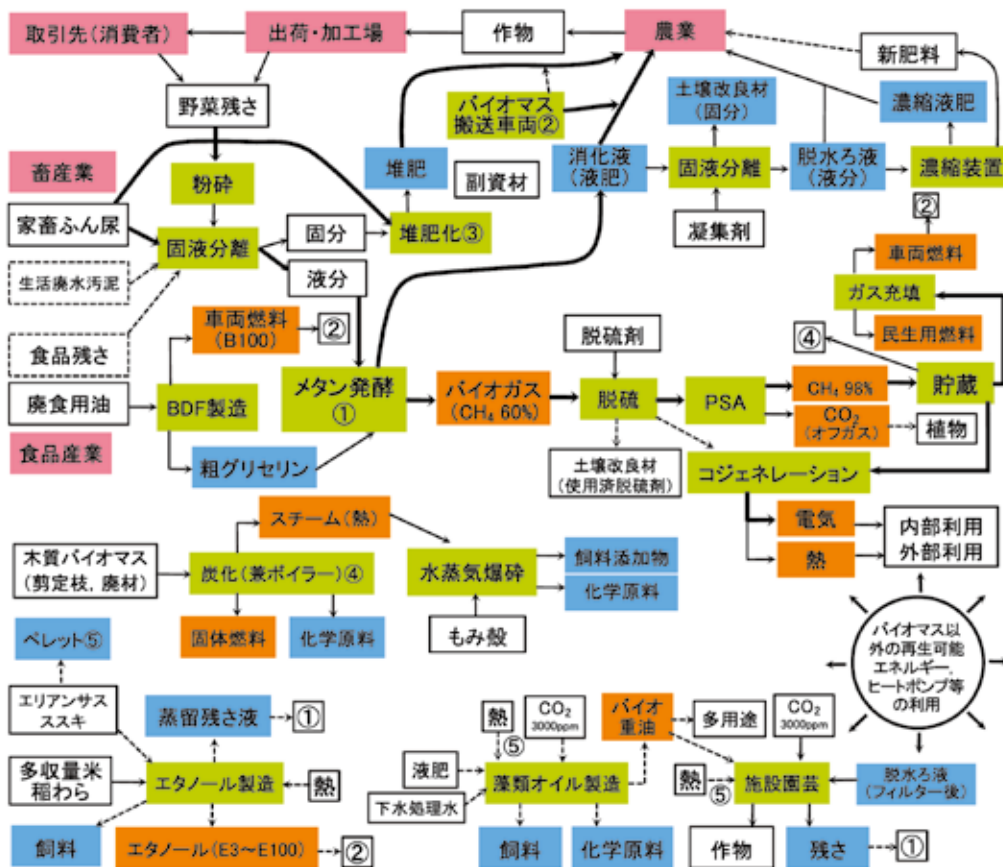


図1 バイオマスのフル活用を念頭においたバイオマス利活用システム

れの地域の主産業の発展，外部不経済の解消，外部経済の発揮という観点から，公共の利益に資する社会資本の整備の一環として進められることが望まれる。

このためのバイオマス利活用の推進に当っては，持続的な地域資源の管理，適切な変換技術(群)の適用，信頼できる運営組織の設立及び維持，再生資源(エネルギーや資材)の確実な需要の確保，運搬・貯蔵が必要である。

バイオマスタウンの姿は地域によって異なる。バイオマスのフル活用を念頭においたバイオマス利活用システムの例を図1に示す。実線は筆者らが千葉県香取市で実証した<sup>1)</sup>フローで，点線は発展可能性を示している。矢印の太さは物量の大小である。

## 4. バイオマスタウンの構築と運営の方法

### 4.1 PDCAサイクルマネジメント

バイオマス利活用の施策は，図2に示すPDCA (Plan-Do-Check-Act) サイクルマネジメントにより，実現可能性の高い計画策定と着実な事業推進が可能になる。サイクルは，地域診断，計画策定，事業の実施，評価に区分される。必要に応じて社会実験をおこなう。事業実施中はモニタリングと毎年度点検をおこないながら運営する。保守・点検や

適期の修繕により施設・設備や機器の長寿命化が図られる。1サイクルの時間は主たる変換施設の耐用年数に支配され，7～20年程度となる。

### 4.2 計画策定

計画策定は，バイオマス利活用システムを構成する，原料バイオマスの生産(発生)，その収集・運搬・貯蔵，資材やエネルギーへの変換，変換によって生成される再生資源の貯蔵・運搬，利用，廃棄をトータルにとらえた，「現状把握」と「(複数の)計画案作成」をおこない，それらの物質・エネルギー収支の健全性・持続性，環境への影響，経済性等を評価していくことになる。再生資源の品質，量が利用者のニーズに合うことが重要である。バイオマス利活用には支出を伴うが，それをできる限り地域内の人・組織の収入にすることが地域経済活性化につながる。

農林水産省<sup>2)</sup>，筆者ら<sup>3)</sup>，日本有機資源協会<sup>4)</sup>は，計画策定のための手引き等を公表している。地域バイオマス利活用診断ツール<sup>5)</sup>やライフサイクルの評価<sup>6)</sup>は是非，活用いただきたい。

### 4.3 評価指標の設定と取組効果の検証

バイオマス利活用の目的は地域によって異なるため，各々の施策による効果が適切に把握できる指標とその算出方法を設定する必要がある。達成目標は，技術革新，資金

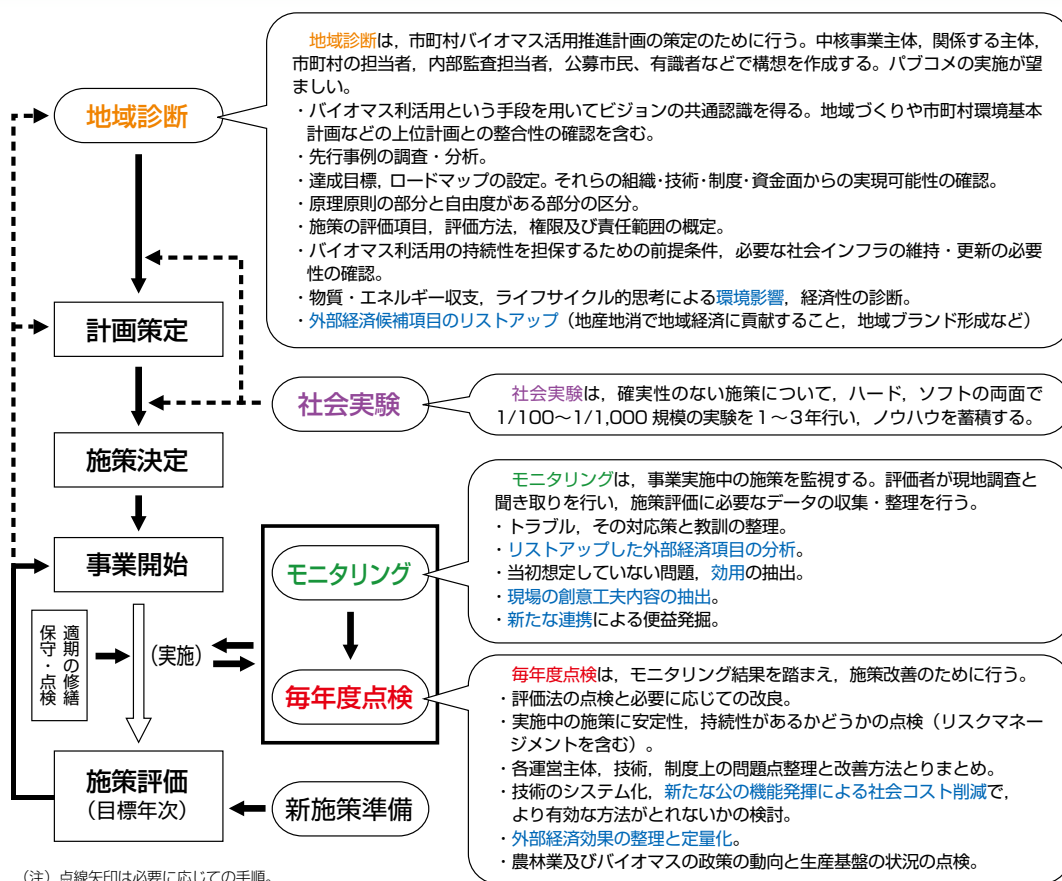


図2 バイオマス利活用のPDCAサイクルマネジメント

調達、国レベルの制度・規制の動向を踏まえた設定となり、外部要因、前提条件を付記することにより目標に対する実績の評価に説明性、納得性が高まる。

評価指標は、評価目的に適合しわかりやすい、持続性が検討できる、ライフサイクルコストが比較できる、常識的な信頼度をもつデータが入手できる、外部経済促進や外部不経済解消への貢献が評価できることが望ましい。

取組効果の検証としては、①現状(基準年次)の状態の認識の確認、②取組内容、目標、スケジュール、評価指標(式)及び算出方法の確認、③取組内容の状態確認、④物質・エネルギーフローの算出、⑤キャッシュフローの算出、⑥取組み効果の計算、という手順が推奨される。

#### 4.4 農業からみた評価指標

農業からみた評価指標としては、堆肥・液肥の利用による化学肥料代替度、土壌の肥沃度、有機性廃棄物の最終処分量の減少度及び再資源化率の増加度、農地・畜産施設から水域への流出負荷量の減少度及び温室効果ガス発生量の減少度、耕種農業への投入化石資源の減少度、地域内食料・飼料自給率の上昇度などが考えられる。作物生産において化学肥料を堆肥、メタン発酵消化液(液肥)、土壌改良材に代えても環境負荷が小さくなるということはない。土壌モニタリングに基づく施肥設計、肥効成分の作物への吸収率

向上対策が負荷削減のために必要である。

## 5. おわりに

バイオマスタウンの構築を念頭においたバイオマス利活用は、目指すべき地域の姿を再考する機会になる。農業・農村を主対象とする場合には、従来の食料・木材等の生産という枠を超えて、農林業の新たな領域を開拓する。地域資源を総動員し他施策との連携による相乗効果の発揮を狙ったバイオマスタウンづくりは、一定の収入確保と達成感・満足感の共有をもたらす農村振興の一步になる。

本特集で紹介される革新的な技術にアンテナを高くし、その適用可能性をさぐりつつ、それぞれの地域の顔としてのバイオマス利活用が健全に進むことを願う。

#### 引用文献

- 1) 農研機構編：農業・農村環境の保全と持続的農業を支える新技術，pp.176-179，農林統計出版(株)(2011)
- 2) 農林水産省食料産業局バイオマス循環資源課：都道府県・市町村バイオマス活用推進計画作成の手引き(2012)
- 3) 袖山義人：バイオマスタウンの構築と運営(手引き書)，農村工学研究所(2013)
- 4) 日本有機資源協会編著：バイオマス活用ハンドブック，環境新聞社(2013)
- 5) 袖山義人ら：農業農村工学会論文集，266, 57-62(2010)
- 6) 清水夏樹ら：農村工学研究所技報，212, 53-126(2012)