

バイオマス利用技術の展開方向

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所

農村総合研究部・資源循環システム研究チーム 研究チーム長 柚山義人

1. はじめに

バイオマスの利用は、原料バイオマスの生産（発生）・収集・搬送・貯蔵、有用なエネルギーやマテリアルへの変換、その貯蔵・搬送・利用、それぞれの段階での適正処分などがつながって成立する。バイオマス・ニッポン総合戦略¹⁾（2002年12月閣議決定、2006年3月改訂）が起爆剤になって、様々な取組みが加速した。バイオマスの利用は基本的に手段であり、たとえば、①農林業の復興、地域活性化、②有機性廃棄物の適正処理、③循環型社会形成、④エネルギーの地産地消、温暖化抑制などの上位目標が存在する。

本稿では、バイオマスの利用に関する認識すべき最近の情勢、筆者らが実施中のプロジェクト研究、本格的なバイオマстаウンの構築と運営について述べ、バイオマス利用技術の展開方向を探る。

2. 認識すべき最近の情勢

（1）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²⁾では、基本的な方針の中でバイオマス利用に関して、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が掲げられている。農村の振興という観点では、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ている。

（2）農林水産研究基本計画

2010年3月に決定された農林水産研究基本計画³⁾では、その重点目標の中で、バイオマス利活用に関連するものとして、地球温暖化への対応とバイオマスの利活用、新分野への展開、地域資源活用が掲げられている。また、期別達成目標として、国産バイオ燃料・マテリアル生産技術の開発とバイオマスの地域利用システムの構築という大きな課題が立てられ、具体的には、①食料供給と両立できるバイオマスからの燃料生産技術の開発、②バイオマスの多様な燃料利用技術の開発、③バイオマスからのマテリアルの開発、④地域バイオマス利用システム設計・評価手法の開発が示されている。

（3）バイオマス活用推進基本計画

バイオマス活用推進基本法が2009年9月に施行された。今後は、同法に基づく基本計画が道標になっていくと考えられる。注目すべきは、施策毎に達成目標とその評価指標が明示されそうなることである⁴⁾。総務省によるバイオマス・ニッポン総合戦略の政策評価も基本計画づくりにより影響を及ぼすと期待される。

（4）技術戦略情報

科学技術政策担当大臣・総合科学技術会議有識者議員は、2010年7月に平成23年度科学・技術重要施策アクション・プランを公表した⁵⁾。グリーン・イノベーションが大きな柱として打ち出されており、その中に「バイオマスによる再生可能エ

エネルギーへの転換の促進」が方策として掲げられている。

経済産業省は、バイオマスエネルギーを含む様々な分野の技術戦略をとりまとめている⁶⁾。NEDOは、2010年1月にバイオマスエネルギー導入ガイドブック（第3版）⁷⁾を、2010年7月には再生可能エネルギー技術白書を公表した⁸⁾。

(5) 小沢環境大臣の地球温暖化対策

小沢環境大臣は、2010年3月に温暖化対策の試案を公表した⁹⁾。これを受け、「地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ検討会」が組織され、農業・農村に関係の深いものとしては、地域づくりワーキンググループ、農山漁村サブワーキンググループがバイオマス利用を含む温暖化対策のシナリオや対策の効果の試算を行っている。

(6) バイオ燃料の持続性基準

経済産業省は、農林水産省、環境省とともに、「バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会」での議論を踏まえて、我が国におけるバイオ燃料の持続可能性基準についての方向性をまとめた報告書を2010年3月に公表した¹⁰⁾。この中で、バイオ燃料の持続性基準として、ライフサイクルでのCO₂削減水準を50%とすることが示された。この水準は、今後の研究開発目標にあてはめられていくと思われる。

(7) バイオマス利用の事業

行政部局の事業は、農林水産省、環境省などが交付金の形で地域を支援している。総務省は、緑の分権改革推進事業で、バイオマスを含む再生可能エネルギーの利用を念頭においた地域づくりの推進を図っている。

研究開発あるいはモデル事業としては、農林水産省のプロジェクト研究「地域活性化のためのバイオマス利用技術の開発」、バイオ燃料地域利用モデル実証事業、ソフトセルロース利活用技術確立事業、農村振興再生可能エネルギー導入支援事

業、NEDOのバイオマスエネルギー地域システム化実験事業、セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業、戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業、環境省の地球温暖化対策技術開発事業などが注目される。

(8) 様々な設定目標

バイオマスの利用には、様々な数値目標や工程表が示されている。主なものとしては、バイオマス・ニッポン総合戦略（2006年3月）、農林水産省による「国産バイオ燃料の大幅な生産拡大に向けて」と題した総理報告（2007年2月）、経済産業省と農林水産省が組織したバイオ燃料技術革新協議会による「バイオ燃料技術革新計画（案）」（2008年3月）、京都議定書目標達成計画、経済産業省総合資源エネルギー調査会需給部会によるエネルギー需給見通し、エネルギー基本計画がある。

2010年3月に閣議決定された地球温暖化対策基本法案には、2020年までに一次エネルギー供給量に占める再生可能エネルギーの供給量を10%に達するようにすると記されていた。Seneca21stは、食料の自給力を確保し、石油に大きく依存しない国土経営のあり方について話題提供している¹¹⁾。環境エネルギー政策研究所は「2050年自然エネルギービジョン」で、2050年の電力需要の67%を自然エネルギーでまかなうことができ、うちバイオマスエネルギーの貢献は14%で、国産バイオマスに限った一次エネルギー導入目標は1,072PJと試算していると報告した¹²⁾。

3. バイオマス利用の地域実証研究

筆者らは、農林水産省の委託プロジェクト研究「地域活性化のためのバイオマス利用技術の開発（バイオマス利用モデルの構築・実証・評価）」（2007～2011年度）の中で、図-1に示すバイオマス多段階利用システムを地域実証している^{13)～16)}。メタン発酵消化液を液肥として農地利用し尽くすこ

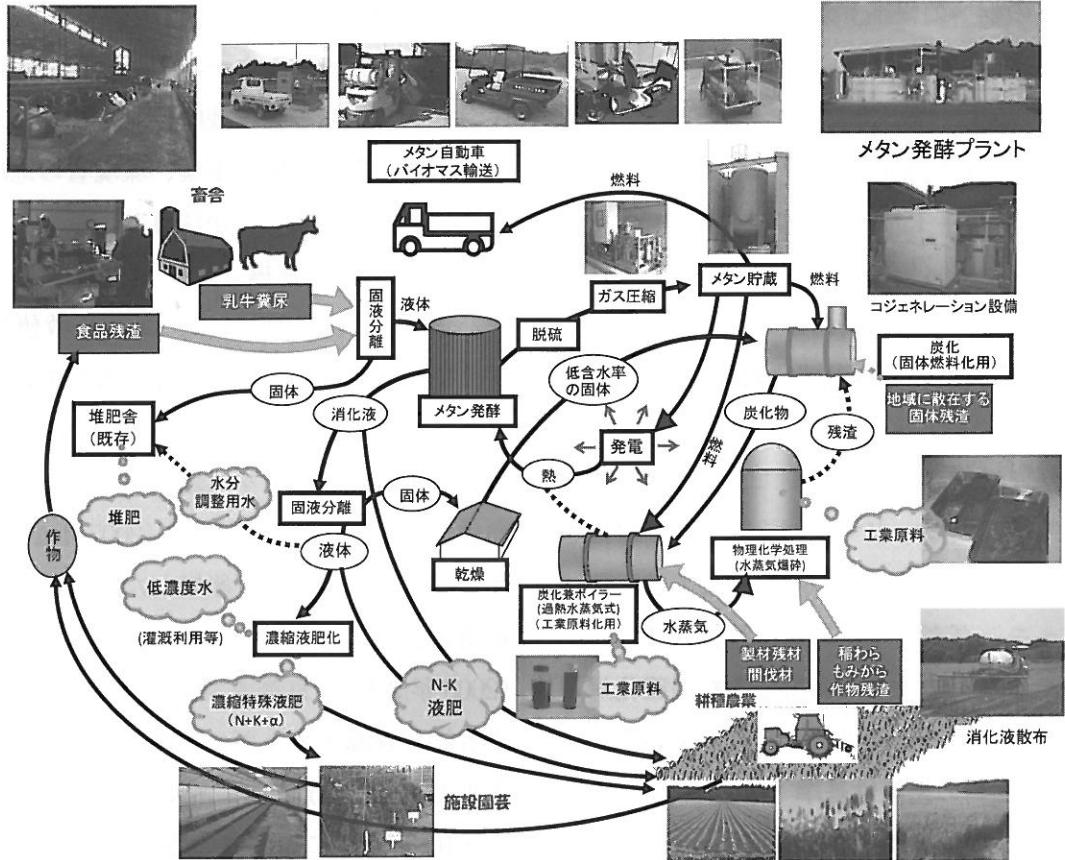


図-1 山田バイオマスプラントを核とするバイオマス多段階利用システム

と、バイオガスを精製した後に車両燃料等として使うメタン発酵システムが目玉である。産学官連携、農工協働のプロジェクトと位置づけられる。

このプロジェクトの中で、千葉県香取市に様々なバイオマスを変換するための山田バイオマスプラントを試作・設置した。乳牛ふん尿と野菜残さを主原料とするメタン発酵部分は2005年7月から長期連続運転している。投入量は、実験条件により4～8t/dである。液肥散布車の燃料には廃食用油からつくったバイオディーゼル燃料を使用している。現場の創意工夫で直面する課題を克服している。原料の調達、変換、生成物の近隣地域での利用、保守などの日常管理など、バイオマス利用の全プロセスを実行しており、まさに地域実証をしている研究となっている。

メタン発酵システムを成立させるための留意点は、以下のように整理される。

が家畜ふん尿の固液分離をするのがよいかを慎重に検討する。

- ② 消化液に求められる品質を需要側から追求する。
 - ③ 消化液の運用による肥効特性、肥効率の変化を理解した施肥設計を行う。
 - ④ 消化液の需要と供給の量的、時間的、場所的バランスを考えた利用計画を策定する。
 - ⑤ 消化液の衛生・安全性問題、臭気、取り扱いの難しさをあなどらない。

バイオガスの精製、メタンガスの貯蔵には化学工学の最新の技術が使われている。表-1に示すように、特殊な活性炭を使うことにより、低圧での貯蔵能力を大幅に高めている。

5年間以上のプラントの運転を通して、設計したメタン発酵システムは、資源の地産地消に貢献することを実証した¹⁷⁾。

表-1 メタンガスの貯蔵と車両での利用

	容量	フィルター	圧力 (kgf/cm ²)	貯蔵可能量 (m ³)	貯蔵能力* (倍)
貯蔵タンク	20m ³	活性炭	6	500	25
移動式ポンベ	120L(30×4)	-	120	14.4(0.12×120)	120
軽トラック	50L(25×2)	-	120	6	120
フォークリフト	162L	活性炭	9.9	8.1	50
構内作業車	75.4L(37.7×2)	活性炭	9.9	3.77	50
バイク	20L(14+6)	活性炭	9.9	1	50

(注) : 10kgf/cm² (at) = 0.98Mpa. ; *: メタン貯蔵可能量/タンク容量

4. 本格的なバイオマстаунの構築と運営

バイオマスの利用を推進するためには、地域資源の持続的な管理、信頼で結ばれた運営組織、適切な変換技術（群）の採用、再生資源の確実な需要、輸送・貯蔵がポイントになる。

目指すべきバイオマстаун像は地域によって異なる。本格的なバイオマстаунには、①地域経済の発展を含めて地域活性化につなげる、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を成立させる、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、という要素が入っていることが重要と考えられる。

バイオマстаун構想の作成法は様々でよい。①市町村主導、②民間からの提案募集、③研修の利用、アドバイザーの活用の場合を考えられる。基本的には、図-2に示す手順となる¹⁸⁾。①将来の地域像の中に位置づける、②地域の中で何が化石資源を使って製造される資材やエネルギーの代替になるかを見極める、③現状把握とともに複数の計画案を物質・エネルギー収支、環境、経済性、持続性などの観点から診断しアイデアをスクリーニングする、④適用技術、施設の規模・配置及び運営組織を検討する、などが重要検討事項である。

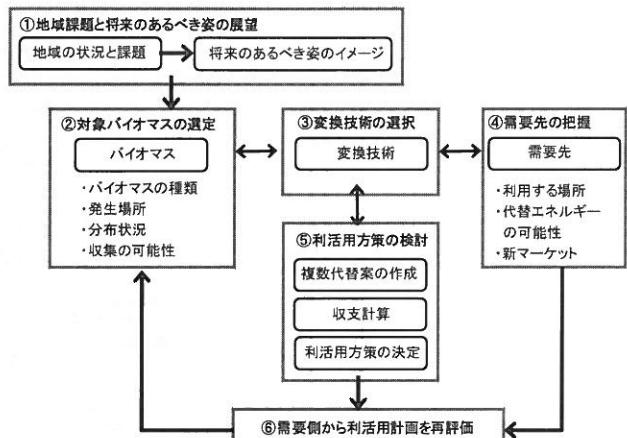


図-2 バイオマス利用計画の作成法

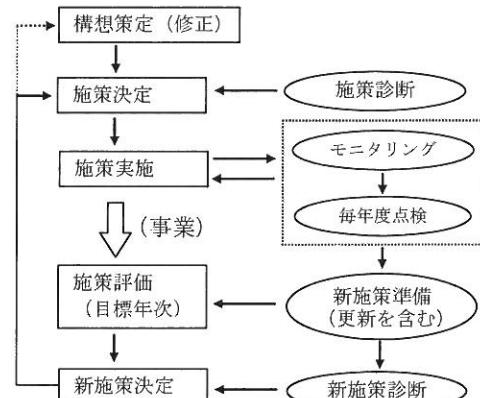


図-3 バイオマス利用施策のプロジェクトサイクルマネジメント

先行利益の取得を目指したビジネス化と地域の中での全体最適確保のバランスをとることが望まれる。

バイオマстаун構築にあたっては、図-3に示すプロジェクトサイクルマネジメントを確立しておくことが大切である。筆者らが開発している図-4に示す地域バイオマス利活用診断ツールを

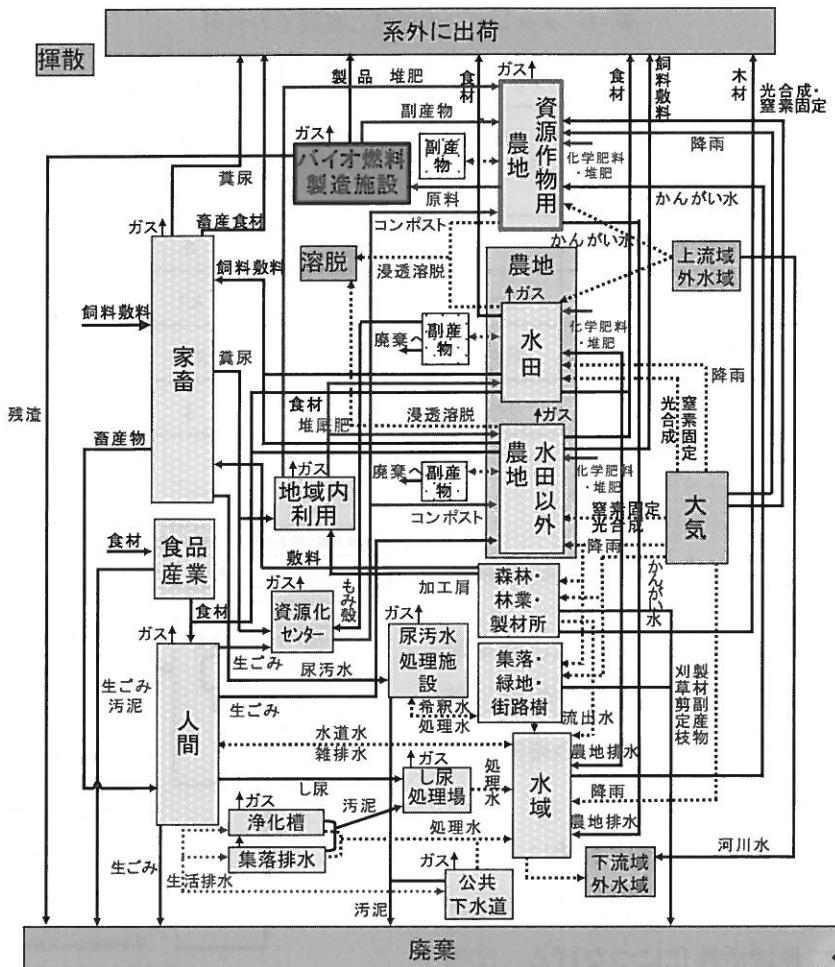


図-4 地域バイオマス利活用診断ツールの基本モデル

用いた物質循環の合理性評価^{19) 20)}、ライフサイクルコストや化石エネルギー消費量の評価²¹⁾と組み合わせて、地域特性に応じたバイオマスマップ構築と運営に役立てて頂きたいと考えている。モニタリングや評価にあたっては、間接エネルギーや外部経済の評価を組み入れることが望ましい。バイオマスの利用には経費を伴うが、地域内の人・組織への支出か地域外への支出かの差は大きい。

5. おわりに

農村地域に賦存する原料バイオマスとその変換によって製造される資材のエネルギー密度は化石資源に比べて小さい。バイオマス利用の適正空間規模は必然的に小さくなるため、小規模分散利用に適した小型高効率エネルギー変換技術、輸送・貯蔵技術、バイオマス・リファイナリー²²⁾が追

求されるべき技術となる。

手段としてのバイオマスの利用が目指すべきことは、地域資源²³⁾をフルに活用した農業活動により、農村地域がエネルギーの地産地消を推進し、多面的機能を発揮しつつ食料自給力を高めることである。展開方向^{24) 25)}としては、他の再生可能エネルギーの利用と合わせて、投入化石エネルギーに対する産出エネルギーを1.3以上にすることを目指したい。そして、グリーン・イノベーション²⁶⁾に活路を見出し、バイオマス、太陽光、風力、小水力、地熱などのベストミックスによる自然エネルギータウンを誕生させたいものである。

バイオマスの利用は、法律違反ではないものの環境へ悪影響を及ぼしていた従来の方法による外部不経済を解消するという側面があり、利益の追求にはなじみにくい。しかし、持続可能な社会シ

ステムの構築のために不可欠な取り組みである。バイオマスの利用に係わる施策や活動が、地域活性化、心の豊かさ、時間のゆとりの確保、健康増進につながり、循環型社会の形成に貢献することを祈る。

本稿のうち、意見・感想部分は、筆者の個人的見解であり、所属組織の公式見解ではない。記載内容は2010年7月時点の情報に基づく。情勢の変化が著しいので、施策の展開に関わる部分は本稿が印刷物になる時点では大きく変わっている可能性があることをお断りする。

引用文献

- 1) バイオマス・ニッポン総合戦略：
<http://www.maff.go.jp/j/biomass/>
- 2) 農林水産省：食料・農業・農村基本計画
http://www.maff.go.jp/j/keikaku/k_aratana/index.html
- 3) 農林水産技術会議事務局：農林水産研究基本計画
<http://www.saffrc.go.jp/docs/kihonkeikaku/top.htm>
- 4) バイオマス活用推進専門家会議：
<http://www.maff.go.jp/j/biomass/index.html>
- 5) 科学技術政策担当大臣・総合科学技術会議有識者議員：平成23年度科学・技術重要施策アクション・プラン、2010
- 6) 経済産業省：技術戦略マップ2009
http://www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu_kakushin/kenkyu_kaihatu/str2009.html
- 7) NEDO：バイオマスエネルギー導入ガイドブック（第3版）、p.10、2010
- 8) NEDO：再生可能エネルギー技術白書、2010
- 9) 小沢鋭二環境大臣：地球温暖化対策に係る中長期ロードマップの提案
http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mlt_roadmap/shian_100331/main.pdf
- 10) 経済産業省：「バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会」報告書
<http://www.meti.go.jp/press/20100305002/20100305002.html>
- 11) 石坂匡身・中道 宏：話題27「地球を意識しながら、日本の食料自給率の確保と持続可能な国土経営を考えよう」、Seneca21st：<http://seneca21st.eco.coocan.jp/index.html>
- 12) 千葉大学公共研究センター・環境エネルギー政策研究所：永続地帯2008年版報告書、2009
<http://sustainable-zone.org/>
- 13) 農林水産バイオリサイクル研究「システム実用化千葉ユニット」編：「アグリ・バイオマстаун構築へのプロローグ」、農村工学研究所、2007
- 14) 柚山義人・中村真人・山岡 賢：メタン発酵消化液の利活用技術、農業土木学会論文集、247、pp.119-129、2007
- 15) Yuyama Yoshito, Yamaoka Masaru and Nakamura Masato: Development of a Pilot-scale Biomass Refinery System for Suburban Agricultural and Livestock Industrial Areas, JARQ, 44(1), pp.93-100, 2010
- 16) 中村真人・柚山義人・山岡 賢・折立文子・清水夏樹・阿部邦夫・相原秀基・藤川智紀：メタン発酵プラントのトラブル記録と長期運転データの解析、農工研技報、210、pp.11-36、2010
- 17) 柚山義人・中村真人・山岡 賢・阿部邦夫・相原秀基：資源の地産地消に資するメタン発酵システムの実証、平成21年度農村工学研究所成果情報、pp.19-20、2010
- 18) 農林水産省環境バイオマス政策課：バイオマスタウン構想策定マニュアル、2008
- 19) 農林水産バイオリサイクル研究「システム化サブチーム」編：「バイオマス利活用システムの設計と評価」、農業工学研究所、2006
- 20) 柚山義人・土井和之・中村真人・清水夏樹：地域バイオマス利活用診断ツールの開発、農業農村工学会論文集、266、pp.57-62、2010
- 21) 柚山義人・山岡 賢・中村真人・清水夏樹：ライフサイクル的にみたバイオマス利活用評価の論点、農業農村工学会論文集、266、pp.71-76、2010
- 22) 迫田章義・望月和博・柚山義人：バイオマス利活用の展望、農業土木学会誌、74(1)、pp.53-58、2006
- 23) 柚山義人：農村の地域資源、環境情報科学、37(4)、pp.17-21、2008
- 24) 柚山義人：未来を拓くバイオマス利活用、私のビジョン、農業農村工学会誌、77(8)、pp.52-54、2009
- 25) 柚山義人・中村真人・清水夏樹：地域バイオマスの持続的利活用システム、環境情報科学、38(3)、pp.38-42、2009
- 26) 小泉 健編著：グリーン・イノベーション、農研機構農村工学研究所、2010

(注) Web情報は、全て2010年8月9日に参照・確認したものである。