

## 中国の再生可能エネルギー中長期発展計画 バイオマス資源の開発 - \*

戦略・産業ユニット 新エネルギーグループ CHEW CHONG SIANG

### はじめに

中国では急速な経済成長によりエネルギーの輸入依存度が高まり、エネルギー安定供給を確保することが喫緊の課題となっている。また、経済成長に伴い都市と農村の経済格差が拡大し、いわゆる「三農」問題が社会構造の潜在的な不安定要素として懸念されている。再生可能エネルギーの利用は、中国におけるこうした課題に対し、特に地域格差の是正および持続可能な発展という観点から重要であり、第 11 次 5 年計画(2006~2010 年)<sup>2</sup>の国家エネルギー戦略の中に再生可能エネルギーを重点開発分野として明確な指針を定めた。中国は、電力、熱利用を含めた包括的な法案という点で、アジアでは最初となる「再生可能エネルギー法」を 2006 年 1 月 1 日に施行し、2020 年までの「再生可能エネルギー中長期発展計画」を発表した。国家发展改革委員会は、2020 年までに再生可能エネルギーのシェアを一次エネルギー消費の 16%に引き上げる方針を明らかにした。「再生可能エネルギー中長期発展計画」の中で、最も注目されているのはバイオマス資源の開発計画である。その理由は、バイオマス資源の開発は発電部門をはじめ、輸送部門、民生部門そして農林水産部門まで広範囲に係わっているからである。

本稿では、中国のエネルギー戦略における再生可能エネルギーの政策を概観することにより、「再生可能エネルギー中長期発展計画」の全容を明らかにすることを目的にしている。同計画を通して、特に実績を上げているバイオ燃料とバイオガスの導入実態を詳細に紹介し、今後のバイオマス資源の利用促進と政策の発展方向性を考察する。

### 1. 中国における再生可能エネルギーの意義

中国における再生可能エネルギー開発促進の意義として、エネルギー供給・エネルギー安全保障、環境保全、農村開発(経済格差問題・農業促進・地方電化)、再生可能エネルギー産業育成・技術革新、などに大きく貢献できる点が指摘できる。と につい

\* (財)日本エネルギー経済研究所 産業・戦略ユニット 新エネルギー技術・石炭グループ 研究員  
1 「三農」問題とは、農業、農村、農民の 3 つの「農」を指す。三農問題とは、農業の低生産性、農村の経済・社会発展の停滞、農民の低所得のことを指し、中国の経済発展を制約する要素となっている。  
2 中国の「国民経済及び社会発展第 11 次 5 年計画綱要」は、2006 年 3 月 5 日から 14 日まで、第 10 期中国全国人民代表大会・第 4 回会議において中国政府の今後 5 年間の活動方針(2006 年から 2010 年まで)として採択された。

ては基本的には他の先進諸国と同様であるが、<sup>3</sup>については、多くの発展途上国が再生可能エネルギー開発促進の意義として掲げる特徴であり、先進国とは異なった視点である。中国の統計局によると、2005年の農村人口<sup>3</sup>は約8億人となっており、地方・農村部でのエネルギー不足問題や伝統的なバイオマス利用による森林破壊などの問題が深刻化している。この状況を改善するためには、安価でかつ小型の再生可能エネルギーの普及が、有効な政策手段となる。<sup>3</sup>については先進国と同様、国内の再生可能エネルギー産業の競争力を育成するために技術革新を支援しているが、自国の産業保護と先進国から先端技術の移転・吸収に政策の重点を置くことが特徴的である。

## 2. 中国の再生可能エネルギー政策

中国の初期の再生可能エネルギー利用は、「農村開発」という目的で進められてきた。再生可能エネルギーの利用促進は、経済格差や農村の生活レベル改善において最も有効的な手段である。勿論、近年では中国もエネルギー安全保障や環境問題に対する意識が高まっており、従来の農村開発を目的としたための再生可能エネルギー支援から、持続可能な経済発展のためのエネルギー源として評価されるようになった。まず、中国の再生可能エネルギーの導入状況とそれに係る政策について概観してみる。

中国の再生可能エネルギーの導入状況について、中国の多くの機関から様々なデータが発表されているが、中国国家統計局により体系化された再生可能エネルギーのデータは存在していない。つまり、国家統計局が発表した中国のエネルギーバランスには、水力発電と一部大型風力発電以外の再生可能エネルギーのデータが盛り込まれていない。中国は多くの発展途上国と同様、<sup>3</sup> 伝統的なバイオマスの利用についてデータの収集が困難であること、<sup>3</sup> 統計制度に取り込まれていないこと、<sup>3</sup> 農業部、林業局、国家発展改革委員会、電力部門などエネルギー行政の縦割りによりデータの共有管理がされていないこと、などの問題を抱えている。国際エネルギー機関(IEA: International Energy Agency)は、2004年中国の再生可能エネルギーが一次エネルギー消費量に占めるシェアを15.6%と評価している。その内訳は伝統的なバイオマス13.6%、水力1.9%とバイオガス0.1%となっている。一方、中国エネルギー研究所の元所長周鳳起氏が発表した2005年の再生可能エネルギーの利用状況を表2-1にまとめた。周鳳起氏は新技術に基づいた再生可能エネルギーの導入状況を取り上げ、IEAとは異なって伝統的なバイオマスについて評価が行われていないことに留意したい。

<sup>3</sup> 中国戸籍制度では、すべての国民は都市住民又は農民に大きく2分類に登録されている。この分類による統計データでは、2005年の農村人口は8億739万人とされている。しかし、現状では都市部における経済発展に伴う労働力不足又は安価な労働力が農村から都市へ急速に移動しており、実際農村で経済活動をしている人口はさらに低いと考えられる。

表 2-1 中国における再生可能エネルギーの導入現状 (2005年)

再生可能エネルギー源	単位	2005
水力	万kW	11,600
内小水力(5万kW以下)	万kW	3,800
風力	万kW	126
太陽光発電	万kW	7
太陽熱熱水器	万m <sup>2</sup>	8,000
バイオマス発電	万kW	200
バイオガス	億m <sup>3</sup>	65
バイオエタノール	万t	102
バイオディーゼル	万t	5

(出所) 周鳳起氏、「我国可再生能源發展的戰略思考」、中国科学院刊、2006年8月26日より作成。

表 2-2 中国における開発可能の再生可能エネルギー資源量の推計

エネルギー源	単位	開発可能量	標準炭換算 (億tce/年)	備考
水力	億kW	3.78	8.9	開発可能総水力資源量
風力	億kW	10	9.3	10m高度の計測値
地熱	万kW	580	0.1	開発可能発電量
太陽	億tce	24,000	48.0	陸地面積の1%、転換効率20%を仮定
海洋	万kW	4,800	1.1	潮汐、潮流、波力発電
主要バイオマス:			5.1	
薪・柴	億t	1.4	0.8	適正供給量
農業廃棄物	億t	5.8	3.3	米、小麦、玉蜀黍、豆類、イモ類、 油糧作物、綿花、砂糖きび
禽畜の糞便(乾物量)	億t	1.9	1.0	牛、豚、鳥
合計			72.5	

(注1) 水力、地熱、海洋の年間稼働時間は6,000時間、風力は2,500時間と仮定している。各エネルギー源の発電効率を33%と仮定し、中国固有単位標準炭7,000kcal/kgで換算する。太陽エネルギーは、陸地面積の1%で、転換効率20%で推計した。

(注2) 主要バイオマスは2005年の農業生産実績より推計し、都市ごみと産業ごみ等を含まない。バイオマスの推計は、標準炭に換算するために、それぞれの資源の換算係数はトン当たり薪0.571、農業廃棄物0.504(主要農業廃棄物の排出係数を加重平均)、禽畜糞便0.482(牛0.47、豚0.43、鳥0.64を加重平均)となっている。

(注3) 5万kW規模以下の小水力の開発資源量は1.28億kWであるが、一部の資料では7,539.8万kWと記しているものがあり、それは2.5万kW以下のものを指している。

(注4) 風力資源量は、理論資源量では32.26億kWとされているが、10m高度の測定では開発可能資源量は陸上2.5億kWと海上約7.5億kWと推計されている。

(出所) 「中国新・再生可能エネルギー白書1999年」、中国統計年鑑2006、中国生物質資源可獲得性評価、中国能源統計年鑑(2006)などの資料に基づいて筆者推計。

一方、中国の再生可能エネルギー資源が、どのように評価されているかについて、「中国新・再生可能エネルギー白書1999年」を中心に、「中国統計年鑑2006」、「中国生物質資源可獲得性評価」、「中国能源統計年鑑2006」など、各方面のデータに基づいて、石炭換算(7,000kcal/kg)で推計した。この推計結果は、中国における再生可能エネルギー資源の開発可能量は年間約72.5億tce(石炭換算トン)に達することが分かる(表2-2参照)。

国家統計局が発表した 2005 年における中国の年間エネルギー総需要量 22.3 億 tce と比べると、この再生可能エネルギーの資源量の規模は遥かに高い。今後の再生可能エネルギー産業は、大いに期待できると言える。再生可能エネルギー源のうち、太陽エネルギーの開発可能資源量が 48.0 億 tce / 年と最も高く、続いて風力 9.3 億 tce / 年、水力 8.9 億 tce / 年、バイオマス 5.1 億 tce / 年となっている。但し、今回の推計は自然エネルギー資源について計算したもので、都市ごみ、産業ごみ、下水処理、廃液などの都市型資源の評価が含まれていない。利用開発の可能性がより高い都市型のバイオマスを含めると、上記の資源量はさらに高くなると思われる。

## 2-1 再生可能エネルギー法

中国は、再生可能エネルギーの導入促進と産業発展のために、「再生可能エネルギー法」を制定した。同法は、清華大学を中心に中国国内の有識者が原案を作成し、2005 年 2 月 28 日に国务院の承認を受け、2006 年 1 月 1 日に施行された。同法の第 1 条では、中国の再生可能エネルギーの利用開発は、エネルギー供給拡大、エネルギー利用構造改善、エネルギー安全保障、環境保護、経済と社会の持続可能な発展を促進するためとなっている。同法が対象とする再生可能エネルギー源は、風力、太陽エネルギー、水力、バイオマス、地熱、海洋エネルギーである（第 2 条）。水力発電の適用については、国务院の批准が必要とされている。また、伝統的なバイオマス利用であるカマドやコンロなど、藁・茎、薪、家畜排泄物などの直接燃焼は、本法には適用しないことが特徴である。中国の「再生可能エネルギー法」の主要な条文の内容を下記の通り紹介する。

### 第 1 章：総則

国は再生可能エネルギーの開発利用の目標と政策措置を策定、開発事業者の法的な権益を保護し、再生可能エネルギー市場を確立させる（第 4 条）。国务院のエネルギー主管部門は、再生可能エネルギーの開発促進と管理の管轄機関であることを明確にし、県レベルでは地方政府のエネルギー主管部門が管轄することとする（第 5 条）。

### 第 2 章：資源調査と発展計画

国务院のエネルギー主管部門は、再生可能エネルギーの資源調査の統括・調整を所管すると共に、資源調査の技術基準を制定し、国家の守秘義務の内容以外について調査結果の集約、公開をしなければならない（第 6 条）。また、同エネルギー部門は関連機関・専門家と公衆の意見を聴取し、科学的な論証に基づいて（第 9 条）、全国と地方（地方と共同）の再生可能エネルギー開発促進の中長期目標を設定し、それを公表する義務があり（第 7 条）策定した計画を承認し実施しなければならない（第 8 条）。

### 第 3 章：産業指導と技術支援

国务院の関連部門は、再生可能エネルギー産業発展指導目録の策定、技術要件の国家基

準の制定、知識・技術の普及と人材育成プログラム、各機関の役割を果たさなければならない。国は、再生可能エネルギーの研究開発と産業化をハイテク産業として、資金調達、モデル事業など最優先分野として位置づけ、中長期科学技術発展計画に盛り込み、それを促進する（第 12 条）。

#### 第 4 章：普及と導入

国は、再生可能エネルギーの系統連系発電を促進・支援し、行政許可を取得し、複数申請があった場合は公開入札で決めなければならない（第 13 条）。電力網企業は、再生可能エネルギー発電事業者と系統連系契約を締結し、電力量をすべて買い取ると共に、系統連系サービスを提供しなければならない（第 14 条）。送電線が到達していない地域に関して、国が独立電力系統の建設を促進・支援する。また、国は農村における再生可能エネルギー発展計画を策定し、プロジェクトに対して財政支援をしなければならない（第 18 条）。

#### 第 5 章：価格管理と費用分担

系統連系電力価格は基本的に国務院によって調整され、確定した価格は公表し、公開入札したケースに関して、入札を通じて確定するものとする（第 19 条）が、系統平均売電価格より高い場合、販売電力価格に転嫁する。また、系統への引き込みコストは、電力企業の送電コストに計上し、販売価格に転嫁する。

#### 第 6 章：経済的インセンティブと監督措置

国家財政により特別勘定資金を設立し、研究開発、モデル事業、農村・辺境・島嶼の再生可能エネルギープロジェクトなどに対して支援を行う（第 24 条）。また、指導目録基準を満たしたプロジェクトに対して、金融機関からの利子補給付きの優遇貸付、優遇税制など適用措置が受けられる。電力企業は関連データを保管し、監査を受けなければならない。

#### 第 7 章：法律責任

本法律の条項に違反した企業は、損失額の賠償責任を負わなければならない。また、行政による是正命令を受けて、それを達成できない場合は損失額の 2 倍以下の罰金を科される。責任者は行政処分の対象となったとき、法律規定を違反した場合は刑事責任を負わなければならない。

### 2-2 「再生可能エネルギー中長期発展計画」

「再生可能エネルギー法」の第 4 条に基づき、12 の実施細則<sup>4</sup>が作成されている。その中、「再生可能エネルギー中長期発展計画」について、国家発展改革委員会・エネルギー局

<sup>4</sup> 再生可能エネルギー法に基づいて作成された 12 の実施細則は、水力発電に適用する再生可能エネルギー法の規定、再生可能エネルギー資源調査と技術規範、再生可能エネルギー中長期発展計画、再生可能エネルギー開発利用計画、再生可能エネルギー産業発展指導目録、再生可能エネルギー発電に関する管理規定、再生可能エネルギー発電価格及び費用分担管理に関する試行方法、再生可能エネルギー発展特別ファンド、農村地域の再生可能エネルギー財政支援政策、低利子と税制優遇の財政政策、太陽エネルギー利用システムと建物の融合規範、再生可能エネルギー電力の系統連系及び関連技術基準、である。

の徐錠明局長の発表により一部の目標値が明らかにされた。その内容によると、中国の再生可能エネルギー導入目標として、一次エネルギー消費量に占める再生可能エネルギーのシェアを、2010年に10%、2020年に16%と設定している。徐局長によって明らかにされた内容と国家発展改革委員会の発表などを整理し表2-3にまとめた。

同発展計画は、主要な再生可能エネルギー源について明確な目標値を設定し、具体的な支援策を実施していく内容となっている。その中でバイオ燃料と農村エネルギー開発を重点的に促進することが特徴的である。中国における再生可能エネルギー開発は、今までのように農村開発という側面を持ちながら、石油代替資源としてのエネルギー安全保障という戦略ファクターとなりつつある。

表2-3 中国の再生可能エネルギー中長期発展計画（～2020年）

エネルギー源別	単位	2005	2010	2020
一次エネルギー消費量	億tce	22.3	27.0	33.1
再生可能エネルギーシェア	%	n.a.	10.0	16.0
再生可能エネルギー合計	億tce	n.a.	2.7	5.3
水力	万kW	11,600	18,000	30,000
内小水力（5万kW以下）	万kW	3,800	5,000	7,500
風力	万kW	126	500	3,000
バイオマス発電	万kW	200	550	3,000
農・林業廃棄物	万kW	n.a.	400	2,400
ごみ発電	万kW	n.a.	50	200
LFG発電	万kW	n.a.	20	100
大中型メタン発酵ガス	万kW	n.a.	80	300
太陽光発電	万kW	7	40	200
農村電化	万kW	n.a.	25	50
屋上太陽PV	万kW	n.a.	10	100
大型太陽発電所	万kW	n.a.	2	20
その他商業ビル	万kW	n.a.	3	10
太陽熱発電	万kW	n.a.	0	20
太陽熱熱水器	万m <sup>2</sup>	8,000	15,000	30,000
バイオガス	億m <sup>3</sup>	65	110	180
バイオエタノール	万t	102	200	1,000
バイオディーゼル	万t	5	20	100
バイオ固体燃料	万t	n.a.	100	5,000

（注）バイオディーゼルの2020年目標値は、一部の資料によれば200万tとなっている。

（出所）2005年：周鳳起氏、「我国可再生資源發展戰略思考」、中国科学院院刊、2006年8月26日、2010年と2020年：国家発展改革委員会・能源局、2005.11.18「可再生資源法實施及規畫目標」より作成。

### 3. 中国のバイオマス政策

#### 3-1 中央政府のバイオマス資源利用の考え方

2006年8月19日、国家発展改革委員会、農業部と国家林業局の主導で「全国バイオマ

「資源開発利用委員会」<sup>5</sup>が北京で開催された。同委員会に出席したのは、国务院の管轄省庁である財政部、科学技術部、建設部、国家環境保護局をはじめ、各地方政府の関係代表、企業代表である。委員会の主旨は、中国のバイオマス資源開発における明確な国家政策の体系の制定、各省庁・企業の役割分担、省庁間の連携・情報共有を図ることにある。同時に、同委員会は4分野のバイオマス資源開発を重点的に促進する指針を発表した。中央政府における今後のバイオマス資源開発を促進するための支援策は、この4分野を中心に策定されることとなる。

#### バイオ燃料

未利用農地と荒地を中心に非主要食糧の原料作物である高粱(コウリヤン)<sup>6</sup>、砂糖キビとキャッサバなどの栽培を進め、バイオ燃料の原料作物の生産量を拡大する。

#### バイオガス

2010年までに農村における小型タイプのバイオガスの導入戸数を4,000万戸、導入可能農家戸数に占めるシェア(普及率)を28.4%とし、2020年までにシェアを70%にまで引き上げる計画である。また、大中型の養殖場、埋立地ガス、廃水処理などのバイオガス利用プラントを4,000ヶ所建設する。

#### 農業廃棄物(藁・茎)のガス化と固体燃料化<sup>7</sup>

農業廃棄物(藁・茎)の資源量が豊富な地域において、農業廃棄物ガス化と固体燃料化のテスト事業を開始する。これにより農家の厨房用と暖房用の燃料としてクリーンエネルギーを提供するインフラを築き、エネルギー利用効率を向上させる。

#### 農業廃棄物によるバイオマス発電

先進国(特に北欧)のバイオマス発電の経験を吸収し、さらにバイオマス発電分野が進んでいる江蘇省、山東省、河北省と吉林省など中国内においての経験を考慮し、国内事情に適した規模のバイオマス発電プラントを開発する。

### 3-2 バイオマス資源開発の関連支援策

#### 「藁・茎ガス化モデル事業」

1998年に発表された政策では、農業廃棄物の資源量が豊富な地域に藁・茎総合利用の経済性及び環境効果を評価し、総合評価指標体系とモデルを確立することを目的としている。モデル事業による普及に際して直面する問題を克服することにより、中国における藁・茎

<sup>5</sup> 「全国バイオマス資源開発利用委員会」(中国名: 全国生物質能開発利用工作会議)は2006年8月19日に、国家発展改革委員会のエネルギー局の局長趙小平氏を議長で開催され、各省庁の関係者や専門家などおよそ500人が参加した。

<sup>6</sup> 高粱(Sorghum)は、熱帯アフリカ原産の一年草イネ科の植物・穀物である。世界で多くの地域に栽培されており、主な生産地は米国、インドなどである。

<sup>7</sup> 農・林業の廃棄物をチップやペレットなどに加工し利用する。

のガス化技術を提案、2005年までに5,000ヶ所のモデル農村に導入する計画である。

#### 「農村エネルギー総合建設」

この政策は、農村のエネルギー総合利用のために1980年代から導入され、現在まで続いている。その目的は、農村の生活レベル改善とエネルギー利用効率の向上である。農村に対して薪を節約するカマド、家畜排泄物によるメタン発酵ガスの利用、薪専用林（燃料としての植林）や太陽エネルギーなどの導入に補助金を支給する仕組みとなっている。特に薪カマドとメタン発酵ガスの導入が着実に実績を上げている。中国の農業部の調査報告によると、中国の高効率薪カマドの普及率は、現在95%以上に達している<sup>8</sup>。農村メタン発酵池については、養豚や野菜栽培などのエネルギー源として利用され、農村の産業と環境改善に大きく寄与している。

「自動車用エタノール混合ガソリン拡大試験法」と「自動車用エタノール混合ガソリン拡大試験事業実施細則」(2004年2月10日)(バイオエタノール燃料を促進する政策である。詳細は3-3-1節参照。)

「生態家園富民計画」(2000年)、「農村バイオガス建設融資プロジェクト管理法」(2003年11月30日)(農村のバイオガスを促進する政策である。詳細は3-4-1(b)節参照。)

### 3-3 バイオエタノール燃料

#### 3-3-1 バイオエタノール燃料の政策

中国のバイオエタノール燃料導入計画は、2001年に発表した第10次5ヵ年計画の中に盛り込まれている「エタノール混合ガソリンの発展計画」から始まっている。2002年3月22日には、「自動車用エタノール混合ガソリン利用試験法案」と「自動車用エタノール混合ガソリン利用試験事業実施細則」を発表し、法整備、政府管轄部門の設立、原料調達、生産、輸送、販売などの体制を確立するための1年間のテスト事業が実施された。このテスト事業では、「河南省天冠集団」と「黒龍江省金玉集団」をバイオエタノール燃料の生産企業と指定した。中央政府は2社に対して5%の消費税免除、付加価値税の払戻し、エタノール混合ガソリン（E10、ガソリン90%とエタノール10%を混合した燃料）の価格制度（市販ガソリン価格と同じ価格で販売し、損失分については補助金で補填する）などの優遇政策を実施している。河南省3市と黒龍江省2市が、この事業の導入対象地域として指定され、E10の販売が始められた。

1年間のテスト事業が成功裏に終了したことを受けて、2004年2月10日に「自動車用エタノール混合ガソリン拡大試験法」と「自動車用エタノール混合ガソリン拡大試験事業

<sup>8</sup> 中国政府は、農村におけるカマドでの燃焼効率が5~20%と低効率であるため、UNDPが進めた高効率カマドへの取替えプロジェクトと協力している。中国農業部は2005年末までに省エネカマドの普及率が95%に達したと報告している。

実施細則」を公表し、バイオエタノール燃料の導入拡大に踏み込んだ。拡大計画は、4社<sup>9</sup>のバイオエタノール燃料生産企業が指定され、導入範囲も5省全域とその他27市<sup>10</sup>までに拡大した。2005年末までのバイオエタノール燃料の導入量は102万tに達し、全国のガソリン消費量の約20%がE10に転換された。

中国政府は過去5年間のバイオエタノール燃料の導入実績について、2006年5月10日に「自動車用エタノールテスト事業の評価およびエタノール燃料の産業発展に関する報告」<sup>11</sup>をまとめ、事業成果に対して高い評価を与えた。国家発展改革委員会・工業司はこの成果報告に基づき、E10を実施している省政府の責任者、中国石油天然ガス集団会社(CNPC)、中国石油化工株式会社(SINOPEC)、バイオエタノール燃料の生産企業、各関係者の代表計50人余りを集め、導入事業について議論を行った。同会議では、利害関係者の意見が集約され、政府に対して今後のバイオエタノール燃料の発展について提案を行った。主な提案は、以下の通りである。

バイオエタノール燃料の位置付けを明確にし、政府主導の新興戦略産業として育成し、段階的に市場化する。

E10の導入範囲を北京、上海、天津等の主要都市に拡大し、2010年までにバイオエタノール燃料の生産能力を年間600万トンに引き上げる。

農村関連産業への経済波及効果が高く、農業の産業化による農民所得の向上に勤める。新規技術の研究開発と環境保護を確保する。

CNPCとSINOPECを中心にバイオエタノール燃料の産業を拡大する。今後、国家からの財政補助を減らしていき、産業の自立化を図っていく。

一方、国家発展改革委員会・工業司の副司長・熊必琳は各利害関係者に対して、4つの協力を求めた。それは、今後のバイオエタノール燃料の生産を強化すること、バイオエタノール燃料の導入が指定されている27市のある4省は、早期に省全域への普及を実現させること、CNPCとSINOPECはE10の生産と供給および販売市場の秩序を維持すること、指定バイオエタノール燃料生産企業は、新しい生産技術を開発し、経済性と省エネルギーを向上すること、等である。熊必琳氏は、各利害関係者の議論や意見を集約し、「バイオエタノール燃料の導入は技術、経済性、社会公益性において高く評価でき、中国の持続可能発展に寄与し、クリーンエネルギー体系を実現する上で重要である」という結論を表明した。今後、工業司を中心に各関係者は緊密な連携を取り、バイオエタノール

<sup>9</sup> 2005年末まで自動車用エタノール燃料の生産企業は、黒龍江省の「華潤酒精有限公司」、吉林省の「吉林燃料乙醇有限責任公司」、河南省の「河南天冠燃料乙醇有限公司」と安徽省の「豊原生物化学股份有限公司」の4社が指定されている。

<sup>10</sup> 5省は、黒龍江省、吉林省、遼寧省、河南省、安徽省である。一方27市は、湖北省の9市、襄樊市、荊門市、隨州市、孝感市、十堰市、武漢市、宜昌市、黄石市、鄂州市、河北省の6市、石家庄市、保定市、邢台市、邯鄲市、滄州市、衡水市、山東省の7市、済南市、荷澤市、棗莊市、臨沂市、聊城市、済寧市、泰安市、江蘇省の5市、徐州市、連雲港市、淮安市、塩城市、宿迁市、である。

<sup>11</sup> 原文中国語では「關於車用乙醇汽油試点工作評估及下一步生物燃料乙醇産業發展有關問題的報告」である。

産業をさらに拡大していくことで一致した。

#### (a) バイオ燃料導入プログラム

5年間に亘って実施されてきたテスト事業の拡大を受けて、各分野の関係者はバイオエタノール燃料の導入について前向きとなった。しかし、現在、バイオエタノール燃料の導入拡大のために、エタノール燃料の原料確保が大きな課題となっている。しかし、上述した利害関係者が中央政府に対してまとめた提案では、現在の食糧供給体制の下で、2010年までに年間600万トン規模のバイオエタノール燃料生産が可能としている。一方、中国政府が作成した「再生可能エネルギー中長期発展計画」の中では、同年の生産目標値を年間200万トン規模としている。また、2006年末に発表予定とされている「変性燃料エタノール及車用エタノールガソリン“第11次5ヵ年”発展計画」では、2010年の導入目標値は年間500万トンとなっている。このように、これらの目標値を見ると、中央政府の内部では将来のバイオエタノール燃料導入計画について、利害関係者間の権益争いが存在していることが分かる。

一方、2005年12月に国家発展改革委員会・エネルギー局の主導によりスタートした「石油代替エネルギー研究委員会」<sup>12</sup>の議論では、バイオエタノール燃料の今後の導入拡大は、国民の食糧生産のための土地利用を妨げない前提で進められるべきとされている。エネルギー局は食糧と競合するバイオエタノール燃料生産体系ではなく、非主要食糧（キャッサバ、高粱、砂糖キビ、サツマイモ等）の原料供給体制の構築において新たな政策を打ち出す必要があると主張している。今後のバイオ燃料普及促進は、セルロース系を利用した技術開発を含め、以下の3つの段階で推進するプログラムで攻勢される。

- ・第1段階（2006～2010年）：技術の実用化を確立する
- ・第2段階（2011～2015年）：設備能力の大型化を実現する
- ・第3段階（2016～2020年）：全国規模での普及を実現する

同バイオ燃料プログラムの方針により当面の対策は、作付け面積の調査・再評価と原料作物の生産計画を策定すること、非主要食糧の原料作物について、大規模な生産テスト事業を実施すること、バイオ燃料に関する法整備、流通体制を確立すること、バイオ燃料の技術開発と産業体系を確立すること等、早急に取り組まなければならない課題として取り上げている。

#### (b) 再生可能エネルギー発展プログラムの資金管理暫定法<sup>13</sup>（財政支援策）

<sup>12</sup> この委員会は、2005年12月28日に国务院の指示で国家発展改革委員会が立ち上げ、今後中国における石油代替エネルギーの発展方針を決めるために各関係者を集まり、審議を行う。この審議は2006年11月まで続いており、最終的に中国の石油代替エネルギー政策方針を策定し、具体的な政策措置を中央政府に提案する。

<sup>13</sup> 「再生可能エネルギー発展プログラムの資金管理暫定法」（可再生エネルギー発展専門資金管理暫行弁法）は2006年5月30日に「中国再生可能エネルギー法」の一つ細則として制定され、施行された法規である。

これまでのバイオエタノール燃料の導入は、中央政府と導入対象地域の地方政府の協力でバイオエタノール燃料事業の拡大に対して財政支援を行ってきた。2006年6月16日に発表された「再生可能エネルギー発展プログラムの資金管理暫定法」では、非主要食糧の原料作物を扱うバイオ燃料産業に対する財政支援が、最も重要な対象分野であることを明確にした<sup>14</sup>。この財政支援の主な手段には、2つのタイプがある。

無償貸付

- ・バイオ燃料における基準制定・技術開発を目的とするプロジェクトに対して全額支給
- ・無償貸付の上限額を超えた場合は、プロジェクト投資者の自己資金で負担

優遇ローン

- ・バイオ燃料生産プロジェクトに対して、1～3年間を限定し、年間利子率3%以下

(c) 生産能力の強化

2005年末までのバイオエタノール燃料の生産規模は、指定企業4社を合計すると102万トンに達している。山東省、江蘇省、河北省と湖北省では、一部の都市が既にバイオエタノール燃料を導入しており、省全域にE10の導入を進めている。それと同時に、政府は今後新たに指定する省についても検討されている。これから導入が確実に増えていく各省のバイオエタノール燃料の需要に対応するため、中国政府は更に数社に対して生産許可を与える予定と報道されている。CNPCや中国の食糧を取り扱う最大のグループである「中国粮油集団」など主要なバイオエタノール燃料生産企業は、新たな生産許可を獲得するために精力的に政府へ働きかけている。各地方政府もバイオエタノール燃料の導入に意欲を示し、多くのプラント建設計画が持ち上がっているため、全体の導入動向を把握することが困難である。

工業司のバイオエタノール燃料事業促進の担当幹部によると、このまま放置すると、2010年までに1,000万トンを超えるバイオエタノール燃料が市場に導入されることとなる。中央政府は、バイオエタノール燃料市場を育成するために、この過熱投資に対して行政指導命令を発表した。その内容は、トウモロコシや小麦など主要食糧による新規のバイオエタノール燃料生産計画は許可しない。補助金の支援対象は、非主要食糧の原料作物(キャッサバ、砂糖キビ、高粱、セルロース系)しか与えないと制限した。現時点では、従来指定されている4社と新規に許可を出した広西自治区のバイオエタノール燃料生産事業以外、中央政府の許可を受けている事業はない。しかし、建設計画が上がっているものを集めると2007年以降年間375万トンの生産能力が積み上がる。その中では、南部地域で生産されているキャッサバと砂糖キビを原料にする事業が多い。

<sup>14</sup> 2006年6月16日に発表された「再生可能エネルギー発展プログラムの資金管理暫定法」では、3つの分野(石油代替エネルギー、ビルの冷暖房、発電)における再生可能エネルギー資源を利用するプロジェクトに対して重点支援を掲げている。

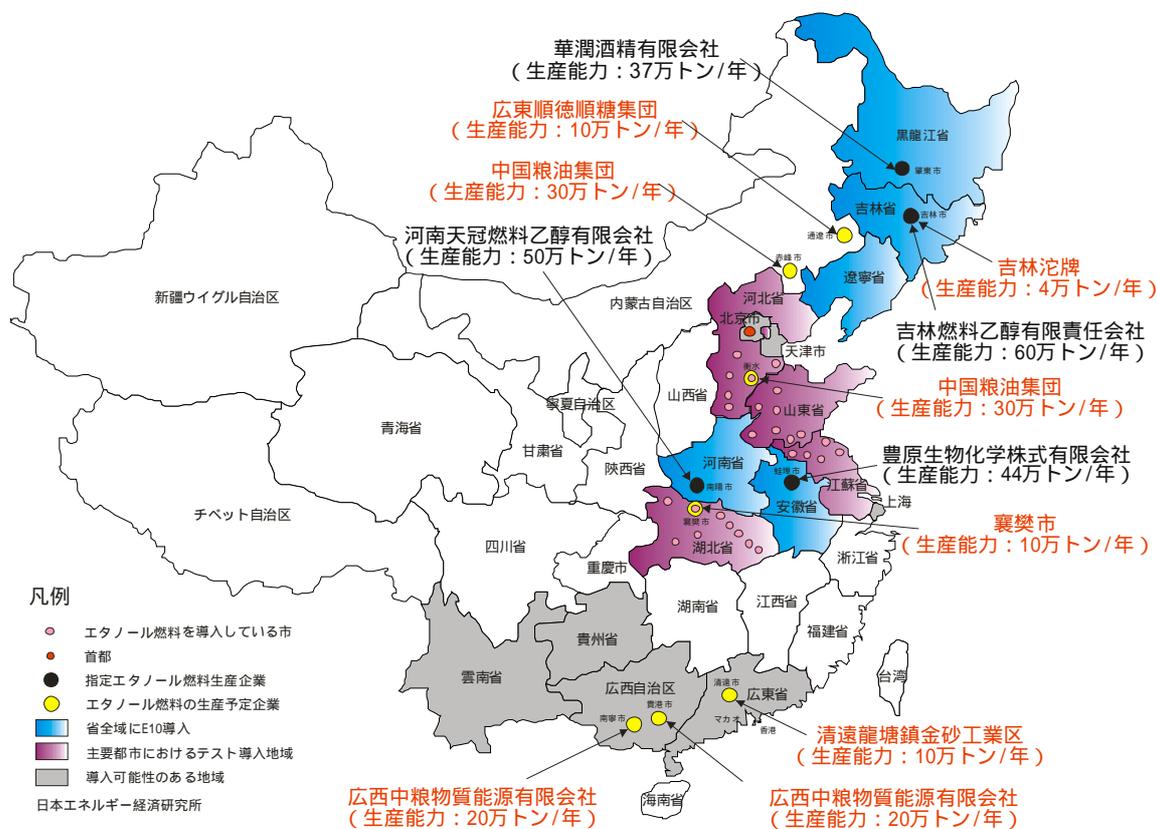
表 3-1 中国におけるバイオエタノール燃料生産企業の建設状況

企業名	所在地	主な原料	エタノール生産能力(万トン/年)		
			2005	2006	2007~
<b>指定企業</b>					
華潤酒精有限公司	黒龍江	トウモロコシ	10	37	37
吉林燃料乙醇有限責任会社	吉林省	トウモロコシ	30	44	60
河南天冠燃料乙醇有限公司	河南省	小麦	32	50	50
豊原生物化学株式会社	安徽省	トウモロコシ	30	44	44
<b>導入予定企業</b>					
吉林沱牌	吉林省	トウモロコシ	4	4	4
広西中粮物質能源有限公司	広西自治区	キャッサバ	-	-	20
広西中粮物質能源有限公司	広西自治区	キャッサバ	-	-	20
中国粮油集団	河北省	サツマイモ・トウモロコシ	-	-	30
河南天冠燃料乙醇有限公司	湖北省	サツマイモ	-	-	10
中国粮油集団	内蒙古自治区	トウモロコシ	-	-	30
順通生物技術有限公司	内蒙古自治区	トウモロコシ	-	-	10
広東華豊集団有限公司	広東省	キャッサバ・砂糖粕	-	-	50
清遠龍塘鎮金砂工業区	広東省	キャッサバ・砂糖粕	-	-	10
		合計	106	179	375

(注) 広西自治区の広西中粮物質能源有限公司の2つプロジェクトの中、一つは2006年末に中央政府の承認を受けている。

(出所) 各資料より筆者作成。

図 3-1 中国のエタノール混合ガソリン (E10) の導入と生産状況 (2006年11月時点)



(出所) 各資料により筆者作成。

## 3-3-2 石油会社の関与

バイオエタノール燃料の生産について、特に注目しなければならないのは、CNPC と SINOPEC の関与である。2 大石油会社は、今まで中央政府に指定されているバイオエタノール燃料生産の 4 社に対して、出資または生産計画に関与してきた。特に CNPC は、広西自治区で生産されているキャッサバを利用したバイオエタノール燃料生産に進出し、中国にとって非主要食糧の原料作物であるキャッサバを南部地域の貴州省、広西自治区、広東省などで栽培している。CNPC は「中国粮油集団」の子会社である「広西中糧物質能源有限公司」と協力し、広西自治区の南寧市沿海経済開発区に年間 20 万トン規模（第 1 期）のバイオエタノール燃料生産工場建設を始めている。このプロジェクトは既に国家発展改革委員会の許可を受けており、今後さらに生産量を拡大していく予定である。すでに、広西自治区政府は 2010 年までにキャッサバを利用したバイオエタノール燃料の生産を年間 50 万トン<sup>15</sup>で計画しており、同計画は既に自治区政府の許可を受け、中央政府の承認を待っている。

中国におけるバイオエタノール燃料の導入は中央政府が主導し、各省政府と 2 大石油会社の協力のもとで行われている。2 大石油会社（CNPC、SINOPEC）の積極的参加がなければ、バイオエタノール燃料の普及は難しい。反面、急速に普及するバイオエタノール燃料の背景には、石油会社間の下流市場シェアを確保するために展開される企業戦略が見え隠れする。これまで中国におけるバイオエタノール燃料の導入は、中央政府の政策をはじめ、バイオエタノール燃料の生産・販売まで CNPC が深く関わっており、SINOPEC と比べるとやや有利に展開されていると思われる。一方、SINOPEC は石炭産業の最大手である神華集団と組んで、CTL（Coal to Liquids）の大規模生産に協力し、石油精製という強みを生かしくリーンコール技術による燃料転換技術の開発を中心に戦略を進めている傾向が見られる。今後、石炭産業による自動車燃料市場への参入が、新たな展開として考えられる。一方、国内バイオエタノール燃料市場に出遅れた「中国海洋石油集団」（CNOOC）は、55 億ドルをインドネシアのカリマンタン島とパプア州<sup>16</sup>に投資しバイオ燃料事業への参画を本格化させている<sup>17</sup>。

中国政府から見た再生可能エネルギー戦略の一環としてのバイオエタノール燃料の導入は、主として石油代替エネルギー、環境改善、農業振興といった目的ではあるが、現実の市場における利害関係はそれほど単純ではない。各エネルギー産業間の利害関係者や行政機関などの間に力のバランスが働き、政策の決定に対して強く影響を与えようとする動きを見逃すことができない。

<sup>15</sup> 広西自治区のキャッサバによるエタノール生産ポテンシャルは年間 180 万～210 万 t を有すると推計されている。

<sup>16</sup> パプア州（Papua Barat）は、ニューギニア島の西半分のインドネシア領と周辺の島からなるインドネシアの州である。以前はイリアンジャヤ州と呼ばれ、2002 年にパプア州と改称した。

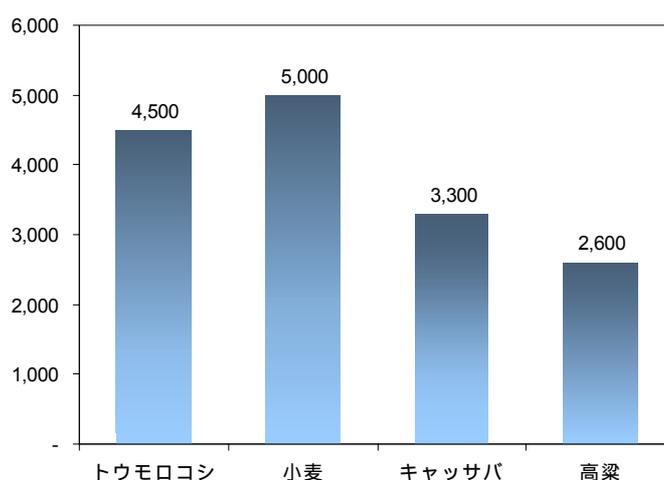
<sup>17</sup> 日本経済新聞、「バイオ燃料インドネシアで生産～52 社投資総額 124 億ドル」、2007 年 1 月 13 日

## 3-3-3 技術確立・コスト

中国政府は、主要食糧と競合するバイオエタノール燃料の生産が、中国の食糧問題に影響を与えることを懸念しており、主要食糧以外の原料作物によるバイオエタノール燃料の生産を拡大することを強化していく方向である。現在、中央政府は砂糖キビ、キャッサバや高粱等の原料作物の量産を図っている。この中では、高粱によるバイオエタノール燃料生産パイロット事業は、黒龍江省、内蒙古、山東省、新疆および天津市で実施されている。科学技術院の発表によると、高粱の藁・茎を利用したエタノール燃料の生成技術が大きく進展したことが特に注目されている。高粱の藁・茎には糖質分が多く含まれており、それを原料にするとトン当たりのバイオエタノール燃料の生産コストは約 2,600 元（1 人民元 = 約 14 円で計算すると、約 36,400 円 / トン）となる。従来のトウモロコシや小麦より遥かに安く、食糧に対する影響も小さい。

一方、セルロース系を原料とする技術開発は、小規模な試験生産の段階であり、商業ベースで生産できるまでに達していない。しかし、多くの企業は大学や研究機関と共同で研究開発を進めている。その中で、河南天冠集団は藁・茎などのセルロース系を利用したバイオエタノール燃料生産技術の開発に力を入れている。現在、年間 3,000 トン規模の生産設備が建設されており、6 トンの藁・茎（トウモロコシ）から 1 トンのバイオエタノール燃料が生産でき、転換率は約 18% と発表されている。また、山東省の山東澤生生物科技有限会社は中国科学院と共同で、年間 3,000 トンのパイロット事業を成功させたと発表しており、現在年間 6 万トンの生産規模の事業への拡大を進めている。

図 3-2 原料別によるバイオエタノール燃料の製造コスト  
(単位：人民元 / トン)



(注) トウモロコシは在庫の劣化食糧を利用した場合で計算。  
(出所) 発酵技術国家工程研究センター資料、中国石油網、2006年9月1日

### 3-3-4 バイオエタノール燃料普及のための課題

バイオエタノール燃料の産業化は、上流から下流まで多くの課題を抱えている。その主な内容は以下の通りである。

原料作物の調達が困難である。従って、バイオエタノール燃料事業の拡大には、食糧供給体制に影響を与えない生産体系の構築が必要である。

中央政府は、この事業に対して2006年4月までに20億元以上の補助金を投入した。2007年では、トン当たり1,373元<sup>18</sup>の補助金が政府から給付される予定であるが、このような特定産業への財政支援策は、その他の産業界から批判が起こっている。

石炭液化燃料は、今後バイオエタノール燃料と競合する燃料として浮上して来る可能性がある。すでに石炭を原料とする燃料であるメタノール、DME(ジメチルエーテル)などの普及が急速に拡大している。国内の多くの有識者は、長期的な視点からCTLを含めて石炭に基づいた輸送燃料の開発こそ中国にとって重要なエネルギー安全保障戦略であることを主張し、石炭液化燃料を推し進めている。

バイオエタノール燃料を供給する行政体制とインフラの整備が遅れており、多くの導入対象地域でのバイオエタノール燃料の混合率は規定の10%に達していない。

### 3-4 バイオガス<sup>19</sup>

この節では、中国のバイオガス利用促進の政策と導入状況について紹介する。家畜排泄物によるバイオガスの開発は、小規模分散型の特性を有効活用することにより、農村における貧困問題やエネルギー供給問題の解決および持続可能な発展へ寄与することが期待されている。中国における農村の小規模なバイオガスの利用と普及は、1970年代から始まっており、1990年代から農村地域に急速に拡大している。特に2000年から2005年まで年平均16.9%で増加し、2005年末時点で約1,700万戸の農家がこのシステムを導入している。現在地域によって異なるタイプのバイオガスプロジェクトが存在しており、それぞれの農村地域で商業モデルとして確立している。バイオガスの利用は、地域格差の是正または持続可能発展という観点での農村開発において重要な政策手段と考えられており、中国政府も重点開発分野として指定している。

<sup>18</sup> 財政支援は財政部から給付され、「エタノール燃料損失補助政策に関する通知」(財政部)に基づいて実施されている。同政策は2004年に実施し2008年まで続ける計画である。実施初年度はトン当たりのエタノールの生産に対して2,736元であったが、その後ガソリンの価格が上昇していることを受け、毎年引き下げており、2007年では1,373元となっている。

<sup>19</sup> メタン発酵(嫌気性消化)は、有機物が酸素のない条件で雑多な微生物の活動により分解し、最終的にメタンと二酸化炭素を生成する反応である。生成されたバイオガスは、メタン55~70%、二酸化炭素30~45%で、0.02~0.04%の硫化水素を含んでいる。また、バイオガスの熱量は約5,000~6,000kcal/m<sup>3</sup>となっている。

### 3-4-1 バイオガスへの政策支援

#### (a) 行政支援

中国の農村におけるエネルギー利用は、伝統的なバイオマスから新技術（バイオガス、太陽熱、小型風車、小水力など）への急速に移行している。これは、組織された行政指導体制によって成し遂げた成果と評価できる。農村エネルギーの開発において、中国農業部の科技教育司・能源生態処が促進主体として、各省、県、郷・鎮に農村エネルギー室を設置し、組織力を活かした体制が構築されている。行政は監督管理と促進をはじめ、技術の研究開発、技術者の認証制度と指導、国家技術基準の整備、大衆宣伝などバイオガスの開発など多岐に渡り、体系化されたサポート体制が事業の導入拡大に大きく寄与している。また、農民の直接参加という意識がバイオガス技術の普及において重要な役割を果たしている。

#### (b) 財政支援

中国政府は行政支援を整備する一方で、財政支援も行政支援と両輪で進めている。バイオガスの普及について、3つの財政支援政策がある。

「生態家園富民計画」<sup>20</sup>

「生態家園富民計画」とは、農業部を主体に比較的経済発展が遅れている西部地域の7省・自治区を対象に農村にバイオガス事業開発のための直接財政支援を行う計画である。この計画は2000年に発表され、2005年まで累計35.3億元（約526億円<sup>21</sup>）の財政支援を行ってきた。同計画の主旨は農村の持続可能発展を目標に進められており、中央政府は「三農」問題の対応策として積極的に促進している。

#### 農村バイオガス建設融資プロジェクト管理法

2003年11月30日に施行された法律で、事業建設の設計内容、補助金、申請手続き、実施体制、認証・監視などバイオガスの開発利用について規定を定めている。最も特徴的なのは地域別の補助金給付（第10条）である。第10条によると、中央政府は一つのバイオガス事業（容積が8m<sup>3</sup>の発酵池）に対して、西北地域（新疆、青海、甘肅、チベット）と東北地域（黒龍江、吉林、遼寧）は1,200元、西南地域（四川、雲南、重慶、貴州、広西）は1,000元、その他地域は800元と地域の経済水準を勘案して補助金額を設定している<sup>22</sup>。地方政府はこの中央政府の政策に基づき、それぞれ地方条例を作成し、地方の条件を考慮してさらに詳細な実施政策を策定している。例えば、バイオガスの関連設備を生産している企業に対して優遇税制、技術者育成への支援などが地方レベルで進められている。この政策の実施は、新規導入事業の増加を加速させた。2004年の新規導入量は前年より431万戸増で、前年比で38.8%の増加となった。

#### 農村地域の再生可能エネルギー財政支援政策

「再生可能エネルギー法」の実施細則の一つとして発表されている。農村エネルギーの開発を明確な開発計画と実施プログラムを有効的に機能させ、農村における多くの再生可

<sup>20</sup> 「生態家園富民計画」とは、エコロジー農家・農民所得向上計画である。

<sup>21</sup> 1元 = 約15円。

<sup>22</sup> バイオガスプロジェクトの基準条件が設けてある。基本的には発酵池の容積が8m<sup>3</sup>前後で、工事設計が国のバイオガス基準規定に準じる。（農村家用沼気発酵工芸規定、GB/T9958-88）

能エネルギー技術を商業ベースに向かわせることに成功した。また、政府は財政支援を行う一方、市場規模を明確に示したことで民間の投資を促し、導入の拡大を図っている。

### (c) 今後のバイオガスの導入可能性

中国の農家世帯数の分布を、表 3-2 に示す。農村世帯数は、人口が密集している中央・東北部地域（中央地域：安徽、湖北、山西、湖南、東北地域：黒龍江、吉林、遼寧）に集中していることがわかる。また西南地域（雲南、重慶、四川、貴州、広西）は、亜熱帯地域に属し気温が比較的高いため、バイオガスの導入可能な農家が多い。清華大学の分析によると、2010年までの農家小規模バイオガスプロジェクト（3-4-2(a)参照）数は3,000万戸に達し、年間メタン発酵ガスの発生量は90億 $m^3$ 、2020年には5,000万戸で年間150億 $m^3$ のメタン発酵ガスが得られると推計している<sup>23</sup>。中国政府が発表した再生可能エネルギー中長期発展計画におけるバイオガスの目標値は、2010年で110億 $m^3$ 、2020年は180億 $m^3$ としており、清華大学推計のほうがやや低めである。

表 3-2 中国の農家世帯数の分布とバイオガス導入可能世帯数

地域	農村世帯数 (万戸)	導入可能世帯数 (万戸)
西南地域	5,186	4,500
西北地域	1,844	950
中央・東北部地域	13,078	7,550
東部沿海地域	4,040	1,100
合計	24,148	14,100

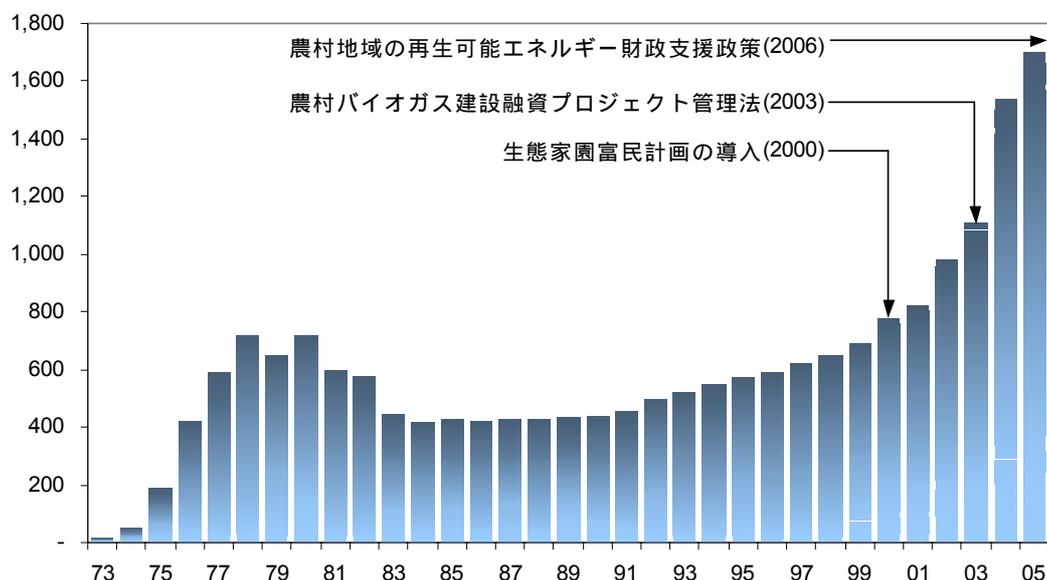
(出所) 中国可再生エネルギー発展戦略国際検討会、清華大学、28-10-2005

### 3-4-2 農村バイオガスの導入実態

中国農業部の発表によると、2005年の農村バイオガスの生成量は65億 $m^3$ （1 $m^3$ =約5,000~6,000kcal）に達している。その規模は年々上昇しており、再生可能エネルギー中長期発展計画では2020年までに180億 $m^3$ に達する目標値を掲げている。図 3-3 はバイオガスの導入世帯数を示す。導入世帯数の推移からわかるように、2000年と2003年における支援政策の施行を契機に導入世帯数が、急速に増加している。2006年に実施した「再生可能エネルギー法」では新たな政策措置が講じられ、表 3-2 で示したように導入可能世帯数である1億4,100万世帯を対象に今後急速に拡大していくことが期待されている。現在バイオガスシステムを導入している農家世帯数は、2005年末まで1,700万戸に達し、1990年以降年平均9.4%で増加している。

<sup>23</sup> 顧樹華、“中国可再生エネルギー発展戦略国際検討会”、清華大学、原子力・新エネルギー技術研究院、2005年10月28日。

図 3-3 中国における農村のバイオガスの導入世帯数の推移  
(単位：万世帯)



(注) 2005年については、農業部の発表によるものである。

(出所) 中国農業統計資料 2004、2005年8月中国農業出版社。2005年のデータは農業部の発表資料によるものである。

#### (a) バイオガスシステム

中国で導入されているバイオガスの技術は、基本的に世界各地で導入されているものと同じであるが、地域条件に適合した多くの応用タイプが存在することに特徴がある。最も重要なポイントは農家タイプのバイオガスモデルの商業化に成功したことであり、農家の小型タイプ(標準タイプは8m<sup>3</sup>の発酵タンク)のバイオガス開発が増加につながっている。そのうち特に成果をあげている4タイプについて紹介する。

##### 基準タイプ

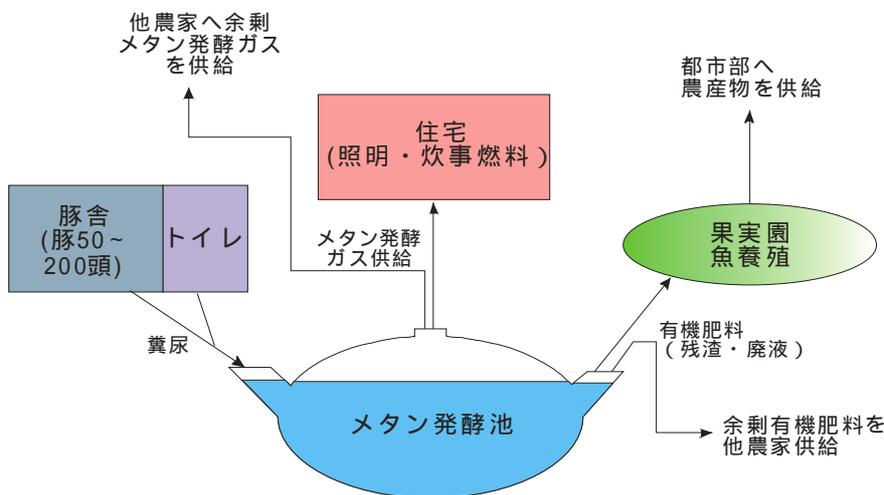
農村のバイオガスシステムの中で、最も標準的なタイプである。このシステムの構成は簡単で建設コストが安く小規模でも導入できるため、北部から南部地域まで広範囲に普及している。このタイプは基本的に3~4頭の豚と3~4人家族を一つのシステム単位としており、貧困農村地域に多く導入され政府の財政支援の重点対象とされている。基本的には豚舎、トイレ、メタン発酵池(タンク)を連結し、完結した循環システムである。メタン発酵池に集めた排泄物の発酵によって回収したメタン発酵ガスは、農家住宅のガスコンロ、ガス暖房器とガス灯の燃料として利用される。一方、発酵完了した排泄物と廃液は肥料化し、農園や養殖池の有機肥料・飼料として利用されている。

「豚、沼、果」(沼=発酵池、果=果実園)

「豚、沼、果」バイオガスシステムは比較的に規模が大きく(豚50~200頭)、南部地域に多く導入されている代表的なタイプである。豚舎、メタン発酵池、果物・野菜・花・魚養殖を連結したモデルである。南部の広東省や福建省などの地域で、主要都市向けに日常の果物、野菜、淡水養殖などの農産品を作っている近郊の農家に多く導入されている。

一部の農家では、家畜糞尿の排出量が比較的が多く、周辺の農家へ余剰の残渣・廃液（有機肥料）とメタン発酵ガスを販売するケースも多く見られる。

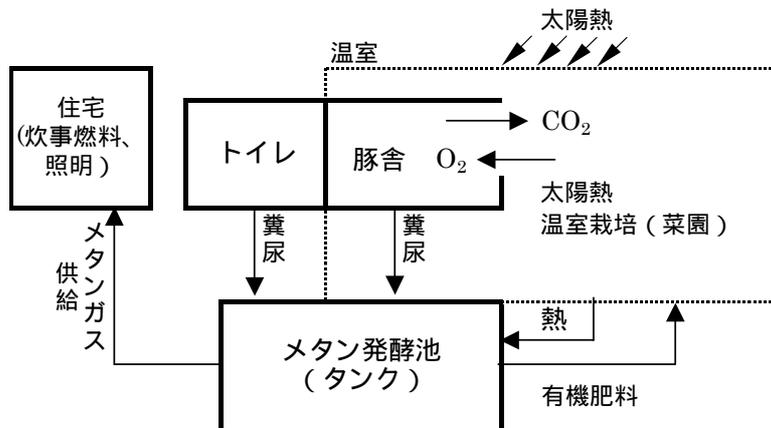
図3-4 「豚、沼、果」バイオガスシステム



(出所) 筆者作成。

「四位一体」

「四位一体」の基本構造は、基準タイプとほぼ同じである。主な違いは、豚舎が太陽熱システムを導入している温室の中に設置されており、豚舎とトイレ、メタン発酵池、温室、住宅の4つの部分を連結したシステムである。基準タイプは温暖な南部地域に適しているが、このタイプは比較的寒い北部地域に適しており、温室栽培を行う地域に多く導入されている。太陽熱は温室だけではなく、一部の地域は住宅の熱水供給、メタン発酵池の発酵効率を上げるために熱を保つためにも利用されている。

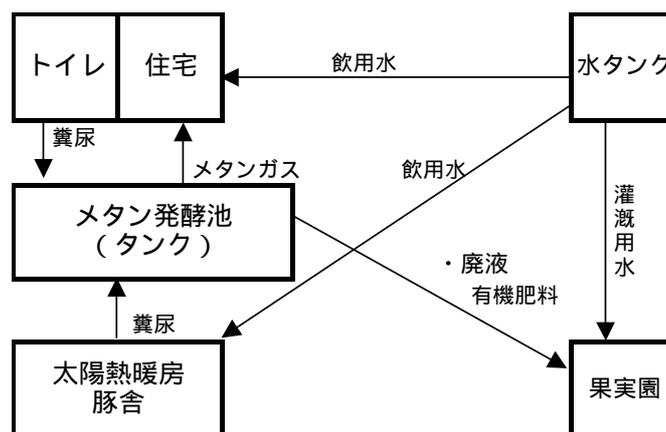


(出所) 筆者作成。

図3-5 「四位一体」バイオガスシステム

「五配套」( 配套 = セット )

「五配套」は、中国の降雨量の少ない西北地域に多く導入されているタイプである。このタイプの最も重要なポイントは水タンクがシステムの中に取り組み、水の利用をシステムと一体化し運用している。このシステムは乾燥地域に適しており、西北地域に広く普及している。トイレ、メタン発酵池、太陽熱暖房 ( 豚舎 )、水タンク、果物温室の 5 つ部分を連結したモデルである。



( 出所 ) 筆者作成。

図 3-6 「五配套」バイオガスシステム

### ( b ) 経済性

バイオガスシステムが広範囲に普及する理由の一つは、経済性である。中国政府が補助金を導入しているため、より貧困な農民層の経済力でも導入できる。経済性の最も多く導入されている南部地域の基準タイプ<sup>24</sup>を用いて簡易な計算で評価を行った。基準タイプ( 発酵池の規模が 8m<sup>3</sup>である場合 )の建設コストはおよそ 1,715 元で、それに対して政府の補助金 1,000 元が給付されている。つまり、農家は約 715 元の資金を投入すればこのタイプのプロジェクトを導入できる。基準タイプは年間平均 500m<sup>3</sup> のメタン発酵ガスが得られ ( 南部地域 ) 農家の炊事、ガス灯の燃料として十分利用できるエネルギー源となる。この簡易計算では、発酵池から取り出した残渣 ( 有機肥料 ) と廃液の利用によって化学肥料の購入費用に充当できること、環境改善や温暖化効果ガス排出削減などの効果も期待し得ることなど考慮されている。実質的な経済効果と環境効果はさらに高い。

### 3-4-3 バイオガス普及のための課題

バイオガスの設備は、定期的にメンテナンスを行う必要がある。安定的にメタン発酵ガ

<sup>24</sup> このタイプの基本条件は、 8m<sup>3</sup>煉瓦式発酵池、 発酵タンク、豚舎、トイレを連結する構造、 年間に 3 人家族が在住することと 3 頭の豚が飼われている、 豚と人間の糞尿を利用、 常温発酵 ( 北部地域では保温措置を使うケースもあるが今回の評価は常温を想定する )、 管理費などを考慮しない、 等である。

スを発生させるには、温度管理、家畜糞尿の排出量、配管の漏れなどの管理が求められる。しかし、一部の地域では、バイオガスの設備を導入したものの、メタン発酵ガスの発生量が徐々に減り、最終的に設備を利用することさえ放棄してしまう事例が多い。現在、中国政府は、バイオガスの技術者を育成するために、全国各地で研修センターを設置した。規定受講時間を受けかつ国家試験に合格した者は、職業としてバイオガス技術師という免許が発行される。これらの技術者は徐々に増えており、各地域のバイオガスの設備建設やメンテナンスに従事し、バイオガス技術普及に努めている。

### まとめと今後の課題

本研究は、中国の再生可能エネルギーの政策を概観することにより、今後のバイオマス資源の利用促進と政策の発展方向性を示した。特に、重点開発目標である4分野のバイオマス資源から、導入規模が大きく、開発が最も進んでいるバイオ燃料とバイオガスについて詳細に取り上げ、その促進措置と導入実態を紹介した。中国のバイオマス資源開発について以下いくつかの観点からまとめを行った。

#### (a) エネルギー安全保障の役割

中国政府は、2020年までに国内総生産(GDP)を2000年の4倍に拡大する目標を掲げている。この目標を達成するには、安定したエネルギー供給体制が必要であり、長期的なエネルギー戦略が求められている。その中で、再生可能エネルギーは重要な役割を担うことが期待され、政府は2020年の再生可能エネルギーのシェアを16%に設定した。今後の中国のエネルギー安全保障、持続可能発展の社会経済、環境改善などの達成に重要となる。

#### (b) 農村エネルギーという側面

本文に取り上げたバイオガス技術は、発展途上国において特に新しい技術ではない。中国以外に、南アジア諸国、南米諸国、アフリカ諸国でも多くの事例が報告されている。しかし、導入戸数と回収したメタン発酵ガス量の規模からでは、中国の実績が圧倒的に多く、一つの産業と呼べるまでの成長を遂げている。中国のバイオガス利用の特徴は以下の通りである。

基準タイプをはじめとし、各地域の条件を考慮した多くのモデルが存在しており、各々エネルギー循環システムとして確立している。

バイオガスの導入戸数が急速に増加している。その理由は、政府の補助金、技術基準、技術者認定などの支援制度がうまく機能した結果である。

農村におけるエネルギー不足を改善し、化石燃料の代替・節約、農村の衛生状況の改善、伝統的な農民生活の改善と収入増加、農村の生態保全など、地域経済の持続可能発展を実現していく上で大きく貢献している。

#### (c) 地域における再生可能エネルギー促進のリーダーシップ

中国は、バイオマス資源の利用開発の事例から多くの経験をもって、周辺国の農村のバ

バイオマス資源開発に対し、積極的に協力を進めている。農村バイオガスような実用技術のノウハウは、多くの発展途上国にとって重要である。中国政府は地域におけるリーダーシップを意識し、自ら周辺国への支援に乗り出し、多くの協力プロジェクトの実施や地域の国際会議の主催によるネットワーク構築を強化している。

(d) 今後の課題

中国では、持続可能な経済発展を支えるエネルギー政策の構築において、再生可能エネルギーの重要性が強調されている。特にバイオマス資源について、4つの重点開発分野に焦点を絞り、積極的に促進政策を実施しているが、バイオマス資源開発は如何に既存バイオマス技術を商業ベースに根付かせるかが重要な課題となる。中国における農村のバイオガス技術の普及は、決して高度な技術ではないが、政府の補助政策の機能が相俟って確実に一つの産業として成長していることが成功例として高く評価できる。

技術面では、太陽熱とバイオガス、太陽光とバイオガス、バイオマス固体燃料と石炭との混焼など、多くのハイブリッド事例が報告されている。中国におけるバイオガス技術の開発は、ハイブリッド利用技術として多くの可能性を示唆している。中国の試みは、技術開発という観点から研究開発の空間を広めることができるが、今後実用化していくことが課題となる。

<参考文献>

1. 人民網、「再生可能エネルギーの割合、2020年に16%」、2006年6月17日
2. 「可再生エネルギー発展専項資金管理暫行弁法」、国務院、2006年5月30日
3. 「“十一五”十大重点節能工程」に関する実施意見通知、発改環資[2006]1457号、2006年7月25日
4. E.A.Wrigley 著、近藤正臣訳「エネルギーと産業革命 - 連続性・偶然・変化 - 」同文館、1991年1月16日
5. ウィリアム・スタンレー・ジェヴォンズ「石炭問題」1865
6. 「China, Peoples Republic of Bio-Fuels An Alternative Future for Agriculture 2006」、米国農務省、2006年8月8日
7. ヘルマン・シェーア(著) 今泉みね子(訳)「ソーラー地球経済」、岩波書店、2001年12月14日
8. Lester R. Brown, “PLAN B 2.0 -Rescuing a Planet under Stress and a Civilization in Trouble-”, NY: W.W. Norton & Co., 2006, Earth Policy Institute
9. 「貫徹落實国家能源領導小組會議精神積極開展車用乙醇汽油試點評估工作」、2006年5月10日
10. 周鳳起氏、「我国可再生エネルギー発展の戦略思考」、中国科学院院刊、2006年第四期、2006年8月26日  
<http://www.cas.cn/html/Dir/2006/08/26/3161.htm>
11. 斉藤五郎; 電力技術物語 - 電気事業事始め -, (1995), 日本電気協会新聞部.
12. 前田六郎, 石川かおる; 1500 級ガスタービン 501G の開発と実証運転について, 日本ガスタービン

- 学会誌, 25, (1998), 2-7.
13. Proceeding of China Renewable Energy Development Strategy Workshop, Tsinghua University, 28 October 2005, 173.
  14. Li Min, Discussion on small-scale biogas-diesel dual fuel for power generation technology, Institute of Energy Lioaning, 2006,84-86.
  15. CHEW CHONG SIANG・豊田隆、「中国の農村開発における地域適合型バイオガス利用に関する研究」, 日本農業経済学会、2007年3月
  16. 農村バイオガス建設融資プロジェクト管理法（農村沼気建設国債項目管理弁法）第9条、第10条。
  17. 中国沼気、<http://www.china-biogas.cn>
  18. 「可再生エネルギー法実施及計画目標」, 国家発展改革委員会・能源局、2005年11月18日
  19. CHEW CHONG SIANG、「中国の新・再生可能エネルギーの動向～エタノール混合ガソリンの導入について～」, IEEJ2006年1月掲載

お問合せ: [report@tky.ieej.or.jp](mailto:report@tky.ieej.or.jp)