

1951年7月20日第3種郵便物認可 2025年2月1日発行 毎月1回1日発行第75巻第2号

ISSN 0913-6134

農村と都市をむすぶ

特集 再生可能エネルギーの現状そして拡大・電源構成の主たる位置へ
堀口健治 金内 剛 柚山義人 大場龍夫 伊藤明香

2025年 2 月号 NO.875



編集代表 谷口信和

農村と都市をむすぶ 二〇二五年二月号(第八七五号) 特集 「再生可能エネルギーの現状そして拡大・電源構成の主たる位置へ」

一九五一年七月二十日第三種郵便物認可
二〇二五年二月一日発行 毎月一回一日発行 第七五巻第二号

農村と都市をむすぶ 頒価二二〇円 送料七五円

東京都千代田区霞が関一ノ二ノ一
全農 農林労働組合
農村と都市をむすぶ編集部
TEL 〇三―三五〇八一―四三五〇



「京都タワー」(編集部)

表紙の写真は、世界遺産である富山県・五箇山の相倉合掌造り集落の民家です。1995年に岐阜県の白川郷とともに登録され、五箇山では相倉集落と菅沼集落が登録されています。中でも相倉集落は、合掌造りの原型である原始合掌、大小様々な合掌造り家屋、茅葺きのお寺など、歴史的風景を今に残す集落で、集落内では今なお人々が生活を営んでおり、世界的にも珍しい「人が住まう世界遺産」と言われています。また、上記の写真は京都タワーです。1964年開業で高さは131メートル。その形は蠟燭をモチーフにしているとの説が定着しているようですが、公式ツイッターには「海のない京都市街を照らす灯台をイメージ」と明記されています。タワーの背景には京都盆地を形作る山々が見えますが、これらの山々に焚かれる左右の大文字、妙、法、舟形の送り火は、「五山の送り火」として京都の夏の風物詩となっています。

「農村と都市をむすぶ」編集委員会 (農林行政を考える会)

- | | | |
|------|------------|--------------|
| 編集代表 | 谷口信和 | 東京大学名誉教授 |
| 編集長 | 安藤堀神小矢秋友作西 | 東京大学教授 |
| 編集委員 | 藤部山林坂山田山川 | 東洋大学名誉教授 |
| | 信光信健安信雅 | 早稲田大学名誉教授 |
| | 和義司雄一 | 農政ジャーナリスト |
| | 滋夫巧夫 | 静岡県立農専大学名誉教授 |
| | 邦 | 日本農業研究所研究員 |
| | | 宇都宮大学特任教授 |
| | | 日本大学准教授 |
| | | 明治大学教授 |
| | | 茨城大学准教授 |

「農林行政を考える会」会員の最新著書の紹介



水田活用新時代

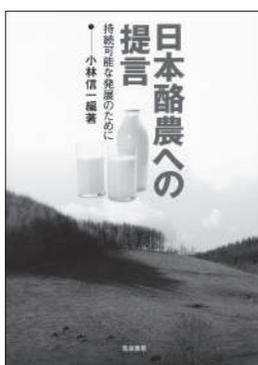
—減反・転作対応から地域産業興しの拠点へ—

谷口信和・梅本 雅・千田雅之・李 侖美 著

米価下落、TPP・自由化路線に抗し、
水田を地域農業・産業の拠点として
活かすための実践的提案の書

「農政改革」下の農業・農村

神山安雄 著



「日本酪農への提言」

持続可能な発展のために

小林信一 著

◎「水田活用新時代」は農文協(農業書センターTEL03-6261-4760)、「農政改革下の農業・農村」は全農林・農村と都市をむすぶ編集部(TEL03-3508-4350)までお問い合わせください。

「農林行政を考える会」会員の最新著書の紹介

日本農業年報69

基本法見直しは日本農業の 救世主たりうるか

—農政の新たな展開方向をめぐって—

食料安全保障のための課題、国際的・歴史的な位置づけ、現場の生産者を中心とする関係者の思いという3つの視点から、
求められる基本法の方向性を問う。

編集代表 谷口信和
編集担当 安藤光義



バイデン政権下の アメリカ農業・農政

バイデン政権下での農業・農政をとおして
日本農政の現状と課題を見つめる

服部信司 著



増加する雇用労働と 日本農業の構造

労働者が農業を支える仕組みが広がっている。経営者、家族だけでなく、従業員が重要な担い手になっているのである。

- ① 担い手の労働者を、直接雇用に派遣や請負、外国人を含め、その大きさを示した。
- ② 法人に労働者は多いが、正規かパートか、キャリアアップはどうか、代表的な事例を集め分析した。
- ③ 家族経営でも人を雇うことで展開を図り、後継者が戻るなど、新たな動きを紹介している。

堀口健治・澤田守 編著



◎「基本法の見直しは日本農業の救世主たりうるか」、「バイデン政権下のアメリカ農業・農政」、「増加する雇用労働と日本農業の構造」は全農林・農村と都市をむすぶ編集部(TEL03-3508-4350)までお問い合わせください。



「十勝平野に昇る朝日」(編集部)

目 次

特集 「再生可能エネルギーの現状

そして拡大・電源構成の主たる位置へ」……………堀口 健治 (4)

- 太陽光発電は営農型・PPA(電力販売契約)の劇的増加で再エネ目標超えへ……………堀口 健治 (8)
- 小水力発電の現状そして展開の課題
 1. コスト削減を具体化した民間の小水力発電所
—鳥海貝沢発電所の事例—……………金内 剛 (26)
 2. 小水力発電に取り組む人々
—二四時間稼働の小規模安定電源は各地に必要：エネルギー分散・地産地消の期待に依って—……………堀口 健治 (32)
- メタン発酵バイオガス発電の現状と展望……………柚山 義人 (42)
- 木質バイオマス普及の現状と未来への課題……………大場 龍夫・伊藤 明香 (52)

[時評] ポスト・グローバリゼーションと農政転換の方向性 … (UMA) (2)

☆表紙写真 「五箇山合掌造り集落」(提供：富山県・中澤英輔氏)
「農村と都市をむすぶ」2025年2月号(第75巻第2号)通巻第875号

ポスト・グローバリゼーションと農政転換の方向性



1,

マスコミ等の予測に反して、まもなくトランプ政権が再発足する。前回政権時と比較して上下両院、司法の過半数を抑える形となっており、かなり強力な体制となっている。大富豪のマスコ氏をはじめ、ロバート・ケネディ jr を巻き込み、ウイングも広がった形だ。

アメリカン・ファースト (MAGA) を掲げて、移民問題も含めた反グローバリゼーション的政策転換が予想されている。ウクライナ戦争や中東戦争における休戦への取り組みが期待されるが、合わせてアメリカを中心とする安全保障体制の見直し让世界を揺さぶりそうな雲行きである。「心分の負担」を求めるトランプ戦略に日欧は如何に対応するのが鋭く問われてくる。貿易をめぐっては中国、カナダ、メキシコに対する関税引き上げが宣言されるとともに、今後日欧も含めた貿易摩擦が深刻化することが懸念される。食糧においては、米中貿易摩擦の過程で中国におけるブラジルからの輸入が拡大し、アメリカにおける穀物のだぶつき感が増している。日本に向けた市場開放圧力が強まる恐れなしとしない。加え

て、マスコ氏を中心に財政の大幅見直しを進め、テック産業を中心に規制緩和を進める方向であり、FRB等の金融体制の見直しも視野に入っているとささやかれている。安全保障体制とともに、WTO型の自由貿易体制、技術革新競争のあり方も大きな転換点を迎えようとしているとしてよい。

こうした基本戦略の大転換期に、EUではフランス・ドイツを中心に「極右勢力」が伸張し、政権基盤の弱体化が進行している。日本においても自公体制が過半数を割り、政治的混迷が強まっている。加えて、お隣の韓国では、戒厳令発布に伴う内乱罪により政権交代が起きようとしており、先進諸国内の分断・混乱が際だってきている。先進諸国がこうした基本戦略大転換にどう対応できるかは未知数の状況である。他方、ロシア、中国を中核とするBRICSは、加盟協議や共同歩調を取る国が増加し、経済規模では先進諸国を上回りつつある状況だ。加えて、ロシア経済制裁を契機に「ドル離れ」体制確立を目指した自国通貨建ての決済システムを模索中である。先進諸国とこうした新興工業国との競争対立も今後激化する見通しだ。二〇二五年はこうした戦略大転換の影響が一気に噴き出す年となりそうであり、政治・経済の大混乱の時代に入しつつあるように見える。

翻って、日本の経済状況は深刻である。バブル崩壊後の失われた三〇年の低成長の下で国際競争力を失い、貿易赤字体質へと転換してしまった。異次元的量的緩和に始まるアベノミクスは、ゼロ金利政策からの脱却を困難化しており、コロナ後の日米金利差の拡大は一気に円安局面を強めてきている。異次元的円安は輸入物価を押し上げ、エネルギー・食料品を中心にインフレを招き、スタグフレーション的事態が進展しつつある。財政赤字も深刻だ。国債発行残高は一一〇五兆円に及び、一般政府の債務残高GDP比は二五五％に達し、金利上昇に耐えられない財務状況となっている。歳入の三二％、歳出の二四％が国債関連費となっており、財政の硬直化が深刻化している。こうした中で、国民負担率は四五％、財政赤字を含めた潜在国民負担率は五一％（五公五民）に達し、低福祉のまま欧州並みの負担率となっている。国民の生活水準の低下と格差社会の拡大が進行しているとしてよい。エンゲル係数は二〇〇年代から上昇に転じ二八％に達し、八〇年代初頭の水準にまで戻ってしまった。特に年収二〇〇万以下層では三四％水準となっており、低所得層を中心に貧困化と食料費の負担が重くのしかかっている状況だ。食料品のコストアップ分を価格転嫁することが難しい状況が広がっている。

コロナとウクライナ戦争を契機に、食の安全保障が議論され、食料・農業・農村基本法の見直しが行われた。主に非常時の対応を中心に国家の権限強化の方向で統制型の集荷・配給対応が検討されたが、格差社会の下で、すでに平常時における食料アクセスの困難化が顕在化しつつある。平常時からの福祉・教育政策と結びつけた格差是正政策の一環としての食料供給システムの確立が求められる。他方、農業担い手の高齢化は待ったなしの状況だ。基本計画の検討においては、今後一〇年で経営体数、主業経営体数が半減し、それぞれ五四万、一一万経営にまで縮小する見通しだ。特に主力たる米など土地利用型部門では六〇万から二七万経営にまで縮小すると見込まれており、今は過剰である米の生産すらが危機的状況に陥る可能性なしとしない。担い手育成のためには、生産者の所得確保が不可欠だが、基本計画検討会ではコストアップ分を反映した「合理的な価格形成のあり方」を模索するとしている。しかし、貧困化と格差社会の現実の下では、価格転嫁は容易なことではない。政府の責任による最低価格補償等の対策が求められている。世界的な食料不安と農家の世代交代期を乗り切る本格的な議論が進むことを期待したい。

(UMA)

特集 再生可能エネルギーの現状そして拡大・電源構成の主たる位置へ

早稲田大学名誉教授 堀口健治

1. 国連に提出する日本の三五年温室効果ガス削減目標は低い

二〇二五年二月までに国連に提出する日本の「三五年温室効果ガス削減目標」(NDC・国別削減目標)が批判されている。目標が低い。経団連提示に政府のそれは近いが、目標を高くすることは可能とする多くの研究機関・団体の提案は検討対象になっていない(例えば、脱炭素にとり組む多くの企業が加盟する日本気候リーダーズ・パートナーシップ JCLPは、下記の三五年削減率は一三年基準七五%以上を可能とする)。一三年末のCOP28(二八回目)の気候変動枠組み条約締約国会議では、世界での温室効果ガス(GHG)削減を一九年比で三〇年までに四三%、三五年までに六〇%が、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)がいうように、必要と確認した。

これに対し、日本政府は、現行目標(三〇年度目標:四六%減)の延長の上に、三五年は六〇%減の方向と決めた。しかしこれは一三年度比で、COPの一九年比六〇%ではない。一九年比に置き換えれば、日本の目標は六六%以上でなければならぬ。現行目標(第六次基本計画)は、GHG削減に貢献する再エネが電源構成では①三六〇三三%の割合だが、十分な議論抜きに原発が②二〇〇二二%で目標に入り、また火力も③四一%と大きく残すものとなっている。日本の姿勢は、例えば削減に貢献する混焼方式の提起が早期に無くすべき石炭火力を生き残らせるものと受け止められ、「化石賞」を再び受ける不名誉な状態となっている。

国のエネルギー政策の方向を示す第七次「エネルギー基本計画」も、この時期、並行して定まる。第七次は四〇年目標を七三%減と示しているが、その中身にあたる電源構成では①四〇五割程度、②二割程度、③火力等三〇四割程

度であり、再エネの比重がまだまだ低い。代わりに原発は「可能な限り依存度を低減」の文言はやめ、「最大限活用」に置き換えている。データセンターや工場新設等の電力需要増に応えるとしている。しかし原発は故慶応大教授加藤寛氏の指摘を思い出す。危険でコストの高い原発は、電力会社が寡占の仕組みを維持するのに役立つ、と。

だがこれでは先進国として日本が他国を先導する立場に立ってるとはとても言えない。原発と同じように出力調整ができない石炭火力などは、増える太陽光や風力に出力抑制を強制する機会を増やす。世界を先導するためには、日本は再エネを劇的に引き上げるべきなのである。再エネは拡大が可能で、原発や火力の多くは再エネで賄えると主張する研究機関は複数あるのである。

2. 低い二〇二〇年目標だが実績は低い

しかしもともと低いレベルの三〇年目標のもとでも、実績はそれに到達できそうにもない。下記の「**再エネ導入状況**」の表は資源エネ庁資料だが、「三〇年新ミックス」とされる再エネ三〇年目標三六〇三・三八％に対し、直近の二二二年度は二二・九％の水準で、今のスピードで行けば三〇年は三〇％にとどまらざるを得ないといわれている。

再エネを、以下、種類別にみておこう。**太陽光発電**の三〇年導入目標を、発電量のkWhではなく発電設備量で見ると、導入目標は一〇三・五〇一七・六GWになるが、二三年一二月末では七三・一GWにとどまっている。再エネの中では太陽光は最大の大きさだし一年以来の増加量は大きいのだが、残念ながら目標を捉えられていない（以下、他の種類も含め、資源エネ庁「再生可能エネルギーの導入状況」二四年六月による）。本稿の太陽光の節で詳述するが、固定買取の初期の高値の時には大変な増加が見られた。しかし価格が下がるにつれ新設量が低下し始める。最近では年に五GWの追加導入でしかない。すでにコストが最も安くなっている太陽光発電だが、メガソーラーのように尾根筋で滑落したり景観を妨げるようなものなど、急増してきた「野立て」（農地を転用したり山林を伐採したりして雑種地に置き換え、直接太陽光パネルを地面に設置するやり方）は、「適地がない」という表現だが、これ以上の新設が無理なことは明瞭である。

これに代わり転用せずに守っている農振農用地区域、ここの農地の空中にパネルを広げ、農業も太陽光発電も両立させる可能な面積は巨大にあるが、営農型発電の必要さの指摘は弱い。最近示された第七次エネルギー基本計画（原

案)の「概要」には文言は載らず、全文のなかの地上設置太陽光発電の一部にあるだけである。

期待される洋上風力発電は、三〇年導入目標五・七GWに対し、二三年一二月末の導入量と再エネ海域利用法に基づく公算容量の合計が五・一GWとなり、目標にかなり迫っている。ただ陸上風力は目標が一七・九GWに対し二三年一二月末の導入量は五・五GWに過ぎない。洋上風力は大いに期待されているが、このレベルの大きさであることも頭に入れておく必要がある。これでは再エネの多くをカバーできるわけではない。

しかし「洋上風力産業ビジョン(第一次) (洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会) (二〇年一二月)によると、年間一GW程度の区域指定を一〇年継続して三〇年までに一〇GW、四〇年までに浮体式も含め三〇GWから四五GWの案件があるとしている。この案件が実現すれば、極めて大きな実績になる。四〇年までに実現し、その時点での必要な発電規模を超えることができる。他国をリードするには、これは達成されなければならない課題である。

しかし「同ビジョン」ではコスト引き下げが課題になるとしている。コストと言えば、二二年三月の秋田二海域と千葉沖の計三海域の着床式洋上風力発電の日本初の入札で、三菱商事が三件すべて低価格で落札したことが思い出される(同月の週刊エコノミストオンライン)。同商事のFIT価格は秋田県由利本荘市沖の一・九九円であり、能代沖一三・二六円、千葉沖一六・四九円と、業界にとって驚きの安値であった。同商事は事業実現性に自信を示し、またアマゾン等の大手買い取り業者の長期購入の契約をもって回収期間が長期になることでコスト安になることを説明していた。しかし事業完成の時期が遅いこともあり、落札を決めるポイントの中に価格のみでなく、他の要因が反映するように、その後、ポイントの大きさが変わるが、問題は価格引き下げに貢献した三菱商事系グループがその後入札から「排除された」ことである。これでは電力業界で従来からみられたといわれる高利潤確保・競争回避の姿勢の継続とみられる、積極的な資金投入・コスト引き下げ・国際競争力強化に踏み切ってはほしい。

地熱発電は、三〇年導入目標一・五GWに対し、二三年一二月末でその四割でしかない。地元の信頼を得ての実施が早急に欲しいところである。候補地は多い。

水力発電は、三〇年導入目標一〇・四GWに対し、二三年一二月末で九五%の導入量を誇るが、これは大型ダム等の既存の成果が大きく、その後の小水力発電の増加が弱いことを意味する。しかし日本中に張り巡らされている農業用水路は、傾斜がついていて発電に向いている。河川での水利権設定は時間がかかるが、農業水利権に従属の形であれ

再エネ導入状況

	2011年度	2022年度	2030年新ミックス
再エネの電源構成比 発電電力量： 億キロワット時(kWh)	10.4% (1131億kWh)	22.9% (2253億kWh)	36~38% (3360億-3530億kWh)
太陽光	0.4%	9.8% 965億kWh	14~16%程度 1290~1460億kWh
風力	0.4%	1.1% 105億kWh	5%程度 510億kWh
水力	7.8%	7.6% 748億kWh	11% 980億kWh
地熱	0.2%	0.3% 34億kWh	1% 110億kWh
バイオマス	1.5%	4.1% 401億kWh	5% 470億kWh

ば水路での発電は導入しやすい。水利権を持つ土地改良区の多くが小規模なため自力導入が難しいとすれば、地域の民間資本・企業等と組んでの多数の発電が期待される。二四時間フル稼働の水力発電は、太陽光や風力に比べ、点貴重なのである。

バイオマス発電は、導入目標八・〇GWに対し二三年一二月末で九割以上の導入実績だし、今後の増加が期待できる仕組みである。木質系や畜産系、いずれも原料をどう効率よく集めるかが問われるが、そのことが地域での山林経営や畜産経営の効率的な拡大にも直結する。バイオマス発電も二四時間発電なので貴重だし、熱供給にも貢献する。

これら上記の電源は、多くが農業農村のエネルギー利用に関わる。農水省は新基本法に依る基本計画に力を入れていて、食料安全保障に加え、エネルギー安全保障も計画に入れ、経産省・環境省と関わってエネルギー基本計画に大きく関与すべきである。農業農村で生まれる自然エネルギーの電力は、電力会社に販売する従来のやり方ではなく、まずは農村や地域で有効活用、雇用を含め地域における諸産業の強化、経済循環につながるメリットをもっと強調すべきである。発生した電気を使い、地域が自立を図り、農林漁業等の地域産業の課題解決に貢献することが大いに期待される。資源利用について地元への説明・意見交換と並んで、農村への貢献を強調し地域の理解を得るべきである。

太陽光発電は営農型・PPA（電力販売契約）の 劇的増加で再エネ目標越えへ

早稲田大学名誉教授 堀口健治

1) 再エネトップの太陽光でも三〇年目標達成 には急速な実績増が必要

図1は、固定買取制度（FIT）導入（二〇一二年）以降の、毎年の太陽光発電設備の導入量を見たものである。買取価格が高額な初期では導入量が極めて大きい。価格が下がるにつれ初期の半分強の導入量に落ちてきている。今では毎年の導入がほぼ5GW程度でしかない。

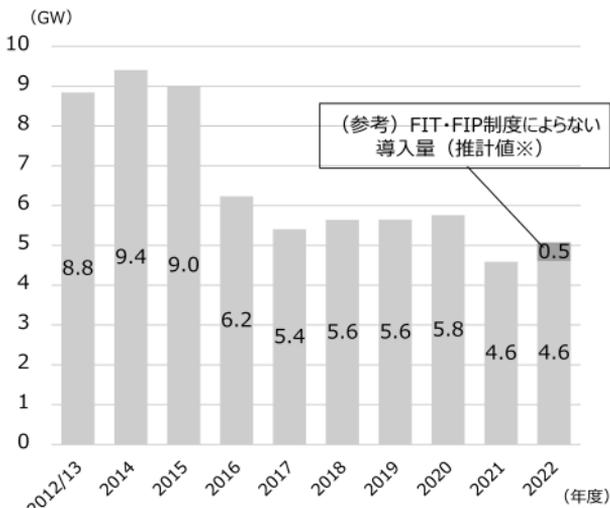
太陽光の三〇年目標が一〇三・五〜一一七・六GW（再エネ合計の三〇年達成目標が一八七・三〜二〇一・四GWなので太陽光はその五五〜五八%を占める）であり、二三年末までの導入量は七三・一GWだから、その差三〇・四〜四四・五GWを埋めるには毎年の導入量を増やす必要

がある。

さらに言えば、次の三五年、四〇年目標を考えるならば、急ピッチで導入量を増やすことが求められる。太陽光発電には風力発電と並び、最エネの先頭に立ってほしい。

資源エネルギー庁「今後の再生可能エネルギー政策について」（二〇二四年五月）によると、国土面積当たりの太陽光導入量は日本がトップで、km当たり一七五kWあり、ドイツの一六五kWを上回っている。平地面積でとるとさらにその差は大きく、日本はkm当たり五一四kWでドイツの二四三kWの二倍だと強調している。日本の努力の大きさを強調したのであろう。しかし再エネの比率で言えば、二三年度で日本の電源構成に占める再エネは太陽光を含め二四%であるが、ドイツはすでに五五%になって

図1 太陽光発電の導入量推移



出所：資源エネルギー庁「再生可能エネルギーの導入状況」2024年6月

注：図中の推計値の0.5GWは、固定買取制度を使わない・営農型でPPA（電力販売契約）の導入量の推計値である。

いる。ドイツは太陽光に加え、風力、バイオマス発電が大きい。進めやすいところで多様に急増を図っている。

日本の場合、今後はさらに風力、バイオマス等、特に洋上風力の急速な拡大は大事だが、時間がかかる。太陽光の設置を増やす面積は後に述べるように大きくあるし、準備期間は短いので、急ピッチな増加を求めたい。

太陽光のパネルを、今まで設置した面積でみると、農地面積（農地転用で営農を廃止した分）で一三〇〇年に一・三万ha（農水省農村計画課）、林地をつぶして設置した面積で一三〇〇年に一・九万ha（林野庁調べ）、この合計が三・二万haと極めて大きい（これ以外に営農型発電があるがその下部の農地面積は一三〇〇年で〇・〇九万ha）。これらはパネルを直接地上の上に置く形の「野立て」と言われる太陽光であり、農地を維持しその空中にパネルを敷く営農型とは区別している。

この野立ての太陽光は、メガソーラーを代表に、適地はすでになく、無理に傾斜地や尾根筋に向かえば崩落の危険性が高まっている。農地については、農振農用地区域は農地が重要なので、農振農用地区域の外の農地に野立ての太陽光は誘導され、いずれも農地を転用し、つぶしたうえで、パネルを設置してきている。

しかし日本の食料安全保障が重要な課題になる現在では、そうした農地も今後は大事になり、農地をつぶす

野立て方式は避けなければならない。林地でも林業の活性化が期待されているので、メガソーラーのような方式は今は避けなければならない。また買取価格が二三年度では一〇円(一〇〜五〇kW未満)、九・五円(五〇〜二五〇kW未満)まで下がっていることで、野立てでは新規の取り組みは少なくなっていることも指摘できる。従来の固定買取の下のような高利潤は期待できず、取り組んできた多くの業者が手を引き始めている。

他方で、買取時期初期の急ピッチの太陽光の拡大の大きさ、この動きを再度、別の方式である営農型で達成しないと、目標に到達できない。メガソーラーは模倣しないうえ、それに匹敵するだけの面積の増加がこれから必要なのである。

もともとわずかな人や団体・企業が着目していた、日本発の技術である営農型発電(ソーラーシェアリングとも)、これの急増が必要である。農地を農業のために有効に活用し、その上で農地の上に太陽光パネルを展開して発電するやり方である。営農型発電はパネルの支柱のために農地の一時転用を申請するので、一三年からの導入面積が分かる(上記の〇・〇九万ha)が、野立てのそれから比べればはるかに少ない。野立てと比べ、太陽光の設備の費用が余計にかかるものであるし、なかなか高利益を生まなかったのも、大きくは増えていない。

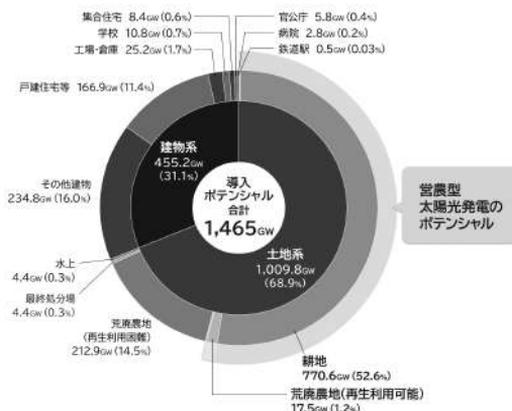
しかし、再エネ拡大の意義を理解する人々や法人は、野立て方式が認められない農振農用地区域内の農地等で、営農型を展開する努力を始めている。新規の野立ては急速に減少し、農振農用地区域外でも営農型発電が見られるようになっていく。

そして固定買取は採算が合わないのでFITをやめて、関係者は新電力会社を経由し需要者に電気を渡す方式の電力販売契約(PPA: Power Purchase Agreement)を結ぶことで費用を回収する工夫をしている。高利潤にはならないが、費用回収を念頭に関係者が努力している。コストが下がるにつれ固定買取価格を引き下げてきた政府の方針として、買取価格を引き上げ従来の方式に戻る姿勢はないので、PPAで行かざるを得ない。これらの契約の仕方は実例を紹介する節で見ることしよう。

2) 太陽光発電の導入の適地は極めて大きい

環境省の推計では、二〇五〇年の営農型太陽光発電の導入ポテンシャルは、耕地(畑作・稲作)七七〇・六GW(設置可能面積換算・約一九二・六万ha)、荒廃農地(再生利用可能)一七・五G(同・約四・四万ha)あり、これは太陽光発電の三〇年目標の七倍から八倍にあたる。面積としても膨大な面積である。五〇年までに利用

図2 2050年における太陽光発電の導入ポテンシャル推計結果



出所：環境省「令和3年度再エネ導入ポテンシャルに係る情報活用及び提供方策検討等調査委託業務報告書」を
 基に、三菱総合研究所が作成した「営農型太陽光発電の導入拡大に向けて―農業生産と太陽光発電の両立
 を実現する施策強化を」（2024年12月）による。
<https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/report/r03.html>（閲覧日：2024年
 11月29日）

注：土地系（耕地）の設置可能面積算定係数の設定
 耕地は、営農型太陽光を想定した。一律の算定係数は設定せず、各筆ポリゴンの5m内側に作成したポリゴ
 ン面積を設置可能面積とした。

しようとすれば利用できる農地は農振農用地だけでな
 く、適地であれば農振の外でも営農型で利用可能な面積
 を数え上げている。

農地については、農水省統計部が標本調査などから整
 備した「筆ポリゴン」の農地の区画情報による。これを
 もとに営農型太陽光の設置可能面積を推計したものだ
 が、傾斜や日照等、他の条件を反映せずに計算している
 から、農地という農地にすべてパネルを設置しまくると
 という計算であり、現実的ではない。諸条件を考えたうえ
 で、これ等の可能性のある農地の何分の一かを時間をか
 けて整備していくというのが実際の姿であろうが、しか
 し、その基礎的条件に会う農地が膨大にあるということ
 は分かる。

さらに建物等の面積も大きく、これに軽くて曲げやす
 い特徴を持つペロブスカイト太陽光パネルの設置が、屋
 根置きだけでなく、壁や窓等への社会実装として実現す
 れば、飛躍的に面積を増やすことが可能になる。政府は
 四〇年には同タイプの展開で二〇GWを期待し、家庭の使
 用電力の1割程度を賄う発電規模になるとしている。

**3) 東京電力等の電気料金より安くなった太陽光
 発電の供給価格**

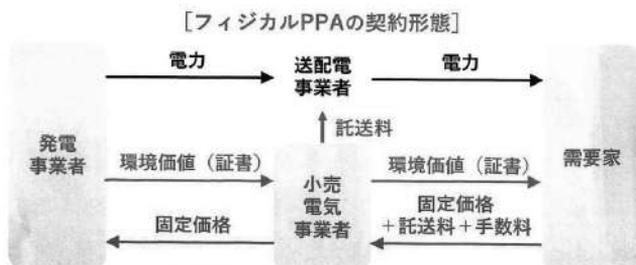
下記は、自然エネルギー財団『コーポレートPPA

----- 太陽光発電は営農型・PPA(電力販売契約)の劇的増加で再エネ目標越えへ

図3 フィジカルコーポレートPPA(高圧)の契約形態と諸コスト

1-2: フィジカルPPAの契約形態

フィジカルPPAでは遠隔地に建設した発電設備の電力と環境価値をセットで需要家が購入する。オンサイトPPAと同様に固定価格。



2-2: フィジカルPPAのコスト(高圧)

フィジカルPPAの契約単価は需要の増加によって2023年度に上昇したが、通常の電気料金と比べると低い水準。

kWhあたり	フィジカルPPA (太陽光、高圧)	通常の電気料金 (高圧)
発電コスト	13~16円	20.5円 (燃料費調整額を含む)
小売コスト	3円	
託送料 (送配電コスト)	4円	4円
合計 (需要家コスト)	20~23円 +再エネ賦課金	24.5円 +再エネ賦課金

* 上記のコストは2023年度の全国平均の水準を自然エネルギー財団が推定(消費税を含まない)。フィジカルPPAの発電コストは発電設備の規模、地域、設置条件によって異なる。通常の電気料金は燃料費の激変緩和措置(高圧、2023年1月分から実施)の値引き分を含まない。2024年度から導入される託送料の発電側課金、および容量拠出金は考慮していない。

日本の最新動向・二〇二四年版』(二〇二四年四月)二三ページ、オフサイトコーポレートPPA(高圧)の中のフィジカルPPAの契約形態と諸コストを示したものである。なお電力は電圧により、高圧は五〇〜二、〇〇〇kW未満、低圧五〇kW未満、特別高圧二、〇〇〇kW以上に分けられるが、推計は高圧と特別高圧のみで、数の多い低圧は示されていない。

電力の需要者が自己所有の土地・建物に太陽光発電を発電事業者に設置してもらうオンサイトコーポレート、これだと新電力会社を間に入れずに、直接電力を得るのでコストも安い。しかし自社所有の土地・建物はどうしても限られるので、他人の土地や建物を使いそこに業者が太陽光を設置するオフサイトのやりの方が、機会としてはは多い。

以下の事例ではオフサイトのそれを使う。発生電力は電力会社の系統線を通じ新電力会社が供給する。このオフサイトには、フィジカルPPAとバーチャルPPAとがある。電力の需要者が電力と環境価値をセットで購入するのがフィジカルPPAであり、環境価値だけを扱うバーチャルPPAである。ここではフィジカルPPAをとりあげる。図3を見てほしい。

同財団が対象の会社にオフサイトのフィジカルPPAを対象にヒアリングを行い、それをもとに推定したものを

がこの図になる。最初に、図の1〜2で示されている「フィジカルPPA」の契約形態を見ておこう。左端の発電事業者が太陽光パネルで発生させた電気(環境価値を含む)を、新電力会社(図では小売り電気事業者兼送配電事業者・電力自由化で電力販売事業に参入した小売り電気事業者)経由で電力会社の系統線を使い(託送料を支払う)、右端の需要家に届ける。需要家はこれらの三者で結んだ固定価格(二〇二〇年に近い長期の固定価格)に、新電力会社への託送料・新電力会社の利益を含むコスト(ここでは手数料と表記)を乗せて払う。

図の2〜2で示されている発電コストは、発電事業者が新電力会社に売る上記の固定価格を示しており、この価格で発電事業者はコストを回収する。そして新電力会社は小売りに至るまでのコストそして送配電網を使うので一般送配電事業者(旧一般電気事業者から送配電部門が分離され一〇の供給区域にそれぞれ一社認められた)に払う託送料、これ等をすべて合計したものが二〇〜二三円になり、需要家がこの価格で購入していることをあらわす。

この二〇〜二三円が環境価値を含めて需要家がい取った電力の価格であり、電力会社の通常の電気料金より安いことが示されている。この状況では、高圧のオフサイトPPAが拡大することになる。補助金の必要もな

い。もちろん、今後の化石燃料の原料価格の見通しの問題もあるが、それが高価格を維持して電力会社の電気料金が高めのままであれば、無料の自然エネルギーに依存するオフサイトの固定価格は有利になる。またパネル等の原料価格が継続的に下がるとすれば、営農型がより一層有利になり、増える方向が明瞭になる。

もちろん、以降に述べるが、収支があうようになったとしても、関係する地権者や農業者が団地的に営農型発電設備の設置に賛同し、あるいはそれに参加・自営したりすることがなければ、営農型は増えない。営農型設置の増加は簡単ではないのである。

4) 高圧の営農型太陽光発電に取り組む鈴鹿グループの実績

―開墾農地も一〇年目は熟畑とするか・ガイドラインは単収減二割以内適用で一〇年超銀行借入が困難に・荒地農地適用には柔軟さが必要では―

高圧の営農型発電はすでに増えてきているが、ここまでは直近で作られた発電所を紹介する。高圧の営農型発電の設立に多くの経験がある鈴鹿グループが、賛同者が多い耕作放棄地の旧梨園を農地として回復し、そこに営農型発電所を設置した事例である。

① 株式会社鈴鹿グループの概況・実績

もともと電気設備工事を主に三重県内で実績を上げてきた総合建設企業だが、FIT制度の仕組みの下、太陽光発電所の施工を積極的に引き受け、その実績は大きい(二〇二四年の全体の売上高はグループ連結で一三〇億円)。

自社所有の太陽光発電所もあるが、多くは施工後に事業者に売り渡す仕組みで、特別高圧や開発面積の広い発電所にも取り組んできている。同社の基本は、事業用地の取りまとめ、開発設計、許認可申請、調達、施工を一貫して行い、太陽光設備の所有者になる事業主(大手企業等)のオーナーに引き渡す(一部には共同出資もある)。引き渡した後の下部農地の営農やメンテナンスを鈴鹿グループが受ける形で、事業全体が機能するようにその後も関わっている。

② 荒廃農地の開墾による営農型発電への取り組み

最近では野立ての開墾地がなくなってきている。またメガソーラーのように無理に尾根筋等の山林を開発すれば、景観を妨げ崩落等の危険性が増している。

他方、優良農地として維持されるべき農業振興地域農用地区域でも、農業者の高齢化・担い手不足でかなりの農地が荒廃化している。ために遊休農地(荒廃農地)を開墾し、農地として活用しながら再エネ開発を目指す取り組み(営農型太陽光)が伸びてきている。この開墾農

地は、「規制緩和」で「周辺農地の）おおもむ八割以上の単収を確保する要件を（既墾地のように）課さず、農地が適正かつ効率的に利用されているかによって判断される」となっている。農業委員会の一時転用の更新の三年目や一〇年目においても、（機械的には周りの熟畑の単収八割以上の要件を適用せず）適正かつ効率的に使われていれば、更新が確実なので、融資する銀行等は一〇年以上の貸付を安心して実行することになる。下記の事例はそうした例である。

③ 愛荘町の旧梨園を開墾した農地での発電と営農の仕組み

それを見るために筆者は隣りの滋賀県愛荘町を訪問した。同町での旧梨園を営農型太陽光発電所（二四年九月完工）に変える、鈴鹿グループの取り組みを見させてもらった。この放棄されていた梨園を見つけ出したのは会社自身だが、会社が農業法人スプリングファーム（一七年設立・すぐに農地所有適格法人へ。一九年認定農業者。二二年一月から営農型太陽光の下部の営農を実際に始めた）を有していることが大いに効果を上げている。すなわち二二年春に写真の荒廃化している農地（**下記の写真二枚参照**）を見出し、地権者等に営農型発電の話を持ち掛けている。適地を見つけ出すこの努力は大きい。

愛荘町の旧梨園は、昭和三〇年代に公共事業として地域の山林を開墾し梨園にしたもので、当初は観光梨園も含め営農が行われていたが、昭和の後半から管理が行き届かなくなり、廃園化していった。そして多くの地権者は売却を望み（一部は自ら農地として利用する農家もあるが）、営農型として発電がなされ農地はスプリングファームが使うことを希望した。同町の農業委員会も発電の支柱のための一時転用を認め、この企画を応援している。結果として、三・四haが同農業法人に売却ないし賃貸され、うち二・四haが太陽光パネル設置に使われている。作物の多くはブルーベリー、ヒサカキ、ユーカーリ、蜜源としても利用される予定である。太陽光パネル五千枚強、容量三、〇八五kWdcで、発生電力は一、九九九kWac、これは一般家庭約八七六戸の使用量に相当する。

「持続可能なむらづくり」の協定書結び、発電所の土地管理、営農、発電所の運営を取り決めている。地元竹原自治会、土地管理と営農を担うスプリングファーム、これを管理する鈴鹿グループ、そして鈴鹿グループから購入した発電事業者の合同会社RJファイン、この四社が調印し、地域の活性化、脱炭素社会を目指し、働く場と地元特産品の開発等もうたっている。合同会社RJファインは自治会活動に協力し自治会協議費用を払っ

ている。農地はスプリングファームが所有しないし賃借りし、地上権で空間をRJファインが利用している。なおスプリングファームは地元の方を優先的に雇用し農業に従事してもらう。RJファインは発電事業で収支を上げ、資金の回収を図るとともに、営農への支援金をスプリングファームに払っている。

④ 導入されたガイドライン―開墾農地も一〇年目は周辺熟畑の減収二割以内の規制

営農型発電の趣旨は下部の農地の維持と発電の両用なので、減収しても周辺農地の八割以上という単収確保要件がついている。収益が低い営農に力を入れず、利益の大きい発電事業のみに注力するのは、一時転用許可の要件に反する、としているのである。

しかし営農型発電の制度が導入されて以降、これを守らない事業主が一部に見られ、ために農業委員会は指導したが、従わない発電事業者が見られた。そのため、農業委員会の一時転用許可の判断を、「通知レベル」ではなく、農地法の施行規則にうたい、これを守らない場合は発電をとめ施設撤去にまで踏み込む法的仕組みを、二四年に農水省は作り上げた。そして新たにガイドラインも設けているが、そのガイドラインに遊休農地であって一〇年を経過すれば周辺農地と同じ農地レベルになっているはずだとして、一〇年後の一時転用継続の際、八

割単収以内という要件を新たに導入した。

結論から言うと、この要件をすべての荒廃農地で確実に守ることは難しいと思われる。開墾・開発した農地になかにはなかなか「熟田・熟畑」化が難しく、守れない可能性があるのである。金融機関はその不安がある以上、一時転用の更新が一〇年後に認められない可能性があるとして、長期融資しないことが実際起きているのである。

案内していただいた森義彦鈴鹿インベストメント取締役・スプリングファーム代表取締役の弁では、ガイドラインで金融機関が長期貸付しなくなり、ために鈴鹿グループとしては荒廃地に取り組むのを今では停止しているという。熟畑化の実績や自信はあるので十分な自己資金があれば取り組めるが、発電事業は巨額資金が必要なので金融機関からの借入は必至であり、その機関が貸し付けないとすると事業は諦めざるを得ない。

もっとも一〇年目でも単収二割減以内の約束は、既耕地であれば十分に可能だから、今後の事業展開は、荒廃農地は諦め、既耕地に絞らざるを得ないのではないかと、このことだった。しかしそれなりの広い団地を確保しないと高圧の発電事業ができないが、既耕地は多くの地権者や耕作者が関わっているので、営農型発電の同意を地域全体でとるのに苦労することになる。営農型発電事業



写真（鈴鹿提供）：上は旧梨園の荒廃地と下は開墾された農地の上立つ太陽光パネル

を大きく増やすのに苦勞せざるを得ないのである。

単収二割減以内という取り決めは、日本発の営農型発電の提唱者である長島博士が既耕地を事例に述べ、発電パネルの支柱やその周辺では作付け・収穫が面積的に二割はできないことを理由に提唱したと言われる。ということは、発電パネルの下でも、その二割の面積を除けば、単収は他と同様という考えである。

しかし荒廃地のように開墾した場合は、熟田・熟畑には時間を要する農地が多く、一律に単収二割減以内、を一〇年で求めるのは難しいのであろう。従来のように「適切な営農」を確認することで許容し、今と同じように荒廃地の開墾ではその一時転用を一〇年時でも可能になるようにすることが求められる。適切な営農であること、指導普及機関である改良普及所等で確認すればよいと思われる。この方式をとらないと、放棄される貴重な農地がそのまま継続・拡大することが憂慮される。

最近の新聞報道では、大手農機具メーカーのクボタが茨城県にある大規模工場の電気を営農型発電で賄うとのことである。周辺の県の放棄農地が想定されているので、既に実行されたところはよいが、今後が心配である。

クボタは自ら発電事業者になり、農業は協力農業法人グリーンウインドに依頼すると報道されている。

大手不動産会社の森ビルも、地域の電気設備をビジネ

スとしている協業者のエコ革ファームが自ら農業法人を持ち、営農型発電に取り組み、都内の高層ビルに供給するという。荒廃農地を対象にしているようで、これらの計画がガイドライン導入以降も予定通りに進捗することが期待されるが、団地を確保しやすい荒廃農地で高圧の営農型の展開の流れが遮られることのないように、ガイドラインの柔軟な適用を望みたい。

5) 数が多い低圧型・営農型発電の状況

①太陽光施設が農業を支援する茶園の事例

営農型太陽光発電の下部の農業については、なかなか所得が上がらないため、発電側から支援が多くなされている。しかし逆に太陽光発電施設を有効に使い、下部の農業の生産物の販売単価や収量を引き上げて、農業が十分な所得をあげているケースもある。

その典型が茶園である。単価の高い玉露や抹茶のための碾茶生産には、寒冷紗を約三週間かけて太陽光を遮る必要があるが、写真は太陽光パネルを支える支柱にロープを渡すことでその寒冷紗を広げ、茶園の上を覆っている様子である。伝統的な茶園では、通常は寒冷紗を広げ茶園を覆うための支柱や箱型にするための施設を、その時期だけ、費用をかけてわざわざ用意するが、太陽光施設の下ではそれが不要である。最近のお茶の需要は玉露



寒冷紗を一部外した状態の茶園(静岡県富士宮市・カネハイファーム後藤繁生氏提供)

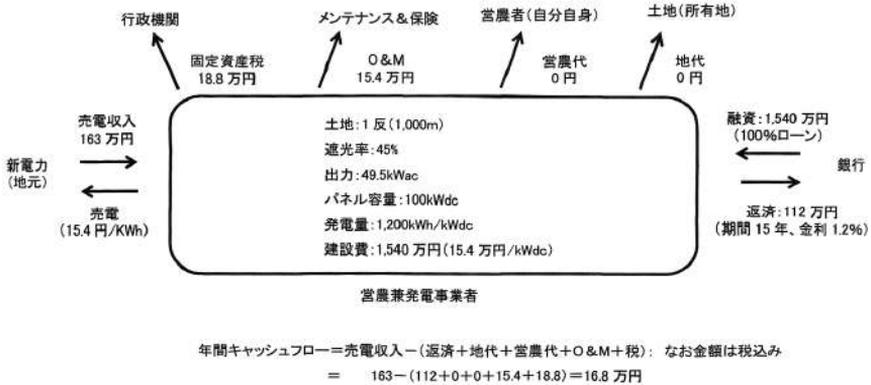
や抹茶に移りつつあるが、そのための費用や手間がかかるために、茶生産トップの静岡県では多くの生産者が従来の煎茶生産から抜け出せず、結果として茶園面積が減り生産が縮小している。それでもなお煎茶の消費者価格は二四年度激しく低下している。

答えははっきりしている。太陽光発電で電気の売上と同時に、売れるお茶で売上を上げることである。そのことに気が付いた茶園の経営者は、巨額な借入金だが調達し、自ら発電事業者になっている。お茶では農業経営者が発電事業を兼ねるのが多い。紹介する後藤氏はそうした事業者の一人である。富士宮市は県内では後発の産地なのでブランド力が弱く、茶の単価が一段と低いが、これを取り返すべく玉露生産に取り組んでいる。一〇a当たり生産収量は慣行栽培と営農型発電ともに四〇〇kg、荒茶はともに八〇kg、しかしこれが市場出荷価格はkg当たり(二〇二三年価格)で慣行の煎茶は千円、営農型の玉露は二千円と倍の差になる。碾茶を経て抹茶にすれば、量は落ちるが単価はさらに上がり、輸出を含め拡大した需要が待っている。

その上、お茶は遮光率が五〇%でも収量は維持できるのでパネルは広く大きい。そのパネルが霜を呼ぶ冷気を防ぐので、茶園でみられる凍霜害防止の扇風機はここでは不要である。

----- 太陽光発電は営農型・PPA(電力販売契約)の劇的増加で再エネ目標越えへ

図4 カネハイファーム後藤氏の構想する事業モデル



上記の図4はFIT(固定買取)に依存しない、同氏のオフサイトPPAの事業モデルを示す。発電の需要先は決まっていないが、この事業計画で相手を探すことになる。

同氏はそれまでのIT産業勤務から親の茶業経営を引き継ぎ、一四年から毎年のようにFITを使い、営農型発電を設置し続けてきた。計一二基(うち二基のみ地上型・また一基のみブドウ栽培)を稼働させているが、すべて発電出力五〇kW以下の低圧である。

今回はnon-FITによる営農型を構想し、モデルは茶園一〇aに遮光率四五%でパネルを敷く。建設費は一、五四〇万円を予定しkW当たり一五・四万円だから、かなり安く工事費を押さえている。売電価格はkWh一五・四円として、パネル容量×発電量×(一〇〇・一二・ピークカット率一二%)に、価格を乗じると売電収入は一六三万円になる。

資金は、今までの多くは固定買取の発電所であり農協ないし静岡県信連からの調達だったので、今回も農協系で資金を依頼したいという。返済期間一五年、金利一・二%と有利な条件を期待している。売電収入一六三万円、これから返済一二二万円、メンテナンス及び保険一五・四万円、固定資産税一八・八万円を引いて、残りが一六・八万円になる。農業者は自身なので営農代を支援

太陽光発電は営農型・PPA(電力販売契約)の劇的増加で再エネ目標越えへ

することなく、所有する農地の地代もゼロとして、それらの評価はすべて一六・八万円の中にあるという考えである。その意味で自作農による営農型発電というギリギリの経営であり、返済が済む一五年のあとに本格的に利益が入ることを期待する。

もちろん売電価格が一六円以上になればありがたいが、現時点ではこのレベルではないかとみて、金融機関が一五年貸し付けに応じるか、ここが大きな課題としている。

発電事業の利益はわずかで、茶生産の利益も当てにした経営だと言えよう。同氏は並行してイチジク・ブドウの営農型を三基考えていて、低圧の発電を数多く考え、利益をまとめて得ることで経営全体の展開を検討している。

②中部ソーラーシェアリングやろまい会の事業モデル

下記の図5は、地域の企業者達で作る一般社団法人「中部ソーラーシェアリングやろまい会」が検討してきた事業モデルである。同代表の北井久美絵氏が二四年五月の全国町村会主催シンポで説明してくれた。事業化にまだ至っていないが、数字を示しているので大変参考になる。しかも補助金前提だけでなく、自立して事業が行えないかという検討でもあるので注目される。

二〇aの農地の上に遮光率三〇%台でパネルを並べた

図5 中部ソーラーシェアリングやろまい会の「投資コストを償却期間の17年で返済する事業モデル」



出店：2004年5月10日全国町村会主催の都市・農村共生社会創造シンポジウム：同やろまい会の「営農型太陽光発電による新たな農業の可能性の報告より」。

営農型発電は、建設費二、一六〇万円で立ち上がりとしている。年間のキャッシュフローは、新電力会社への売電価格をkWh一四円として、収入は一九二万円(発電量×パネル容量×売電価格×ピークカット率)、これから年返済額一三〇・四万円、地代二万円、営農代一〇万円、メンテナンス及び保険一三・二万円、固定資産税と消費税一・九万円を引くと、残り二三・五万円になる。これは建設費二、一六〇万円と融資額一、九四四万円との差である二一六万円、これは自己資金で賄うが、この資金を一〇年かけて回収する毎年の額と事業者への少しの利益に充てられる。

営農代は、サツマイモ及びチコリの作付けだが、通常に期待される農業者の一〇a当たり年間農業所得に達する額になるように、発電事業者がその不足分として、農業者に一〇万円払う。農業を維持するために事業者が負担するのである。

売電価格は一四円だが、上記のように発電事業者の利益は少ししか入っていないので、その分、売電価格をより高くする必要がある。また銀行の一七年長期返済を想定しているが、通常一〇年、長くても一五年が銀行の考えだろうが、これも交渉ごとである。

このスキームでは、建設費二、一六〇万円をパネル容量の一・二〇kWで割ればkW当たり一八万円になっているの

で、事業者は相当工夫し安くしている様子が分かる。

これらを基礎に新電力会社がいくら買値を上乗せするか、電気の需要先との折衝に係る。新電力会社のkW当たり利益込みのコストを一〇円とみて、二四円なら買値は見つかるように思われる。しかし新電力が買値を一円上げれば需要先は二五円になる。電力会社からの価格より高くなる可能性がある。再エネだから高い値段で買ってくれるように説得できるかどうか、また銀行が一七年を認めてくれるかどうか、厳しい折衝が待っている。

③ 農業・農村の再エネはまずは地産地消へ

以下は、千葉県匝瑳市で県下最多の営農型発電所を経営する、地元資本の「市民エネルギーちば株式会社(みんエネと略称)の最近の営農型発電のスキームである。同社は子会社を含め、一四年に市民出資のソーラーシェアリング(発電量三五・〇七kW)を自分たちの手で建設して以来、これまでに低圧を約三〇カ所、一・二MWのメガソーラーを含む高圧二カ所と合計二・七MWのソーラーシェアリングを運営する。これからは大規模に行われた土地改良事業で生まれ放棄されていた余剰地に、二・七MWのメガソーラーを設ける予定である。これまではFITを利用し営農型発電で伸びてきたが、最近ではnon-FITの営農型に取り組み、**図6**は電気を隣の「産直センタ

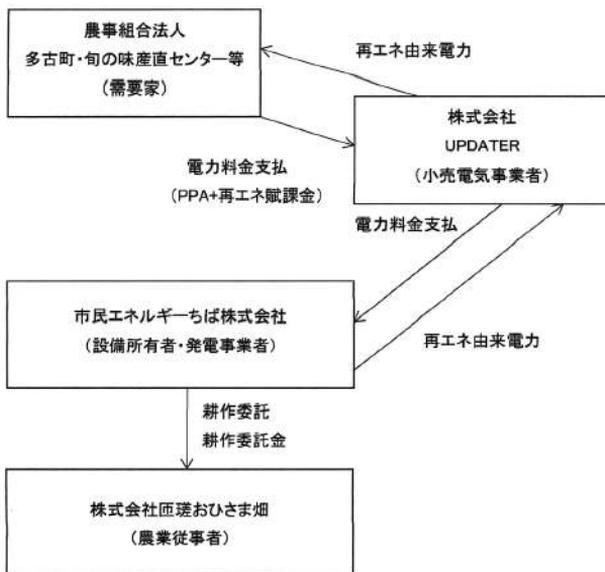
太陽光発電は営農型・PPA(電力販売契約)の劇的増加で再エネ目標越えへ

」に新電力会社を通じ販売するオフサイトPPAである。農業は地元で作った農業法人「おひさま畑」が営農資金の応援を受け活動している。新規就農の若者にとり就業チャンスになっている。この詳細は、環境省の補助金を含め、堀口稿「営農型発電で電力を地産地消」（現代農業二四年八月号）で見てもよい。

図7も、みんエネが匝瑳市と東京都江戸川区との連携協定をもとに、再エネ電力を起こし江戸川区の中学校に送る仕組みを示している。離れている施設に電力会社の送電線を使い供給する。江戸川区は再エネを公共施設に提供すべく、区内で屋根置き太陽光発電設置を進めてきたが、いっばいになったので、匝瑳市に助けを求めたのである。図の中の太字で示される、発電事業者・みんエネ、電力を購入する江戸川区の中学校、間に入る新電力会社の「しおさい電力」、この三者が契約（PPA）を結び、長期の固定価格で電力の生産販売を行うもので、三者はそれぞれ利益を得るスキームである。

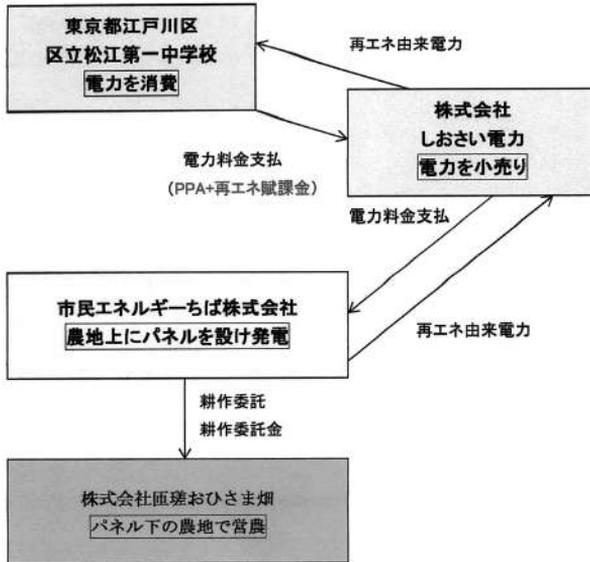
発電は低圧の二基を中学校に充てるが、一基一五〇〇万円の設備費、パネル容量は七〇から七五kWなので、kW当たり工事単価は二〇万円ほどになる。単価は、現在の固定買取価格は五〇kW以下でkWh当たり一〇円だが、それ以上の価格でなければこのスキームは採算が合わない。kW当たり二〇万円の工事単価であれば、みんエネか

図6 地元に電力を回す「みんエネ」の事業スキーム



----- 太陽光発電は営農型・PPA(電力販売契約)の劇的増加で再エネ目標越えへ

図7 匝瑳市と東京都との協定に基づき江戸川区の中学校に電力を送る



ら「しおさい電力」への売電単価は一〇円台の半ば以上の水準が必要であろう。東京都はこの価格関係が成立するように、工事費の半分を補助し、中学校への新電力からの提供価格が従来の東京電力のそれより安くなることを支援の条件にしている。

パネル下の農地は、大豆・麦を予定し、図にあるようおひさま畑が借りて農業を営む。耕作規模が小さくなかなか採算が合わない。ためにみんエネから耕作委託金を受け、これで継続し安定的に農業が維持されている。金融機関からは一五年の長期返済資金を借入れ、自己資金の四〇〇万円はみんエネを支援する市民に社債を購入してもらっている（年利〇・九％の一〇年償還）。

現在の条件下では、地権者や農業者の同意があれば、それも団地的にまとまれば、高圧、特別高圧では三者いずれも利益を得る関係にある。他方、系統接続がしやすいメリットのある低圧だが、概してコストが高く、補助金を受けることがかなり条件的に必要なケースが多いようにみえる。もっとも長期融資を求めたりする関係者の自律的な努力はなされている。

④今後の課題

今後の再エネの広域的な展開を考えれば、日本政府が二六年度から本格導入を予定する温暖化ガス排出量取引は注目される。排出削減を守れなかった企業が他から排

出枠を購入しない場合、課徴金を課すことで取引制度の実行を迫る。素案では、鉄鋼や電力のほか、航空や物流、食品製造など三〇〇〇〜四〇〇〇社・排出量が年一〇万トン以上の企業に、毎年排出枠を定め、それを超える排出をせざるを得ない企業は、その分の排出枠を取引市場で購入しなければならぬとする。すでに先行しているEUでは、排出量取引制度では二三年二月トン一〇〇ユーロの高値が出ている。EUのカーボンプライシングの価格は、二四年平均、二酸化炭素換算でトン約一万円(六五ユーロ)である。日本の同制度の導入は極めて遅れているが、それでも着実に実行されるならば、市場での高値は、例えば上記オフサイトPPAの需要家の買値を引き上げるようになる。環境価値の価格も上がる。その結果、オフサイトの関係者の利益が上がり、またそれに参入する企業や団体・関係者の数が増えるであろう。営農型の面積も急ピッチで増え、また再エネ全体の拡大に貢献することが期待されるのである。

なお営農型発電の求められる成果として、同じ条件にある周辺農地の単位面積当たり収量の二割減以内、という条件はあくまでも最低の条件であり、限りなく同等の収量達成が求められている。営農型発電がその面積を拡大し、地域の総収量に影響することを考えれば、二割減で満足することはできない。日本の自給率に大きく影響

するので、営農型は支柱周りの農地分は栽培できないから減収するとしても、それが限りなく小さなものに保つ必要がある。また研究機関や企業等は、一定の遮光率の下でも、高単収を維持できる作物・品種や栽培方式の研究が求められているといえよう。

小水力発電の現状そして展開の課題

1. コスト削減を具体化した民間の小水力発電所 — 鳥海貝沢発電所の事例 —

合同会社ハイドロパワー 代表社員 金内 剛

1. はじめに

小規模な小水力発電を実現するには多くの解決しなければならぬ課題があります。最大の課題はコストです。この問題を解決できれば小水力発電の可能性は大きく拡大するものと考えられます。

2. 鳥海貝沢発電所の事業概要

鳥海貝沢発電所の事業概要は次表のとおりです。

発電所位置	秋田県由利本荘市鳥海町伏見
最大出力	49.9kw
最大使用水量	0.15m ³ /s
有効落差(総落差)	52.4m (56.3m)
水源(用途)	子吉川水系鶯川(農業用水)
水車	クロスフロー水車(ガイドベン1個)
発電機	永久磁石同期発電機
電力の利活用	全量FIT売電(地域消費型)
運転開始	2023年10月

3. コスト削減に向けた基本的な考え

最大出力五〇kw程度の発電による売電収入は、多めに

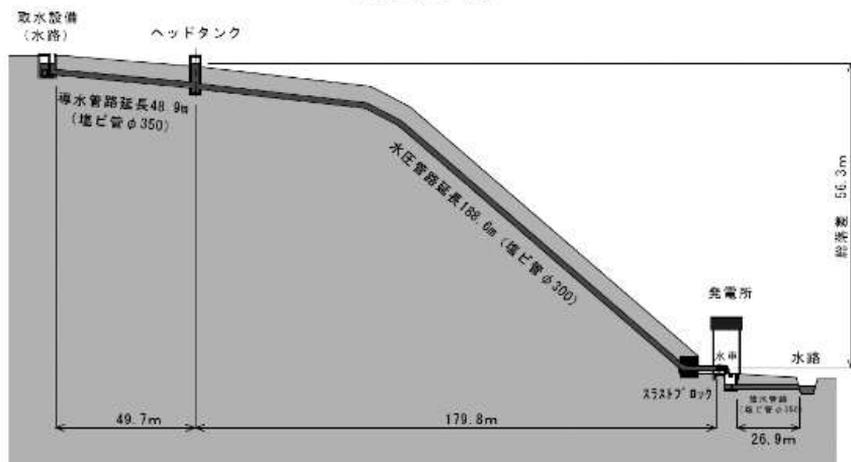
1. コスト削減を具体化した民間の小水力発電所—鳥海貝沢発電所の事例—



再エネの導入状況

縦断模式図

(縮尺：横/縦=1/2)



1. コスト削減を具体化した民間の小水力発電所—鳥海貝沢発電所の事例—

見積もっても年間一〇〇〇万円程度です。表面利回り二〇％程度を確保しようとする、初期費用は五〇〇〇万円程度に抑える必要があります。そのため徹底的なコストの見直しを行いました。基本的な考え方は次のとおりです。

(1) 適地選定

適地選定は大変重要で、事業の成否はほぼ適地選定に関わってくると言っても過言ではありません。適地選定にとって重要な要件は、水量、落差は当然ですが、洪水や土砂災害のリスク、建設コストや維持管理の容易性等を考えることです。

(2) 自社で出来ることは自社でやる

肝心なのはコンサルに丸投げしないことです。コンサルが必ずしも最適な提案をするとは限りません。自ら現地を確認し、自ら考え、自社が出来ることは自ら汗をかくことで大きなコスト削減になります。

(3) シンプルでコンパクトな設備

当発電所では既存の発電所の概念を白紙にし、原点からゼロベースで見直し、シンプルでコンパクトな設備を徹底的に追求しました。

(4) 維持管理の容易性を考慮

発電事業は長年にわたり維持管理が必要になります。特に取水設備の維持管理は重要です。土砂やゴミ等を最

小限の労力で取り除く必要があります。冬の積雪期も管理できるよう取水設備へのアクセスも考える必要があります。

(5) 中間マージンの削減

調査設計や各種手続は自社で行い、各種の工事や設備の製作据付には各々の工事会社やメーカーと直接契約することにより中間マージンを極力排除しました。

このような取り組みにより、表面利回り二〇％を達成する目的が立ったので二〇二一年九月に合同会社ハイドロパワーを創業し、小水力発電事業を開始しました。

4. 調査設計および各種手続き

調査設計および各種手続きは基本的に全て自社で実施しました。地形図は国土地理院が公表している五mメッシュの航空レーザによる3D座標データを活用して作成しました。この地形図はかなりの精度を有しており、小水力発電の工事には十分対応可能です。

5. 取水設備

最も工夫したのは取水設備の設計です。既設の小水力発電所を見聞し、最大の課題はゴミ問題であると認識しました。除塵機を設置した場合、設備費で一〇〇〇万円以上要するので、除塵機無しで取水することにしまし



取水設備

た。

取水方式は、いわゆるチロリアン方式です。運転開始当初は落ち葉や雪がスクリーンを覆い取水不能になったり、泡を吸い込み出力が低下したり、様々な問題が発生しました。

しかし、試行錯誤を重ね改善した結果、ほぼ満足が得られる状況になっています。

取水設備から上流約三〇m区間の水路には水が湛水し、そこに土砂が堆積し沈砂池となります。大雨のときはかなりの土砂が流出しそこに堆砂します。状況を見ながら適宜ゲートを開放し沈殿した土砂を流下させます。ほぼ自然の流れにまかせ土砂吐き作業は完了します。

6. ヘッドタンク

ヘッドタンクの役割は水量が変化しても水車のガイドベーンを制御することにより一定の水位（落差）を維持し、効率的な運転を確保することにあります。一般的に、ヘッドタンクと沈砂池を兼用している事例が見受けられますが、その場合大きな構造物となります。当発電所の場合沈砂池を兼ねる必要がないので、ヘッドタンクをコンパクトなサイズにすることができました。鉄筋コンクリート造で内空断面は一・六m×一・六m×三・三mです。この小さなサイズで特に問題なく運転できていま

----- 1. コスト削減を具体化した民間の小水力発電所—鳥海貝沢発電所の事例—

す。

7. 管路

管材は各種ありますが、三〇〇mm程度の径では最も安価なのが硬質塩ビ管です。この管材は水力発電の技術基準でも認められており、水道などでは五〇年以上の使用実績があります。当発電所で塩ビ管を使用するにあたっては、その特性を踏まえて応力集中、曲げ応力、地震動、水撃力、スラスト力等の外力に対して十分安全であるよう設計施工に留意しました。

8. 流入管、水車

水圧管路の末端にはスラストブロックを設けています。ここから発電所への流入管はφ三〇〇のステンレス管（直管）を使用しています。流入管から水車まではフランジ継手による剛結構造とし、入口弁や水車に作用する水圧を入口管に働く引っ張り力でバランスさせる構造にしています。そのため、水車基礎は水車と発電機を支えるだけのコンパクトな設計となっています。

水車は水力発電の心臓部にあたる重要な設備です。水車の選定では各種の水車を検討し、水車メーカーにも問い合わせるなど、かなり悩みました。そこでたどり着いたのが株式会社海洋開発技術研究所のクロスフロー水車



入口弁、水車、発電機、制御盤

です。この水車は五〇kw以下の小水力発電に特化したもので、ガイドベーンは一個です。オールステンレス製で構造がシンプル、小型、そのうえ丈夫で修理や保守も容易、なにより安価です。国産品なのでトラブルが発生しても安心感があります。

9. 発電機、電気設備

発電機や制御盤等の電気設備は小水力発電で多くの実績を有する東洋電機製造株式会社の製品を特注で購入しました。中間マージンを削減するため電気メーカーと直接取引したので水車メーカーと電機メーカーの調整は自社が担うことになりました。コロナ禍で難しい時期でありましたが、両メーカーのご協力を頂きながら、テレビ会議などで相互に調整を図りつつ設計・製作を進めることができました。

電気設備のコスト削減としては、自立運転機能を省いたことです。この機能を省くことでダミーロードや制御器のコストを削減できました。あわせて、発電停止時の無拘束運転を回避する対策として、入口弁を閉鎖してから発電停止することにしました。

10. おわりに

小水力発電事業には大きな可能性と夢があります。し

かし、これを現実的なものとして取り組むとなると前述のとおり、解決しなければならない多くの課題があります。その中でコストの問題は大きなウエイトを占めます。補助金なしでも事業が成り立てば可能性が大きく広がると思います。当発電所の事例を今後の小水力発電事業の実施に少しでも参考としていただければ幸いです。

2. 小水力発電に取り組む人々

— 二四時間稼働の小規模安定電源は各地に必要な…エネルギー分散・地産地消の期待に込めて —

早稲田大学名誉教授 堀口健治

1) 三〇年目標にほぼ近い水力発電—しかし小水力発電が求められる理由

五〇・七GW（二GWⅡ一、〇〇〇MW）という水力発電の三〇年目標は太陽光に次いで大きいが、この大半は、他と異なり二三年末にほぼ達成されている。その中身は、ダム式や揚水式の大規模な大型水力（一〇MW以上）が約四〇・三GWあり、県の企業局や地方公共団体等が手掛ける中水力（一から一〇MW）と各地で個別に手掛けた小水力（一MW未満Ⅱ一、〇〇〇kW未満）の合計が二三年末で九・九GWを開発済みなので、残りは〇・五GWである。なお内訳は中水力が五GWとみられ、小水力は四・九GWをこの一〇年くらいで達成しているとみられるので、ほぼ予定通りに満たせそうである。

だが日本の再エネ全体での目標達成を考えると、水力にはさらに頑張ってもらいたい。なお大型水力や規模の大きい中水力はすでに開発済みで適地がほぼないので、これからは維持管理や効率の向上等に課題が限られる。しかし規模の小さな中水力や、数の多い小水力では、水力発電のさらなる開発・拡大が期待される。

例えば鹿児島市に本社を置く地元資本主体の九州発電株式会社は、一四年売電開始の船間発電所（九九五kW）を一号機として今は七号機まで開発済みで、三号機の大川発電所は一、九九〇kWという中水力発電の事例もある。これらの多くは普通河川で市町村長の許可を得て早期の開発に成功している（**図1の写真を参照**…船間発電所は写真上部の国道沿いにある川から下の川沿いまでの二〇五mの落差で発電し海に放流している）。最近は一

2. 小水力発電に取り組む人々

図1：流水は発電に回し石だけになった鹿児島県肝付町馬口川：水圧鉄管は地中にある



級河川にも取り組んでいるが、工夫次第で地域で規模の大きい発電所建設はまだまだ可能性があるという。また二四年売電の七号機岸良発電所は九九〇kWだが、固定買取制度を取らず、二〇年固定のPPA契約であり、固定買取価格より環境価値を含む高い価格の契約という新しい仕組みに取り組んでいる。

今後は上記のような規模の小さい中水力、そして小水力発電で、数そのものを大いに増加させる必要がある。九州発電株式会社のような中水力にもわたる資源開発の努力を継続するとともに、まだまだ対象資源の賦存量が大きい・各地での小規模な小水力発電を、数多く設けることで役割を強調することになろう。

小水力は、小とはいえ大型や中水力と同じく二四時間稼働の安定電源なので、新電力会社としては欲しい対象であり、自治体は地域電源として多く確保したいところである。

2) 三〇年目標にほぼ近い水力発電—しかし小水力発電が求められる理由

①大型水力等に依存する戦後の電源開発の下、自力で小水力発電を開発した民間の事例

無灯火村を多く抱える地方の農山漁村は、一九五三年施行の農山漁村電気導入促進法に基づき、水力発電に取

り進む動きがあった。電源は水力しかない時代である。

地域で農業等を営む者が営利を目的としない法人（農林漁業団体、という）を組織し、自治体に申請することで日本政策金融公庫（および沖縄振興開発金融公庫）から融資を受ける事業が始まった。融資のみなので、出資を募りあるいは負担しあい、また工事には住民が多く出役して発電工事に取り組んだ。このおかげで、初めて電灯が家庭に灯り、また電気を利用した村での野外映画会のことなど、多くの『村史』に書かれる出来事であった。

水力発電としては本格的なもので、中小河川に取水のための通年の発電水利権を旧建設省等に申請して取得し、堰を設けて水を引き入れ、隧洞等も使い、延々と村近くの高い地点まで引き寄せる。そして落差を利用し発電する仕組みである。

全国で多くの事例が見られたが、火力発電所等が電力会社により広く導入され、安定電源として各地に電力が供給されると、これ等の小水力発電所は廃棄されることになった。その中で、中国電力だけは取締役の織田史郎氏が持論として、小なりと言えども再エネによる電力の意義を主張し、退職して当時のイームル工業に移ったのちも、中国電力にこれらの小水力の電力購入を働きかけていた。総括原価方式で小水力発電が再生産でできるよう、毎年、買入れ価格が中国電力と小水力の集まりで

ある中国小水力発電協会（事務局は広島県農協中央会）の間で折衝がなされていた。

これが仕組みとして残り、全量購入で中国地域の各地の小水力発電所が継続したのである。二〇一二年ではピーク時の約半分の五三の発電所が残っており、当初の住民団体から総合農協や電化農協（専門農協の一種）、自治体等に経営主体は変わっていたが、二九事業者が出力平均一九二kWの小水力を動かしていた。これらの歴史等は堀口著『地域貢献の小水力発電―協調整型寡占の打破・コスト下げとともに―』（筑波書房ブックレット・二〇二二年）に詳しく述べたので参考にしてほしい。

そして政府への働きかけにより、これ等の小水力発電はすでに半世紀が経過しているので、水車・発電機・上屋・水圧鉄管等の一新を条件に、一二年から始まった固定買取に乘れることになった。当時、総括原価でkW h当たり一〇円前後の買取価格が、固定買取で二〇〇kW未満の小水力発電所の一kW h三四円の調達価格（プラス消費税）・二〇年間、二〇〇〇〜二〇〇〇kWは同じように二〇年間の二九円（消費税別）と、今までの売電価格の三倍強の固定買取制度の調達価格は魅力的であった。

一〇〇〇〜三万kW未満は二四円となっている。しかし更新にあたり二つの問題が障害になった。新規の施設更新のための資金調達、そして装置や建設費等の

2. 小水力発電に取り組む人々

コストをどう安くするか、である。国の補助金が期待できない農協系の発電所なので、固定買取の対象になったとはいえ、これらの問題は大きい。

これらをクリアした鳥取市用瀬町別府（べふ）発電所の事例を使い、以下、説明しておこう。図2は更新前の旧別府発電所で、図3は更新がなった新別府発電所である。なお台風七号が二三年八月同地域を襲い、発電機が浸水被害を受け、現在はメーカーで修理中のため、発電は停止している。

鳥取県土地改良事業団体連合（土地改良法に基づいて設立された法人・県土連と略称）は、農水省の調査補助金を使い、別府電化農協の更新を応援した。必要な調査や申請について知識のない電化農協にとり、専門家がいます。県土連は救いの神であった。県土連に紹介したのは鳥取県小水力発電協会会長の杉原氏（当時）である。

別府小水力発電所は、水車そして発電機、いずれも三井三池製作所製である。イームル工業の水車、明電舎の発電機、という組み合わせが中国地域の古い小水力発電所のひとつでそうであるのに、ここは違う。

県土連が設計業務を発注した先は株式会社荒谷建設コンサルタンタだった。後に説明する「鳥取スキーム」に加わっているコンサル会社である。借入は三億円の巨額だが、二〇年目に借入金を返し終わるやり方である。従

図2：農業水路を真上まで引いて半世紀稼働した鳥取市用瀬（もちがせ）町旧別府発電所



図3：FITで更新できた新別府発電所



来から仕組みのある、集落への発電所からの毎年の支援金を確保しながら、二一年目にはその後も使える発電所と関係施設という資産が残ることになる。

二〇年という長期融資で日本政策金融公庫が半額の一億四、三二一万円、鳥取信用金庫が七、一五〇万円、そして同じ額を山陰合同銀行から、金利は一・〇五％で借り入れている。二〇年を過ぎれば、利益が確保できるので地域への貢献は確実に継続される。

もっとも借入金交渉はきびしいものだったが、別府電化農協は当時の組合長（製材業経営の上紙進氏）と理事の考えがまとまっており、金融機関にそれまでの発電実績量のデータを示しつつ、融資を獲得していった。つなぎ資金も十分に理解した上で、理事として対応した。借入金で理事の個人保証も要求され、理事のなり手が出てくいと他の電化農協等とは異なるところである。

筆者はFITという国の仕組みなので、農協を含め地元金融機関は容易に貸し出すと思っていたが、実際には小規模事業者への貸し出しは簡単ではない。担保の割には事業規模が大きく、天災等の要件も入れると銀行にとり貸し出しの判断が難しい案件のようだ。環境要件だからといって、容易に貸付けすることは難しく、短期ならともかく、長期貸付は無理だといことが多く、自己資本がないのも貸付け側が嫌がる要因になっている。

2. 小水力発電に取り組む人々

ここで杉原氏の取り組みが大事である。県内にある既存の小水力発電機・一一基を取りまとめ、メーカー一社に注文が行くようにすることで競争的価格の提示を求めた。取りまとめ会社（京葉プラントエンジニアリング・以下、京葉プラントと略称）の役割は大きく、チーム全体で競争的な価格提起になるように動いている。コンサル（荒谷建設コンサルタント）・取りまとめ主体（京葉プラント）・メーカー（三井三池製作所）・土木建設関係のチームが作られ、競争力のある価格が彼らから提起されたことが大きい。堀口はこれを鳥取スキームと呼んでいる。

適地は多くあると言われながら、期待ほどに小水力発電所は増加していない。水車や他の事業費が固定買取下で高値独占状態になり、多くの地域でそのことにより採算が合わず、小水力発電の普及が妨げられてきていたといつてよい。水量が豊富で落差が大きい優良条件の小水力発電は、そうした事業費でも採算が取れ、稼働し始めている。新聞等で紹介される多くはそうした所である。また補助金を受けることが可能な発電所も同様だといつてよい。しかし他の多くのところでは、既存のコンサルが提示する事業費では、FITでもコストが取れず、あきらめるところが多くあった。

しかしこれに対して、低コストで採算が取れるように

するグループが鳥取県では現れたのである。この新規参入者はコストを下げ、採算が合わないとする既存業者に対抗して、新たに案を提起したことになる。

その結果、ある事例では従来仕事を一手に引き受けてきた電力系のコンサルが提起するコストと比べて三割も低い額の提示が出てきた。メンテナンスも県内に新会社を設立し対処する方針が示されたので、事業者は安心して依頼できる。これに至るまでに、杉原氏のもとには多くのメーカーや金融機関、リース会社等が、面談に来ていた。同氏はこうした会社の信用力を調べるために、ポケットマネーで来る会社の経営力を調べ、またどのような提案なのか、十分に調べた。これらの調べや、話を聞きながら、最終的にこのチームに任せることにした。その最初の成果が別府発電所になる。

電化農協の財政力や発電所の規模、取水量の大小や導水路の状況等から、実は契約や事業形態は発電所により、同じ鳥取県内でも異なっている。従来と比べ引き下げられた競争的なコストで計算した荒谷建設コンサルの業務報告書を基礎に、施工を行う京葉エンジニアリングが中心になり、個々の発電所と仕組み方を協議している。ただし水車や発電機等は三井三池製作所にまとめて注文が行くようにし、メーカーは電気計装盤を含め一括生産の組み立てで品質やメンテナンスや納期に対応でき

るようにしている。このようにまとめて受注ができるならば、重電メーカーも参入できるのである。

ただし電化農協には経済力には差があり、大きく言って、更新を事業主として自ら行い、水車や発電機等、注文する別府電化農協から、リスクを避けるため二〇年間更新を含め事業を京葉プラントエンジニアリングに任せ、その間は水利や導水路等の使用対価を受け、二〇年後に施設全体を返してもらう農協もある。また京葉プラントエンジニアリングとの共同事業で発電施設を更新する農協もある。杉原会長が取りまとめた鳥取県の一基だがこの中に複数の形態がある。銀行から個人保証を求められ理事のなり手が無い電化農協にとっては、自力での事業は難しく、民間との共同事業が多くなっている。

ただし多様だが基本は地元が発電所を把握していることが大事で、地元への貢献があることが強調されている。色々な事情で共同事業や、さらには事業主を京葉プラントに任せ利益の一部を受け取るところもある。しかし再エネのメリットが地元で落ちず、すべて都市に流れるということはない。水利権や導水路等、電化農協等の地元が確保している。これらの小水力発電所の数が鳥取県より多い広島県では、残念ながら、更新をあきらめて民間に発電所一式を譲渡する所も出てきてしまった。

以下では、事業主体を電化農協にして自力で資金手当

てをした別府電化農協とは異なる事例を見てみよう。ここではA電化農協の事例を取り上げよう。一基のひとつである。最終的には事業費三・八億円ですみ、このうち一億円を電化農協が負担し残りを京葉が負担する共同事業になっている。具体的には送水路や樋門、取水口、ヘッドタンクなどの改修費を電化農協側が負担し、京葉が残りの事業費を負担している。なお施設用地や水利権等は電化農協が従来通り所有する。今回、設備を更新した発電所には、三井三池製作所の水車が導入され、一四mの落差を活用し、年間に一三〇万kWh(キロワット時)の発電量がみこまれる。電化農協は締結した契約書に基づき、電力を供給する発電事業の管理業務を的確に遂行することを約束している。導水路の流量を確保し、円滑な発電事業運営に資することに協力する。共同事業者である電化農協は発電所の管理業務の仕事を委託し、受託管理料を年当り定額を毎年受け取る。

なお中国地域以外の地域では、戦後、農山漁村電気導入促進法で取り組まれた小水力発電所が、そのご廃棄され、遺構として残っているとところが結構ある。水路や堰の遺構、発電所の旧跡などがみられるので、これを現代の小水力発電所として復活させることが考えられるのである。

②小水力発電所設立に最も近い位置にある土地改良区

2. 小水力発電に取り組む人々

土地改良区が中心になり小水力発電を起こしている事例が多いことはよく知られている。農業用水を管理し、そこでの農業水利権を有しているからで、その従属の範囲での小水力発電の水利権は、関係者が同意すれば、申請者が容易に受けることができる。

農水省の農業農村整備事業等による小水力発電の整備状況（二四年三月末時点整備完了済みのもの）は一七七施設とのである。土地改良施設の操作に必要な電力供給などを目的に、出力合計四・八kW、年間約二億三、七〇〇万kWhの発電が可能で、一施設当たり二七一kWの出力を有している。そうした土地改良区の事例を挙げておきたい。

色々な事業を展開している栃木県那須野ヶ原土地改良区連合をここでは紹介しよう。表1に示すように発電所をいくつも有している。この表の他に、二二年四月に送電を始めた折戸発電所がある。有効落差三・九七m、最大使用水量一・六〇m³/s、最大出力四三kWである。らせん型水車で除塵機が不要であり、しかも初めての外国製品（オランダ）購入なので、のちに説明を加えよう。電力の売り方も新しい手法である。

九〇年代初めに早々に取得した落差二八mの那須野ヶ原発電所は、国営土地改良事業として全国で初めて計画設置されたものであり、発電水利権を農水省が有してい

表1 那須野ヶ原土地改良区連合の運転開始時期別小水力発電の一覧

発電所名	有効落差 (m)	最大使用水量 (m ³ /s)	最大出力 (kW)	運転開始年月
那須野ヶ原発電所	28.00	1.60	340	1991年
百村第一発電所	2.00	2.40	30	2006年4月
百村第二発電所	2.00	2.40	90 (30×3)	2006年4月
墓沼第一発電所	29.11	1.60	360	2009年2月
墓沼第二発電所	15.51	1.60	180	2009年2月
新青木発電所	44.00	1.40	500	2014年4月

註：「水土里ネット那須野ヶ原土地改良区連合」（2024年12月）より。

る。

その後の発電水利権は同連合がすべて取得し、発電に自ら取り組むことになる。百村第一（二基）、第二（三基）は〇六年に開設されたものだが、この四基は、同じ農業用水路にある落差工（階段状にして水の流れを弱めるもの）毎に設置するもので、外部で発電機を作成しこれを水路の該当箇所にも置くものである。簡易な現場工事でもコストも安く済むし、工期も短い。同連合はその後、四基を取り払い、最後に発電機を一基にすることで落差をすべて利用する方式を検討した。四基合計では最大出力が一二〇kWだが、これが三〇〇kWに急増するリプレイスである。ようやく二五年度からの着工を予定している。

売り方も工夫していて、生協のパルスシステム東京に、一四年からは百村第一、第二、臺沼第一の発電所、二三年からは臺沼第二そして新青木発電所を、新電力会社のパルスシステム電力を通じて、固定買取価格よりは数円高く販売できている。一六年の電力小売り全面自由化あとは生協の事業所だけでなく組合員家庭にも電力を供給している。

そして表1に載っていない最新の折戸発電所である。これは除塵機を不要とするオランダ製のらせん水車に決まった。国内の水車や発電機のメーカー間の競争が弱

く、海外からの輸入の動きが高まっていた。同連合もその一環であり、国産メーカーの取り組みが弱い、らせん型水車に同連合は取り組んだのである。結果として同規模の国産メーカーと比べ、三割安の価格水準になった。この発電所も農山漁村地域整備交付金事業に基づく二〇年度団体営地域用水環境整備事業の補助事業を使っている。

なお折戸発電所の電気は、特定契約で事前に契約した需要家に渡すもので、かなりPPAに近い。この仕組みは、最後の章で紹介する二四年一〇月末に大宮で開かれた全国小水力大会の分科会で話題になったので、そこで紹介することにしよう。

同連合は、さらに調整池の堤を利用した赤田太陽光発電所を動かし、さらには家畜糞尿、生ごみそして木質によるバイオガスプロジェクトを走らせて、事業化に向けた実証実験を行っている。土地改良区の活動は実に多面的である。結果として、土地改良事業に関わる組合員の賦課金は減ってきており、農業・農村の展開を図るのに土地改良区の貢献は大きい。

土地改良区は小規模なものが多く、発電を含め、事業を行う場合、自治体等からの支援が必要になっているところが多い。また民間との共同事業がスムーズな場合もあり、いろいろな工夫で小水力発電の拡大を期待した

2. 小水力発電に取り組む人々

い。資源は多いのだから。

3) 毎年開催される全国小水力発電大会（今回は第九回）での話題

今年も参加者は多数で、土地改良区等に加え、自治体の関係者が増えている印象であった。埼玉県大宮市の会場には、多くのメーカーが参加し、近年のコスト競争を反映して、参加者は内容を真剣に見ていた。小水力発電所の増加が期待できる。そして今年は分科会の参加が満席状態だったが、共通の関心は電力を地域電力として使えないか等に集中しており、手法は、という話題が多かった。

多種の小水力発電の開発・固定買取への接続、売り先は電力会社、という広く知られたモデルだけではない。最近は多くの知事が、県企業局の中水力発電所の電力を、売り先として県内に変えていることが注目される。地産地消、地域の産業・生活に地元の電気を使うことで、コスト安く・経済循環を域内という方式が関心を呼んでいる。先行する長野県では、一七か所の県企業局が運営する水力発電所の電力を、小売り電気事業者の中部ミライズが「信州Greenでんき」で販売している。県内のセイコーエプソン社の事業所は、使う電力がすべて再エネだが、多くが中部ミライズから購入している。

那須野ヶ原土地改良区連合の折戸発電所の電気も、那須野ヶ原みらい電力が二三年一月から卸電力受給契約により購入することになったのは、大きな話題であった。発電事業者が電力を地産地消で供給するためには特定卸契約を結ばねばならない。地域の電力会社と接続との接続が必要で、そのためには地域の電力会社と接続や供給の要件を満たすことが必要である。当日はパシフィックパワーの経営管理部長兼那須野ヶ原電力代表取締役の宮川氏が説明してくれた。パシフィックパワーは自治体の新電力会社の運営をまとめて面倒を見ており、全国の一七社を相手にしているが、那須野ヶ原みらい電力はその一つで、那須塩原市、地元企業や金融、パシフィックパワーが共同出資し二四年四月に設立されている。

折戸発電所の電気は、このみらい電力を経由して、最終需要者の那須塩原市の公共施設に供給されている。

参加者は、固定買取制の下で、また補助金をもらう以上、売り先は電力会社のみと思いつている誤解を解き、上記のように需要地の近くに発電所がある場合は特定卸契約、離れている場合は送配電網を経由しての供給で長期固定契約のオフサイトPPA、といった選択肢をどう使うか、議論を重ねていた。まずは二四時間稼働する小水力発電を開設し、その電力を地元でいかに有利に使うか、参加者の議論は熱心に行われていた。

メタン発酵バイオガス発電の現状と展望

一般社団法人日本有機資源協会 専務理事 柚山義人

1. はじめに

メタン発酵バイオガス発電は、わが国の再生可能エネルギー導入拡大の一翼を担っている。農林水産省は、「農山漁村における再生可能エネルギー発電をめぐる情勢」^①をとりまとめており、この中でメタン発酵バイオガス発電についても言及している。

メタン発酵バイオガス発電では、家畜排せつ物、食品廃棄物、下水汚泥等の有機性廃棄物等を単独または混合して原料として用い、微生物反応によりエネルギーとマテリアル（資材）を生成する。太陽光発電、風力発電、小水力発電に比べると、生成エネルギーが電気だけでないこと、農業生産資材等となるマテリアルを併産することが特徴である。

このため、本稿では発電だけではなく、メタン発酵システム全体をとりあげる。その中でも、農村を現場とする畜産系バイオマスである家畜排せつ物（家畜ふん尿）を原料とするものを中心とする。本稿の構成としては、まず、基本的情報としてバイオマス活用の特性と価値について述べる。次に、メタン発酵システムの概要、メタン発酵バイオガス発電導入の実績、将来見通し及び課題と解決方策、メタン発酵バイオガス発電の導入事例を示す。最後に、これらを踏まえつつ、メタン発酵システムの展望について論じる。

2. バイオマス活用の特性と価値

バイオマスをめぐる情勢は、農林水産省のホームページに集約されている^②。この中で、バイオマスは、「生

物資源 (bio) の量 (mass) を示す概念。動植物に由来する有機物である資源 (化石資源を除く) であり、大気中の二酸化炭素を増加させないカーボンニュートラルと呼ばれる特性を有している。」と定義づけられている。

バイオマス活用の特性を、他の再生可能エネルギーである太陽光、風力、地熱、小水力と比較すると、次の点があげられる。

- ① 原料・燃料、生成物の種類が多様である。原料・燃料としては、有機性廃棄物、木質バイオマス、農作物残さ、資源作物等がある。生成エネルギーとしては、電気のほか、熱、気体・液体・固体燃料がある。生成資材としては、飼料、堆肥・液肥、土壌改良材、工業原料等がある。
 - ② 原料・燃料の供給、エネルギーや資材への変換、生成物の利用の場所が異なる場合が多い。このため、運搬や貯蔵が必要となる。
 - ③ 生成資材の炭素土壌貯留によりカーボンマイナスとなり得る。
 - ④ ライフサイクルでは、イニシャルよりランニング部分のコストが大きい。
 - ⑤ 環境・社会的価値により、「地域共生」との親和性が高い。
- これらによるバイオマス活用の価値には、次のような

ものがある。

- ① 環境保全・GHGs排出削減、二酸化炭素吸収、水質保全、臭気対策、生物多様性
- ② 資源循環・循環型社会形成、廃棄物最終処分量の減少
- ③ 創エネ・電気、熱、燃料 (気体、液体、固体) の生成
- ④ 化石資源由来資材代替・堆肥、バイオ液肥、バイオ炭、プラスチック原料等の化成品の生成・利用
- ⑥ 地域社会経済効果・雇用創出、支出の収入化、ソーシャルキャピタル向上
- ⑦ 地域レジリエンス強化・災害時のエネルギー供給、ブラックアウト対策、安心感の醸成
- ⑧ 地域・農林畜産業の活性化・地方創生、耕畜連携、収益向上、ブランド化

3. メタン発酵システムの概要

メタン発酵システムの全容については、日本有機資源協会編「メタン発酵システム」基礎から実務まで知り尽くす^⑩に詳述されている。

メタン発酵システムは、図1に示すように、原料となる有機性廃棄物の収集、メタン発酵施設 (バイオガスプラントと呼ばれることも多い) でのエネルギーや資材へ

の変換、生成エネルギー・資材の利用というプロセスからなる。このため、メタン発酵システムは、原料の供給者・運搬者、施設の建設者・運転管理者、生成されるエネルギーや資材の利用者、廃棄物が出る場合は廃棄物処理者の経営が持続的に成立して機能する。図1の中で、メタン発酵槽、脱硫装置、ガスホールダ、発電装置（発電機）が、FIT認定対象設備である。FIT認定には地域活用要件や規模要件等もある。生成されるバイオガスにはメタンが五五～六五%、二酸化炭素が三五～四五%含まれている。バイオガスは、電気、熱源としてのボイラー燃料、改質を経て精製メタン、LPガス代替ガス、水素、液化メタンガス等として利用できる。メタン発酵では、バイオガスとともに、原料バイオマスとほぼ同じ重量のメタン発酵消化液が生成される。消化液は、農地・牧草地等で利用される場合、バイオ液肥と呼ばれている。バイオ液肥は、そのまま農地・牧草地等へ運搬され利用される場合と、固液分離され固分が堆肥原料や家畜飼養のための再生敷料として利用され、液分がバイオ液肥として利用される場合がある。バイオ液肥の窒素濃度は、〇・二～〇・三五%程度である。なお、バイオ液肥の濃縮技術の開発が進んできている。消化液が利用できない場合は、水処理して放流することになる。畜産系バイオマスを原料とする施設のひとつでは、バイオ液肥

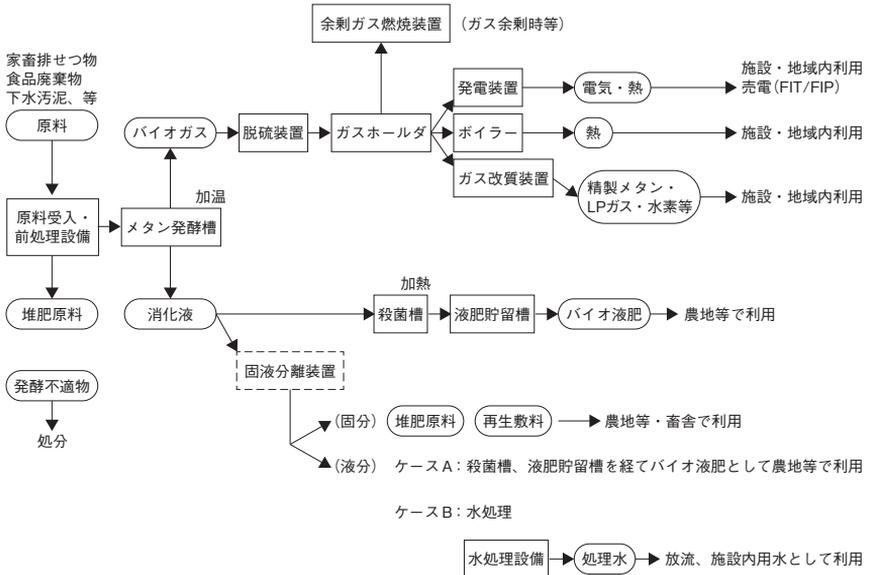
として利用されている。

わが国におけるバイオガス発電設備の容量は、平均すると五〇〇kW程度で、ほとんどが二、〇〇〇kW以下である。メタン発酵施設は、地域と共生し安定的に電気を供給できる施設である。畜産系バイオマスを原料とする場合は、一戸の畜産農家が単独でメタン発酵施設を建設・運転する小規模な「個別型」と、複数の畜産農家がふん尿をメタン発酵施設へ持ち寄る「集合型」がある。後者では、自治体が関与する例が多い。畜産系バイオマスとしては、乳牛ふん尿を用いる場合がほとんどである。地域別では、北海道が多い。

メタン発酵施設の稼働にあたっては、計画策定、地元合意、許認可手続き、建設工事などを経る必要がある。またバイオ液肥利用の栽培試験を行う場合もあり、四年以上の時間を要することが稀ではない。原料が食品廃棄物の場合は、施設稼働後に契約して受入れる場合が多くなるため、稼働後三～四年は設備利用率が低くなってしまう。

FIT制度における二〇二二年度までの調達価格は三九円/kWhであったが、二〇二三年度からは三五円/kWhとなった。二〇二六年度の価格や要件は二〇二五年二月頃に決定されると思われる。FIT制度からの中長期的な自立化を目指すものとされている。

図1 メタン発酵システム



4. メタン発酵バイオガス発電導入の実績と将来見通し

(1) 導入実績

メタン発酵バイオガス発電は、FIT制度のもとで運営されているものとそうでないものがある。総数は、四〇〇〇五〇〇施設程度と思われるが正確な数字は不明である。FIT制度では確実な売電収入を得られるが、制約もある。FIT制度での認定量と導入量は、資源エネルギー庁が実績を公表している⁴⁾。これによると、これらの実績は表1のように整理される。ここでの「新規」とは、FIT制度が始まってからの累積値である。「移行」とは旧制度からの以降分の累積値である。導入量は着実に増加している。調達価格が三九円/kWhとなる最終年度(二〇二二年度)では駆け込みで申請・認定が増加した。

事業計画認定情報⁵⁾では、都道府県ごとの認定一覧を確認できる。一覧には施設IDが記載されており、メタン発酵バイオガス発電は一桁目がMになっている。

資源エネルギー庁が事務局を務める調達価格等算定委員会の資料⁶⁾によると、二〇二三年六月〜二〇二四年五月までのデータを対象としたFIT認定設備の資本費(建設費)の中央値は二四〇万円/kW、運転維持費の中

表1 メタン発酵バイオガス発電のFIT認定量と導入量の推移

	2024年 3月末	2023年 3月末	2022年 3月末	2021年 3月末	2020年 3月末	2019年 3月末
新規認定導入件数	268	246	228	210	186	156
移行認定導入件数	27	27	27	27	27	27
新規認定導入容量 (kW)	99,136	88,178	81,586	71,833	63,643	52,985
移行認定導入容量 (kW)	11,030	11,030	11,030	11,030	11,030	10,460
新規認定件数	372	370	306	257	228	220
新規認定容量 (kW)	158,541	164,201	137,570	107,807	86,163	83,741

中央値は七万円/kWh/年、設備利用率の中央値は六二％となっている。ただし、ばらつきが大きい。畜産系バイオマスを対象とした施設の設備利用率は七五％であり、他の原料種に比べて高くなっている。これは、原料の質・量の安定確保によるものと考えられる。

(2) 将来見通し

メタン発酵バイオガス発電の二〇三〇年における導入見通しは、一八万kW程度と予想される⁷⁾。これは、バイオマス発電の二〇三〇エネルギーミックスの内数として第三一回再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会（二〇二一年四月七日開催）で示された数値と一致する。わが国の人口や家畜頭数が増えないとしても、これからも追加的に有機性廃棄物の資源化がメタン発酵に仕向けられる余地はあり、一定の増加があると考えられる。

拡大要因として期待できることとしては、再生可能エネルギー導入拡大方針の継続、乾式メタン発酵技術の導入拡大、焼却施設の前処理としての乾式メタン発酵の導入、荒廃農地や遊休地に資源作物を栽培して新規原料とする取組、原料の混合利用・前処理・ICT活用によるエネルギー収率の向上とコスト低減、食品資源リサイクル手段としてのメタン発酵の適用、スマートグリッドの

促進、地域レジリエンス強化（災害時の貢献）、蓄電池の低廉化等が挙げられる。

一方、FIT/FIP制度の見直し、出力制限の増加の影響は大きい。このため、生成エネルギーが電気以外に向けられる割合が増えてくる可能性がある。第七次エネルギー基本計画で打ち出される方針や施策⁸⁾も注視する必要がある。

(3) 課題と解決方策

メタン発酵バイオガス発電の課題は、太陽光発電等に比べて高コスト構造にあることである。FIT制度による電力買取は国民負担を伴うので、様々な価値があるものの低コスト化と自立が求められている。

資本費（建設費）は、施設建設の多くがオーダーメイドであり、円安等による建設資材の大幅高騰、人件費の上昇により増加傾向にある。調整力発揮、出力制御、ブラックアウト対応のためのコスト増も見込まれる。運転維持費も、化石燃料の価格高騰、人件費の上昇等により、増加傾向にある。電力の需給バランス確保の観点から、出力制限の頻度も高まりそうで、収益の確保は一層困難になる状況である。

また、申請済のFITからFIPへの移行、新規案件はFIPでの申請が奨励されている。調整力の発揮が期

表2 メタン発酵システムに関するSWOT分析

		外部要因	
		機 会	脅 威
内部要因	強 み	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギー導入拡大、2050カーボンニュートラルの施策 バイオマス活用推進基本計画、みどりの食料システム戦略の施策 国内肥料資源利用拡大の施策 	<ul style="list-style-type: none"> FIT制度の見直し 建設資材、人件費の上昇 原料の争奪 生成物の需要 技術の競合
	弱 み	<ul style="list-style-type: none"> 高額の建設費負担 施設管理能力及び人員の確保 バイオ液肥散布に必要な施設に隣接した農地面積の不足 	<ul style="list-style-type: none"> 撤退 他の技術システム、制度への転換 消化液の水処理

待されているが、主な原料が腐敗性の有機性廃棄物であり、バッファとなるガスホルダの容量は一〜三時間程度なので、現状の設計思想では、コストが壁となっている。調整電源として強く機能するためには、発電機とガスホルダの容量の大幅増、原料供給者や熱利用者等との調整を要する。

一方、コスト低減に向けた工夫や検討がなされている。日本有機資源協会は、第九七回調達価格等算定委員会において、設備利用率の向上、標準設計の適用、混合利用の推進、熱利用、CO₂利用、バイオ液肥利用、カーボンプライシング、外部地域経済効果の金銭化の項目について発表した⁹⁾。特に、設備利用率の向上は、数々の制約がある中でも第一優先で目指すべきものとした。

メタン発酵システムに関してSWOT分析を行った結果を表2に示す。様々な情勢の変化の中で、最善の策を見いだしたいところである。外部要因としての機会を捉えて強みを活かす方策、弱みを克服する方策を進めたい。同時に、脅威に対して克服策を講じていくことも急ぐ必要がある。自ら取り組めることと、政府による支援に委ねることがある。

5. メタン発酵バイオガス発電の導入事例

メタン発酵バイオガス発電の導入状況は、事業主体等



写真 バイオガスプラントの例

から数多く公表されている。先述の書籍^⑧の第一章では、特徴的な一二施設を紹介している。畜産系バイオマスを主原料とする施設としては、北海道の鹿追町及び清水町、山形県の飯豊町、京都府の南丹市の事例を紹介している。写真は、バイオガスプラントの例である。「農村と都市をむすぶ」という観点では、食品廃棄物、下水汚泥を原料とする取組にも注目したいところである。この例としては、神奈川県横浜市、福岡県みやま市、佐賀県佐賀市の例を紹介している。この三事例では、バイオ液肥の有効利用も行われている。

北海道内の乳牛ふん尿を原料とする五〇〇kW規模のメタン発酵施設を想定した収支構造を聞き取り等により推定すると、次のとおりであった。適切な収支を維持するために、原料供給者、施設の建設者・管理者、生成エネルギー・資材の利用者の間で、折り合いをつけていくことが不可欠である。

収入…売電五八〇六一％、乳牛ふん尿受入三七〇三九％、バイオ液肥販売二％、再生敷料販売一％
 支出…借入返済・減価償却四四〇五四％、修繕・消耗品費一二〇二六％、人件費八〇一三％、光熱費七％、車両維持費五〇六％、租税公課四％、その他一％

6. メタン発酵システムの展望

メタン発酵は多様な原料を受け入れて、エネルギーと資材を生成する技術である。雇用創出、地域産業育成、廃棄物処理・廃棄物輸送費の削減、臭気改善、水質保全、土づくり、農作物のブランド化、畜産業におけるふん尿処理に要する時間の削減、経営規模拡大、国内肥料資源活用（肥料は経済安全保障推進法の特定重要物資）、化石資源由来のエネルギー・資材購入費の削減、観光、教育等への貢献、地域レジリエンス強化、SDGsへの貢献など、様々な地域経済効果がある。農畜産業の課題解決、外部不経済の解消、地域の支出を地域の収入にできるのが強みである。バイオマス産業都市における取組の中でも、事業メニューとして数多く実施されている。

FIT/FIP制度は、毎年度見直しが行われており、その影響は大きい。FITの調達価格、FIPの基準価格だけでなく、要件も変化している。FIP制度のみ認められる対象が現在の一、〇〇〇kW以上（FITは一、〇〇〇kW未満）から下げられるとなると、FITに比べて事業・投資予見性が低くなるので、案件形成に影響が出てくる。一方、電力全体の需給調整の観点からも、FIPで収益性を確保できるビジネスモデルの構築が急務である。優先給電ルールの見直しに伴い、FITでは

FIPに比べて出力制限が多くなることも明らかになってきた。FIP制度の更なる促進策案として、資源エネルギー庁からアグリゲータとFIP事業者のマッチング・プラットフォーム、関係プレイヤーの理解醸成等を促進する勉強会の開催が示されており、積極的に参加すべきと考えられる。現時点では、小規模であるメタン発酵バイオガス発電施設の事業者がアグリゲータ等の売電先を見い出すまでには至っていない状況である。

情勢が不透明な中でも、卒FIT、脱FITを見据えた自立に向けた様々な技術実証が進んできている。例えば、バイオガスをLPガス代替ガス、液化バイオメタン、水素等に改質しての利用、バイオガスからのギ酸及びメタノールの製造・利用、バイオメタネーションによる生成ガスの都市ガス代替等である。また、FITに頼らない自給自足型のシステムとして、小規模コンテナ方式、小規模乾式メタン発酵の開発、自社工場内での生成エネルギー使用による脱炭素化等が進められている。

再エネ導入拡大の一翼を担い続けるための取組としては以下が効果的である。

- ① 地域共生を踏まえた計画策定支援（日本有機資源協会との相談室の活用を含む）
- ② メタン発酵システム全体としての収益性の向上による発電コスト低減

③ カーボンプライシングによるマネタイズ

④ アグリゲータ、地域新電力、PPA (Power Purchase Agreement) との連携

⑤ バイオ液肥の国内肥料資源としての利用拡大（濃縮技術の開発を含む）

⑥ 卒FIT/FIPを見据えた自立に向けた技術実証及び非FIT/FIPモデルのフォローアップ

⑦ 人材育成（研修）の充実、多様な価値の発信

メタン発酵システムは、技術革新やコスト低減の努力を踏まえつつ、関係する制度が変わっていくとしても、導入が進んでいくと期待できる。制度の変更は、収益構造に影響を与え、最終的に生成し利用するエネルギーが電気ではなく、地域の需要が見込まれる形態のものに変化する可能性もある。

7. おわりに

メタン発酵システムは、有機性廃棄物の適正処理を行う社会インフラである。FIT制度の創設に伴い、安定した売電収入が得られる発電に大きく舵を切ることになった。現在、国民負担の軽減等の観点から、FIT/FIPでの支援のあり方が盛んに議論されている。それ自体は重要で必要なことである。

しかし、バイオマス発電が多様であるにもかかわらず

ず、ひとくくりにして扱われることが多いため、原料・燃料種及びその由来、地域共生や環境価値も考慮して検討いただきたい。また、FIP制度のみ認められるバイオマス発電の対象や規模の変更を含むFIT/FIPでの支援のあり方を見直す場合の切り替え時期については、①アグリゲータの普及等、小規模事業者でもFIPに対応できる売電先確保に向けた時間の必要性、②FIPに対応するための施設計画、原料調達計画策定に向けた各種検討、地元調整、予算確保等にかかる時間の必要性、③長い時間をかけて案件形成を行っている途上の取組への配慮を考慮いただきたい。さらに、支援方法が見直される際には、関係省庁による他の支援方法の確保とあわせての提示をお願いしたい。

地方創生の手段となるメタン発酵システムの導入は、未来を拓くチャレンジである。二〇五〇年実質カーボンニュートラルにも貢献する。是非、世論の支持をいただける形で推進していきたい。そのためには、メタン発酵に関わる全ての関係者が総力を結集する必要がある。

なお、本稿における考察・見解部分は、所属組織の公的見解ではなく、個人的なものも一部含まれている。

引用・参考文献

(1) 農林水産省・農山漁村における再生可能エネルギー発電をめ

ぐる情勢（二〇二五年一月八日閲覧） <https://www.maff.go.jp/>

[/j/shokusan/renewable/energy/attach/pdf/index-166.pdf](https://www.maff.go.jp/j/shokusan/renewable/energy/attach/pdf/index-166.pdf)

(2) 農林水産省：バイオマスの活用の推進（二〇二五年一月八日閲覧） <https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/>

(3) 日本有機資源協会編：メタン発酵システム～基礎から実務まで知り尽くす～、環境新聞社、二〇二二

(4) 資源エネルギー庁：再生可能エネルギー電気の利用の促進に関する特別措置法―情報公表用ウェブサイト（二〇二五年一月八日閲覧） <https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfoSummary>

(5) 資源エネルギー庁：事業計画認定情報公表用ウェブサイト（二〇二五年一月八日閲覧） <https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfo>

(6) 資源エネルギー庁：第九八回調達価格等算定委員会（二〇二四年一月一日開催）

(7) 日本有機資源協会：メタン発酵バイオガス発電に関わる情勢、第八八回調達価格等算定委員会（二〇二三年一月二七日開催）

(8) 資源エネルギー庁：第七次エネルギー基本計画（原案）（二〇二五年一月八日閲覧）

https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2024/067/067_006.pdf

(9) 日本有機資源協会：メタン発酵バイオガス発電の自立化に向けたコスト低減方策、第九七回調達価格等算定委員会（二〇二四年一月三〇日開催）

木質バイオマス普及の現状と未来への課題

株式会社森のエネルギー研究所代表取締役

大場龍夫

株式会社森のエネルギー研究所取締役

伊藤明香

木質バイオマスは、資源の少ないと言われているわが国において自国で調達できる貴重な資源である。本稿では、将来に渡って森林資源を持続的に活用しその恩恵を享受しながら農山村も都市もつながら希望のある豊かな社会をつくっていくために、木質バイオマスのエネルギー利用に係る現状と未来に向けた課題を共有することで、課題解決に向けた取組みの促進につなげていきたい。

1. なぜ、木質バイオマスなのか？

「バイオマス」とはもともと生物 (bio) の量 (mass) のことだが、今日では再生可能な、生物由来の資源を指している。その中でも、木材由来のものを木質バイオマ

スと呼ぶ。

日本の森林は国土の約三分の二を占め、古くから人々の生活に深く関わってきた。奈良時代以降、都市開発や戦争などにより度々乱伐が行われ、森林は荒廃の一途を辿った。江戸時代には、幕府による植樹・造林と森林保護政策により一時的に回復が見られたが、明治以降再び乱伐が進み、太平洋戦争後は拡大造林政策が実施された。現在、我が国の森林面積の四割を占める人工林は五〇年生を超え、本格的な利用期を迎えている。また、森林蓄積は人工林を中心に年々増加してきており、令和四(二〇二二)年三月末現在で約五六億 m^3 となっている。木質バイオマスの活用は、その源である森林の環境と林業・林産業等の地域経済の全体がその地域に合ったシ

システムとして成立しサプライチェーンによって循環することで持続的に可能となる。

森林整備の中で産出される低質材、製材端材、林地残材等の木質バイオマスをエネルギー源として有効活用することは、森林整備の促進と、それに伴って得られる水源涵(かん)養機能、山地災害防止機能・土壌保全機能、保健・レクリエーション機能、文化機能、生物多様性保全機能等の多面的な機能の維持・発揮にもつながる。また、林業及び林産業だけでなく、バイオマス燃料の製造・販売やエネルギー供給事業などの新たな産業の創出や地域経済の活性化も期待できる。さらに、森林は大気中の二酸化炭素を吸収し木材に固定する働きがあり、燃焼すると二酸化炭素は再び大気中に放出されるが、新たな森林を育成することでこのサイクルを繰り返すことができるという特性がある。そのため、木質バイオマスを燃料利用する場合のCO₂排出量は、植伐均衡を前提としてゼロ(カーボンニュートラル)とできるため、脱炭素対策として地球温暖化防止に貢献する。

2. 木質バイオマスの利用技術

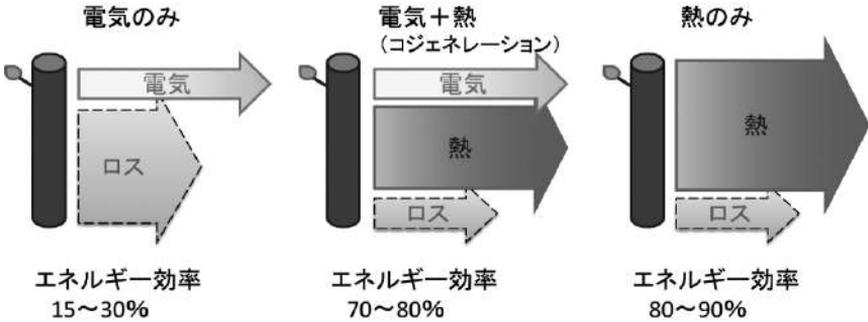
木質バイオマス燃料は、主に薪、チップ、ペレット等がある。チップは木材をチップパーで細かく砕いたもので水分は原料の由来によって異なる。ペレットはおがくず

を乾燥・圧縮成型し形状や水分が一定で、小型機器でも使える。どの燃料を選ぶかは、利用する機器や目的によって異なり、それぞれの燃料の特徴を理解し、適切なものを選ぶことが重要となる。

表1 木質バイオマスの主なエネルギー利用方法

用途	方式	規模の目安	特徴
熱利用	薪ボイラー	小	薪の投入作業が必要。導入費用が比較的安く始めやすい。
	ペレットボイラー	小～中	燃料性状が均一で取扱いやすい。燃料の自動供給可。
	チップボイラー	中～大	燃料の自動供給可。安定した熱需要のある業務施設や産業用。
発電	ガス化ガスエンジン	～1,000kW程度	小規模でも発電効率が高い。水分等の燃料品質条件が厳格。実績は増えつつある。
	オーガニックランキンサイクル(ORC)	数百～3,000kW程度	低温熱から発電可能。国内実績少ないが、EUでは多数導入。
	ボイラー・蒸気タービン	1,000kW～	小規模では発電効率が低下する。大規模になるほど経済性良好。実績多数。

図1 木質バイオマスの利用方法によるエネルギー効率の違い



木質バイオマスのエネルギー利用方法は、大きくは発電と熱利用に分かれる。(表1)

木質バイオマス発電の方式はいくつかあるが、国内のバイオマス発電所で最も多く採用されているのはボイラー・蒸気タービン方式である。発電出力が小さくなると効率が低下するため、小規模ではガス化発電方式が主流となっている。いずれも発電単独でのエネルギー効率は十五〜三〇%程度であり木材の持つエネルギーの一部しか利用できないが、発電により生じる熱を利用することで総合効率として七〇〜八〇%程度まで高めることができる。(図1)

熱利用については、木質バイオマスボイラーの導入により給湯、空調、工場の熱源などの幅広い用途に利用でき、熱効率は八〇〜九〇%である。

なお、用途に応じて輸送燃料等の液体燃料への変換も可能である。

3. 木質バイオマスエネルギー利用の現状

我が国の電源構成(発電量)に占めるバイオマス発電の割合は、FIT制度開始直後の二〇一〇年における一・三%から二〇二三年度には四・一%へと拡大し、太陽光、水力に次ぐ再生可能エネルギー電源となっている。

表2 国内の木質バイオマス発電所数⁽²⁾

(上段：稼働中及び着工中、下段：着工予定及び構想段階)

発電出力 (送電端kW)	蒸気 ボイラー	ガス化	ORC	不明	計
～500未満	9	38	0	0	47
	0	33	0	5	38
500～999	1	5	1	0	7
	0	6	0	3	9
1,000～1,999	28	15	1	0	44
	6	3	0	12	21
2,000～4,999	8	0	0	0	8
	0	2	0	1	3
5,000～9,999	62	1	0	0	63
	6	0	0	4	10
10,000以上	109	0	0	0	109
	14	0	0	4	18
計	217	59	2	0	278
	26	44	0	29	99

国内の木質バイオマス発電所は、現在稼働中及び着工中のものが二七八施設、今後着工予定及び構想段階のもの九九施設となっている(表2)。FIT制度において

表3 国内の木質バイオマスボイラーの導入数⁽³⁾

出力規模 (kW)	基数
50kW未満	93
50～99	120
100～199	569
200～299	229
300～499	203
500～999	258
1,000～1,999	105
2,000～4,999	92
5,000kW以上	145
不明	20
合計	1,834

て当初モデルとされた五、〇〇〇kW以上の出力規模の発電所が多く建設されたが、その後小規模の発電を重視し二〇一五年度から買取価格の高い二、〇〇〇kW未満の区分が新設されたことから、これに照準を合わせた事業計画・導入も増加し、政策の影響力の大きさがここに現れている。

一方、国内の木質バイオマスボイラーの導入数は、現在一、八三四基となっている。このうち業種として多いのは、施設園芸用にまとまった導入がされている農業(施設園芸等)、従来から製材端材等を利用してきた製材業・木製品製造業であり、次いで公共施設等が含まれる「その他」となっている。(表3)

なお、国産材供給の減少と木材輸入の増加により二〇〇二年に一八・八%まで低下した木材自給率は、その

後、人工林資源の充実や技術革新等による国産材利用の増加等を背景に上昇傾向で推移していたが、パルプ・チップ用材及び燃料材の輸入量が大きく増加したことにより、二〇二二年に再び低下した。輸入燃料材はそのほとんどが熱利用の無い大型の発電所で使用されている。

4. 木質バイオマスを取り巻く課題

木質バイオマス利用による効果の発揮と地域の課題解決への貢献が期待されているが、その期待に応え普及段階へ移行するためには次のような課題があると考ええる。

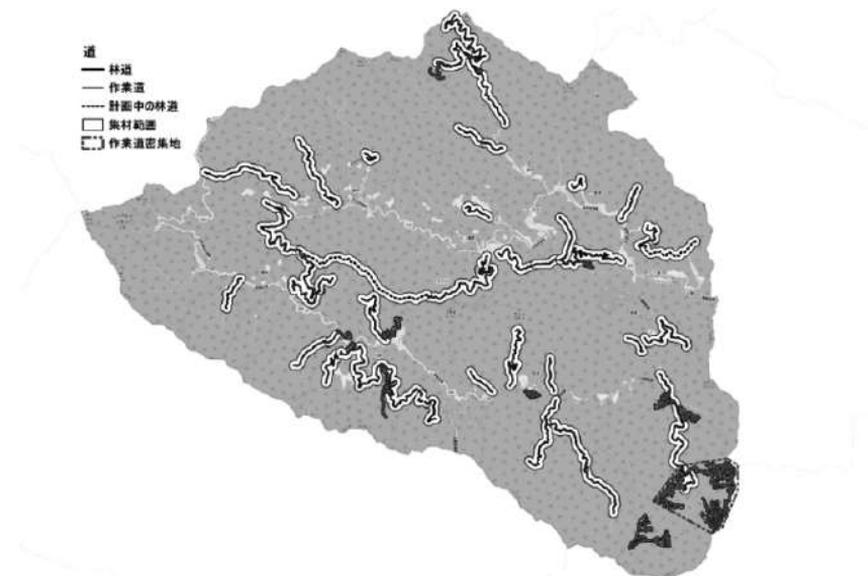
(1) 木質バイオマスの供給課題

ひとつは、供給量増大のためのインフラ整備が挙げられる。森林資源にアクセスするためには路網整備が必須だが、**図2**の例のように実際に森林資源にアクセスできる場所は現状では相当限られている。開設及び維持管理コストの面から路網の骨格となる林道整備が遅れていることに加え、既設林道は近年頻発する豪雨による被災で走行可能な林道の実質的な総延長は増加していない。また、各地域における森林の状況や木材流通の動向等を見据えた路網整備計画策定や路網の設計を担える人材が必要だが、森林を多く抱える地域の市町村では人員が限られ林務以外の業務と併任していることも多く専門性及び業務量の面から職員が担うには大きな負担となっている。

これらの課題解決の一つとして地方自治体が民間からの専門家を雇用する等して森林・林業行政を補完する「地域林政アドバイザー制度」の活用も考えられるが、担い手となる人材の育成やマッチングなど課題が残る。公益的な機能も担っている森林の整備や保全という目的も含めた複合的な視点のもと、路網をインフラととらえ課題への対応を加速化する必要がある。

二つ目は、木質バイオマスの供給可能量を把握できるデータ整備が不十分であることが挙げられる。二〇五〇年カーボンニュートラルに向けて区域全体における地球温暖化対策実行計画の策定に取り組む自治体が増えており、その検討の拠り所とされているデータに「再生可能エネルギー情報提供システム（REPOS）」（環境省）がある。再生可能エネルギー種別の導入ポテンシャルデータが公開されているが、木質バイオマスエネルギーについて本データは掲載されておらず、現時点では賦存量（理論的に算出することができるエネルギー資源量であり、その採取・利用に関する種々の制約要因による設置の可否は考慮していない）のみの掲載となっている。実際の木質バイオマスの利用可能性は先に述べた通り路網の有無が大きな制約条件となる。この条件下におけるポテンシャル量推計を行った例（**図2**）では、REPOSに示されている賦存量データに対しおよそ一〇分の一

図2 既存及び計画中の林道・作業道から集材範囲を設定した例⁽⁴⁾



たはそれ以下と大幅に少ない値となったが、このように賦存量データのみでの情報で今後の施策を検討することは困難である。データの不在が「木質バイオマスはたくさんあるように見えるもの、実際にどの程度利用できるのかはよくわからない」という印象のまませっかくの機会に具体的施策が検討されず先送りとする状況を生みやすいため、計画立案にあたって活用できる導入ポテンシャルデータの整備が求められる。

三つ目は、急速に進む高齢化・人口減少時代のもとで燃料供給事業を成立させる方策である。チップやペレット等の燃料製造事業を行うにあたっては、目安として数千トン以上の製造規模としスケールメリットを発揮して競争力のある価格での供給を図ること、また地域内で採算ライン以上の需要を確保することが重要となる。しかしながら、木質資源の存在する農山村地域においては数軒の公共温浴施設や福祉施設等の他には主立ったエネルギー需要施設が無いことも多い。さらに、高齢化が都市よりも二〇年程度先行し、人口減少は農村の平地と山間になるほど顕著となり、特に山間地域においては、二〇四五年には二〇一五年から半減すると見込まれている⁽⁵⁾。人口減少の影響は公共施設の統廃合や市場及び産業の縮小といった形で既に現れており、エネルギー需要も減少している。このような社会環境のもとで、ま

った需要を確保するために、市町村の枠にとどまらず近隣自治体間での課題共有と協調・連携による面的な需要拡大を図るための基盤作りが必要と考える。さらに、地域内に資源があることを活かし需要創出と地域産業振興につなげていく視点も重要である。用材に比べエネルギーに供される材の付加価値は低く、また、木質燃料は化石燃料に比べてエネルギー密度が低いため、遠方への運搬はコストが高み不利となる。したがって、エネルギー用の木質バイオマスは遠方に運ばず地域内の熱利用用途で使い、地域内で調達できるエネルギーを活かしてより付加価値の高い製品を生み出し地域外へ提供していく力が必要である。

(2) 木質バイオマスの需要課題

木質バイオマス発電に係る現状の課題としては、燃料調達リスクが顕在化していることが挙げられる。木質バイオマス発電所において燃料の不足は経営上大きなリスクとなるが、FIT制度の後押しにより多くのバイオマス発電所が稼働を始めたことに加え、製紙や輸出向けの競合とそれらに伴う価格の高騰等を背景に燃料調達が難しくなっている。最近の調査⁶⁾からは、四割近くの木質バイオマス発電事業者が計画通りに稼働できておらず、そのうち燃料調達が原因となって計画通りの稼働ができていない事業者は全体の一七％という実態が同え

る。さらに、発電所の収入が固定価格で一定であるのに対し、物価や人件費の上昇によりランニングコストが増加し事業環境としてはより厳しくなっている。また、今後の課題として、一〇年以内にはFITによる買取期間が終了し始めることに伴い、その後の発電所経営及び燃料材の行き先について真剣に向き合う必要がある。

また、熱電併給及び熱利用へ利用方法をシフトさせることが挙げられる。木質バイオマス発電が他の再エネ電源と大きく異なるのは燃料調達コストがかかる点であり、FIT制度開始後一二年が経過したが発電コスト低減が進んでいない。木材の伐採及び搬出コストの低減に向けては様々な努力がなされているが、他の再エネ電源に比較して優位性を持つほどのコスト低減は困難である。資本費についても、規模の大きい発電所が多いため導入件数としては太陽光、風力、中小水力に比べ少なく、五〇％以上の低減が進んだ太陽光等のようなインパクトは生まれていない。二〇四〇年においてもこの趨勢のまま移行すると想定され発電コストの変化はないとの評価がされている⁷⁾。

脱炭素社会に向け再エネ電源間での比較評価の中で低コストな電源が選ばれていくことは自然な流れであり、木質バイオマス利用を発電単体で評価するならば不利であることは今後も変わらない。一方で、日本の最終エネ

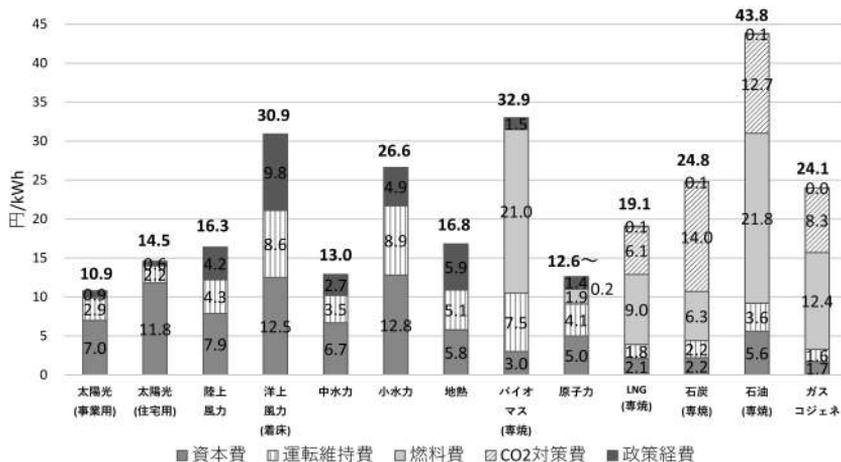
木質バイオマス普及の現状と未来への課題

ルギー需要の約半分を占める熱利用においても脱炭素化は重要な課題である。木質バイオマス燃料は化石燃料よりも熱量当たりの価格は低く燃料としての価格競争力があり、熱電併給やボイラーによる熱利用では発電のみより効率が良くCO₂排出削減効果も大きいことから、FIT制度も含めこれらの利用方法にシフトしていくことが資源効率性や経済性の観点からも望ましい。特に産業用で必要とされる温度帯の熱を供給できる再エネはバイオマスに限られることから、この分野での普及拡大にシフトしていくべきであり、そのための制度設計が大変重要である。

三つ目は民間への普及である。木質バイオマスボイラーによる熱利用はこれまで森林整備促進と地球温暖化対策の目的のもと自治体における政策的な率先導入が進められてきたが、今後民間施設への導入拡大に向けては次の課題がある。

まずは、経済性に対してよりシビアな民間施設において選択肢に入りうる水準まで費用負担を下げる必要がある。特にイニシャルコストが高額なため、燃料代が化石燃料より安価だとしても事業者の望む投資回収年数の範囲内におさまるケースは限定される。選択肢として選ばれるためには、初期投資への補助やカーボンプライシング等により化石燃料利用よりもコスト的に優位となる環

図3 2023年における発電コスト（モデルプラント方式における試算）^⑧



境を整備する必要がある。

また、利便性を向上し既存設備とのギャップを少なくしていく必要がある。そのためには、着火から消火までの自動運転のみならず、遠隔監視、燃焼灰に極力触れずに処理できるしくみ、燃料の残量検知と自動発注システム等のユーザーフレンドリーで現場管理者の負担が少ない機能や設備が求められている。また、企業がこれらの開発やエンジニアリング力の向上に取組む動機となり得るだけの将来的な市場形成の見通しを示していくことも必要である。

さらには、木質バイオマスエネルギー供給をワンストップで担うことのできる地域の企業や人材の育成によって、導入の拡大と加速化につなげたいところである。ユーザーにとって初期費用や運転管理に係る負担感は大きく、これらを包括的に担ってくれるESCOやPPAといった初期費用ゼロモデルは有効と考えられる。木質バイオマス燃料普及の際には地元のガソリンスタンド等燃料会社との競合が起り得るが、元々地域での燃料供給を担っているこれら企業が得意を活かし木質バイオマスのサプライチェーンに加わるような連携も必要だろう。

5. 木質バイオマスの未来と提言

私たちの暮らしは既に資源とエネルギーを過剰に使用

している状態であり、後の世代まで持続可能な社会をつくるためには、まず可能な限り省資源・省エネを図らなければならぬ。そのうえで、有限である資源やエネルギーを1回だけの使いきりにするのではなく、まず質の高い使い方をし、その後には得られる低質化した資源・エネルギーも順番に多段階に利用するカスケード利用を基本に考えなければならぬ。(カスケードとは連なって段階的に落ちていくいくつもの小さな滝のこと。)これによりどんな用途を優先させるべきなのか自ずと決まってくる。ただしコストは条件や状況により変化するため、政策によって理想とする資源循環の形へ誘導する必要があるが、どこに誘導すべきなのかの議論が足りていない。

木材の付加価値の優先順位において下位に位置づけられるエネルギー利用の拡大策については、上位にある建築材等のマテリアル利用を含めた木質資源全体の供給量及び需要拡大の議論と共に木材の質により分かれるA・B・C・D材の種類ごとに異なる需給バランスの議論の中で決定される必要がある。さらに、効率の高い熱電併給または熱利用に使い発電や蒸気で使用後に排出された中・低温熱も活用するという理想形への段階的なシフトのさせ方、エネルギー需要の現状と今後の動向及び他電源との相対的な木質バイオマスのポジショニングについ

ての議論がもっと必要である。

理想形に向かう過程では、世界に先駆けて進む超高齢化・人口減少という今までにない厳しい条件を乗り越えることができるライフスタイルの変化や劇的な産業構造の変化をさせていくためのイノベーションを成し遂げることを可能にする意識の変革が必要となる。この未知の領域開発に対して、持続するチャレンジを促進させ、何回失敗しても大丈夫な社会的支援文化を育み、挑戦から学びノウハウを獲得し一人ひとりが自らモデルを生み出す意志を発揮し、地域内外の交流と関係性を強化し多くの人々が結集していくことが必要となる。これにより農村地域の産業と暮らしをより豊かにし、未来への希望が持てる状態を創り出すことができれば、最大の課題である少子高齢化が反転していくことは間違いない。

私たち森のエネルギー研究所では、木質バイオマスの発電・熱利用に係る調査・計画から設計、さらに森林マスタープラン策定、早生樹の育成と活用、木造ZEB、ESCO等といった課題解決のための新たな領域に取り組もうとする方々とともに今もチャレンジしている。チャレンジを続けることで持続可能社会の実現に向かう仲間を増やしこれからの未来を切り拓いてゆきたい。

注

- (1) 「二〇二三年度エネルギー需給実績（速報）」（資源エネルギー庁）より作成
- (2) ㈱森のエネルギー研究所調べ（二〇二四年一月現在）
- (3) 「令和五年木質バイオマスエネルギー利用動向調査結果」農林水産省
- (4) 「檜原村地域再生可能エネルギー導入実施計画（檜原村地球温暖化対策実行計画（区域施策編）」）令和五年三月、檜原村
- (5) 「農山村の在り方について」令和三年三月八日、農林水産省
- (6) 「燃料の調達状況に関する臨時アンケート結果報告（回答期間：二〇二三年一月一日～一月二十七日）」（一社）日本木質バイオマスエネルギー協会
- (7) 「発電コスト検証に関するとりまとめ（案）」令和六年一二月一六日、経済産業省総合資源エネルギー調査会発電コスト検証ワーキンググループ資料
- (8) 「発電コスト検証に関するとりまとめ（案）」（令和六年一二月一六日、経済産業省総合資源エネルギー調査会発電コスト検証ワーキンググループ資料）より作成

編集後記

一月二〇日にトランプ米国大統領が就任しました。トランプ氏は就任前からグリーンランドの所有やパナマ運河の返還を求める過激な発言が注目を集めました。就任後にもパリ協定からの再離脱、性的マイノリティの排除など、世界の潮流に反する言動が物議を醸しています▼また、関税の引上げでは、中国への六〇%をはじめ、各国に一〇〜二〇%追加課税すると表明しています。これは自国の貿易赤字解消を主眼に置いた米国第一主義に他ならず、日本への影響も懸念されます。特に貿易不均衡を理由に、米国産の農林水産物の輸入が強要されることになれば、現状でも困窮状態にある我が国農林水産業の衰退に拍車がかかることは必至です▼なお、パリ協定からの再離脱は、地球温暖化に警鐘を鳴らす多くの識者の意見やこれまでの各国の努力を一顧だにしない自国本位の政策判断そのものであり、先進国のリーダーとして批判されるべき行動です。読者の皆様には「再生可能エネルギーの活用を推進する」本誌特集の意義をお酌み取りいただき、SDGsの取組にもご理解を賜りたいと思います▼自国第一主義とは、結局は自分本位のわがまま

であり、「今だけ、金だけ、自分だけ」という悪しき風潮が正当化されるような世の中にしてはならないと思います。(岡本)

〈訂正とお詫び〉

二〇二五年一月号の時評「民主主義国の選挙は政策に大きな変化をもたらす」の記載内容に誤りがありました。つきましては、左記の通り訂正するとともに、お詫び申し上げます。

【誤】二頁、下段、一九行目

〔野田党首〕

【正】

〔野田代表〕

【誤】三頁、上段、五行目、

〔玉城代表〕

【正】

〔玉木代表〕

【誤】三頁、下段、四行目

〔解雇してしまった〕

【正】

〔懲戒処分（停職三か月）にしてしまった〕