
5章 三重県内のカーボンフリー発電ポテンシャルの推定

(1) 太陽光発電

三重県の太陽光発電の設置目標値と設置実績は下記の通りである（VIオリジナルデータ・調査：武本行正教授執筆）：

年度	目標値（万 kW）	実績値（万 kW）
2003	0.97	1.15
2005	1.47	1.56
2006	2.11	2.53
2007	2.90	3.08
2008	3.84	3.48
2009	4.91	
2010	6.13	

この数値を両対数メモリのグラフにプロットすると、図 15 のようになり、2005 年から 2010 年にかけて直線関係が認められるので、正確さを欠くものの、大よその未来予測をする目的で、2030 年まで外挿すると 70 万 kW が得られる。

三重県の太陽光発電容量と発電量（石油換算）を示す例を表 3 に示す（前出：武本資料）。

石油の発熱量を 9126kcal/リットル（エネルギー・経済要覧 08）とし、1kWh を 860cal として計算すると 4.08kW/キロリットルが表から読み取れる。1 年を 8760 時間として、設備利用率 100% を想定した発電容量から求められるエネルギーは 30.7×10^6 kcal である。

石油（原油）1 キロリットル当たりの発熱量 9.13×10^6 kcal との比から設備利用率は 29.7% と算出される。

他方、表 3 に示す資源エネルギー庁の出している数値では、太陽光発電は 4.09kW/キロリットルとなり、三重県の 4.08kW/キロリットルとほぼ等しい。しかし、太陽光発電のわが国での設備利用率は 12% 程度であり、新エネルギーによる発電量の見積もりは大きすぎるのではなかろうか。本報告書では 12% を用いることにする。

表3

新エネルギー等の評価

		太陽光発電	風力発電	廃棄物発電	燃料電池
評価	メリット	・枯渇する心配がない ・発電時にCO ₂ などを出さない	・枯渇する心配がない ・発電時にCO ₂ などを出さない	・発電に伴う追加的なCO ₂ の発生がない ・新エネルギーの中では連続的に得られる安定電源	・SO _x は全く発生せず、NO _x もほとんど発生しない ・発電効率が高い ・騒音が少なく、全自動運転が可能
	デメリット	・エネルギー密度が低く火力・原子力と同じ電力量を得ようとすると広大な面積が必要 ・夜間は発電できず、さらに雨、曇りの日は発電出力が低下し不安定 ・設備にかかるコストが高い	・エネルギー密度が低く、火力・原子力と同じ電力量を得ようとすると広大な面積が必要 ・風向き・風速に時間的・季節的変動があり、発電が不安定 ・風車が回転するときに騒音が発生 ・設備にかかるコストが高い	・発電効率が低い ・ダイオキシンの排出抑制対策や焼却灰の減量化などの更なる環境負荷低減が必要	・電池の耐久性とシステムとしての信頼性が低い ・設備にかかるコストが高い
	適用分野	・一般住宅用 ・工場、業務用ビル等の産業用など	・好風況地域での自家消費費用、売電事業用	・ごみ発電 (スーパーごみ発電、RDF [固形化燃料] 発電)	・自動車用、一般家庭用、産業用、発電事業用などに幅広く適用
導入実績と目標	1.実績：2005年 142.2万kW (34.7万k) 2.目標：2010年度 482万kW (118万k)	1.実績：2005年度 107.9万kW (44.2万k) 2.目標：2010年度 300万kW (134万k)	1.実績：2005年度 201万kW (252万k) 2.目標：2010年度 450万kW (586万k)	1.実績：2005年度 1.0万kW 2.目標：2010年度 220万kW	

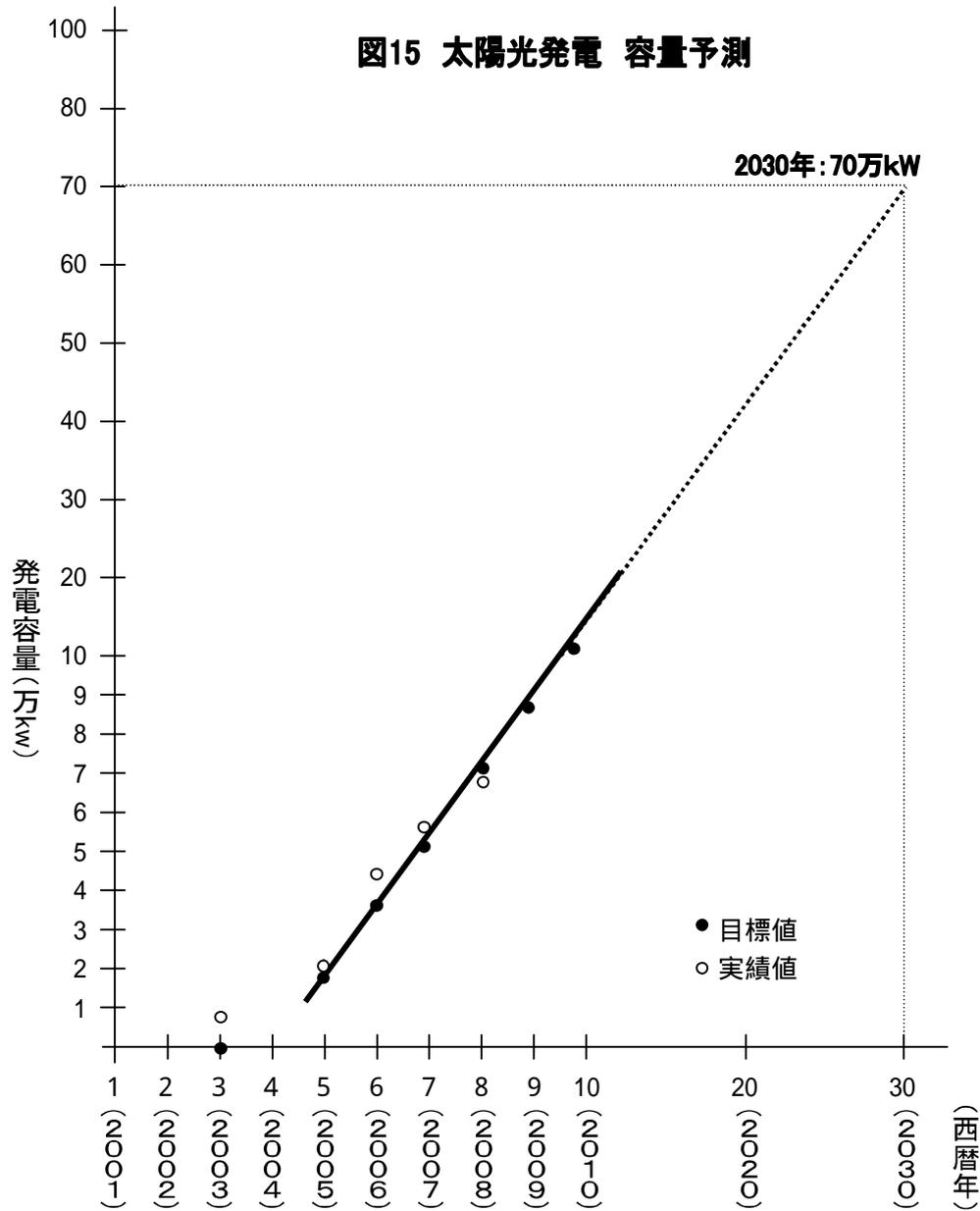
()内は原油換算値

出典：資源エネルギー庁「日本のエネルギー2008」他

表4 三重県の自然エネルギー発電容量と石油換算値を示す表

	新エネビジョン 策定時	実績	新エネビジョン 導入目標
	平成11(1999)年度末	平成15(2003)年度末	平成22(2010)年度末
太陽光発電	1,046 kW (256 kl)	11,457 kW (2,807 kl)	75,000 kW (18,378 kl)
風力発電	3,000 kW (1,202 kl)	18,000 kW (7,211 kl)	27,000 kW (10,816 kl)

図15 太陽光発電 容量予測



太陽光発電 70 万 kW の設備利用率を 12% とすると、一年間の発電量は 7.4 億 kWh となる。

他方、三重県は平成 13 年度に「三重県住宅用太陽光発電システム普及支援事業」及び「エコスクール支援事業」を創設し、住宅用太陽光発電の設置に対し補助を行う市町村や学校施設へ太陽光発電を設置する市町村等への支援を実施している。

《資源の状況》

期待可採量：46 億 1,800 万 kWh

三重県は比較的日照条件に恵まれていることと、太陽光発電は太陽電池パネルが設置できればほとんどの施設には導入が可能であることから、全県的に積極的な利用が期待される。

三重県の持家比率の高いことは、住宅用の普及にはプラスであると考えられる。また、面積の大きい工場・倉庫等の屋上及び壁面の活用も期待される。

期待可採量が 46 億 kWh であり、それに比して 7.4 億 kWh はその 16% に相当する。但し、設備利用率を既述のように、三重県が約 30% と見積るなら、70 万 kW は年間発電量 18 億 kWh に相当するので、46 億 kWh の 40% 程度に相当することになる。

此处では 70 万 kW の太陽光発電設備から年間設備利用率 12% で 7.4 億 kWh が発電されると考えることにする。

(2) 風力発電

VI オリジナルデータ・調査：武本行正教授執筆 の風力発電に関する記述では、現在、青山高原地域で 32 基が稼働中、19 基が稼働しており、さらに 46 基の増設計画がある。増設計画完成後の青山高原一帯の風力発電機は 97 基 16.4 万 kW となる。

その他の風力発電施設として、次の事業が計画されており、事業者が自主的に環境影響評価手続きをしている。 条例対象事業は敷地面積 20ha 以上

- ・ 「松阪市白猪山ウインドシステム」発電事業（松阪市）

事業規模：敷地面積 18ha 未満、(2,000kW × 17 基)

事業主体：中部風力発電(株)

手続きの状況：準備書手続き終了

- ・ CEF 松阪飯南ウインドファーム事業（松阪市）

事業規模：敷地面積 19ha 程度、(2,500kW × 16 基)

事業主体：クリーンエナジーファクトリー(株)

手続きの状況：方法書手続き終了

この 2 つの事業は、松阪市の環境保全審議会で審議されている。

- ・ CEF 美杉ウインドファーム事業（津市美杉町）

事業規模：敷地面積 20ha 未満 (2,500kW × 15 基)

事業主体：クリーンエナジーファクトリー(株)

手続きの状況：方法書手続き終了

- ・ CEF 亀山ウインドファーム事業（亀山市明星ヶ丘雨引山の周辺）

事業規模：敷地面積 20ha 未満 (2,500kW × 20 基)

事業主体：クリーンエナジーファクトリー(株)

手続きの状況：方法書手続き終了

これら 68 基 16.15 万 kW を青山高原の総計 97 基 16.4 万 kW に加えると、165 基 32.55 万 kW となる。日本の平均的な設備利用率 20% であるが、青山高原などでは風況が良く設備利用率を 30% と想定しているため、これを採用して 2030 年までにはこ

これらの建設計画が全て成就していることを想定し、32.55 万 kW × 8769 時間/年 × 0.3 8.6 億 kWh が得られる。

(3) バイオマス

三重県は 2004 年（平成 16 年）3 月に「三重県バイオマスエネルギー利用ビジョン」を策定した。バイオマスを「賦存量」と「利用可能量」に分けて表 5 のように分類している。また、バイオマス資源ごとの利用可能エネルギー量の算出方法を表 6 のように定義している。

表 5 1 「賦存量」と「利用可能量」の考え方

区分	説明	備考
賦存量	県内に存在する各種バイオマス資源量を理論的に算出した値で、利用のための制約条件を考慮しない値。	各種バイオマス資源の排出量又は未利用量をすべて推計。
利用可能量	利用に際して当然考慮されるべき制約条件を織り込んで算出した量。利用量の上限值に相当。	既にエネルギー利用が進められている資源量、エネルギー以外の利用が進められている資源量、発生地点に専用の処理設備等が整備され現実的に回収が困難な条件にある資源量などを「賦存量」から除いた量に相当。

表 6 バイオマス資源毎に利用可能エネルギー量の算出方法

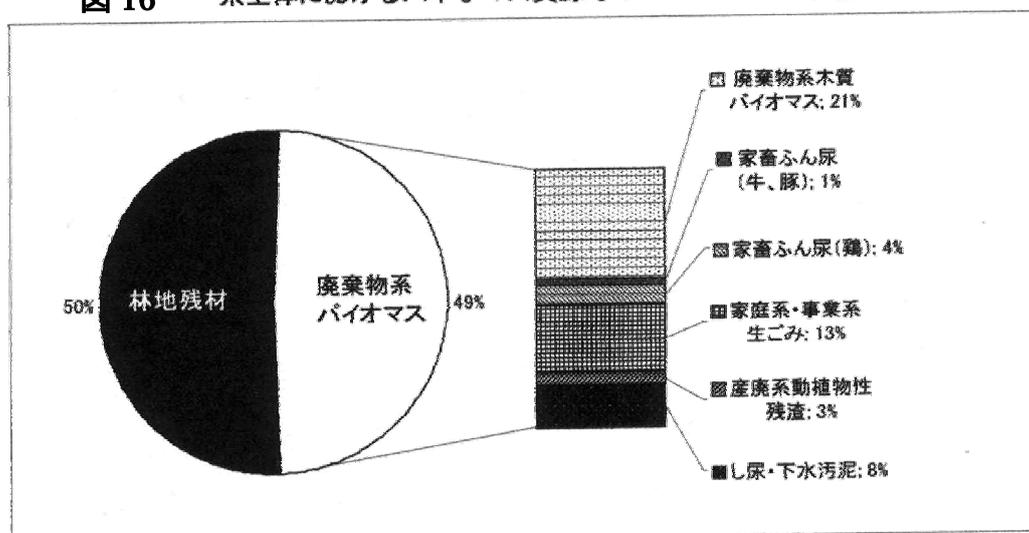
バイオマス資源	仮定したエネルギーの利用方式	算出の考え方
木質バイオマス —林地残材、製材廃材、建設廃木材、原木市場廃材、剪定枝・刈草	・直接燃焼施設又はガス化施設にコージェネレーション設備を導入した熱電利用方式	・利用可能量から各資源の低位発熱量を用いてエネルギー換算値を算定。 ・発電効率を 30%、発電排熱回収率を 70%と想定（熱電併給トータルで 80%効率）。
	・エタノール発酵施設で生産したエタノールを自動車燃料として利用する方式	・利用可能量から各資源のエタノール発生原単位を用いて、エタノール精製可能量を算定。
家畜ふん尿 動植物性残渣 —家庭系・事業系生ごみ、産廃系動植物性残渣	・メタン発酵施設により生産したメタンガスを用いたコージェネレーションによる熱電利用方式	・利用可能量から各資源の消化ガス発生原単位を用いて消化ガス発生量を算定。消化ガスの低位発熱量を用いてエネルギー換算値を算定。 ・発電効率を 30%、発電排熱回収率を 70%と想定（熱電併給トータルで 80%効率）。
廃食油	・廃食油精製施設で生産した BDF を自動車燃料として利用する方式	・利用可能量から BDF 精製原単位を用いて、BDF 精製可能量を算定。
し尿・下水汚泥	・汚泥の嫌気性発酵によって生じる消化ガスを用いたコージェネレーションによる熱電利用方式	・利用可能量から消化ガス発生原単位を用いて消化ガス発生量を算定。消化ガスの低位発熱量を用いてエネルギー換算値を算定。 ・発電効率を 30%、発電排熱回収率を 70%と想定（熱電併給トータルで 80%効率）。

表7には県全体のバイオマス賦存量と利用可能量を推定した数値を載せている。賦存量全体で 8.8×10^6 ギガジュールで、林地残材を除いたバイオマスの電力利用可能量は1.1億 kWh と算出されている。なお、林地残材による電力利用可能量は1.2億 kWh である。分けた理由は、後で石炭火力発電所で混焼するケースを想定するためである。林地残材以外のバイオマスは主にメタン発酵など水分が多いバイオマス処理になるだろう。

表7 県全体のバイオマスエネルギー賦存量と利用可能量の算出結果

	エネルギー賦存量 (GJ/年)	エネルギー利用 可能量 (GJ/年)	電力利用可能量 (kWh/年)	熱利用可能量 (GJ/年)	エタノール精製 可能量 (キログラム/年)	BDF精製可能量 (リットル/年)	自動車稼働台数 (台)
林地残材	1,405,539	1,405,539	117,129,223	688,714	31,670	—	1,387,211
廃棄物系木質バイオマス	1,732,964	567,981	45,923,129	270,028	10,894	—	477,179
家畜ふん尿(牛、豚)	741,969	38,959	3,246,616	19,090	—	—	—
家畜ふん尿(鶏)	1,234,153	98,408	8,284,095	48,710	—	—	—
農産資源	3,042,184	0	0	0	0	—	0
家庭系・事業系生ごみ	349,444	349,444	28,768,560	169,159	—	—	—
産廃系動植物性残渣	96,863	70,351	5,862,565	34,472	—	—	—
家庭系廃食油(低回収率 ケース)	—	—	—	—	—	415,588	546
事業系廃食油	—	—	—	—	—	322,610	424
し尿・下水汚泥	212,108	212,108	17,675,674	103,933	—	—	—
合計	8,815,224	2,743,791	226,889,861	1,334,104	42,564	738,197	1,865,360
合計(林地残材を除く)	7,409,685	1,338,252	109,760,639	645,390	10,894	738,197	478,149

図16 県全体におけるバイオマス資源毎のエネルギー利用可能量の内訳



(図表2-13の見方)
 左の円グラフは全バイオマス資源量について、「林地残材」と「廃棄物系バイオマス(林地残材を除いたバイオマス資源)」の利用可能量の内訳を示したものです。
 右の棒グラフは、「廃棄物系バイオマス」の内訳を示したものであり、内訳(パーセント)は「全バイオマス資源の利用可能量に対する割合」を示したものです。

図 16 は表 7 に示した内訳を解りやすくするためのものである。

表 7 に示したバイオマスの利用可能量は、単なる数値でしかなく、すでに利用実績があることと、民間企業や自治体に独自の利用計画があるので、それらをベースに木質バイオマスの導入の将来イメージを描いたのが表 8 と表 9 である。

表 8 三重県における資源毎のバイオマスエネルギー導入イメージ

	三重県における導入イメージの目安[TJ/y]			利用可能量 [TJ/y]	三重県におけるバイオマスエネルギー導入イメージ [TJ/y]			利用率 *1
	電力	熱	計		電力	熱	計	
林地残材	40	80	120	1,406	295	573	868	28%
廃棄物系木質バイオマス	51	103	154	568				
家畜ふん尿	12	25	37	138	12	25	37	2%
産廃系動植物性残渣	6	13	19	70	6	13	19	20%
家庭系・事業系生ごみ	31	64	95	349	31	64	95	27%
し尿・下水汚泥	19	39	58	212	19	39	58	27%
合計	160	323	483	2,723	363	714	1,077	19%

*1 利用率は、エネルギー賦存量に対する導入イメージの割合である。

表 9 バイオマス資源毎の導入イメージに相当する施設規模イメージ

バイオマス資源	エネルギー導入量 (TJ/y)	施設規模イメージ
木質バイオマス全体	868	木質バイオマスエネルギー利用施設で年間約 12 万 t の資源利用
家畜ふん尿	39	乳牛約 3,200 頭のふん尿を利用するメタン発酵施設
産廃系動植物性残渣	19	産廃系動植物性残渣を年間約 9,000t 利用するメタン発酵施設
家庭系・事業系生ごみ	95	生ごみを年間約 42,000t (約 19 万世帯) 利用するメタン発酵施設
し尿・下水汚泥	58	流入水量約 8 万 m ³ の下水道終末処理施設 (流域人口で約 14 万人)

(注) 上記は、導入イメージに沿った施設規模の組合せ例を示したものであり、バイオマス資源毎の導入目標値や上限値を示すものではない。

表 8 の左欄に示してある「導入イメージの目安」とは、国の新エネルギー導入目標から三重県におけるバイオマスエネルギー導入のイメージを描いたものである。しかし、県内では既に建設廃木材や製材廃材の熱利用が進んでおり、また民間企業や自治体における独自の利用計画が進んでいる。そこで、木質バイオマスについて「導入のイメージの目安」を補正して「バイオマスエネルギー導入イメージ」が策定された。それが表 8 の右半分の欄に示されている。

発電に関しては熱量で表示されており、バイオマス発電はコジェネレーションで行いその発電効率を 30% とすると記載されている。林地残材と廃棄物系木質バイオマスの 28% が有効利用されて、年間 295TJ が発電に使われると解釈できる。単純に発電効率 30% で電力量に換算すると；

1 kWh=3600kJ, T:10¹², K:10³ であるから、

$$295\text{TJ} \times 0.3 = 295 \times 10^{12} \div 10^3 \div 3600 \times 0.3 = 0.25 \text{ 億 kWh}$$

ここまでは木質系バイオマス発電だけを検討してきた。表 8 の「導入イメージ」の電力すなわち発電に占める木質バイオマスは 81% を占めている。繰り返しになるが、「導入イメージ」はすでにある程度の具体的なイメージをもって計画されているか、計画が検討されているバイオマス利用の将来図である。よって、2030 年のバイオマス発電のポテンシャルを占う場合には、手堅く 0.25 億 kWh/年と見積もることとする。

(4) RDF 発電のポテンシャル

三重県では桑名市、伊賀市、紀北など 14 市町村がゴミ固形燃料 (RDF) を製造し、桑名市にある県の RDF 発電所で燃料にしている(「ゴミ分別の異常な世界」杉本裕明・服部美佐子著 幻冬舎親書 133 . p.81)。

RDF 発電所は、平成 15 年(2003 年)8 月に発生した RDF 貯蔵槽爆発事故のため運転を停止し、平成 16 年 3 月から 8 月にかけて安全対策を講じた上で試運転を行い、平成 16 年(2004 年)9 月から運転を再開した。平成 19 年(2007 年)の供給電力量は約 5,477 万 kWh であった。RDF 処理能力は 240 トン/日であり、発電能力が 12050 kW である(平成 20 年度版〔三重県〕環境白書 p.25)。

この数字から、年平均稼働率を求めると

$$5477 \text{ 万 kWh} \div (12050 \text{ kW} \times 24 \text{ 時間} \times 365 \text{ 日}) = 51.8\%$$

となる。

仮に、RDF の生産量をもっと増やすことが可能であるとし、将来の三重県の RDF 発電所の稼働率が年間 90% と想定すると、その年間発電量のポテンシャルは

$$5477 \text{ 万 kWh} \times (90 \div 51.8) = 9516 \text{ 万 kWh/年} \quad 9500 \text{ 万 kWh/年}$$

となる。但し、年間稼働率を 100% から差し引いた 10% つまり約 1 ヶ月は、オーバーホールなどの期間とする。また、RDF 処理量も $240 \times (90 \div 51.8) = 417$ トンとなる。

現在、RDF発電は赤字続きで、せっかく持ち込まれた燃料は倉庫に眠っているとも言われている。その理由はRDF発電所からの電力が安くしか売れないからである。例えば、電気自動車用の電力として高く売れるようになったとすれば、RDFルネッサンスが起り、三重県の有機廃棄物をRDFによってさらに大量に処理しようという動きが出るかもしれない。

RDFに将来展望が開けてくるなら、RDF発電所を増設することもありうる。現に、日本政府は平成21年11月から太陽光発電からの電力を48円/kWhで買取義務を電力会社に課すようになった。これはCO2排出抑制を目的としているので、当然バイオマス系のRDFなら同様の扱いを受けてしかるべきである。そこで、2030年のRDF発電からのカーボンフリーの電力を現行の3倍である約3億kWh/年と見積もることにしよう。

(5) カーボンフリー電力の見積もり

太陽光発電、風力発電、バイオマス発電の主たる三つのカーボンフリー電力の発電量とすでに稼働しているRDFからの発電量の推定を足すと：

太陽光発電7.4億kWh、風力発電8.6億kWh、木質系バイオマス発電0.25億kWh、RDF発電3億kWhの合計19.25億kWh/年が2030年に期待可能なカーボンフリー電力量となる。これは第4章で検討した31.8億kWh/年の61%を占める。まだ31.8億kWhに約13億kWh足りない。