

耕作放棄地における太陽光発電の可能性に関する研究

Research of possibility of solar power on abandoned cultivatedland

J09026-4 岡崎 大志

Abstract

The Japanese stable power supply system is breaking down after a Fukushima Nuclear Power Plant accident. A mood of the introduction of the renewable energy increases as an alternative energy of the nuclear power generation. However, stable energy supply seems to be difficult in Japan because the change of the climate is huge, and becoming popular of renewable energy will be difficult because of its high cost. Therefore it is investigated to compare the energy generated by solar-panels which is constructed in abandoned farmland and the energy generated by nuclear plant from the view point of quantity and cost, and then practicality is considered in this study.

Keywords 耕作放棄地 (abandoned cultivated land) 太陽光発電 (solar power) 日照時間 (hours of sunlight) 原子力発電 (nuclear power)

1. 背景・目的

福島第一原子力発電所事故を境に日本の安定的な電力供給体制は崩れつつある。家庭部門におけるエネルギー源の推移を見てみると、2009年度の電気の割合は50.5%となっていることから、供給体制に不備が起これば社会に大きな影響を及ぼす。

その中で原子力発電の代替エネルギーとして再生可能エネルギーの導入の機運が高まっている。しかし気候の変化が大きい日本においては安定的なエネルギー供給が難しく、発電コストが高いため普及していないのが現状である。

その中で、今日本には多くの耕作放棄地が存在している。現在日本には平成22年時点で39.6万haの耕作放棄地が存在しており、昭和55年時点と比べると約3倍に増加している。そこで、日本の耕作放棄地全てに太陽光パネルを設置した場合に生み出される発電量と必要なコストを原子力発電と比較し実用性があるのかどうかということを調査した。

2. 調査概要

今回使用した式は、

$$\frac{\text{月間日照時間[h]} \times \text{年間発電量[kwh/ha]} \times \text{耕作放棄地[ha]}}{\text{年間日照時間[h]}}$$

・・・①

とした。この式にした理由は、地域の電力会社が電力の発送電をほぼ独占している現状を踏まえ各電力会社の営業地域ごとに分けて調査を行った。また、日本は地域や時期によっても気候が違うことから月ごとに、さらに地域ごとに太陽光発電量を算出して、原子力発電量との比較を行う。

なお使用したデータは、まず、電力会社管内ごとの平成22年度の耕作放棄地の面積と各電力会社を代表する太陽光発電所の1haあたりの年間発電量を使用し、それぞれ表1に載せた。次に、日照時間のデータは気象庁が管轄する54の気象台の1981年から2010年の30年間の平均の日照時間を用い、表2に載せた。

表1 各地域の代表的な太陽光発電所[左]

耕作放棄地の面積[中]

1haごとの電力会社別の太陽光発電量[右]

会社	発電所	発電量(万kwh/ha)	面積(万ha)
北海道	伊達ソーラー発電所	33.3	1.8
東北	仙台太陽光発電所	52.5	8.6
東京	浮島太陽光発電所	67.2	8.8
中部	メガソーラー太陽光発電所	52.1	4.7
北陸	志賀太陽光発電所	33.3	1.0
関西	堺太陽光発電所	50.0	2.1
中国	福山太陽光発電所	81.7	4.0
四国	松山太陽光発電所	66.6	2.3
九州	メガソーラー大牟田発電所	40.0	6.0

表2 各地域の日照時間[h]

	北海道	東北	東京	北陸	中部	関西	中国	四国	九州
4月	179.6	179.9	184.4	178.3	193.0	182.7	184.8	191.5	179.1
5月	192.4	190.4	180.3	192.8	195.6	189.3	201.4	196.1	184.6
6月	168.1	159.0	129.9	148.5	151.3	149.8	159.1	156.6	138.2
7月	144.7	142.1	145.9	152.0	165.8	169.2	171.2	189.7	183.8
8月	151.2	173.2	180.7	209.9	203.8	209.2	207.3	220.8	207.4
9月	160.1	135.8	128.5	139.7	151.1	150.6	153.4	161.6	167.7
10月	157.0	143.1	146.4	148.3	164.3	158.2	167.9	173.9	181.4
11月	103.5	106.3	159.1	105.6	157.9	135.0	132.0	152.7	150.0
12月	90.3	86.4	188.3	75.1	168.4	129.2	117.9	160.2	146.0
1月	100.2	90.0	195.6	65.3	164.5	119.2	104.6	153.2	132.5
2月	121.8	104.0	177.0	85.3	160.6	119.4	112.1	151.0	138.5
3月	163.9	147.9	180.9	134.2	180.2	150.5	150.0	172.6	157.5
年間	1732.6	1658.0	1996.9	1635.0	2056.5	1862.4	1861.7	2079.8	1966.7

表3 各電力会社の地域分類

北海道	北海道
東北	青森、岩手、秋田、山形、宮城、福島、新潟
東京	東京、神奈川、千葉、埼玉、群馬、栃木、茨城、山梨(伊豆地方)
北陸	富山、石川、福井(嶺北地方)
中部	愛知、静岡、岐阜、三重、長野
関西	大阪、兵庫、京都、奈良、滋賀、和歌山、福井(嶺南地方)
中国	広島、岡山、山口、鳥取、島根
四国	松山、高松、徳島、高知
九州	福岡、熊本、鹿児島、長崎、大分、宮崎、佐賀

なお耕作放棄地の算出の際、静岡県と福井県では管轄する電力会社が分かれているので、この場合は分かれている地域それぞれの面積比で推定される耕作放棄地を算出した。

なお、この公式が正確かどうかと確かめるためサンプルを使って比較してみた。ここでいうサンプル値というのは、北海道経済産業局の2008年から2010年までの3年間の太陽光発電の発電量の月別平均で計算値の公式は

$$\frac{\text{月間日照時間[h]} \times \text{年間発電量[kwh/ha]}}{\text{年間日照時間[h]}}$$

・・・②

とする。年間発電量というのは2008年から2010年の平均での北海道における年間の太陽光発電量であり、年間、月間の日照時間とは前述の北海道電力管内の平均日照時間のこと、それぞれの値を表5に載せた。

ここでは年間で発電される発電量と月間で発電される量との関係が1年間の日照時間とその月の日照時間の比率の関係に符合しているのかどうかということを証明する事を目的とし、そこに耕作放棄地の面積を乗じた太陽光発電量の推定値が正しいのかということが証明された事になる。

図1のグラフを比較すると8月にはサンプル値が高い値を示しているためサンプル値と計算値に比較的大きな差が見られるが、それ以外を見てみると比較的近似した値を示しており、サンプル値と計算値の2つには相関関係があるものと思われる。

原子力発電所と太陽光発電所のコストの比較については国内でそれぞれ地域事情が違うため地域ごとに発電量のデータを使用して、それを基に数字を照らし合わせてコストを比較して金銭的な実用性を考察してみる。表6を基にして月間の発電コストの公式は

$$\text{月間発電量[kwh]} \times \text{発電単価[円/kwh]}$$

・・・③ とする。

3. 結果・考察

表8の灰色で示しているのは太陽光発電量が既存の原子力発電量より少ないことを示している。それを見ると、東北、中部、中国の各電力会社では、1年を通して太陽光発電量が原子力発電量を上回り中部では最大で約1.5倍、東北では最大で約3.4倍、中国では約7.1倍となった。一方四国では7月と11月から3月にかけての寒い時期には太陽光発電量は原子力発電量を下回り、そのほかの地域では1年中下回るという結果が出た。特に関西では太陽光発電量は原子力発電量の2割程度あった。このような結果になった要因を考察してみた。

まず、各電力会社の発電比率について表10を見てみると、火力発電が8割以上を占めている中部と中国では2社とも年間を通して太陽光発電量の方が値が高い一方で、原子力発電が5割以上を占めている北海道、関西、四国、九州では原子力発電量の方が高い傾向が見られ、原子力発電が3割前後を占めている東京、北陸でも原子力発電量のほうが高かった。これをみると原子力発電の依存度が高い電力会社では太陽光発電を代替エネルギーに利用しにくく、逆に原子力依存度の低い電力会社は太陽光発電を代替エネルギーに利用しやすい傾向が見られた

表4 各電力会社管内の気象庁観測点

北海道	札幌、旭川、函館、室蘭、釧路、網走、稚内
東北	仙台、福島、山形、盛岡、秋田、青森、新潟
東京	東京、横浜、熊谷、銚子、水戸、宇都宮、前橋、甲府
中部	富山、金沢、福井
北陸	名古屋、静岡、岐阜、津、長野
関西	大阪、神戸、京都、奈良、彦根、和歌山、舞鶴
中国	広島、岡山、下関、鳥取、松江
四国	松山、高松、徳島、高知
九州	福岡、熊本、鹿児島、長崎、大分、宮崎、佐賀

表5 比較につかう値[万kwh]と日照時間[h]

	サンプル値	推定値	日照時間
4月	12.4	13.5	179.6
5月	13.3	14.4	192.4
6月	10.1	12.6	168.1
7月	10.5	10.9	144.7
8月	14.6	11.3	151.2
9月	11.9	12.0	160.1
10月	11.3	11.8	157.0
11月	9.2	7.8	103.5
12月	8.4	6.8	90.3
1月	8.2	7.5	100.2
2月	8.8	9.1	121.8
3月	11.3	12.3	163.9
合計	130.0	130.0	1732.6

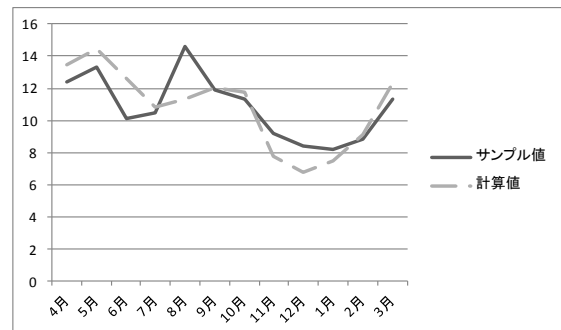


図1 サンプル値と計算値のグラフ

表6 発電単価の比較

	発電単価(円/kWh)
太陽光発電	49
原子力発電	5.3

(ちなみに発電単価の算出には基準となるコストがそれぞれの団体によって違っていたため、今回は経済産業省は発行しているエネルギー白書2010のデータを引用した。)

次に各電力会社管内の居住人口について表 11 を見てみると、東京、関西、中部といった順になっているが、電気を供給する人口が多い分原子力発電量も比例して多くなるかといえはこの調査結果では必ずしもそうではなく中部や東北など原子力発電に頼っていない地域では人口が多い割では原子力発電量は多くない。ただ、原子力発電量そのものでみれば東京、関西は圧倒的に多いので必ずしも供給人口と関係はないとは言えない。

次に、耕作放棄地について表 11 見てみると、ほぼ太陽光発電量の順番と連関している。耕作放棄地が多ければ当然それに比例して太陽光発電量が多くなるので、ここでもその傾向が見られた。ただ原子力発電量を上回れることができるかどうかは各地域で違うので太陽光発電量の多くても原子力発電量を上回る場合がある。

最後に、日照時間についてであるが、これは各電力会社を代表する太陽光発電所の 1ha あたりの年間発電量と関係があるのかということ調査するために使用した。表 11 を見ると概ね関東から西の太平洋側では年間の日照時間が比較的高く、それ以外ではどちらかと言えば低い傾向が見られた。これを 1ha ごとの電力会社別の太陽光発電量と照らし合わせると、日照時間が低い地域を多く抱える北海道、東北、北陸では 1ha ごとの電力会社別の太陽光発電量は低い傾向が見られた。一方それ以外ではあまり関係性は見られなかった。したがって完全とはいえないもののある程度の関係性があると考えられる。

次に発電コストについて算出してみた。表 12 を見てみると分かるように、現状の体制で発電を行えばいずれの場合でも太陽光発電の方がコストは高いということが解った。関西電力は太陽光発電が少ない状態で高いコストをかけ、原子力発電が多い状態で低いコストをかけたため他の電力会社と比べて比較的近くになっているがそれを含めても足りない。場所によっては 10 倍以上違う場所も見られた。

これらのデータを見てみると太陽光発電量は地域によって代替できるが、できない地域もあり、発電コストはほぼ全域で原子力発電のコストを上回るため現段階ではあまり実用的ではないと思われる。

表 11 各電力会社管内の居住人口[人] (左)
各電力会社管内の耕作放棄地面積[ha] (中)
各電力会社管内の平均日照時間[h] (右)

東京	44701992	東京	87523	四国	2079.8
関西	21030607	東北	85564	中部	2056.8
中部	15953370	九州	60571	東京	1996.9
九州	13204474	中部	46784	九州	1966.7
東北	11710010	中国	28659	関西	1862.4
中国	7561899	四国	23955	中国	1861.7
北海道	5507456	関西	20510	北海道	1732.6
四国	3977205	北海道	17632	東北	1658.0
北陸	3055710	北陸	9633	北陸	1635.0

表 7 各電力会社の原子力発電量[億 kwh]

	北海道	東北	東京	北陸	中部	関西	中国	四国	九州
4月	8.5	15.0	61.6	6.5	17.3	49.9	5.8	11.8	32.5
5月	6.9	15.2	66.7	8.2	17.1	50.1	5.0	10.1	31.0
6月	7.0	14.1	69.0	8.5	15.1	50.5	5.4	9.4	30.6
7月	8.4	16.3	75.7	6.0	19.3	57.7	6.1	14.0	36.1
8月	8.6	16.7	75.8	5.2	16.4	61.4	6.9	15.1	35.2
9月	8.7	15.4	68.8	5.8	13.9	54.7	5.7	11.8	28.8
10月	9.3	15.6	66.5	6.4	14.2	53.1	5.7	11.6	31.7
11月	8.7	14.9	62.7	6.1	14.2	51.7	5.6	13.2	34.6
12月	9.3	17.5	72.0	5.4	15.2	56.3	6.2	14.8	34.7
1月	9.3	18.8	74.8	5.5	14.8	59.9	6.3	13.9	30.6
2月	8.5	15.5	69.0	6.6	16.2	50.7	5.7	11.8	27.0
3月	10.2	12.9	61.4	5.4	17.8	54.0	6.5	13.2	32.6

(各電力会社の過去 5 年間の平均した原子力発電量)

表 8 各地域の想定される太陽光発電量[億 kwh]

	北海道	東北	東京	北陸	中部	関西	中国	四国	九州
4月	6.2	49.0	54.6	3.6	23.0	10.3	32.4	14.1	21.9
5月	6.7	51.8	53.4	3.9	23.3	10.7	35.3	14.4	22.5
6月	5.8	43.3	38.5	3.0	18.0	8.4	27.9	11.5	16.9
7月	5.0	38.7	43.2	3.1	19.7	9.5	30.1	14.0	22.4
8月	5.2	47.2	53.5	4.3	24.3	11.8	36.4	16.3	25.3
9月	5.5	37.0	38.1	2.8	18.0	8.5	26.9	11.9	20.5
10月	5.4	39.0	43.4	3.0	19.6	8.9	29.5	12.8	22.1
11月	3.6	29.0	47.1	2.2	18.8	7.6	23.2	11.2	18.3
12月	3.1	23.5	55.8	1.5	20.1	7.3	20.7	11.8	17.8
1月	3.5	24.5	57.9	1.3	19.6	6.7	18.4	11.3	16.2
2月	4.2	28.3	52.4	1.7	19.1	6.7	19.7	11.1	16.9
3月	5.7	40.3	53.6	2.7	21.5	8.5	26.3	12.7	19.2

表 9 原子力発電所と太陽光発電所の比率

	北海道	東北	東京	北陸	中部	関西	中国	四国	九州
4月	0.7	3.3	0.9	0.6	1.3	0.2	5.6	1.2	0.7
5月	1.0	3.4	0.8	0.5	1.4	0.2	7.1	1.4	0.7
6月	0.8	3.1	0.6	0.4	1.2	0.2	5.1	1.2	0.6
7月	0.6	2.4	0.6	0.5	1.0	0.2	5.0	1.0	0.6
8月	0.6	2.8	0.7	0.8	1.5	0.2	5.3	1.1	0.7
9月	0.6	2.4	0.6	0.5	1.3	0.2	4.8	1.0	0.7
10月	0.6	2.5	0.7	0.5	1.4	0.2	5.1	1.1	0.7
11月	0.4	1.9	0.8	0.4	1.3	0.1	4.2	0.9	0.5
12月	0.3	1.3	0.8	0.3	1.3	0.1	3.4	0.8	0.5
1月	0.4	1.3	0.8	0.2	1.3	0.1	2.9	0.8	0.5
2月	0.5	1.8	0.8	0.3	1.2	0.1	3.4	0.9	0.6
3月	0.6	3.1	0.9	0.5	1.2	0.2	4.1	1.0	0.6

表 10 各電力会社の発電比率[%]

	水力	火力	原子力
北海道	11.7	38.5	49.4
東北	11.3	59.0	28.5
東京	4.3	64.0	31.8
北陸	17.6	47.1	35.4
中部	7.1	80.5	12.4
関西	11.5	37.6	50.9
中国	7.4	87.6	5.0
四国	7.1	38.1	54.8
九州	5.0	46.8	46.4

表 12 原子力発電/太陽光発電の比率

	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州
4月	0.15	0.03	0.12	0.20	0.08	0.52	0.02	0.09	0.16
5月	0.11	0.03	0.14	0.23	0.08	0.51	0.02	0.08	0.15
6月	0.13	0.04	0.19	0.31	0.09	0.65	0.02	0.09	0.20
7月	0.18	0.05	0.19	0.21	0.11	0.66	0.02	0.11	0.17
8月	0.18	0.04	0.15	0.13	0.07	0.56	0.02	0.10	0.15
9月	0.17	0.04	0.20	0.22	0.08	0.70	0.02	0.11	0.15
10月	0.19	0.04	0.17	0.23	0.08	0.65	0.02	0.10	0.16
11月	0.26	0.06	0.14	0.30	0.08	0.74	0.03	0.13	0.20
12月	0.33	0.08	0.14	0.39	0.08	0.83	0.03	0.14	0.21
1月	0.29	0.08	0.14	0.46	0.08	0.97	0.04	0.13	0.20
2月	0.22	0.06	0.14	0.42	0.09	0.82	0.03	0.12	0.17
3月	0.19	0.03	0.12	0.21	0.09	0.69	0.03	0.11	0.18

4. まとめ

耕作放棄地を使って太陽光発電することには問題点がある。まず、農地法という法律によると、耕作放棄地は法律上農地と定義されている。そのため農地を農地以外の目的に転用するということになるため、その農地を所有している権利者が転用しようとする場合、その農地が4ha以下の場合には都道府県知事、4haを超える場合には農林水産大臣の許可が必要になる。また、その許可がおりるかどうかというのもどういう農地かによっても異なってくる。まず、市街化区域内の農地については市町村の農業委員会の届け出をしなければ、許可をもらう必要はない。次に市街化区域外の農地は全部で5種類ありそれぞれ表13に載せた。

第3種農地は原則として許可がおりる傾向がある。第2種農地は他の土地に立地することが困難な場合は許可がおりる傾向がある。第1種農地は市街地に設置することが困難な施設を設置する場合以外は原則として不許可で、甲種農地は農業用施設を設置する場合以外は原則として不許可で、農用地区域内農地では全面的に不許可となっている。

農地法は農地を国内の農業生産の基盤であり、将来における国民のための資源であり、地域における貴重な資源であると定義し、農地を農地以外のものにするのを規制するとともに、農地の利用関係を調整し、農地の農業上の利用を確保するための措置をとることにより、国内の農業生産の増大を図り、食料の安定供給することを目的としていることから、政府や地方自治体は耕作放棄地をなるべく農地に転換することで地方の農業の振興を行いたいと考えており、なるべく耕作放棄地を農業以外に転用することはなるべく避けたいと考えている。

現在、日本の39万6千haの耕作放棄地のうち農地転用の規制により約30万haの農地は転用できないことになる。政府では残りの9万6千haと耕作放棄地とは別の荒地の8万haの計17万haを使って太陽光発電を行うとしている。今回の研究では法律とは関係なく全ての耕作放棄地を利用できるという前提で試算を行ったが、その試算よりも供給する電気が少ないが現状なので安易な再生可能エネルギーの転換は困難だろう。

近年、新規就農を促す国の取り組みや農業に対する意識の変化から、異業種からの参入や若い人の就農が目立っていて、農業自体が注目されている。しかし、耕作の効率化が難しい中山間地、高齢化の進む集落等ではあらたな担い手が見つからないため図2にあるグラフのように耕作放棄地が増え続けているのが現状である。この状況を打開するため耕作放棄地での太陽光発電の設置し、地域を振興させようとしている。

しかし、日本の食糧自給率の低下の状況を見ると、農地としての活用も必要になるので、耕作放棄地の活用は食糧事情とエネルギー事情とのバランスをよく考えて行うべきであり、また加えてエネルギーの供給についても既存のエネルギーとのバランスをよく考えて行うべきであると思う。

表 13 市街化区域外農地の詳細

第3種農地	鉄道の駅が300メートル以内にあるなど、市街地の区域内市街地の区域又は市街地の傾向が著しい区域にある農地
第2種農地	鉄道の駅が500メートル以内にあるなど、市街化が見込まれる区域等にある農地または農業公共投資の対象となっていない生産性の小集団の農地
第1種農地	10ha以上の規模の一段の土地、土地改良事業の対象となった農地等良好な営農条件を備えている農地
甲種農地	市街化調整区域の中にある農地のうち土地改良事業の対象となったもの(8年以内)等特に良好な営農条件を備えている農地
農用地区域農地	市町村が定める農業振興地区整備計画において長期にわたり農用地として確保していくとされた土地

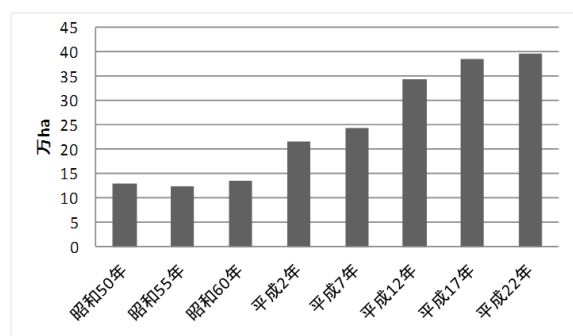


図2 日本の耕作放棄地の面積の推移

参考文献

- 日本の電力地図 <http://www.denryoku-map.com/>
- エネルギー白書2011 経済産業省 資源エネルギー庁
- 農林業アンセス2011 農林水産省
- 電気事業連合会 <http://www.fepc.or.jp/>
- 過去のデータ検索 気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 経済産業省 北海道経済産業局 経済指向・統計
- エネルギー白書2010 経済産業省 資源エネルギー庁
- 2010年国勢調査 総務省
- 耕作放棄地の現状 <http://www.pref.ehime.jp/h36180/khtaisaku/genjo23.pdf>
- 電子政府の総合窓口 イーカブ <http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/idxsearch.cgi>
- 農地転用の許可申請 <http://www.office-yoshimura.net/article/14346495.html>
- 農地区分 <http://agr.office-kowa.com/noutikubun.html>
- 原子力施設運転管理年報2006～2010 原子力安全基盤機構