

研究ノート 中国製太陽光パネルの CO₂ 排出量試算

キヤノングローバル戦略研究所 研究主幹 杉山大志

(注記 本稿は 22/11/27 付の改訂版。当初の原稿には森林吸収の扱いについて誤りがあつたため 5 章の 8.8 トンを 17.6 トンに修正した。些末な誤りであり本質的な変更ではない。また表記誤りを直し、終章に表を追記した)

[以前](#)、中国製の太陽光パネルは製造時の CO₂ 発生が多くてカリフォルニアでは製造時の CO₂ 削減を取り返すのに 9 年もかかるという米国ブレイクスルー研究所の試算を紹介した。

では日本はどうか、概算してみよう。

1 住宅用 1 メガワット製造時の CO₂ 排出量は 2190 トン

パネル製造時の CO₂ 排出量を計算しよう。

まず、中国での製造時の CO₂ 等の排出は、[以前の記事の付録](#)を見ると、パネル 1m² あたり 433kg-CO₂ となっている。また 1m² のパネルの電気出力は 197.84Wp となっている。

そうすると 1Wp あたりの CO₂ を計算すると

$$433\text{kg-CO}_2 / 197.84\text{kg-CO}_2/\text{Wp} = 2.19\text{kg-CO}_2/\text{Wp}$$

そうすると 1MWp 製造時の CO₂ 排出量は

$$2.19\text{Gg-CO}_2 = 2.19\text{Kt-CO}_2$$

となって、1 メガワット製造時の CO₂ 排出量は **2190 トン**となる。

2 住宅用 1 メガワットの CO₂ 削減量は年間 531 トン。

つぎに 1 メガワットの太陽光発電で削減できる CO₂ の量を計算しよう。

まず発電される電力の量から求める。[住宅用の太陽光発電の設備利用率は 13.8%](#)となって

[いる](#)ので、1年間を 8760 時間として、

$$1\text{MW} \times 8760\text{h} \times 13.8\% = 1.20\text{GWh}$$

電源	石炭火力	LNG火力	原子力	石油火力	陸上風力	洋上風力	太陽光(事業用)	太陽光(住宅)
発電コスト (円/kWh) ※()内は 政策経費なしの値	12.5 (12.5)	10.7 (10.7)	11.5~ (10.2~)	26.7 (26.5)	19.8 (14.6)	30.3 (21.1)	12.9 (12.0)	17.7 (17.1)
設備利用率 稼働年数	70% 40年	70% 40年	70% 40年	30% 40年	25.4% 25年	30% 25年	17.2% 25年	13.8% 25年

(出典：経産省資料)

これだけの電力を作るために日本の発電所が排出している CO₂ は、[日本の現在の電力の排出係数は 0.441kgCO₂/kWh である](#)ので、

$$1.20\text{GWh} \times 0.441\text{kg-CO}_2/\text{kWh} = 0.531\text{Gg-CO}_2 = 531\text{t-CO}_2$$

つまり 1 メガワットの太陽光発電で削減できる CO₂ の量は年間 **531 トン**である。

そうすると、製造時の CO₂ 排出量は確かに多いが、住宅用の太陽光発電であれば、だいたい 4 年 (2190/531=4.1) で取り返せることになる。5 年目以降は CO₂ の削減になる訳だ。

3 メガソーラー1メガワット製造時の CO₂ 排出量は 3070 トン

さてこんどはメガソーラーについて計算しよう。

まず 1 メガワット製造時の CO₂ 排出量であるが、これは「過積載」をしているために大きくなる。

[政府資料](#)を参考に過積載率を 40%とすると、CO₂ 排出量も 40%増えて、2.19×1.4=3.07 だから

1 メガワット製造時の CO₂ 排出量は **3070 トン**となる。



(出典：経産省資料)

4 メガソーラー1メガワットのパネルによるCO₂削減量は年間662トン。

メガソーラーは過積載をしていることで設備利用率は住宅用よりも高くなり、[政府資料](#)によると17.2%となっている。

削減できる年間のCO₂排出量も住宅用より高くなり

$$531 \times 17.2 / 13.8 = 662$$

つまり1メガワットのメガソーラーで削減できるCO₂の量は年間662トンである。

そうすると、製造時のCO₂排出量は確かに多いが、メガソーラーの場合も、5年弱(3070/662=4.6)で取り返せることになる。6年目以降はCO₂の削減になる訳だ。

5 森林破壊で1メガワットの建設時のCO₂排出量は604トン

メガソーラーは森林を破壊することがある。高めに見て、最大でどのぐらいのCO₂排出になるのか計算しよう。

まずメガソーラーは、1メガワットあたり2ヘクタールの面積を使うとする。

[林野庁が成熟した杉林についての数字を出している](#)ので、それを用いよう。

森林はどのぐらいの量の二酸化炭素を吸収しているの？

スギの36～40年生の人工林がこれまでに吸収してきた量と1年間に吸収する量

樹木が吸収し蓄積する二酸化炭素の量は一本一本異なっています。例えば、適切に手入れされている36～40年生のスギ人工林は1ヘクタール当たり約302トンの二酸化炭素（炭素量に換算すると約82トン）^{注1}を蓄えていると推定されます。

また、この36～40年生のスギ人工林1ヘクタールが1年間に吸収する二酸化炭素の量は、約8.8トン（炭素量に換算すると約2.4トン）と推定されます。

（出典：林野庁資料）

杉林は1ヘクタールあたり302トンのCO₂を蓄えているから、もし2ヘクタールの森林を切り開いてメガソーラーを建設するとしたら、**建設時に604トンのCO₂が発生する**。

また杉林は1ヘクタールあたりで毎年8.8トンのCO₂を固定する。これがメガソーラー開発によって失われるならば、1メガワットあたりだと**毎年17.6トンのCO₂が発生すること**と同等になる。

いずれも大きな数字ではあるが、メガソーラーで削減できるCO₂の発生量が年間662トンであるので、メガソーラーがだいたい1年で取り返せる。

先ほどの製造時と合わせると、 $3070+604=3674$ なので、**メガソーラー建設時のCO₂排出量は3674トン**、毎年のCO₂削減量は $662-17.6=644$ なので**メガソーラーによるCO₂削減量は毎年644トン**。 $3674/644=5.7$ なので、森林破壊によるCO₂排出を最大限見積もっても、メガソーラーは、建設時のCO₂排出を6年弱で取り返せることになる。7年目以降はCO₂の削減になる訳だ。

6 2030年にはどうなるか

さて以上では電力の排出係数として現時点の値である441kg-CO₂/kWhを用いてきた。だがこれは原子力と再生可能エネルギーの割合を増やすことで[2030年には250kg-CO₂/kWh](#)

にするのが国の計画となっている。

そうすると太陽光発電による CO₂ 削減量も $250/441=0.567$ 倍になる。

建設時の CO₂ 排出を取り返すのにかかる年数はその分長くなって

- ・ **住宅用**では、2章のラストの数字を使って、 $4.1/0.567=7.3$ なので **7年以上**
- ・ **メガソーラー**では、5章のラストの数字を使って、 $5.7/0.567=10.1$ なので **ほぼ10年**

となる。

結論： 建設時までの CO₂ 排出量を事業ごとに計算すべきだ

以上の計算を表にまとめておく。

表 1 メガワットあたりの CO₂ 収支計算

ラベル	用途	項目	備考
A	住宅用	製造時CO ₂	2190.0
B	住宅用	年間CO ₂ 削減量	531.0 設備利用率13.8%、電力のCO ₂ 排出係数は2020年の値(0.441)
C	住宅用	CO ₂ 回収年数	4.1 C=A/Bとして計算
D	メガソーラー	製造時CO ₂	3070.0 過積載率40%
E	メガソーラー	年間CO ₂ 削減量	662.0 設備利用率17.2%、電力のCO ₂ 排出係数は2020年の値(0.441)
F	メガソーラー	森林破壊CO ₂ (建設時)	604.0 2ヘクタールを想定
G	メガソーラー	森林破壊CO ₂ (年間)	17.6 2ヘクタールを想定
H	メガソーラー	CO ₂ 回収年数	5.7 H=(D+F)/(E-G)として計算
I	住宅用	CO ₂ 回収年数	7.3 電力のCO ₂ 排出係数を2030年の値(0.250)とした。I=C・(250/441)として計算
J	メガソーラー	CO ₂ 回収年数	10.1 電力のCO ₂ 排出係数を2030年の値(0.250)とした。J=H・(250/441)として計算

中国製のソーラーパネルを使用した場合（いまの世界のソーラーパネルのほとんどは中国製だ）、太陽光発電の建設時までの CO₂ 排出量は大きく、太陽光発電による CO₂ 削減で取り返すためには住宅用で 7 年、メガソーラーでは 10 年もかかるという計算結果になった。

以上の計算は概算であり、詰めるべきところは沢山ある。だがはっきり言えることは、パネル製造や森林破壊などによって建設時までに発生する CO₂ 排出量をきちんと予測し、明示すべきだ、ということだ。

- ・ 住宅用であれば、設置する事業者がその責を負うべきである。
- ・ メガソーラーであれば、個々の発電所について、事業者が義務を負うべきである。

その上で、事業の妥当性を検討すべきだ。

もちろん、政府の太陽光発電支援策についても、建設時の CO₂ 排出量を考慮して、今一度見直すべきである。

以上