

環境対策、環境負荷の発生抑制、ライフスタイルの変革

1.3.1 電力の選択

地球の温暖化を抑制するには、二酸化炭素の排出量が少ない電力を選択するのが有益ですが、排出量は電源の種類により、国により、電力会社により異なります。太陽光を利用する自家発電設備を設置し、自給率を高めるのも温室効果ガスの排出抑制に寄与します。本稿では電源別、国別、電力会社別の二酸化炭素排出原単位と、太陽光および燃料電池による自家発電について紹介します。

地球の温暖化を抑制するには、主要な温室効果ガスである二酸化炭素の排出抑制が有効です。二酸化炭素の主な排出源は発電所ですから、電力の消費量を減らす節電が重要ですが、同じ電力でも二酸化炭素の排出が少ない電力を選択することも可能です。

1. 発電にともなう二酸化炭素の排出量

1.1 電源別の二酸化炭素排出原単位

表 1. 電源別の二酸化炭素排出原単位

発電方式	CO2 排出原単位 単位：g/kW 時
風力（洋上、陸上）	24.0~26.5
太陽光（事業用、家庭用）	58.6~38.0
地熱	13.1
水力（中規模ダム）	10.9
原子力	19.4
天然ガス（LNG）火力	473.5
石油火力	738.0
石炭火力	942.7

出典：電力中央研究所「日本における発電技術のライフサイクル CO2 排出量総合評価」の一部抜粋

表 1 に発電量が多い発電方式の二酸化炭素排出原単位を示します。この排出原単位は、燃料消費にともなう直接排出量と、発電設備の建設や保守に必要な間接排出量を加算したライフサイクル CO2 排出原単位です。火力発電の排出原単位が他の発電方式より圧倒的に大きいのは当然ですが、風力発電など燃料消費をとまわらない発電もゼロではありません。間接的な排出量があるからです。火力発電は燃料によって大きな差異があり、石炭火力は天然ガス（LNG）火力の約 2 倍です。

1.2 国別の二酸化炭素排出原単位

表 2 には、国全体の発電にともなう平均の二酸化炭素排出原単位を示します。平均ですから、その国の電源構成が大きな影響を与えます。フランスは原子力発電が全発電量の約 8 割を占めているので、排出原単位が多く、国より小さいです。カナダの原単位が小さいのは、水力発電が全発電量の約 6 割を占めているからです。ドイツ、日本、アメリカ、中国、インドの排出原単位が大きいのは、火力発電が全発電量の 6 割以上を占めているからです。中国とインドは火力発電の割合が大きいだけでなく、その中でも排出原単位の大きい石炭火力への依存度が高いです。日本の排出原単位は、2010 年と 2017 年で大きく違います。2010 年には原子力発電が約 25%の寄与率でしたが、2017 年には福島原発の停止を契機に数%にまで低下し、火力発電に置き置き換わったからです。

1.3 電力会社別の二酸化炭素排出原単位

電源別の二酸化炭素排出原単位が異なるので、電力会社が販売する電力の二酸化炭素排出原単位も、使用する発電設備の電源構成によって異なります。ここでいう電力会社は、発電事業者、送電事業者、電力小売り事業者を含む総称で、実際は業

表 2. 国別の発電にともなう二酸化炭素排出原単位

国	CO2 排出原単位 単位 : kg/kW 時	
フランス	0.04	
カナダ	0.15	
イギリス	0.33	
イタリア	0.36	
ドイツ	0.43	
日本	2017 年	0.49
	参考 : 2010 年	0.39
アメリカ	0.45	
中国	0.64	
インド	0.77	

出典 : IEA : World Energy Balances2017 の一部)

種ごとに独立した企業がそれぞれの役割を果たしています。日本は 1951 年から、この 3 事業を地域ごとに特定の電力会社が独占していました。一般電気事業者と呼ばれていた東京電力や関西電力など、地域別の 10 電力会社です。しかし 2016 年から国際競争力を強化する目的で、3 事業の独立と自由化が認められました。その結果、現在は旧大手の電力会社 10 社以外に、多くの企業が発電事業と電力小売り事業に参画しています。具体的には 2019 年 7 月の時点で、780 の企業や団体が発電事業者として届け出ており、596 の事業者が小売電気事業者に登録されています。

小売電気事業者は発電事業者から電力を仕入れ、送電事業者の送配電設備を使って、顧客に託送・販売しています。小売電気事業者は顧客が使用電力の地球温暖化影響を判断できるように、販売電力の二酸化炭素排出原単位を届け出る義務が課せられています。当然のことですが、仕入れる発電事業者の電源構成が火力発電なら二酸化炭素排出原単位が大きく、風力、太陽光、水力、原子力なら相対的に小さな排出原単位になります。表 3 に一

表 3. 小売り電気事業者の二酸化炭素排出原単位

	小売り電力事業者	CO2 排出原単位 単位 : kg/kW 時
小 売 り 電 力 事 業 者 ・ 低 C O 2	日立造船	0.085
	東京エコサービス	0.111
	北九州パワー	0.255
	三井物産	0.278
	中央セントラルガス	0.283
	エネサンス関東	0.283
	一般社団法人 グリーン・市民電力	0.320
	イーネットワーク システムズ	0.329
	スマートエナジー 磐田	0.345
	エージーピー	0.348
旧 一 般 電 気 事 業 者 ・ 10 社	関西電力	0.418
	九州電力	0.463
	中部電力	0.472
	東北電力	0.523
	四国電力	0.535
	北陸電力	0.574
	中国電力	0.677
	東京電力 エナジーパートナー	0.474
	北海道電力	0.678
	沖縄電力	0.772

出典 : 新電力ネット HP : CO2 排出原単位は平成 29 年度の調整後係数

部の小売り電気事業者の二酸化炭素排出原単位を示します。上半分の事業者は、電力の販売実績が年に 100 万 kW 時以上の小売り電気事業者のうち、二酸化炭素排出原単位が小さい順の 10 社です。一方、下半分は小売り電気事業者のうち、大手の旧一般電気事業者 10 社です。表 2 と表 3 の状況から、国

を選べるならフランスやカナダに居住し、日本に居住するなら二酸化炭素排出原単位の小さな小売り電気事業者から購入するのが望ましいこととなります。ただし排出原単位の小さな小売り電気事業者は太陽光発電や風力発電を主力電源とすることが多く、一般的に発電量が豊富ではありません。このため、販売地域が発電地域に限定される傾向があります。また需要が供給能力を超えると、排出原単位が大きな電力も仕入れます。その場合は、実際に販売する電力の二酸化炭素排出原単位が大きくなります。

一方、旧一般電気事業者の 10 社は販売地域が広く、都道府県を超えた購入も可能です。なお、沖縄電力の二酸化炭素排出原単位が大きいのは原子力発電がなく、その一方で原単位が大きい石炭火力による発電量が約 65%と多いからです。北海道電力も原子力発電がなく、石炭火力への依存度が 5 割を超えています。旧一般電気事業者 10 社の二酸化炭素排出原単位は、原子力発電への依存度が大きな影響を与えているのです。

2. 自家発電設備の設置(太陽光、燃料電池)

必要な電力の全量を小売り電気事業者から買うのではなく、二酸化炭素の排出が少ない自家発電設備を設置して、自家消費を増やすのも地球温暖化を抑制する一つの方法です。自家発電の候補は、主に太陽光発電、風力発電、燃料電池発電の 3 種類です。自家用の風力発電はヨーロッパ、特にデンマークの畜産農家に広く普及しています。しかし効率のよい風力発電には、長期間にわたって一定速度以上の風速が得られることと、風車を設置できる敷地面積が必要で、日本には適地が多くありません。このため本節の対象から除外します。

2.1 太陽光発電

個人が一戸建て住宅の屋根に設置する太陽光発電は、1 枚の太陽電池モジュール(ソーラーパネル)が約 200~250W の出力で、面積は 1.2~2 m²、重量は概ね 15~18kg です。したがって、屋根面積の制約から 15~30 枚のモジュールを使う 3~6kW の出力規模が一般的です。この程度の容量で、平均的な一戸建て住宅の年間需要量(5000kW 時~7000kW 時)をほぼ充足できますが、時間帯によって余剰と不足が発生します。晴天の時間帯は余剰になり、日射量が少ない朝夕と、発電しない夜間は不足します。したがって余剰時の電力を売却し、不足時には購入することになります。このように完全な自給自足形態ではありませんが、年間の需要量を太陽光発電で賄えるので、二酸化炭素排出原単位は事業用の太陽光発電と同等になります。なお、太陽光発電の年間発電量が年間需要量を上回る場合は、余剰分を他の需要家に供給することになるので有益です。

太陽光発電の費用については、電力会社の買い取り単価が設備費を概ね 10 年から 12 年で回収できるように設定されてきました。太陽光発電の設備費は普及の拡大につれて低下しましたが、電力の買い取り単価も連動して下げてきましたから、設備費の回収期間に大きな変化はありません。したがって設置後 10 年を満たずに住宅を売却すると、費用の点で不利益になる可能性があります。

2.2 燃料電池発電

現在、個人住宅用に販売されている燃料電池発電設備はエネファームです。この名称はメーカーの商品名ではなく、家庭用燃料電池コジェネレーションシステムの総称です。エネファームは図 1 に示すように、燃料電池ユニットと貯湯ユニットで構成されています。燃料電池ユニットには燃料改質装置、燃料電池スタック、インバーター、熱回収装置(熱交換器)が内蔵されています。燃料改質



図 1. エネファームの構成 (出典: 燃料電池普及促進協会HP)

装置は、都市ガスか LP ガスから水素を製造して燃料電池スタックに送ります。燃料電池は水素と空気中の酸素から、水の電気分解と逆の反応で電力と水蒸気を発生させます。インバーターは発生した電力を直流から交流に変換し、熱回収装置(熱交換器)は廃熱を回収して水道水を温水にします。貯湯ユニットの大部分は 250~500 リットルの貯油タンクで、バックアップ給湯器は燃料電池で作られた温水が不十分な場合に使用します。エネファームの発電効率は火力発電より 5% ぐらい高く、約 5% の送電損失もないので、二酸化炭素の排出量を少なくできます。しかし電源が都市ガスか LP ガスなので、表 1 の天然ガス (LNG) 発電より 1 割程度少ない水準に止まるでしょう。エネファームは高い発電効率で二酸化炭素の排出を少なくするだけでなく、廃熱を温水として利用する省エネルギー機器を兼ねています。このため、温水タンクが満杯になると発電を停止します。したがって

温水需要が少ない時期は発電機としての稼働率が低下し、不足する電力は電力会社から購入することになります。設備の価格は値下げ傾向にありますが、それでも 200 万円以上と高価です。このため、国が普及を促進する目的で補助金を出しています。

3. 蓄電池の設置

太陽光発電や風力発電など自然エネルギーを利用する発電は、需要と供給の時間的なミスマッチを避けられません。このため余剰時は発電能力があっても発電を停止し、不足時には電力会社から電力を購入せざるを得ません。このミスマッチを少なくすれば余剰時の発電をもっと有効に利用できるので、二酸化炭素の排出を抑制できます。その方法が蓄電池の導入で、太陽光発電なら昼間の余剰電力を貯蔵し、夜間の需要時に自家消費するのが有効です。

一般的な家庭の電力消費量は 1 日に 10~20kW 時ですから、ミスマッチを解消するには同程度の蓄電容量が望ましいでしょう。電池の種類としては、重量当たりの蓄電容量が大きく出力密度が高いリチウムイオン電池が望ましいです。しかし現時点の価格は、kW 時あたり 15 万円~20 万円ですから、10kW 時の容量なら工事費も含めると 200 万円を超えるでしょう。寿命は 15 年から 20 年と推察されます。なお、鉛蓄電池なら数分の一の価格で入手できますが、10kW 時の容量だと重量が 100kg を超え、大きなスペースも必要になるので一般家庭用には不向きです。

(おわり)

参考: 燃料電池普及促進協会HP

電力中央研究所: ライフサイクル CO2 資料
新電力ネット HP