

ハイブリッド型家庭用電源規格の可能性について

秋田工業高等専門学校 電気情報工学科 3年 柳沼 奏汰

1. はじめに

私にとって電気は、空気や水のようになくてはならない存在であるがその電気について真剣に考えることがなかった。3.11の東日本大震災では私が住んでいる町でも2日間停電が続き、電気がない生活がこんなに不自由なんだと痛感した。

停電時に大活躍したのが懐中電灯やラジオであった。普段ラジオは、コンセントから電源を供給しているがこの時は乾電池を使った。どうして乾電池でも動くのか、自分に問いただした時に上手く答えを出すことが出来なかった。

実は、電気製品の多くは直流回路で構成されていて、交流をわざわざ変換していることが後に分かった。太陽光発電など直流給電が普及した場合、家庭の電力はどう変わるのか、交流給電との関係はどうか、限られたエネルギーを効率良くかつ利便性の高い使い方はどうしたら実現出来るのか調べることにした。

2. コンセントの向こう側はどうなっているのか

電気は、遠く離れた発電所で数十万Vという大きな電圧で変電所に送り変圧して送電し、さらに家庭近くの電柱の上で電圧を100Vに下げて、家に引き込みやっとなコンセントにたどり着くのである。交流で送電される最大の理由は、必要な個所で様々な電圧を選べる利便性があることが分かった。

3. エネルギーの損失はどのようになっているのだろうか

遠く離れた発電所で発電される電気は、一次エネルギーと言われる石炭、石油などを利用してつくられるが、図1のように、仮に一次エネルギーを100%とすると発電の効率と送電損失を合わせると実に家庭に届く電気エネルギーは35%程度になり65%は熱エネルギーとして無くなってしまふのである。

また、自然のエネルギーを利用する太陽光発電も現在の技術では20%程度にしか電気エネルギーに変換出来ないそうである。

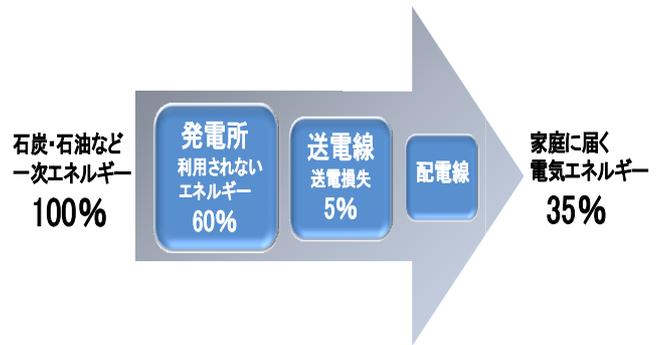


図1 エネルギーの損失

電気エネルギーの損失は家庭内にもあった。電気製品の多くが直流回路で構成されているため、コンセントから給電する交流を直流に変換するがこの時に損失が生じる。

図2は小型液晶TVのACアダプターの表示である。INPUT100V 16VA、OUTPUT6V 900mAと表示されている。力率を仮に $\cos \theta = 0.6$ とすると、 $16 \times 0.6 - 6 \times 0.9 = 4.2W$ が無駄になっていて、触るとほんのり暖かいのはこの数字が熱エネルギーに変わっているのではないだろうか。



写真1 我が家のACアダプター群



図2 ACアダプター表示

私の家にはACアダプターが50個もあり、個々の損失はわずかでも社会全体でみれば膨大なエネルギー損失となっていると思う。また、このような変換器がなくなれば写真1のようなコンセント周りもすっきりするはずだ。

4. 家庭用電源規格化の実現性について

大切なエネルギーをこれ以上損失がなく利用するためには私たちはどのようにすればよいのだろうか。

私の住んでいる町でも太陽光発電を設置する家が多くなってきた。太陽光発電は直流発電のため電気機器に直接利用出来れば損失が少なくすむ。

しかし、太陽光発電は図3のように直流を交流に一度変換してから家庭内のコンセントに供給する構成が多い。このようにすると、どんな機器でも今まで通りどこから発電された電気なのか全く意識することなく安心してコンセントから電気を使用することが出来るからだ。しかし、太陽光にて発電された直流は直接電気製品に供給出来ないため損失が生じてしまう。

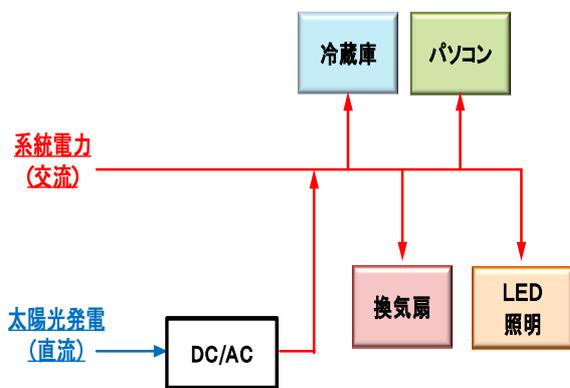


図3 交流に統一した給電

図4は太陽光発電の需要見通しだが、2020年には2005年の10倍の1,400万kW、2030年には5,300万kWに発電量を増やす目標を国は掲げている。

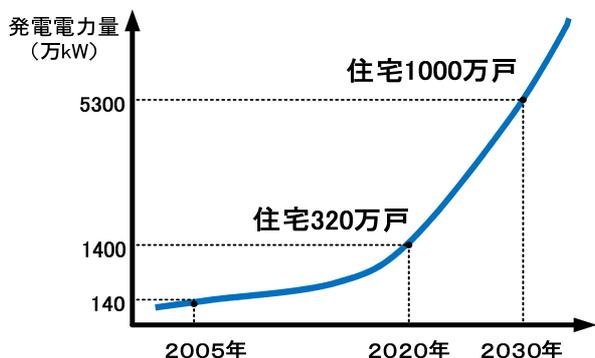


図4 太陽光発電の需要見通し
(資源エネルギー庁資料より)

今後、太陽光発電が急激に普及する前にこの変換損失の問題を解決する必要がある。図5は、直流を変換しないで、家庭内に於いて交流と直流のコンセントをそれぞれ専用化する方式である。このようにすると、変換損失を無くすることが可能である。

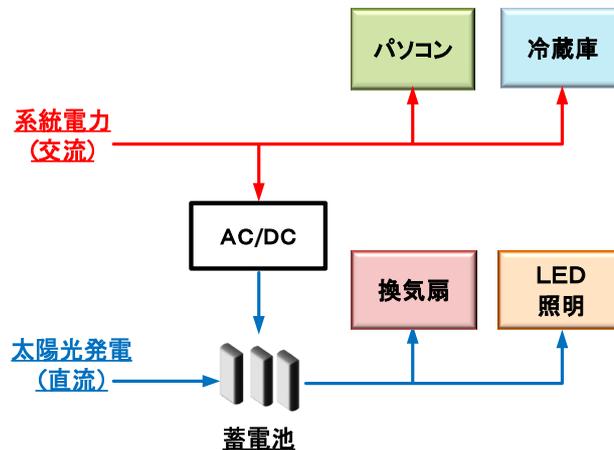


図5 交流・直流を専用化した給電

しかし、交流、直流のコンセントを専用化することで電流の種類を意識しなければならなくなる。

新築の場合、設置場所を検討出来るが、既設住宅の場合はどのようにすればよいのだろうか。

また、現在使用している交流受電機器と今後発売される直流受電機器の混在期間と移行期間をどのように考えればよいのだろうか。エネルギーを有効活用し、CO₂の削減、省エネにも貢献したいがかえって生活が不便になるのでは元も子もない。そこで交流と直流とうまく利用するにはどうしたら良いか考えてみた。

図6は交流と直流を多重化し、コンセント側に交流、直流を分離するBOXを付けることによりどこでも交流、直流を取り出すシステム概念図である。直流は145Vに変換し交流100Vと多重化する。

145Vの根拠は、ある程度高い電圧にすることで、消費電力の大きなエアコンや冷蔵庫の電流を抑える事が出来るため、抵抗損失によるエネルギーロス減らし家庭用配電線をそのまま使用することを可能とした。

また、交流100Vの正弦波のピークをクリップしないように配慮した。

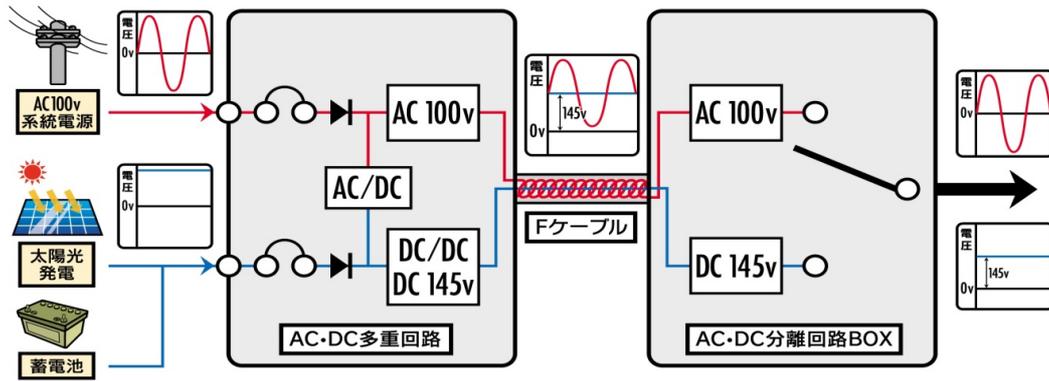


図 6 AC・DC 多重化及び分離化概念図

図 7 の AC・DC 分離 BOX は、家庭の壁に組み込んであるコンセントにカートリッジのように差し込んで交流、直流を取り出す。それぞれの信号は、直流を遮断して交流のみを通すカップリングコンデンサ、交流成分を遮断して直流成分を通すチョークコイルを利用する。

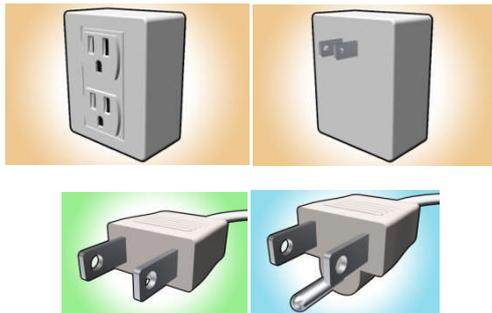


図 7 AC・DC 分離 BOX と交流コンセントプラグ (2P/3P)



図 8 直流コンセントプラグ (3P)

プラグには 2P とアース付 3P があり先端部に穴があいている。元々、接触不良の問題や簡単にプラグが抜けないように穴があいているがこれを利用し、交流は図 7 のように 2 つの穴を認識して BOX のスイッチを交流側に切り替える。直流は「+」、「-」の極性があるため、図 8 のように 3P のみとしプラグの先に 1 つだけ穴をあけることで交流と差別化を図る。プラグの形状を認識することで、交流受電機器は今まで通り使用することが出来て、新たに製品化する直流受け機器は 3P の規格化を図れば良いことになる。分離 BOX は簡単にどこのコンセントでも移動して使用出来るため電気機器が変わっても即対応することが可能になる。

5. まとめ

家庭の電力を効率良く且つ利便性の高い使い方として、ハイブリッド型電源とその規格化の実現性について考えて見た。

すなわち、交流と直流の多重化、分離化を行うことが出来れば、家の大規模な改修は必要なく、既設の電気機器を使用しながら無理なく家庭内交流直流給電が可能になるのではないかと考えた。

しかし調べるにつれ、この提案内容に問題も多いことが分かった。

100 年以上前から使われてきた電気、スイッチを入れると電気がつく、この行為は同時に大切な地球の資源を削りながら今日の社会の発展を成し遂げてきた。

再生エネルギーに期待が寄せられる中、技術革新はどんどん進歩して行くだろうが、電気は何よりも安全で使う側にとって利便性がなければならない。

かつて白黒テレビをカラー化した時、カラーテレビでも白黒の放送が受信出来る、白黒テレビでもカラーの放送が受信出来るといった互換性が電気にも必要かと思えます。

電気を学んでまだ数年であるが、交流、直流を意識せず、従来通りコンセントから電源を効率良く取り出すためにはどうすれば実現可能か引き続き研究して行きたい。

参考文献

- ・資源エネルギー庁
<http://www.enecho.meti.go.jp/info/committee/data/denki35th/4-2.pdf>
- ・電気事業連合会
http://www.fepc.or.jp/future/new_energy/jisseki/index.html
- ・日本経済新聞 2011 年 5 月 31 日 サイエンス

「賢い電力網」 家庭も節電