

# てくのろじい 解体新書



暮らしを便利してくれる  
さまざまな東芝製品。  
一体どんな技術が使われているのか、  
知らない方も多いのでは？  
ここではそんな技術の仕組みを  
ニャンダローが先生に質問します！

2011年  
7月

電化製品に欠かせない電力コントロールのスイッチ!?

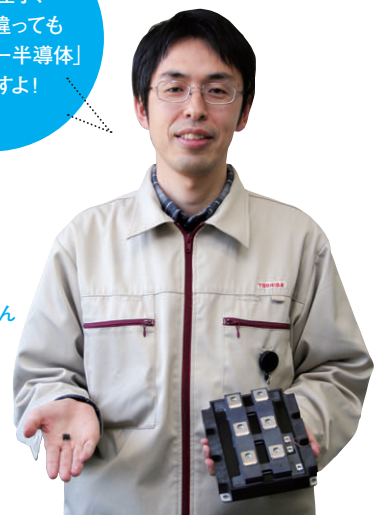
# パワー半導体

省エネが求められる中、注目を集めている「パワー半導体（パワーデバイス）」  
とって力持ちそうな名前だけど、一体どんな半導体なのか、  
今回はマイクロエレクトロニクスセンターの  
中村先生に教えてもらいました。

右手と左手、  
大きさは違っても  
両方「パワー半導体」  
なんですよ！

今回の先生  
セミコンダクター&  
ストレージ社  
先端ディスクリット  
素子開発部

中村和敏さん  
Kazutoshi Nakamura



さまざまな電子機器で利用  
されている「パワー半導体」

ニャンダロー先生、よろしくお願  
いします。さっそくですが、パワー  
半導体って、どんなものですか？

中村先生：ニャンダロー君こんにちは。  
は。半導体というと、「マイコン」  
や「メモリ」のような演算や記憶す  
る小さなICを思い浮かべるかも  
しれないけれど、パワー半導体には、  
10センチメートル四方を超えるよう  
な大きなものもあるんだ。この「パ  
ワー半導体」は世の中のものほとんどの  
機器で使われていて、身近なところ  
では、パソコンの電力制御やエアコ  
ン、冷蔵庫の温度調節機能などに組  
み込まれているし、大きなものでは  
今話題の電気自動車や新幹線のモー

ターを回すのにも利用されている。  
また、太陽光発電を電力送電網に接  
続するシステムの一部に使われた  
り、スマートグリッドなどの分野に  
も応用が期待されている注目の半導  
体部品なんだ。

ニヤ：知りませんでした。電化製品  
に欠かせない縁の下の力持ちのよう  
な部品なんですね。すごいニヤ！  
ところで半導体って、そもそもどう  
いうことですか？ 半分が導体？

先生：電気を流すのが「導体」で流  
さないのが「絶縁体」。シリコン  
(Si)に代表されるような「半導体」  
はその中間で、何かを混ぜると電気  
の流れやすさ（電気抵抗）が大きく  
変わる性質を持っているんだ。この  
「半導体」に異なる性質の物質を混  
ぜることで、P型（電子が欠乏し  
て（+）の電気を持っているのと同

じような性質）とN型（電子が余っ  
て（-）の電気を持っているのと同  
じような性質）の半導体ができる。  
このP型とN型の半導体の特性を、  
いろいろ工夫しながら組み合わせる  
と、さまざまな性質を持つ半導体部  
品が作れるんだよ。「パワー半導体」  
もそのひとつなんだ。

ニヤ：ニヤるほど。では、このパワ  
ー半導体は具体的にはどんな仕事をす  
るんですか？

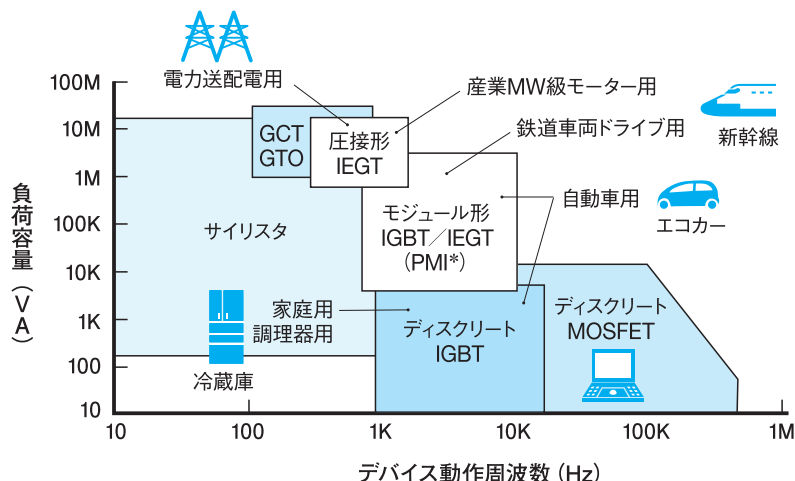
先生：「パワー半導体」の基本的な  
仕事はスイッチと同じと考えてもい  
いよ。主に電気を直流から交流、あ  
るいは交流から直流に変えたり、電  
圧を上げたり下げたりして電力を効  
率よくコントロールする役割をして  
いるんだ。我々が考える理想の「パ  
ワー半導体」は、そのスイッチの役  
割が完璧なもの。つまり、ONす

るときは電気抵抗がゼロ、OFF  
のときは電気抵抗が無量大、それに  
加えてONとOFFの切り替え  
が瞬時で、電力の損失も発熱もまっ  
たく発生しないものだ。ただ、今の  
ところはまだそこまでは到達できて  
いないからね。残念ながら、瞬時には  
応答せず、わずかな遅れがあり、  
ONのときも完全に電気抵抗がゼ  
ロにはならないんだ。

ニヤ：「竹を割った性格」みたいな  
パワー半導体ができたらいいのに、  
なかなかスパッとはいかないんだ  
ニヤ。

先生：スイッチング動作は、瞬時に  
大量の電力を切り替えられるのが理  
想なんだけど、「瞬時」と「大量」  
の両方を満足させるのが難しいん  
だ。だから用途と動作に合わせてい  
ろいろな種類の「パワー半導体」を

●図1 負荷容量と動作周波数によるパワー半導体の応用例



\*PMI: Plastic Case Module IEGT

## MOSFETとIGBT

先生…現在、スイッチとして使われるパワー半導体は、主に2種類。ひとつは携帯電話やパソコン電源など小電力用に使われるもので、応答速度がとて速い「MOSFET」（金

属酸化膜半導体型電界効果トランジスタ）。もうひとつは大電力用に使われる「IGBT（絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）」と呼ばれるもの。「IGBT」は「MOSFET」よりも応答速度は遅いけれど、耐電圧性能が高く、大きな電流を流した際のON時の電力損失が小さい。この特性のために、家電製品やエコカー、産業用機械など幅広い製品に使われているんだ。

先生…先程のP型とN型の半導体の組み合わせによって、「MOSFET」では電子（ $e^-$ ）のみが電気を運ぶキャリア（担い手）として働く。これは運べる電流は少ないけれど応答速度が速い。一方、「IGBT」は電子（ $e^-$ ）と正孔（ $h^+$ ）の2つがキャリアとして働くので、運べる電流も多くなる。ただし、キャリアが多くなるから、「MOSFET」よりも応答に時間がかかることになるんだ。（図2）

## 電力損失を最小限にするため奮闘中！

運び、OFFにするとキャリアがなくなつて電気が流れないようになっているんだね。

先生…電力損失が少ない、理想のスイッチに近づけるために、先生たちは色々な方法を検討しているんだ。研究所を中心に、シリコンの代わりに炭化ケイ素（SiC）や窒化ガリウム（GaN）といった新素材を試してみたりもしているよ。

ニャ…電力損失が少なければ少ないほど節電できるわけですね。頑張れパワー半導体！僕も身近なところから省エネを心がけます。

●図2 パワー MOSFET と IGBT はどう違う？

