

## 初期型プリウス NHW10 のインバータ分解

木下 淳

私のところで開発している！と主張している電機アシストレーラでは 10 馬力クラスの電動機を必要とする。

十数 kWレベルのインバータ製作のノウハウを得るために、NHW10 初期型プリウスのインバータ部、トランスミッション部を入手して分解した。

スペック、構造の基礎資料はトヨタ自動車(株)サービス部発行の新型車解説書、修理書を参考にした。

### 1. プリウスの基礎知識

モータと発電機、エンジンが差動歯車で接続。モータは駆動輪と直結していて変速ギアが無い！

従来の変速機にあたる部分は発電機と駆動モータで構成していて、駆動力と速度のバランスを取る動作(変速機としての機能)は一定電力を加えたまま回転数だけ上昇するように制御することで反比例してトルクが減少する。駆動力と走行抵抗がバランスする点で速度が一定になる。

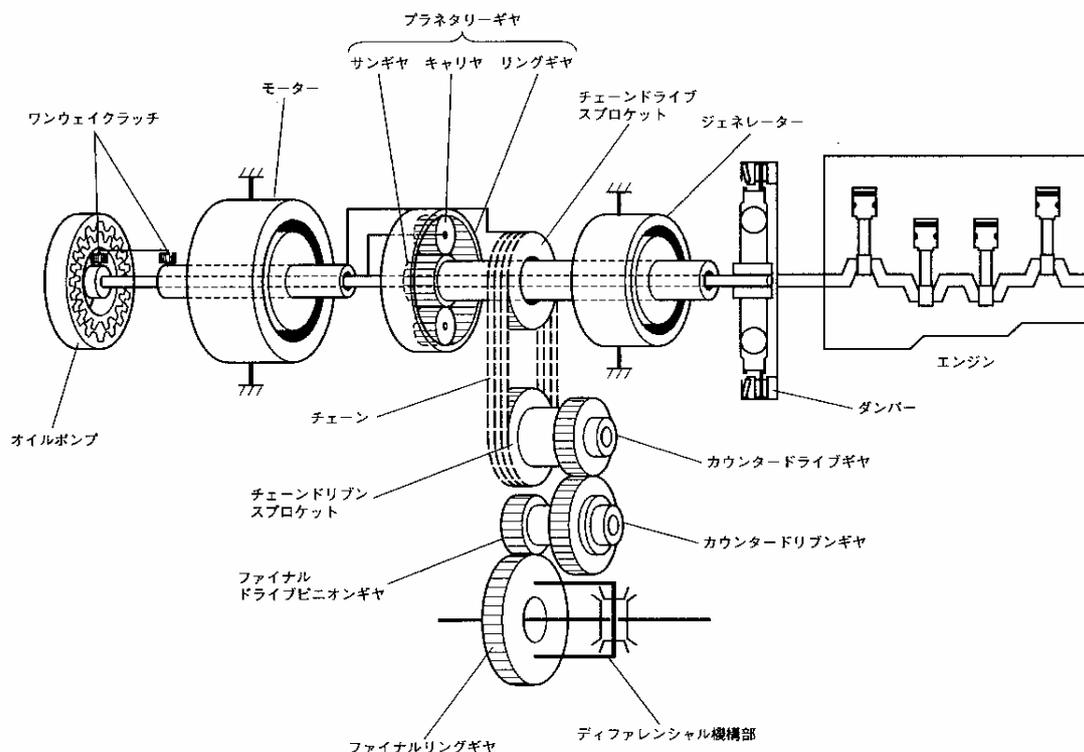


図 1 初期型プリウス NHW10 型の  
トランスミッション部

## 1.1 ジェネレータとエンジンとモータの回転数の関係

エンジン、発電機とモータはすべて遊星歯車で差動接続されていて、互いの回転数の関係は図2のようになる。

モータは車軸に直結しているため、モータの回転数はそのまま走行速度になる。

エンジンの回転出力には、クラッチがない！

ジェネレータの回転数を制御することでエンジンとモータの回転比を決めている。

=> ということはモータ走行中にエンジンを始動する際、エンジンブレーキがかかってしまう現象があるかも？

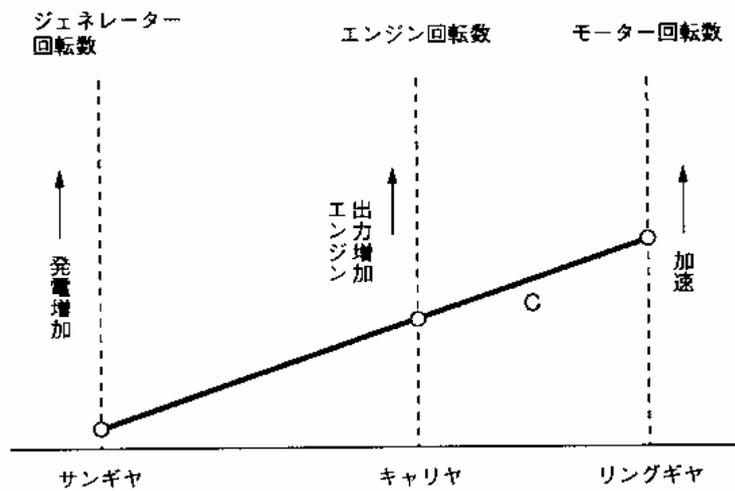


図2 発電機、エンジンとモータの回転数比を示すグラフ

プリウスが停車中にエンジンを起動するときはジェネレータをセルモータとして使用するようだ。

これまでの自動車をハイブリッド化するにあたり重量増加をなるべく抑えるため、変速機やクラッチ、セルモータなど省けるものはなるべく省く努力が伺える。

で、この発電機とモータをドライブするインバータをばらしてみました。



図3 初期型プリウス NHW10 型のインバータ写真

## 2. インバータ分解

いよいよインバータの分解です。

図4のモータスペックから見ると最大350A の電流を流すインバータのようです。発電機側のスペックは公開されていないのですが同等と思われます。

エンジンの出力は43kWなので出力の 2/3 を発電機とインバータ経由でモータに送っているようです。

もちろんバッテリーに電力が残っているうちはバッテリーからも電力を得られますが、バッテリーの容量は 1.8kWh 程度でそのうち 30%ぐらいだけ使えます。バッテリー電流も電線の太さから 70A 程度流せばいいところ、70A で出力も 20kW ほどになる。

|                               | モーター                |
|-------------------------------|---------------------|
| 型 式                           | 1CM                 |
| 定格電圧 [V]                      | 288                 |
| 最高出力 [kW](r/min)              | 30.0(940 ~ 2000)    |
| 最大トルク [N · m(kgf · m)](r/min) | 305(31.1)/(0 ~ 940) |
| 最大トルク時電流 [A]                  | 351                 |
| 冷却方式                          | 水冷                  |

図4 NHW10 のモータ1CM 型のスペック

### 2.1 フタをあけた

でかいコンデンサが約半分のスペースを占めています。

4  
50  
V3  
300  
uF  
PA  
NA  
SO  
NI  
C  
の  
85  
°C  
品  
で  
す。  
時  
速  
20k  
m/h  
平  
均



図5 インバータのフタを開けた

で 10 万 km を走行しても 5000 時間しかかからないので、確かに 85°C 品で十分ですね。図 5 のコンデンサ間に写っているプレートにはブリーダ抵抗が取り付けられています。

回路上コンデンサは図 6 に示す位置に入っています。

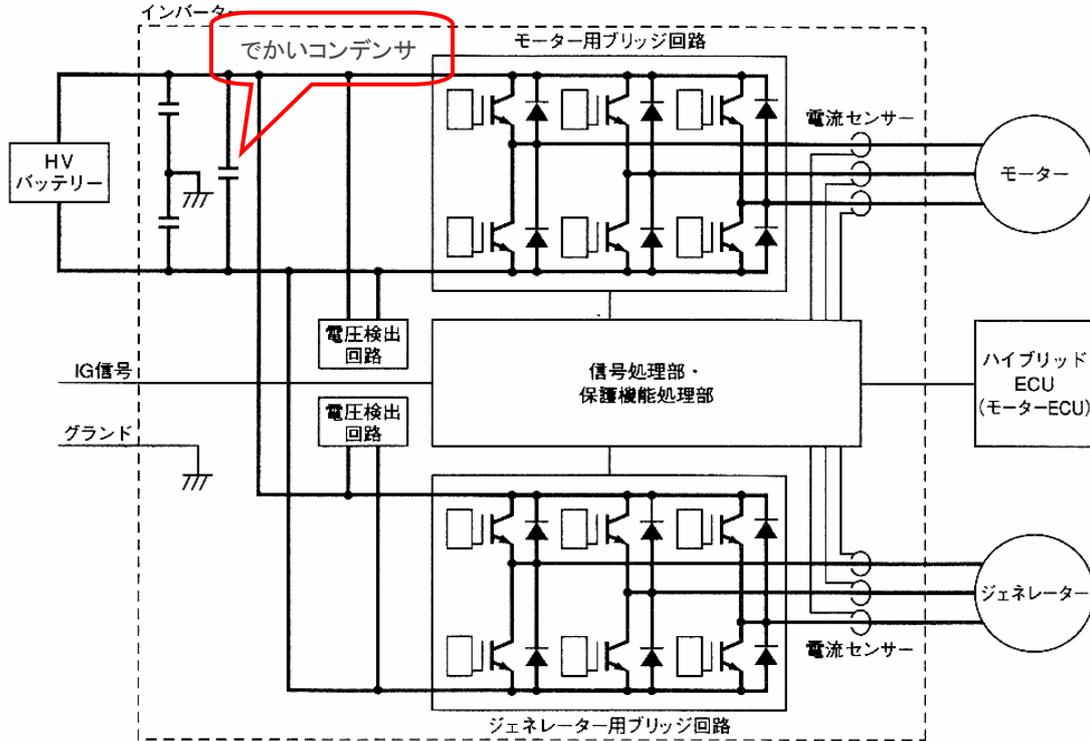


図 6 インバータには二つのブリッジが入っている

## 2.2 パワー系配線

300A 近く流れるので、バスバーで配線しています。厚み 3mm ぐらいある配線を、インダクタンスを減らすためプラスマイナスのバスバーを密着させマイカで絶縁しています。

腐食防止にニッケルめっきされていますがロスは増えないのでしょうか？ 高周波ではニッケルめっきでロスが増えると聞いています。



図 7 ニッケルめっきのバスバー

ここで面白いのが、コンデンサの端子。バスバーに簡単に取り付けられるように図8のように最初から端子の高さが変えてあります。バスバーのコストダウンと、コンデンサの逆接続防止に効果大と思います。

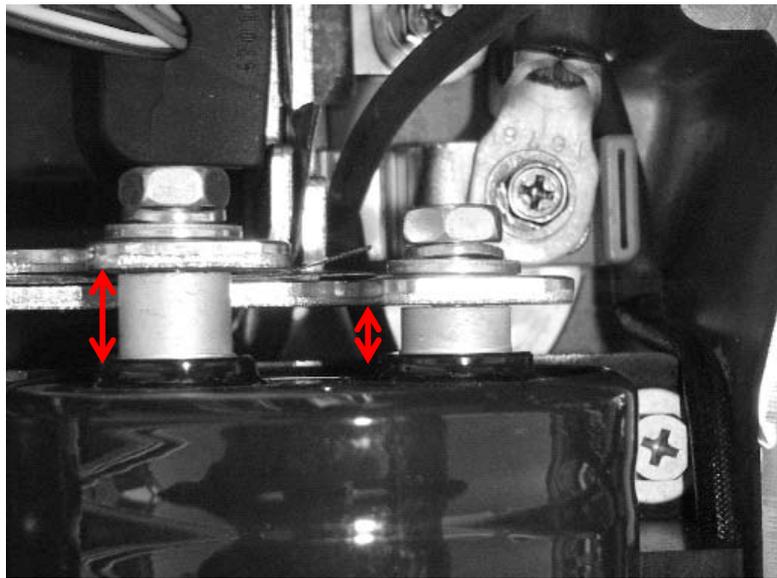


図8 コンデンサの端子高が違う

そして図9のように最下層に発電機とモータドライブ用のハイブリッドモジュールがあり水冷ケースに放熱しています。計算上はココで合計 2kW 近くの熱が出るはずですが。

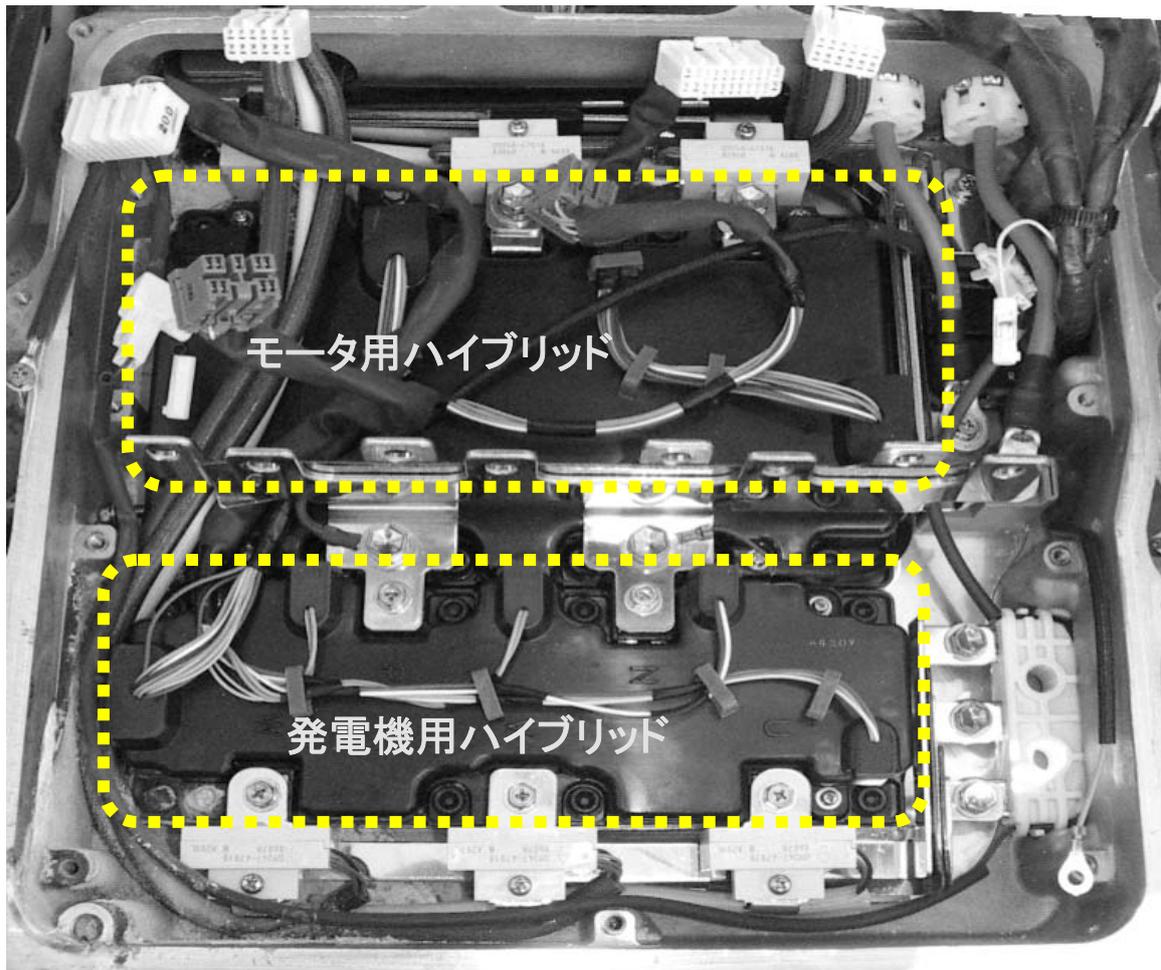


図9 TOYOTA 自前のハイブリッドモジュール

## 2.3 放熱構造

2kW 以上の熱を効率的に発散するために水冷で、ケースの流水路はこんな構造になっています。

ココに流す冷却水はエンジン冷却と別になっていて、モータと発電機にも流れています。ラジエターも専用に持っていて、一応ファンも備えています。

このケースを流用すれば4kW ぐらいまでのリニアアンプを無音で冷却できそうです。

初期型プリウスのインバータは中古部品として 3 万円以下でゴロゴロ出てきていますので、放熱機構としてはかなりお買い得かも。 オススメです！

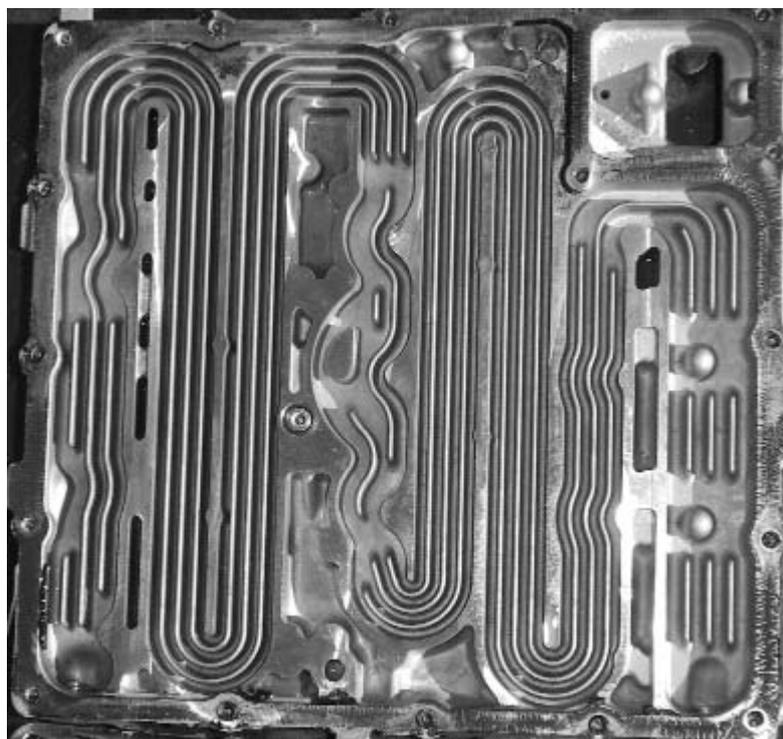


図10 インバータケースの放熱水路



図11 トップカバーが変形、脱落

仕様温度範囲が広いので、ポッティングの樹脂からボンディングワイヤーが応力を受けないようにするためと思われます。透明の樹脂を通して見えるボンディングワイヤーはベアチップ IGBT に向かって 0.2mm ぐらいのワイヤーが無数につながっています。次回でもハイブリッドモジュールを分解した写真を紹介しようと思います。

## 3. 最後に

電解コンデンサの TOYOTA ロゴと、経年変化で外装チューブが縮みトップカバーが変形しているのが印象的でした。

熱収縮フィルムだと思うのですが、かなり縮むものです。

あと、まだ写真は撮っていないのですが、ハイブリッドモジュールもばらします。隙間からちょっと見えたり、つついたりした感じでは。ポッティングの樹脂が透明でネズミ捕りのトリモチのように柔らかい！