Product Report

JQ1BWT　澤田 淳一

高機能，高分解能マルチ・メータ sanwa PC7000で測定に強くなろう

写真1　左がsanwaのフラグシップ機PC7000，右がロングセラーの一般機RD701

表1

ファンクション	測定レンジ	最高確度	分解能	入力抵抗
直流電圧	500m/5/50/500/1000V	±(0.03%+2)	0.01mV	10MΩ
交流電圧	500m/5/50/500/1000V	±(0.5%+40)	0.01mV	
直流電流	500μ/5000μ/50m/500m/5/10A	±(0.1%+20)	0.01μA	
交流電流	500μ/5000μ/50m/500m/5/10A	±(0.6%+40)	0.01μA	
抵抗	500/5k/50k/500k/5M/50M	±(0.2%+6)	0.01Ω	
コンダクタンス	99.99nS	±(1.0%+10)	0.01nS	
コンデンサ容量	50n/500n/5μ/50μ/500μ/5m/25mF	±(0.8%+3)	0.01nF	
温度	−50～1000℃	±(0.3%+20)	0.1℃	
周波数	10Hz～200kHz	±(0.02%+40)	0.001Hz	
ロジック周波数	5Hz～2MHz	±(0.002%+4)	0.001Hz	
デューティ比	0.1～99.99%	±(3d/kHz+2)	0.01%	
dBm	−29.83～54.25dBm	±(0.25dB+2)	0.01dB	
4h - 20mA%	4mA=0%，20mA=100%	±25d	0.01%	
導通	20～200Ωでブザー音 開放電圧約1.3V			
ダイオード・テスト	開放電圧：約3V			
周波数特性	V：45Hz～20kHz(500V以下)，A：40Hz～1kHz			
ヒューズ	11A/1000V IR20kA φ10×38mm，0.4A/1000V IR30kA φ6.3×32mm			
電源	6LF22/6LR61(9V型アルカリ電池)			
寸法・質量	H184×W86×D52mm，約430g(ホルスタ含む)			
付属品	テスト・リード(TL-23a：全長約1.1m)，ホルスタ(H-700) K型熱電対温度センサ(K-250PC：全長約1m，取扱説明書)			

※フィルム・コンデンサまたは同等以上の漏れ電流が少ないものについての確度

sanwaの高機能・高分解能マルチ・メータPC7000を使ってみましたので，その機能・性能を中心に紹介したいと思います．

PC7000の特徴

まず，PC7000のスペックを見ていきましょう(**表1**)．**写真1**が外観です．

一般的なマルチ・メータのファンクションは全て網羅されていますが，PC7000で注目したいのは，分解能で他のモデルと1桁以上違うことです．また，温度測定はK型熱電対が付属していて，その測定値も0.1度単位です．他の製品は1度単位ですので，こちらも1桁多くなっています．

この桁の差が，製品価格の1万円の差になっているかと思うと，かなりリーズナブルな製品だと思います．このレベルになってくると，1桁上げるのがどれだけ大変かを考えるとなおさらです．

ホビーユースではここまではいらないだろうと感じるのは事実ですが，仕事で使うにはこの数値を必要とする場面があります．後述しますが，ホビーユースでも現代のテクノロジーは進化していますので，やはりこの数値を必要とする場面は出てきます．

● 表示桁とカウント

PC7000はsanwaのハンディ型テスタ(デジタルマルチ・メータ)のフラグシップ機で，一般的な4,000カウントや6,000カウントを大きく上回る50,000カウントまたは500,000カウントを実現しています．この「カウント」という呼び方は，デジタル表示の最大の数字を示していて，例えば4,000カウントでは4Vの電圧を測定すると4.000まで表示できて，最小単位は1mV精度と言うことになります(**写真2**，**写真3**)．同様に6,000カウントは6Vまで1mV精度で測定できることを意味しています．いずれも10Vを測定した時は桁が足りなくなるので，10.00Vと表示されて最小単位は10mVになります．

写真2　3.5V程度を測定した例．左のPC7000は右のRD701に比べてすでに1桁多く表示されている

写真3　4Vを越えると，4,000カウントでは桁が一気に減ってしまう

写真4　500,000カウント・モードでは，さらに詳細な測定が可能になる．4,000カウントではかなり厳しい

これがPC7000ですと，50,000カウント・モードでは10.000Vと表示されて1mV単位まで．500,000カウント・モードに切り替えると1桁増えて10.000,0Vと表示されて0.1mV単位まで拡大されます(ただし，500,000カウント・モードでは測定速度が落ちます)．

500,000カウント・モードでの最大値は50.000,0Vとなり，50Vまで0.1mV単位で測定できます．これが5V以下では桁がシフトして5.000,00Vとなるので，0.01mV単位での測定になります(**写真4**)．このクラスの桁数を確保しようとすると，ベンチトップ型のマルチ・メータ以外にはありませんでした．場所も取りますし，なにしろ高価です．

● 測定精度

デジタル・マルチ・メータは電流測定でも威力を発揮します．大電流レンジでも高い分解能が幸いし，小さな電流も測定することができます．

4,000カウントの一般品で10Aレンジを使用すると最高で表示は10.00Aとなり，最小桁が10mAになります．6,000カウントも同じです．これが50,000カウントのPC7000を使用すると表示は10.000Aとなるので，最小桁が増えて1mA単位での測定ができるようになります．一般的な測定ですと，10A以下で1mA単位が計測できれば十分です．さらに

PC7000は5Aレンジがあるので，5Aレンジで測定した場合は5.000,0Aと0.1mA単位で測定することもできます．電子工作では3A以下の安定化電源を使用してテストすることが多いので，この5Aレンジはとても使いやすいでしょう．

10Aレンジを使用するのは500mAレンジ(または400mAレンジ)で1A以上流してしまってヒューズを飛ばすような事故もありませんし，シャント抵抗の抵抗値も低いので，電圧降下がほぼ無視できるという利点が強いです．

昨今の電子回路は高速化・低消費電力化が進んでおり，同時に電源も低電圧化が著しく進んでいます．仕事で使用しているFPGAはコア電圧が0.95Vととても低く，しかも精度も要求されるため従来の4,000カウントや6,000カウントのマルチ・メータでは測定が厳しくなってきます．例えばFPGAのフラグシップであるXILINX Kintex Ultra Scaleではコア電源INTVCCが標準グレードのデバイスで0.95V±28mV，電流は組むロジックによりますが50A近くに達します．また，SerDesのアナログ電源は1.00V±30mVですが，ロー・ノイズと電圧安定性が要求され，電圧範囲はノイズも含めた値ですので，これらを正確に測定・評価するには高精度(高確度)なマルチ・メータが必須になります．このPC7000はDCとACが重畳した電圧も測定することができて便利です．

● 持ち歩けるPC7000はどこでも測定できる

従来はベンチトップ型のマルチ・メータを使用していました．しかし，ベンチトップ型は電源ケーブルが必須なために設置場所に制約があり，プローブの長さの制限も相まって取り回しが厳しくなります．特に，大きな基板や大きな筐体を扱っていると，プローブの長さに余裕がなく，棚に置いた測定器とプロービング・ポイントの視線移動が厳しくなってきます．ここでハンディ型が活躍します．

ハンディ型は電源ケーブルに制限されることもなく，どこでも見やすい所に置くことができます．細かい部分にプロービングしている時は，視線移動を最小限にしたくなります．しかし，従来型のハンディ・タイプは桁数に不満があり，現代のこういった用途には残念ながら適合しませんでした．そこでPC7000の存在に気が付いたのです．

PC7000は桁数が多いため高精度な測定ができますし，快適なワークを確保した上で作業性良く測定ができます．これは実際に使ってみないと分からないところですが，現場ではこのPC7000の導入により大きな助けになっているのは事実です．

ホビーの世界で活躍させる

仕事だけでなくホビーの世界でも活用の場面が見えてきます．現在はLi-ion蓄電池もホビーの世界でもメジャーになって，流行のドローンなどでは当たり前に採用されています．また，Li-ionセルを使った工作も一般的になってきており，難しかった充放電制御も専用デバイスが安価に入手できるようになってきたことから，ハードルは低くなってきました．しかし，Li-ionはきちんと勉強してから扱わないと事故が怖いです．私は仕事でもLi-ionを扱ってきましたので細かいところまで熟知しています．このような前提条件では，このPC7000がホビーの世界でも活躍してくれます．

Li-ion蓄電池は電圧制御を厳格に行わなくてはなりません．過充電は爆発を引き起こしますし，過放電は電池を駄目にしてしまいます．また，組電池として複数セルを直列にして使う場合は，各セル同士のバランスも重要になります．セル同士には容量のばらつきが必ずあるので，直列で一定の電流を流しても同時に全て満タンになることはありません．過充電は御法度ですので，どれか1本が満タンになったら充電を終了する必要があります．バランス充電器はこの制御を行っています．また，使っているうちにバランスが崩れてきて，大きな差ができると見かけの全体容量が極端に減ってきます．このあたりの検討をするには高精度(高分解能)な電圧計が必要になってきます．

例えば，市販のバランス充電器でバランスを取った組み電池を測定してみます．**写真5**の例ではLi-ion 4直のパックを全体と各セルの電圧を測定したようすです．バランサでバランスを取って充電しても，下記のような(この程度と思われるかもしれませんが…)の電圧差が生じています．

最低電圧	：3.3308V	3.326V
最大電圧	：3.3366V	3.332V
電圧差	：0.0058V	0.006V

測定の基本として，測定値の最小桁は丸める(繰り上げ)という定石があります．これを適用すると，今回の測定値は次のようになります．

最低電圧	：3.331V	3.33V
最大電圧	：3.337V	3.33V
電圧差	：0.006V	0.00V

結果として，PC7000の50,000カウント・モードで測定した場合は6mVの差があることが分かりますが，4,000カウントのRD701では測定誤差内に丸められてしまうため電圧差なしの「0.00V」となってしまいます．この6mVをどう評価するかはターゲットによりけりですが，mV単位での管理が必要なLi-ionでは重要な数値になってくると感じます．

★　★　★

手軽に5万カウント(または50万カウント)のマルチ・メータが3万円以下で手に入るのはとても凄いことだと感じています．ベンチトップのマルチ・メータは中古で精度保証もないものでも1万円近くはします．

また，「さすがsanwa」と感じたことがあります．それは，ここで比較に使用したRD701は10年程度仕事で使い込んだ物ですが，それでもこの精度を維持しているのは素晴らしいと感じました．同じ桁に丸めてしまえばほぼぴったり．0.1%程度の誤差内に収まっていました．

(a)4直全体の電圧

(b)1セル目の測定値

(c)2セル目の測定値

(d)3セル目の測定値

(e)4セル目の測定値

写真5　Li-ionの4セル直列のパックで電圧を測定してみる．左がPC7000，右がRD701での測定表示