

## Technical Note テクニカルノート LIB- 01/1 '14-08-10

## Title: iPhone5s まるごと熱量測定・3L-DSCによる測定例



リチウムイオン電池 (LIB) は  
“iPhone 5s” 内部左側に収納  
されているようです。

**iPhoneをまるごと熱量測定しました。**

iPhoneで動画を見ているうちに iPhone**本体**が熱くなるという経験はありませんか？

iPhoneなどスマホは電池を内蔵する超小型パソコンです。フル充電しても1日で電池容量が少なくなってしまいます。それでは充電しながらYoutubeなどの動画（重いアプリ）を長時間見たらどうなるでしょうか？

新製品の“車載用ラミネートセルまるごと測定熱量計”を使って、iPhoneから発生する熱量とiPhone表面の温度を測定してみました。

動作中のiPhoneをまるごと熱量測定することは“iPhone”のリチウムイオン電池の発熱ばかりでなく、iPhoneという超小型PCからの発熱量を測定することになります。

スマホ(iPhone)の表面温度の測定は従来から行われていますが、スマホ(iPhone)からの発熱量・発熱速度と温度の同時測定は今までできなかった応用測定です。

Fig-01は3L-DSC用熱流検出器モジュールです。 Fig-02は3L-DSCモジュールをラミネートセル専用熱量計に取付け、“iPhone5s”を測定試料としてまるごとセットした状態です。

“iPhone5s”の液晶画面(LIBの上側)にはフィルム熱電対が貼付けられています。

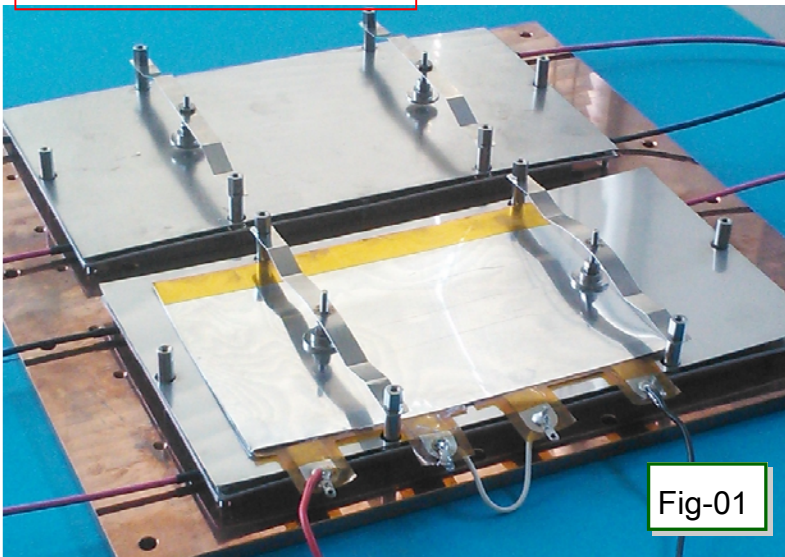


Fig-01



Fig-02

# Technical Note テクニカルノート LIB- 01/2 '14-08-10

## Title: iPhone5s まるごと熱量測定・3L-DSCによる測定例

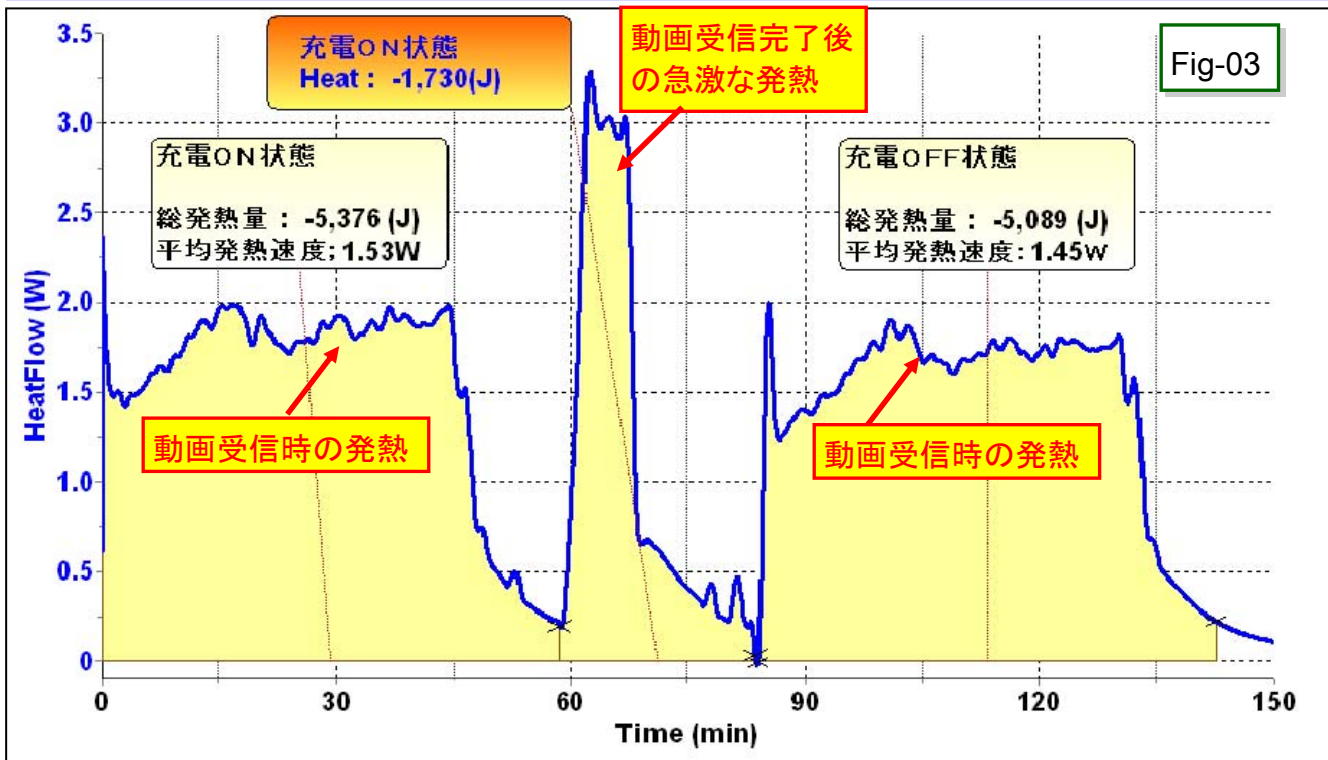
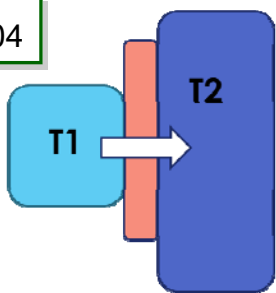


Fig-03は“iPhone 5s”を充電ON状態で、動画サイト“Daily motion”の動画(45分間)を受信したj時の“iPhone”の発熱(単位W)を測定したものです。温度は室温環境29~30℃で充電アダプタはアップル純正品(出力5V1A)を使用しています。測定経過時間 0~58分は充電ON状態の発熱です。45分間の動画が終わると発熱速度は減少します。その後、59分を経過したところで急激に約3Wの発熱が12~13分間続きます。そのときの発熱量は1730Jであり、50gの水を8.2℃温度上昇させる熱量に相当します。

これは動画を見終わったあと、“iPhone”が急に熱くなる現象と一致しています。一方経過時間85~143分は充電OFFで同じ動画(45分間)の受信時の発熱測定です。充電ONと充電OFFの58分間の総発熱量を比較するとそれぞれ5376Jと5,089Jであり、平均発熱速度は1.53Wと1.45Wです。両者の差0.08Wが充電ON時の充電による発熱速度と判断されます。ただし充電OFFの場合、動画を見終わったところで急激に発熱する現象はありません。 **結論:** 急激に熱くなる理由は“iPhone”が急速充電されるためと推定されます。



Fig-04



使用した熱量計“3L-DSC”は熱流方式 (Heat Flow Calorimeter) と呼ばれるものです。Fig-04は熱流方式の概念図を示します。T1が測定試料 (iPhone 5s), ピンク色部分がFig-01の熱流検出器、T2が熱流検出器下部の銅ブロック(ヒートシンク)です。熱流検出器とはT1とT2の温度差を高感度で検出する熱電堆です。  
**質問:** iPhoneが熱量計にセットされた状態で約3Wの熱が12~13分間発生したらiPhoneの温度はどうなるでしょうか?  
**答え:** iPhone (T1)から発生する熱はT2 [銅ブロックの熱溜] に熱放散されるのでiPhone上面で約1℃程度の温度上昇に留まります。

このテクニカルノートは“iPhone 5s”サイズの測定試料を“まるごと熱量測定”の可能性を示すデモ測定です。“発熱する物体”として日常的に経験する“iPhone-5s”を取り上げてみました。

# Technical Note テクニカルノート LIB- 01/3 '14-08-10

## Title: iPhone5s まるごと熱量測定・3L-DSCによる測定例

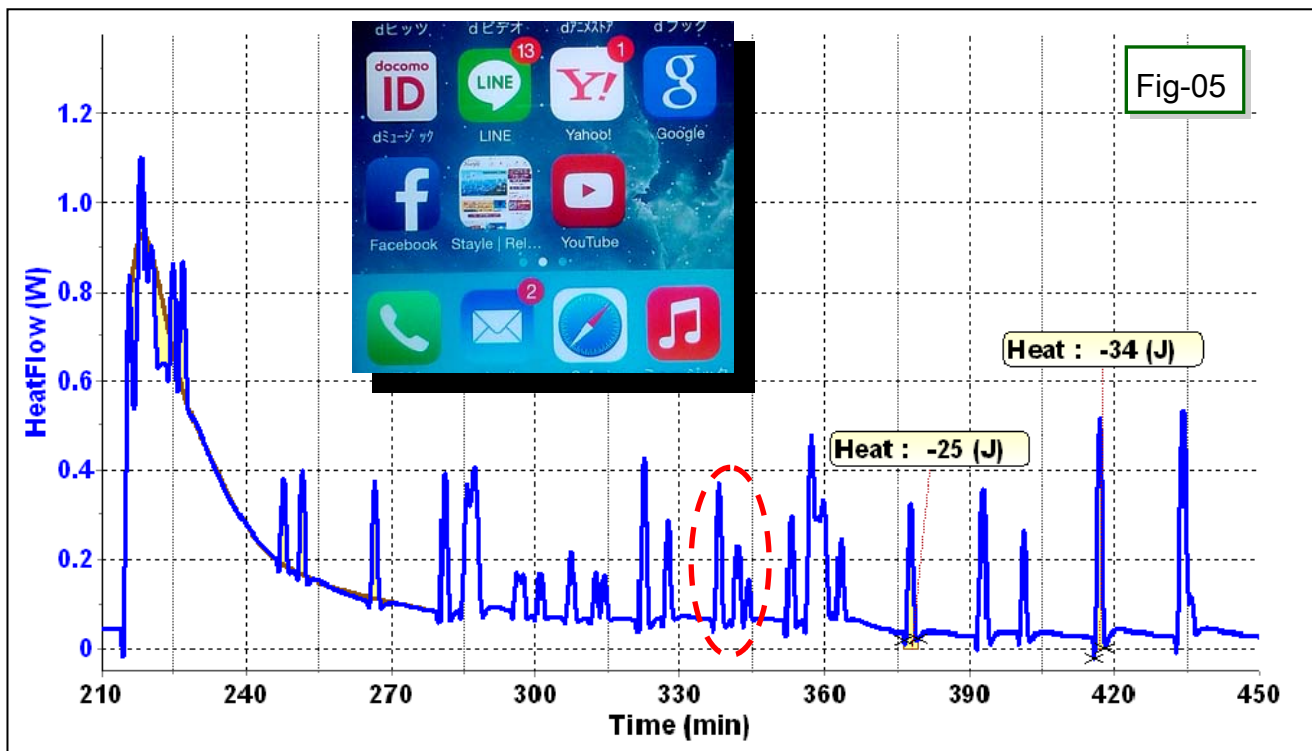


Fig-05は、経過時間215分で充電ONとした時、電池容量が減少しているために急速充電を開始し、最大約1Wまで発熱し、1時間後(275分)には0.1Wレベルとなります。発熱曲線には20数個の発熱ピークが検出されています。この発熱現象はiPhoneの待ち画面に示されるように、LINEを12通、メールを2通、Yahooニュース1通などを受信するごとに、iPhoneが消費する電力量を示しています。それぞれのピークは20~40Jの発熱量です。

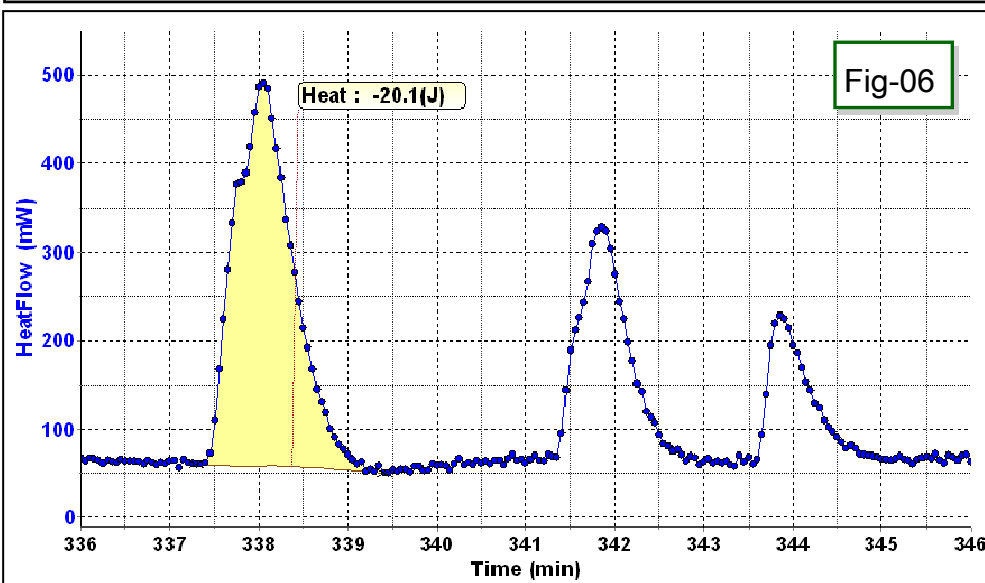


Fig-05の赤破線枠の拡大表示がFig-06です。測定中のiPhoneにLINEで画像ファイル、添付ファイル、コメントのみを送信したとき、受信のたびに発熱ピークが検出されます。LINE1通ごとにiPhone5sは20J (20W・秒)の電力消費していることがわかります。仮に2500万人のLINE利用者がiPhoneで1日10通を受信するとすれば、その電力消費量は1400kWhとなります。

充電完了後の待ち受け状態で60~70mWの電力消費となっています。

コイン電池(2032)、名刺大、スマートフォン、A4サイズなどさまざまなリチウムイオン電池サイズに対応できます。次ページに3台の試作機の一部を紹介します。

## Technical Note テクニカルノート LIB- 01/4 '14-08-10

## Title: iPhone5s まるごと熱量測定・3L-DSCによる測定例

Fig-07



Fig-08

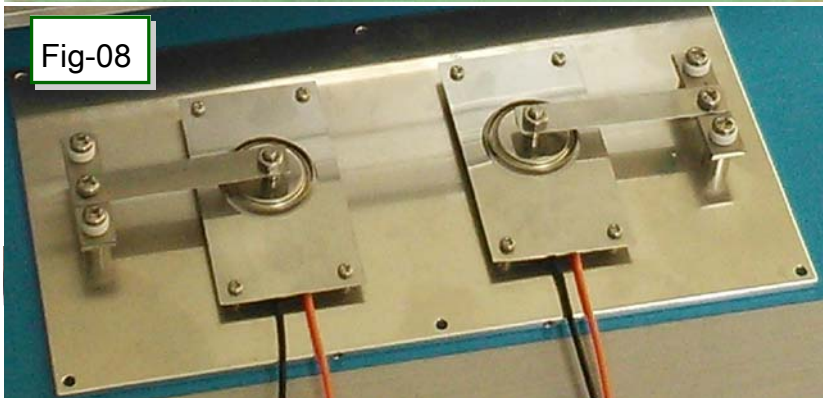


Fig-09

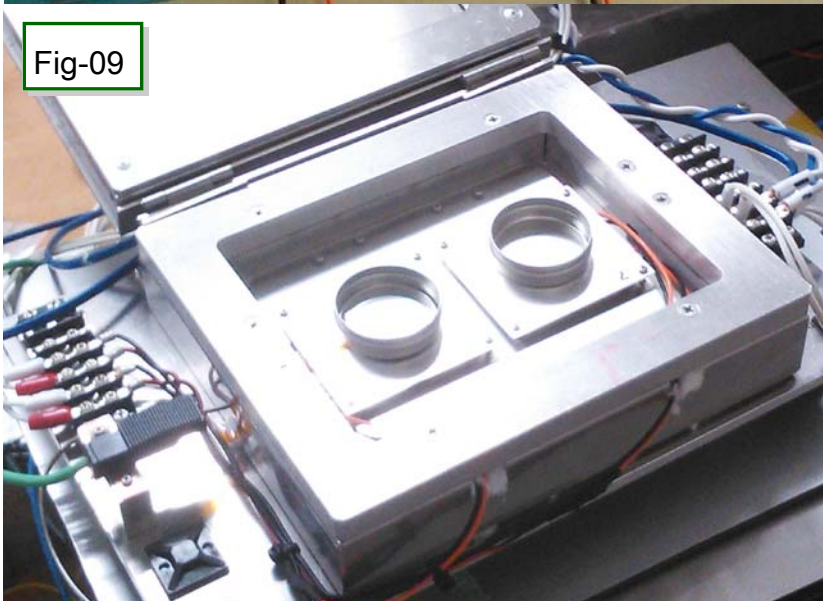


Fig-07は中小企業庁“ものづくり試作開発事業”により開発された車載用ラミネートセル熱量計;測定本体部(左側)と制御部(右側)です。測定本体部はA4サイズ平面ヒータの2炉体で構成されます。双子型熱量測定モジュールは上下2炉体の間にある均一な温度分布の空間にセットされています。

Fig-08は2016/2032タイプ コインセル用の熱流検出モジュールです。コイン電池モジュールの場合、小型サイズの2炉体方式測定本体部を使用します (Fig-09)。熱量信号と充放電同時測定のためにワンタッチ式の電極接点端子が装備可能です。

Fig-09は“通称メンタム缶DSCです。測定サンプル容器として”メンタム缶“直径38mm・容量10mLを使用します。通常のDSC測定では~10mgの試料量ですが、メンタム缶DSCは~5mLであり数100倍~1000倍の測定試料で測定が可能です。グラムスケールでないとDSC測定ができない場合に対応できます。メンタム缶DSCはコイン電池や小サイズリチウムイオン電池の測定も可能です。

測定データはAKTS社“Calisto”熱分析データ処理ソフトウェアや“Thermokinetics+Thermal-Safety”を使用して熱安全性評価が可能です。