

# AVR491 : SB200即時開始の手引き

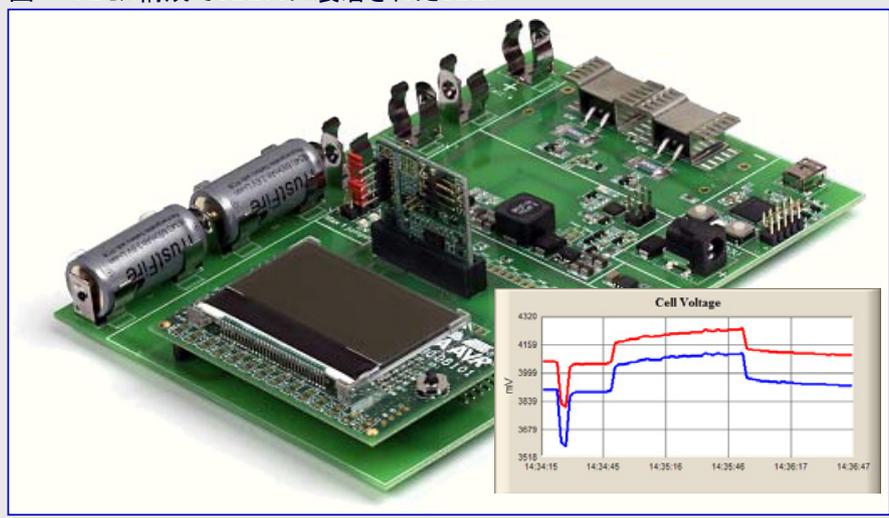
## 要点

- SB200とリチウム イオン電池の安全な使用
- 使用例:
  - ・ 電池の充電
  - ・ 電池の放電
  - ・ SB201スマート電池からの値読み込み
  - ・ 分圧抵抗器校正
  - ・ 認証
- データ記録
- 障害対策

## 1. 序説

この文書はSB200の使用のための紹介を与えます。それはSB200ハードウェアとPCソフトウェアがどう使われ、SB201の特徴と性能を実演して評価するのにそれをどう使えるのかを説明します。

図1-1. 2セル構成でSB200に装着されたSB201



## 2. SB200とリチウム イオン電池セルの安全な使用

SB200と共に4つのリチウム イオン電池セルが提供されます。これらの電池は誤った使用が使用者をどんな損傷にも晒さないこと(やはりリチウム イオンは爆発性です)を保証するための組み込み保護を持ちます。Atmelによって提供される未変更のコード例使用時、保護付きまたは無しの電池使用に拘らず危険がないでしょう。けれども、開発段階の間、バグと未完の開発が開発物をどんな危険にも置かないことを承知するのは良いことです。

保護された電池セルを使うことで重要なのは組み込み保護電子回路によって引き起こされるエネルギー損失があることです。更に、組み込み保護が結果に影響を及ぼすため、深下電圧、過電流、その他同様のような極端な検査が難しくなるでしょう。充放電が大きすぎる場合に保護が電池を禁止することが起き得ます。従って、電池保護のために妙な動きになり得ることに注意してください。

**警告:** どの電池が先頭セルであるかを選ぶのにジャンパが使われます。ジャンパが不正に配置された場合、電池セルを短絡するかもしれません(「3.8. 段階的な即行開始の手引き」を参照してください)。



8ビット **AVR**<sup>®</sup>  
マイクロコントローラ

## 応用記述

本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、Atmel社とは無関係であることを御承知ください。しおりのはじめにでの内容にご注意ください。

Rev. 8130B-11/08, 8130BJ2-01/21

図2-1. 保護されていない電池の爆発(SB200ではありません)



### 3. 使用例

SB200は様々なAVR<sup>®</sup>に基づくスマート電池応用のための使用が簡単な開発環境と実演基盤に設計されています。けれどもSB200は通常電池パックで見つける何かよりも大きな抵抗を持ち込み、これは例えば、電池セル電圧読み込み時に僅かな誤差を誘引するでしょう。それでも、SB200はAVRに基づくスマート電池応用に関する応用開発、評価、実演用の素晴らしい基盤です。

後続項はSB200キットの主な特徴を記述します。

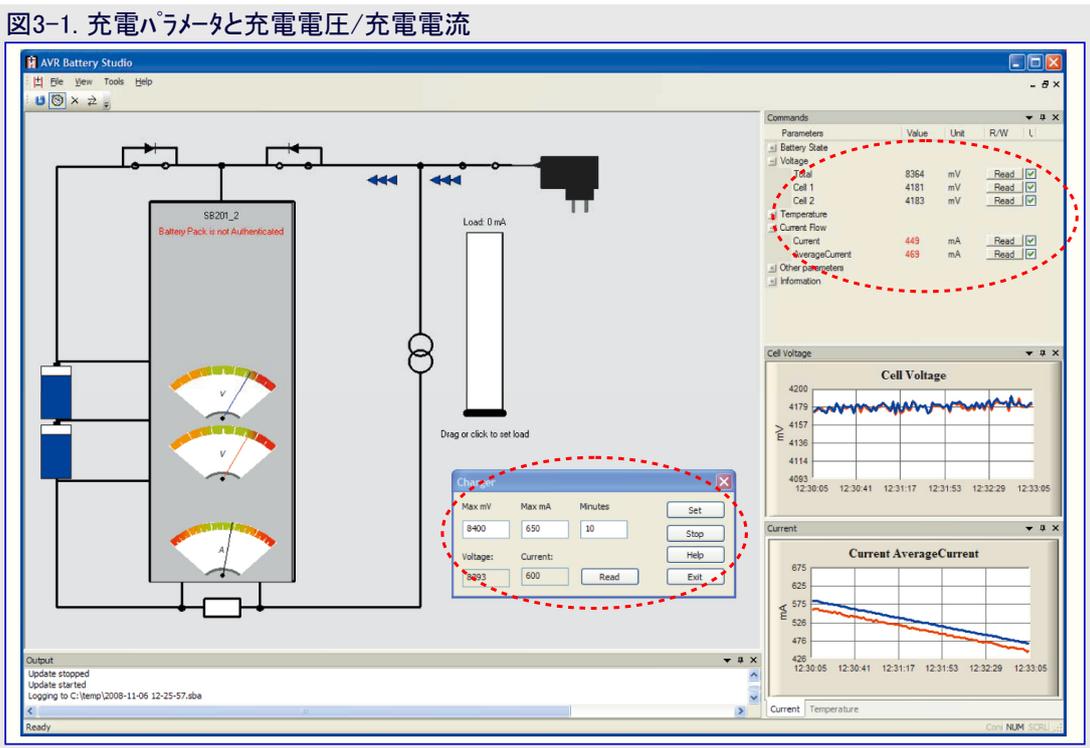
#### 3.1. 電池の充電

SB200の組み込み充電器は与えられた時間の間走行し、その後充電を停止するようにPCソフトウェアから制御することができます。充電部は自律型で例えばPCソフトウェアが終了、またはUSBケーブルが接続されても、時間が経過した時に充電を停止します。

充電はその電圧と電流の限度によって制限されます。2セルのリチウムイオン電池パックについて、代表的な推奨充電電圧は8.4Vで充電電流は代表的に1Cです。従って880mAhの電池に対して充電器は120分(最大255分)間で8400mVと880mAに設定されます。これは最大充電電圧が8.4Vで最大電流が880mAで、このどちらも充電を制限します。

SET 釦押下はこれらのパラメータで充電器を開始/再開します。充電器が活性の間、SB200の上部中央の緑LEDが点灯します。

満充電に近い電池の充電電圧と充電電流は図3-1.で見ることができます。



### 3.2. 電池の放電

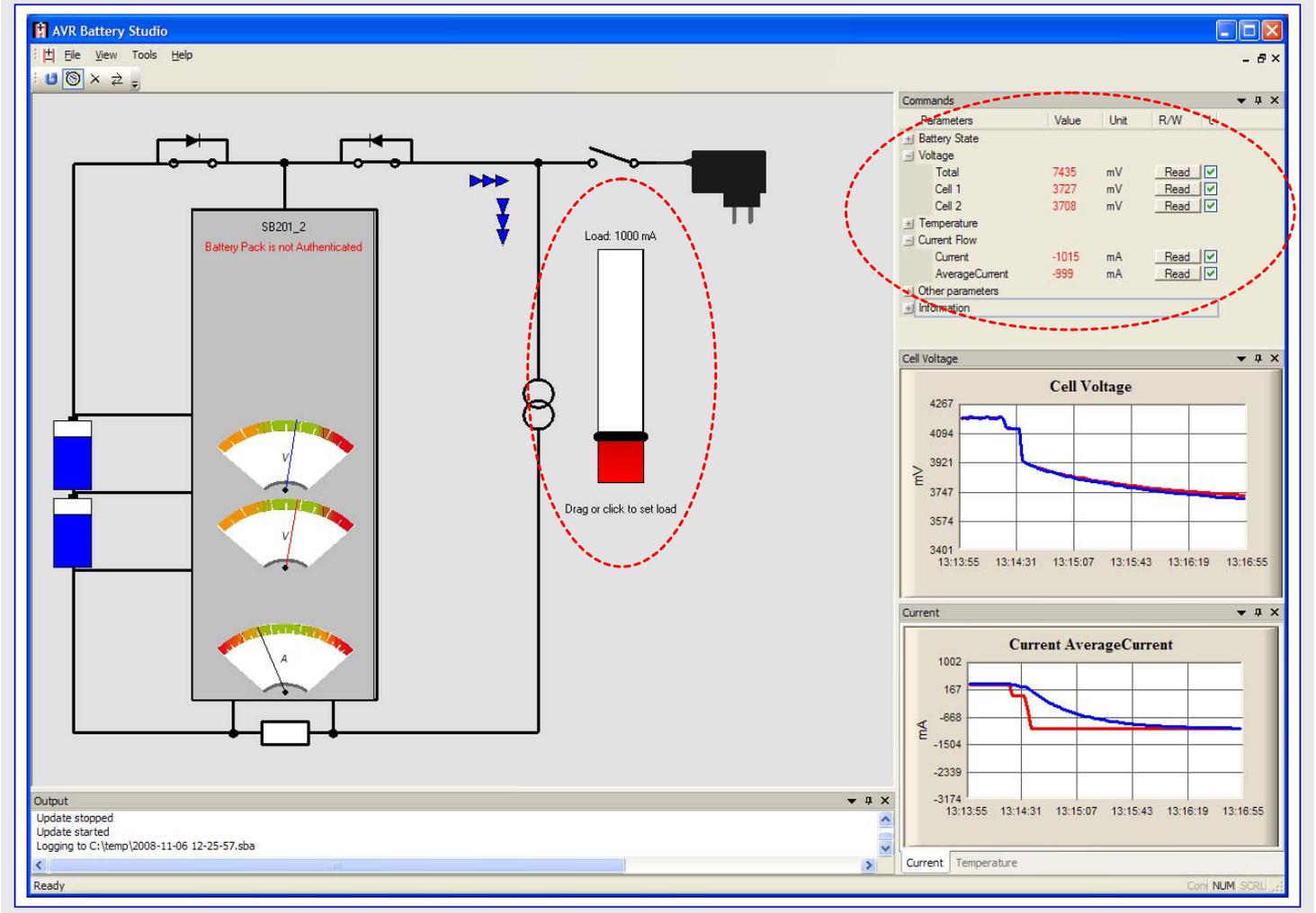
放電中のスマート電池の動きを評価できるように、SB200上で電氣的に制御される負荷が利用可能です。これは充電器のようにSB200 PCソフトウェアから制御されます。負荷は滑動部を完全に頂上へ引き摺ることによって電池から最大5000mA引き出すことができます。負荷を右クリックして“Set Load(負荷設定)”メニュー項目を選択し、編集枠内に直接電流レベルを入力するのは5000mAに制限されませんが、電池から引き出される非常に高い電流を許します。これは回路短絡/過電流の試験を許します。

滑動部を引き摺ることが負荷を許可し、一方右クリックをして“Clear Load(負荷解除)”を選択することが負荷をOFFにします。

SB200は負荷温度(FETでの基板温度)が125°Cを越える場合に負荷を止めます。**警告**:125°Cは非常に熱く、故に冷却羽に触れないでください。

負荷はかなり高い負荷を引き出すように設計されていますが、凄く正確ではありません。実際の電流はPCソフトウェアで指定されるよりも代表的に低くなるでしょう。満充電に近い電池の放電が図3-2.で示されます。

図3-2. 放電パラメータと放電電圧/放電電流



### 3.3. SB201スマート電池からの値読み込み

SB201はSBSデータ仕様で指定された殆どの命令を支援します。加えて電池の個別セルの電圧と温度についての情報を提供する“拡張命令”を提供することができます。AESに基づく電池認証も支援します。

支援されるSBSと拡張命令の全てがPCソフトウェアの右手側で一覧にされます。全ての命令はチェック枠の選択(チェック)を通して個別に発行することができます。“Update”鈕はチェック枠がチェックされるように全ての命令を更新します。

命令を更新するのに最も使われる方法は殆ど自動更新計時器鈕を設定することのようです。これは“Tools⇒Options”メニューで設定されるように固定の間隔で、チェックされた命令を更新するでしょう。

図3-3. いくつかが自動更新にされたSBS命令と拡張命令

The screenshot shows the AVR Battery Studio interface. On the left, a circuit diagram includes a battery pack (SB201\_2) with a 'Battery Pack is not Authenticated' warning, two voltmeters (V), an ammeter (A), and a load resistor. The right panel displays a list of commands with checkboxes for 'Read' and 'Update'.

Parameters	Value	Unit	R/W	Upd
<b>Battery State</b>				
RemainingCapacity	540	mAh	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
RelativeStateOfCharge	83	%	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
AbsoluteStateOfCharge	83	%	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
RunTimeToEmpty	32400	min	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
AverageTimeToEmpty	-1	min	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
AverageTimeToFull	18	min	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Voltage</b>				
Total	8056	mV	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
Cell 1	4031	mV	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
Cell 2	4025	mV	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Temperature</b>				
AVR Chip	300	.1 °C	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
NTC1		.1 °C	Read	<input type="checkbox"/>
NTC2		.1 °C	Read	<input type="checkbox"/>
<b>Current Flow</b>				
Current	-1	mA	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
AverageCurrent	351	mA	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Other parameters</b>				
Battery Mode	602C	hex	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
ARate		mA	Read	<input type="checkbox"/>
ARate		mA	Write	<input type="checkbox"/>
ARateTimeToFull		min	Read	<input type="checkbox"/>
ARateOk		bool	Read	<input type="checkbox"/>
MaxError			Read	<input type="checkbox"/>
FullChargeCapacity		mAh	Read	<input type="checkbox"/>
ChargingCurrent	650	mA	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
ChargingVoltage	4200	mV	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
BatteryStatus	00C0	hex	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
CycleCount			Read	<input type="checkbox"/>
RemainingCapacityAl...		mAh	Write	<input type="checkbox"/>
RemainingTimeAlam		min	Write	<input type="checkbox"/>
DesignCapacity		mAh	Read	<input type="checkbox"/>
DesignVoltage		mV	Read	<input type="checkbox"/>
SpecificationInfo			Read	<input type="checkbox"/>
ManufacturerDate			Read	<input type="checkbox"/>
SerialNumber			Read	<input type="checkbox"/>
<b>Information</b>				
ManufacturerName	Atmel		Read	<input type="checkbox"/>
DeviceName	SB201-2 - dual cell		Read	<input type="checkbox"/>
DeviceChemistry	Lithium-Ion		Read	<input type="checkbox"/>
ManufacturerData	App note AVR456		Read	<input type="checkbox"/>

Below the command list is a 'Cell Voltage' graph showing a step increase in voltage from approximately 3921 mV to 4094 mV over time.

### 3.4. 分圧校正

SB201上の分圧抵抗器は±1%の精度を持ち、従ってSB201が実際の抵抗値に関して校正されない場合に不正確な測定を引き起こします。分圧抵抗は工場で校正されますが、例えば再プログラミングのために再校正が必要とされる場合は以下の手順を使うことができます。

校正は電池から引き出す実際の電流を測定してこれをSB201報告の何かと比較することによって行われます。電子負荷は十分に正確ではなく、代わりに正確な電流計がSB200で一般的に赤のジャンパが配置されている場所へ接続されなければなりません。負荷を例えば500mAに設定して電流計が測定するものを調べ、SB200 PCソフトウェアから分圧抵抗値と電流を(READ押下で)読んでください。電流計が490mAを示し、SB200が495mAを報告し、分圧抵抗値が10000 $\mu\Omega$ に設定されている場合、分圧抵抗器の実際の抵抗値を計算するのに次式を用いることができます。

$$\text{実際の分圧抵抗値} = 10000 \times \frac{495}{490} \approx 10102\mu\Omega$$

分圧抵抗(Shunt Resistance)編集枠(これを開くには分圧抵抗画像上をクリックしてください)内にこの計算された分圧抵抗値を入力して、そしてWRITE釦を押してください。SB201によって報告され電流は今や電流計と同じになるでしょう。SB201ファームウェアはこれによって分圧抵抗器それ自身の公称値よりもむしろ分圧抵抗器と配線の実際の抵抗値を使うように校正されてしまっています。

図3-4. 分圧抵抗値校正に使われる命令

The screenshot displays the SB200 software interface. On the left, a circuit diagram shows a battery connected to a switch, a load (500 mA), and a shunt resistor. A red dashed circle highlights the 'Load: 500 mA' text. Below the diagram is a 'Shunt Resistance' dialog box with input fields for '10000' and '0', and buttons for 'Read', 'Write', 'Help', and 'OK'. A red dashed circle highlights the dialog box. On the right, the 'Commands' window shows the 'Current-Flow' section with 'Current' and 'AverageCurrent' both set to -495 mA. A red dashed circle highlights the 'Current-Flow' section.

### 3.5. FET禁止と形態記憶

電池Studioの主ウィンドウ内の2つのスイッチはSB201上の充電と放電のFETを許可するのと禁止するのに使うことができます。切り替え時、それらは望む状態にするようにSB201へ命令を送ります。この機能は開発終了製品に対して意図されていませんが、開発と評価の最中に便利で有り得ます。電池形態読み込み(BatteryMode Read)命令もFETの状態を更新します。

図3-5. 放電FETを禁止するためのFET禁止使用例

The screenshot shows the AVR Battery Studio interface. On the left, a circuit diagram displays a battery pack labeled 'SB201\_2' with the text 'Battery Pack is not Authenticated'. The pack is connected to a load of 0 mA. On the right, a 'Commands' panel lists various parameters. Two parameters are highlighted with red dashed circles: 'Current Protection Not Active [0] / Active [1]' and 'Discharge FET Disabled [0] / Enabled [1]'. The 'Active' and 'Enabled' options are selected.

Parameters	Value	Unit	R/W	Upd
Battery Mode	6024	hex	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
Report in: mA or mAh [0], 10mW or 10mWh [1]	0			
Enable [0] / Disable [1] broadcasts of ChargingVoltage and Chargin...	1			
Enable [0] / Disable [1] AlarmWarning broadcast to Host and Smart ...	1			
-	0			
Cell2 is balancing (Discharged) [1]	0			
Cell1 is balancing (Discharged) [1]	0			
Battery operating in its secondary [0] / primary [1] role	0			
Battery OK [0] / Conditioning Cycle Requested [1]	0			
-	0			
Deep Under Voltage Recovery Enabled [0] / Disabled [1]	1			
Current Protection Not Active [0] / Active [1]	0			
Discharge FET Disabled [0] / Enabled [1]	0			
Charge FET Disabled [0] / Enabled [1]	1			
Function not supported [0] / Primary or Secondary Support [1]	0			
Function not supported [0] / Internal Charge Controller Supported [1]	0			
ArRate		mA	Read	<input type="checkbox"/>
ArRate		mA	Write	<input type="checkbox"/>
ArRateTimeToFull		min	Read	<input type="checkbox"/>
ArRateOk		bool	Read	<input type="checkbox"/>
MaxError			Read	<input type="checkbox"/>
FullChargeCapacity		mAh	Read	<input type="checkbox"/>
ChargingCurrent	650	mA	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
ChargingVoltage	4200	mV	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
BatteryStatus	00C0	hex	Read	<input checked="" type="checkbox"/>
CycleCount			Read	<input type="checkbox"/>
RemainingCapacityAlarm		mAh	Write	<input type="checkbox"/>
RemainingTimeAlarm		min	Write	<input type="checkbox"/>
DesignCapacity		mAh	Read	<input type="checkbox"/>
DesignVoltage		mV	Read	<input type="checkbox"/>
SpecificationInfo			Read	<input type="checkbox"/>
ManufacturerDate			Read	<input type="checkbox"/>
SerialNumber			Read	<input type="checkbox"/>
Information			Read	<input type="checkbox"/>

### 3.6. データ記録

SB200 PCソフトウェアは2つの方法でデータを記録することができ、電池電流と平均電流は1つの“視野”図で見ることができ、電池セル電圧は別に見ることができます。

更に、SB200/SB201から読む全ての命令は記録ファイルに書くことができます。これには記録ファイルが指定されていることが必要で、自動更新が活性の時に行われます。記録ファイルは2進ファイル形式を使います。選択された命令全てが記録されます。選択されない命令は空の値に終わります。2進ファイルはデータを処理するためにExcelまたはCSVファイルへ出力することができます。



### 3.8. 段階的な即行開始の手引き

開始を得るために以下の手順を使うことができます。

1. SB200にSB201-2を挿入してください。
2. 大きな赤い“セル数”ジャンパを“2”位置に設定してください(または電流測定のために電流計を挿入してください)。
3. CELL1とCELL2のソケットに電池セルを(極性に注意して)挿入してください。
4. 12VをSB200に接続してください。
5. SB201に電力を投入するのに、SB200上のHWB釦を押すか、またはPCソフトウェア経由で充電器を開始するかのどちらかを行ってください。HWB釦は最大1分間またはそれが再び押されるまで充電を開始します。充電電圧はどちらのSB20xが接続されているのかに依存して設定されます。
6. AVR Studioから、または直接AVR電池Studio SB200 PCソフトウェアを開始してください。
7. PCとSB200間にUSBケーブルを接続してください。
  - a. USB状態が“接続済み”であることと基板が“SB201-2”であることを確認してください。
  - b. 校正を通して走行するためにSB201を待ってください(SB201が始めて開始される時に最大30秒かかるでしょう)。
8. 以下の命令を読んでください。
  - a. 製造者名(ManufacturerName) (“Atmel”)
  - b. デバイス名(DeviceName) (“SB201-2 – dual cell”)
  - c. 装置化学組成(DeviceChemistry) (“Lithium-Ion”)
  - d. 製造者データ(ManufactureData) (“App noteAVR456”)
9. 以下によって認証を試験してください。
  - a. 電池パック認証文をクリックすることによって、またはメニューから認証ダイアログを開いてください。
  - b. ホスト要求(Host Challenge)編集枠に“This will fail!!”を書いてください。
  - c. WRITEその後READを押してください(塵を読みます)。
  - d. AES鍵は“Gandalf says?”と言います。“You cannot pass!”で置き換えてください。
  - e. ホスト要求(Host Challenge)編集枠に“Authentic batt!!”を書いてください。
  - f. WRITEその後READを押してください(“Authentic batt!!”を読み戻します)。
  - g. 状態は今や“Authentication Accepted(認証受け入れ済み)”と言うでしょう。
10. SB201からの読み出し命令を試みてください。以下のチェック枠を調べてください。
  - a. 電圧(Voltage)
  - b. 電流(Current)
  - c. 充電の相対状況(RelativeStateOfCharge)
  - d. 残容量(RemainingCapacity)
  - e. セル2電圧(VoltageCell2)
  - f. セル1電圧(VoltageCell1)
  - g. 全ての値を読むためにメニューで更新(Update)釦を押してください。
11. データを記録してください。
  - a. メニューの“Tools⇒Options”で開いてください。
  - b. 記録ファイル位置を指定してください。
  - c. “Auto-generate filename(ファイル名自動生成)”ラジオ釦を押して“OK”を押してください。
  - d. 電池電流とセル電圧を右で表示するために図表をどうするかを通知してください。
  - e. 摺動部を引き摺ることによって負荷を100mAに設定してください。図表を通知してください。
  - f. 電流をより高い水準に増やしてセル電圧がどう落ちるかを通知してください。
  - g. 負荷を500mAのままにし、放電を禁止するためにSB201内の電池保護を待ってください。
  - h. 負荷を禁止し、充電器を8400mV、880mA、30分間で許可して充電電圧と電流がどう進展するかを見てください。
  - i. 記録を禁止し、記録ファイルを調査してください。
12. 応用を探求してください(お楽しみください)。

## 3.9. 障害対策

SB200での作業時に経験する最も一般的な問題が下で一覧にされます。何故システムがそのように反応する(しない)のかを理解するのに説明が必要かもしれませんが、それは全てが正常で正しい操作であると考えられることです。

この一覧によって網羅されていない問題に出会ったなら、[avr@atmel.com](mailto:avr@atmel.com)へそれを報告してください。

表3-1. 問題と解決策/説明

問題	解決策/説明
READ釦押下時に値が更新されない。	<p>SB200 PCソフトウェアの左下隅で“USB Status”が“Connected”であることを調べてください。そうでない場合、USBケーブルが接続されているのと、SB200が給電されている(DCジャック傍らの緑LEDが点灯するでしょう)のを確実にしてください。</p> <p>左下隅の“Board”識別も正しくSB20x基板を認識しているのを確かめてください。そうでない場合、SB20xスマート電池基板が正しく挿入されていることを調べてください。</p> <p>電池ソケットに正しい電池数が挿入されているのと、“セル数”ジャンパが正しく装着されているのを確実にしてください(装置基板が正しく認識されたなら、ジャンパが装着されるべき位置でLEDが点灯するでしょう)。</p> <p>スマート電池AVRは充電器からの十分に高い電圧である“充電器接続”を得ない限り、電源OFF後にONへ切り換わりません。それを行うにはSB200充電部をONにしてください。これはSB200の上中央の充電器活動LEDをONにするでしょう。再び命令の読み込みを試みてください。</p> <p>USBコネクタ近くのLEDが定常的にON(赤または青)かを調べ、そうなら、未処理異常が起きています。SB200 USB装置はSB200のUSBとDCジャック間の左のマイクロ スイッチ押すことによってリセットされなければなりません。</p> <p>CC-ADC変位(オフセット)の校正は初回SB201ファームウェア走行時に20~30秒かかります。校正中に装置基板はどの命令にも応答しません。</p>
どうすればAES認証を試験できますか?。READ押下時に只塵を返します。	<p>SB20xからの暗号化された返答を正しく暗号解除するには、PC側で正しいAES鍵を指定することが必要です。この鍵は“You cannot pass!”です((訳補:物語のロード オブ サ リングより)カサト'ト'ウムの橋を渡る処から、ハルログを制止する時にガンダルフが言った言葉として)。鍵を指定して、16文字の文字列を書き(WRITE)、そして読み戻してください。</p>
SB20xが命令に応答しますが、それからどんな電流を引き出すこともできません。	<p>SB200開始時に負荷が活性の場合、放電FETがOFFの時は必ずONにされます。電気的に制御された負荷内の統率部は飽和して短時間流れる回路短絡電流を引き起こします。解決策はその間に負荷を禁止し、そしてSB20xがその放電FETを許可するまでそれを許可しないことです。電池状態(BatteryStatus)命令の展開されたパラメータが(無料の追加サービスとして)この情報を提供します。</p>
問題: 自動更新(auto-update)の更新頻度を変えることは可能ですか?。	<p>“Tools⇒Options”を用いて望む時間間隔に設定してください。</p>
問題: 電池を放電するために負荷を許可しました。それは急に放電を停止し、両セルの電池電圧が2.7V以上でも再び放電を開始できません。	<p>これは放電中に電池の1つが2.7V以下になったためです。SB20xは電池を保護するために更なる放電を禁止されます。放電を許可するには電池が短く充電されることが必要です。その間、充電器(部)をONにしてください。</p>
問題: SB201が私の電池セルで“死”にしました。	<p>それはそうではなく、電池セルが自分自身を“殺”しました。</p> <p>...これは電池セルの組み込み保護が不正確な場合に起こるかもしれませんが、故にSB201限度の前に(それが)起動します。一般的に電池は充電器(部)をONにすることによって回復することができます。(開発中は電池に大きすぎる負荷を与えたり、保護を許すより大きな充(放)電を行うかもしれません。)</p>
SetとClearの釦が常に反応しない。	<p>PCソフトウェアはSB200からデータを取得する(応答待機)のに多忙です。自動更新(auto-update)が禁止されている場合、通常の応答が監視されます。代わりに、それが応答するまで釦を多数回押してください。</p>
保護されていないセルでSB200を使えますか?	<p>あなた自身の責任に於いてですが...推奨されません。</p> <p>(あなたが向こう見ずで、SB200と共に出荷された電池から電池保護を取り外すなら、電池ソケットがセルを短絡しないように、後でセルの回りにテープを巻くことを覚えて置いてください。)</p>

(次頁へ続く)

表3-1 (続き). 問題と解決策/説明

問題	解決策/説明
セル電圧はセルが満充電の時と殆ど等しいけれど、完全放電に近い時と非常に異なっています。	これが一般的です。使った電池セルは放電時にもっと明白になる異なる抵抗を持ちます。セル平衡を許可することにより、電池セルは充電時に同じ電圧へ近づき、これは電池を最大容量に充電し得るのに重要です。
SB20x子基板で消去、書き換え(再プログラミング)、またはデバッグを始めることができません。	SB20x子基板上のスマート電池AVRに書き込まれたファームウェアがデバイスをパワーオフ形態へ移行させているなら、書き込み器はデバイスを書き換える(再プログラミングする)ことができません。これは(その電力周期が試みられたと仮定して)始動後にデバイスが非常に短くパワーオフ形態へ移行する時に起き得ます。この場合ではデバイスが内部電圧調整器をOFFにし、制御を行うプログラミング ツールのために必要な内部論理回路がOFFです。 これを回避するためにデバイスONの強制を要求することができます。これはVFETをGNDに、VREGを3.3Vに接続することによって行われます。これが行われると、デバイスは電圧調整器の状態に拘らず給電され、再び消去とプログラミングが可能です。

#### 4. 評価基板/キット重要通知

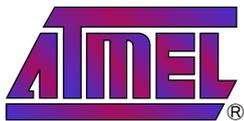
この評価基板/キットは**工作、開発、実演を促進する、または評価目的だけ**の使用を意図されています。これは完成された製品ではなく、(基板/キットに於いて他の方法で注記されるかもしれないのを除き、)リサイクル(WEEE)、FCC、CE、またはULの電磁適合性に関連する制限や指令なしで完成製品へ応用できる、含めることの何かまたは何れかの技術的または法律上の必要条件に(未だ)適合しないかもしれません。Atmelは販売者と更にその先の使用者単独の危険に於いて、全ての障害と共に何の保証もなく、“現状そのまま”でこの基板/キットを供給しました。使用者は商品の適切で安全な取り扱いのために全ての義務と責任を負います。また使用者は商品の使用や取り扱いから起こる全ての請求からAtmelを保護します。製品の開放構造のため、静電放電と他のどんな技術的または法的な利害関係に関して何れか若しくは全ての適切な予防処置を取るのは使用者の責任です。

上で述べる保障の範囲までを除き、使用者とAtmelは**間接、特別、付带的、または必然的な損害**に関して互いに責任がないでしょう。

そのようなAtmelの製品やサービスがあるかもしれない、または使われることに於いて、どんな機械、処理、または組み合わせに関連または網羅するAtmelのどんな特許権や他の知的財産の下でも承諾は全く授けられません。

郵便住所: Atmel Corporation, 2325 Orchard Parkway, San Jose, CA 95131

Copyright © 2008, Atmel Corporation



## 本社

### *Atmel Corporation*

2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131  
USA

TEL 1(408) 441-0311  
FAX 1(408) 487-2600

## 国外営業拠点

### *Atmel Asia*

Unit 1-5 & 16, 19/F  
BEA Tower, Millennium City 5  
418 Kwun Tong Road  
Kwun Tong, Kowloon  
Hong Kong

TEL (852) 2245-6100  
FAX (852) 2722-1369

### *Atmel Europe*

Le Krebs  
8, Rue Jean-Pierre Timbaud  
BP 309  
78054 Saint-Quentin-en-  
Yvelines Cedex  
France

TEL (33) 1-30-60-70-00  
FAX (33) 1-30-60-71-11

### *Atmel Japan*

104-0033 東京都中央区  
新川1-24-8  
東熱新川ビル 9F

アトメル ジャパン株式会社  
TEL (81) 03-3523-3551  
FAX (81) 03-3523-7581

## 製品窓口

### ウェブサイト

[www.atmel.com](http://www.atmel.com)

### 技術支援

[avr@atmel.com](mailto:avr@atmel.com)

### 販売窓口

[www.atmel.com/contacts](http://www.atmel.com/contacts)

### 文献請求

[www.atmel.com/literature](http://www.atmel.com/literature)

お断り: 本資料内の情報はAtmel製品と関連して提供されています。本資料またはAtmel製品の販売と関連して承諾される何れの知的所有権も禁反言あるいはその逆によって明示的または暗示的に承諾されるものではありません。Atmelのウェブサイトに位置する販売の条件とAtmelの定義での詳しい説明を除いて、商品性、特定目的に関する適合性、または適法性の暗黙保証に制限せず、Atmelはそれらを含むその製品に関連する暗示的、明示的または法令による如何なる保証も否認し、何ら責任がないと認識します。たとえAtmelがそのような損害賠償の可能性を進言されたとしても、本資料を使用できない、または使用以外で発生する(情報の損失、事業中断、または利益の損失に関する制限なしの損害賠償を含み)直接、間接、必然、偶然、特別、または付随して起こる如何なる損害賠償に対しても決してAtmelに責任がないでしょう。Atmelは本資料の内容の正確さまたは完全性に関して断言または保証を行わず、予告なしでいつでも製品内容と仕様の変更を行う権利を保留します。Atmelはここに含まれた情報を更新することに対してどんな公約も行いません。特に別の方法で提供されなければ、Atmel製品は車載応用に対して適当ではなく、使用されるべきではありません。Atmel製品は延命または生命維持を意図した応用での部品としての使用に対して意図、認定、または保証されません。

© Atmel Corporation 2008. 不許複製 Atmel<sup>®</sup>、AVR<sup>®</sup>とそれらの組み合わせ、AVR<sup>®</sup>とその他はAtmel Corporationの登録商標または商標またはその付属物です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

## © HERO 2021.

本応用記述はAtmelのAVR491応用記述(doc8130.pdf Rev.8130B-11/08)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には( )内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。