

## User's Guide

# Golden GG Maker および抵抗温度補償オブティマイザ



Yevgen Barsukov

## 概要

本ユーザー ガイドは、GPC Golden GG Maker ツールのための簡易ガイドとして提供されています。本資料には、本ツールの概要、要件、データの送信方法、および各項目の例が含まれています。また、本ガイドでは、必要なログ ファイルおよび GG ファイルの取得方法についても説明します。

## 目次

1 商標.....	1
2 ツールの概要.....	2
3 必須データ.....	3
3.1 構成ファイル (各 1 個).....	3
3.2 データ ログ ファイル.....	3
3.3 ゲージ構成 (GG) ファイル.....	6
3.4 例.....	7
4 データ送信.....	8
4.1 レポートの例.....	9
5 改訂履歴.....	9

## 1 商標

Microsoft® and Excel® are registered trademarks of Microsoft Corporation.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 2 ツールの概要

Gauging Parameter Calculator (GPC) の抵抗温度補償および Golden GG Maker ツールは、Impedance Track バッテリゲージの低温精度を最適化するためのツールです。

抵抗温度補償を最適化する必要があるのは、デフォルトの補償パラメータが取得される定常状態で一定温度のラボ試験時と、実際のシステムでの放電によりセルが加熱され、加熱および冷却が不均一となる状況とではセル内の温度分布が異なるためです。その結果、セルインピーダンスと温度センサの温度測定値との関係に差異が生じますが、このツールを使用することで、その差異を考慮することができます。

本ツールでは、2つの指数による温度補償 (Rb) を使用するゲージに対して、抵抗温度補償パラメータを最適化できます。使用しているゲージが2つの指数 Rb をサポートしているかどうか不明な場合は、ファームウェアからエクスポートした GG ファイルを本パッケージとともにツールに送信できます。2つの指数 Rb がサポートされていない場合、ツールはエラーメッセージを表示します。

Ra および Qmax パラメータは、従来の最適化サイクルを実行することでゲージが自動的に学習できます。一方、本ツールを使用すると、一部の Impedance Track ゲージ (シングルセルゲージ) では更新されない熱モデルパラメータを取得でき、高レート試験の精度向上に役立ちます。

また、本ツールは Ra0\_CHARGE 値も提供します (充電中に 100% SOC により正確に到達するのに役立ちます)。

さらに、本ツールは、Qmax や Ra の学習に問題が見られた場合に最適化サイクルのログファイルを利用できます。また、実際の評価基板を使用せず、ベアセルに対して Arbin または Maccor テスタを使用することで、すべての Golden GG パラメータを取得することも可能です。

本ツールでは、実際のデバイスと類似した負荷および熱交換条件、または理想的には実際のデバイス内部で実施された、充電 / 緩和、放電 / 緩和テストの2つのログファイルが必要です。ログファイルは、室温および低温の開始条件で記録されます。

これらのログファイルは、Maccor や Arbin のバッテリーテスタなどの各種試験装置、または USB 経由で評価ボードを接続した TI の EV Software (EVSW) や Battery Management Studio (bqStudio) のロギング機能を使用して作成できます。

また、本ツールでは、選択した Chemical ID データをプログラムした後に、EVSW または bqStudio を使用してゲージの評価基板またはデバイス PCB からエクスポートしたゲージパラメータファイルも必要です。このファイルは、パラメータに影響を与える現在のファームウェア特性を検出するために使用され、Ra テーブル、Qmax、および熱パラメータに新しい値が設定された後に返されます。

本ガイドでは、必要なログファイルおよび GG ファイルの取得方法について説明します。

### 3 必須データ

GPC ツールでは、入力として、1 つの構成ファイル、室温および低温の 2 つのデータファイル、ならびに 1 つの構成パラメータファイル (gg ファイル) が含まれている単一の .zip ファイルが必要です。.zip ファイルの名前は重要ではありません。.zip ファイルには次のファイルが含まれている必要があります。

- config.txt
- roomtemp.csv
- lowtemp.csv
- gg.csv

#### 3.1 構成ファイル (各 1 個)

構成ファイルは、config.txt という名前のテキスト ファイルで、次の情報を含む ASCII テキスト ディクショナリです。

- ProcessingType = 4 <使用するツールのタイプを決定します。抵抗温度補償オプティマイザおよび Golden GG Maker ツールの場合、値は 4 である必要があります>
- ChemID = <ご使用のセル用に選択またはリリースされた Chemical ID。選択は GPC を使用して実行できます: Chemical ID 選択ツール>
- NumCellSeries = <ログ内で電圧データが報告される直列セル数。バッテリー パックに 3 つの直列セルがある場合でも、推奨どおりログ ファイルがシングル セル電圧用である場合は、この値を 1 にする必要があります。>
- VoltageColumn = <データ ログ内の電圧データのゼロベースの列番号>
- CurrentColumn = <データ ログ内の電流データのゼロベースの列番号>
- TemperatureColumn = <データ ログ内の温度データのゼロベースの列番号>
- ElapsedTimeColumn = <データ ログ内の経過時間データのゼロベースの列番号>

一般的な設定は次のとおりです。

ProcessingType = 4

ChemID=3514

NumCellSeries=1

ElapsedTimeColumn=0

VoltageColumn=6

CurrentColumn=4

TemperatureColumn=1

#### 3.2 データ ログ ファイル

##### 3.2.1 テスト設定

このツールを使用すると、RbL および熱モデル パラメータを計算できます。最適な結果を得るために、2 つの独立したテスト設定を推奨します。1 つのテスト設定のみを使用することも可能ですが、その場合、RbL および熱モデルの両方のパラメータについて最良の結果は得られません。

利便性を高めるために、セルと組み合わせて TI ツール チェーン (PC 上の ゲージ計評価基板 + EV2400 または EV2500 + bqStudio) を使用し、本ツール用のログ ファイルを収集できます。bqStudio は、電流、電圧、温度など、ゲージのすべてのレジスタをログとして記録でき、このログ ファイルは本ツールと互換性があります。

TI ツール チェーンの使用は必須ではありません。必要なログ ファイルを生成できる任意のラボ設定を代替として使用できます。

##### 3.2.2

低温テストを実施するには、デバイス、または評価基板とセルを収容したサーマル ボックスをサーマル チャンバー内に配置し、温度を 0°C または最適化対象とする他の低温に設定する必要があります。ベア セルや、開放状態の評価基板セル構成を使用することは推奨されません。サーマル チャンバーのファンが直接当たり、実際のデバイスとは大きく異なる熱

環境となるためです。セルの自己発熱が大幅に低下するため、実行時間が短くなり (低温ではインピーダンスが増加します)、残量測定パラメータの精度も低下します。

デバイスを使用できない場合は、Arbin や Maccor などの外部バッテリー試験装置を使用して充電および放電を行うことができます。また、電子機器ラボで一般的に使用される電流 / 電圧制御電源や電子負荷を使用することも可能です。バッテリー試験装置を使用する場合、ログ データは装置側で取得されます。電源 / 電子負荷を使用する場合は、EV2400 に接続したゲージの評価基板を使用して、bqStudio によってロギングを実行する必要があります。

サーミスタの配置は、バッテリー抵抗温度補償パラメータや Ra テーブル、ならびに熱パラメータの算出において非常に重要です。評価基板を使用してロギングを行う場合は、評価基板に接続されているサーミスタを取り外し、より長い配線に付け替えることで、サーミスタをセルの表面に直接配置し、しっかりとテープで固定できます。また、サーミスタはセルの「下側」に配置し、空気やファンの風に直接さらされないようにすることを推奨します。これにより、セルの温度ではなく周囲温度を測定してしまふを防げます。Maccor や Arbin の熱電対を使用する場合も、セル表面に直接取り付けする必要があります。セルをサーマル ボックス内に配置し (サーミスタをボックス内に設置)、実際のセル温度をより正確に測定することも有効です。

### 3.2.3 テスト方法

必要なテストは、25°C およびターゲットとする低温に対して、以下の手順で構成されています。

1. 充電は室温で実施します。オプション: 事前にセルが異なる温度下にあった場合は、テスト前に室温で 2 時間静置します。
2. 実際の充電器と同様にテーパー電流 (例: C/20) を用いた CC/CV 充電により、フル充電します。公称 CC 充電レートと CV 電圧を使用します。セル メーカーが別の充電方法を指定した場合は、この他の方法を使用できます。デバイスで充電している場合は、デバイスの充電器を使用することが最善です。
3. 完全な平衡開回路電圧 (OCV) に達するまで、バッテリーを 2 時間静置します。デバイスで使用する場合、低電流放電を防止するため、この期間中にデバイスをシャット ダウンします。
4. 放電テスト温度を設定します (最初は 25°C、次に 0°C または任意の低温)。
5. パックが熱平衡に達し、セル温度の変化が停止するまで 1 時間待ちます。温度が安定しなかった場合 (より大規模なシステムで発生する可能性があります) は、より長い時間を確保してください。
6. セル メーカーが指定する最小電圧に達するまで、システムの標準的な高レートでバッテリーを放電します。デバイス内で放電する場合は、デバイスの最小電圧まで放電しても問題ありません。定電流負荷または定電力負荷を使用できます。
  - a. 最適な RbL 値を得るには次のようにします。セル メーカーが指定する最小電圧に達するまで、温度に応じて次のレートで  
バッテリーを放電します。  
 $T \geq 0^{\circ}\text{C}$  の場合 C/5  
 $T < 0^{\circ}\text{C}$  かつ  $\geq -10^{\circ}\text{C}$  の場合 C/7  
 $T < -10^{\circ}\text{C}$  かつ  $\geq -20^{\circ}\text{C}$  の場合 C/10  
 $T < -20^{\circ}\text{C}$  の場合 C/15
  - b. 最適な熱モデル パラメータを得るには次のようにします。デバイスの最小電圧に達するまで、デバイスの標準的な高レートでバッテリーを放電します。目標は、デバイス内と同様の条件でバッテリーが加熱されることです。
  - c. RbL と熱モデル パラメータの計算を 1 つのテスト設定で組み合わせる場合は次のようにします。熱モデル パラメータ用のテスト設定 (3.2.1 ステップ 6.b) を使用し、5°C ~ 10°C の範囲で自己発熱が生じるよう、中負荷でバッテリーを放電します。このレートは C/10 を超える必要があり、温度は 20°C を超えてはなりません。

#### 注

最良の測定結果を得るには、6.a に記載されている手順に従うテストと、6.b に従うテストの少なくとも 2 つを完了してください。これにより、ゲージは理想的な RbL および熱モデル パラメータを取得できます。

6.a および 6.b が完了している場合、6.c を実施する必要はありません。GPCRB 入力に対して 1 つのテストしか実施できない場合にのみ、6.c を使用してください。

7. 低温放電中の温度が  $20^{\circ}\text{C}$  を超えないことを確認してください。超える場合は、自己発熱を抑えるためにレートを下げてテストを再実行します。
8. 完全な平衡 OCV に達するまで、バッテリーを 5 時間静置します。デバイスで使用する場合、低電流放電を防止するため、この期間中にデバイスをシャットダウンします。手順 1 に戻り、手順 4 で温度を  $0^{\circ}\text{C}$  に設定して、すべての手順を繰り返します。

結果として得られる室温ログの例を図 3-1 に示します。低温ログは曲線の形状が室温ログと類似している必要がありますが、放電はより低い温度から開始されます。:

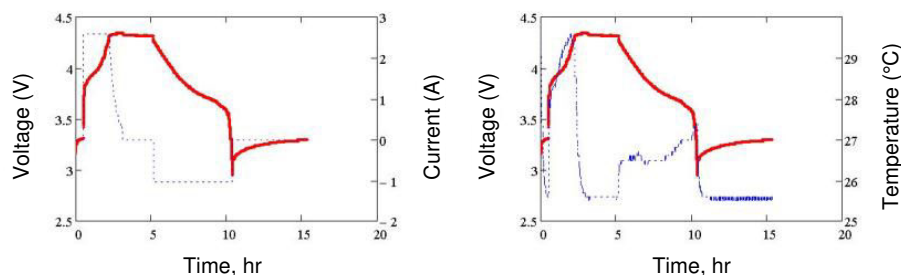


図 3-1. Golden GG の作成に必要な室温テストにおける電圧、電流、および温度プロファイル

データロギングでは、次の列を含むファイルにデータを保存する必要があります。形式は CSV (カンマ区切り)、タブ区切り、またはスペース区切りです。

- 時間 (経過秒数)
- 電圧 (mV)
- 電流 (放電電流は負の値、単位は mA)
- セル温度 (セル表面に取り付けたサーミスタで測定、単位は °C)。小数点以下 1 桁で問題ありません。

元のデータフォーマットがサポート対象外 (例: Microsoft® Excel®) の場合はデータファイルを .csv として保存する必要があります。bqStudio または EV Software により生成されたログファイルのヘッダーや空の行など、データ列に含まれないテキストは、送信前にファイルから削除する必要があります。列名の行は 1 行のみ残してもかまいません (ツールがスキップします)。ただし、各列に 1 つの名前のみが含まれている必要があります。簡単な記録方法として、TI の bqStudio ソフトウェアユーティリティである GPC Packager を使用できます。GPC Packager は、TI のバッテリーゲージからデータを直接読み取ります。

電流をアンペア単位、電圧をボルト単位で記録した値も使用できます。ツールが自動的に検出し、正しいスケール係数を適用します。

列の順序は任意です。列の位置は config.txt ファイルで定義されます。

ただし、室温ログと低温ログでは、t、V、I、T の各値の位置が同じである必要があります。ログファイルには、本ツールで使用しない他のデータ列を含めることもできます (削除する必要はありません)。ただし、送信用に作成する zip ファイルのサイズは 2MB 以下である必要があります。これは圧縮ファイルであるため、アーカイブプログラムの圧縮設定を変更することで、さらにサイズを小さくできる場合があります。

サンプリング間隔は 5 ~ 100 秒です。

Ra0\_CHARGE の計算には、初期充電区間のデータが必要です。緩和データは、放電の前後の両方で必要です。

測定精度は重要です。特に、電流測定はレンジに対して 0.1% 以上の精度が必要です。また、電圧測定は室温において 1mV の精度が必要です。16 ビット ADC の使用を推奨します。

実際のテキスト形式にかかわらず、パッケージの送信前に室温データログの名前を roomtemp.csv、低温ログの名前を lowtemp.csv に変更する必要があります。

### 3.3 ゲージ構成 (GG) ファイル

GG ファイルは通常、EV Software (\*.gg) または bqStudio (\*.gg.csv) を使用してエクスポートされます。使用している残量計 IC が EV Software でサポートされている旧世代のものか、bqStudio でサポートされている新しいものかに応じて、いずれかの形式を使用できます。

本ツール用の GG ファイルを作成するには、次の手順に従ってください。

1. 選択した chem ID をプログラムする
2. <name>.gg ファイルまたは <name>.gg.csv ファイルをエクスポートする
3. 形式にかかわらず、ファイル名を gg.csv に変更する

処理が完了すると、ツールは gg\_out.csv を作成します。このファイルは元のファイルと同一ですが、Ra、Qmax、Ra0\_CHARGE、および熱パラメータが新たに計算された値に置き換えられ、最適化サイクルの完了を示すために Ra フラグおよび更新ステータスが設定されている点が異なります。

- 6.a および 6.b のテスト手順に従った場合は、まず RbL テーブル用として 6.a のファイルから生成された chemdat ファイルをプログラムし、その後、熱モデルおよびその他のパラメータ用として 6.b の gg\_out.csv をプログラムします。
- 6.c のテスト手順を使用した場合は、このテストで生成された chemdat ファイルおよび gg\_out ファイルをプログラムします。



### 3.4 例

#### 3.4.1 Config.txt ファイル

ProcessingType = 4

ChemID=3514

NumCellSeries=1

ElapsedTimeColumn=0

VoltageColumn=6

CurrentColumn=4

TemperatureColumn=1

#### 3.4.2 データログの例 (抜粋)

次の抜粋例では、列は次のとおりです。

elapsed time (sec)	voltage (mV)	current (mA)	temperature (C)
20.02833	2975.308	0	28.95893
30.04369	2974.984	0	28.88429
40.05915	2975.308	0	28.91459
50.09006	2974.984	0	28.73499
60.13664	2975.308	0	28.74904
70.20198	3008.069	99.9098	28.89834
80.20158	3023.314	99.9098	28.77718
90.23994	3300.643	1300.396	28.79125
100.2554	3360.975	1300.396	28.79125
110.2708	3404.115	1300.221	28.58133
120.2859	3439.146	1300.572	28.59754

## 4 データ送信

前述のように作成された zip ファイルは、次の Web インターフェイス経由で GPC ツールに送信する必要があります。

<https://www.ti.com/powercalculator/docs/gpc/gpcUpload.tsp>

処理が完了すると、ログイン時に指定した電子メール アドレス宛に、レポートを含む電子メールが送信されます。

レポートには、Qmax、Ra テーブル、Ra0\_CHARGE、および熱パラメータの最適化された値が含まれます。

形式上の問題やその他のエラーがある場合は、それらの内容がレポートに反映されます。

最適化された抵抗温度補償パラメータが記載されたファイルが添付されます。Battery Management Studio を使用して GG ファイルを生成した場合、ファイル名は chemdat12\_<chem ID> となります。EV Software を使用した場合、ファイル名は <chem ID>.chem となります。GG ファイルをエクスポートした際と同じツールを使用し、「Chemistry」アイコンをクリックして「Update chemistry from external file」を選択することで、パラメータをゲージにプログラムしてください。これにより、正しい Chemical ID および最適化された温度補正係数が適用されます。

さらに、ツールによって生成された新しいパラメータ値が反映された元の GG ファイルが、gg\_out.csv という名前でレポートに添付されます。

この GG ファイルをゲージにプログラムする前に、chemdat12 ファイルまたは \*.chem ファイルが前述の手順に従ってプログラムされていることを確認してください。GG ファイルの実際の形式は元のファイルと同一であり、必ずしも CSV 形式とは限りません。EV Software または Battery Management Studio を使用してゲージにプログラムする前に、元の命名規則に従い、ファイル名を <name>.gg または <name>.gg.csv に変更してください。プログラミング完了後、このゲージはゴールデン イメージをエクスポートできる状態となり、量産工程の一部として他の IC にプログラムできます。



## 4.1 レポートの例

```
Resistance temperature compensation optimizer, rev3.57

Optimized Impedance Track parameters:

Qmax,mAh : 5222

Ra table normalized to 25C, uncompressed, unscaled

DOD,% Ra,mOhm

  0          113
11.11       59
22.22       62
33.33       64
44.44       64
55.56       61
66.67       68
77.78       75
80.95       80
84.13       85
87.3        95
90.48      133
93.65      196
96.83      346
100         843

Ra0_ch, mOhm : 113    This value is already included in Ra table

Thermal parameters:

Temp a 212
Temp k 0.5
Res Relax Time 178

Optimized resistance temperature compensation parameters saved in chemdat12

All GG values updated and saved in gg_out.csv
```

## 5 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

### Changes from SEPTEMBER 30, 2015 to JANUARY 31, 2026 (from Revision \* (September 2015) to Revision A (January 2026))

	Page
• テスト手順を明確化。.....	1
• レポートの例を更新。.....	9

## 重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含みいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](https://www.ti.com) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月