

2015年7月

# LTC PSMデバイスの EEPROMの概要

Nick Vergunst

## はじめに

リニアテクノロジーは、あらゆるアプリケーション向けに柔軟 な構成で大きな電力を供給する各種のデバイスを提供して います。これらのデバイスはEEPROM形式のオンボード不 揮発性メモリ(NVM)も備えています。このNVMは構成パ ラメータの格納と呼び出しに使用され、一部のデバイスで はフォルト・ログおよびユーザー・スクラッチ・パッドを提供し ます。

これらのパワーシステム・マネージメント(PSM)デバイスの アーキテクチャでは、電源投入時にこのNVMから希望の 構成パラメータを自律的に読み込むことができます。I<sup>2</sup>Cや ファームウェアとのやり取りは不要です。

お客様からよく聞かれるのは、「構成は決まりましたが、この 構成をチップのオンボード不揮発性メモリ(NVM)にプログ ラムするにはどうすればいいですか」という質問です。

この資料では、利用可能な方法について、簡単なほうから 順番に説明します。

NOTE:量産前のプロトタイプ作成にはオプション1、 大量生産にはオプション2、オプション3、またはオプ ション4を使用することを強く推奨します。オプション 5は、ボード組み立て前の少数のICをプログラムする のに便利な方法です。オプション6にはソフトウェア開 発の高度な専門知識が必要です。

## 全オプション一覧

- オプション1A LTpowerPlay™内蔵プログラミング・ ユーティリティ(PC->NVM)による 手動プログラミング
- **オプション1B** 通常モード(PC->RAM->NVM)の LTpowerPlayによる手動プログラミング
- オプション1C LTpowerPlay コマンド・ライン・インタフェー スによる完全に自動化されたプログラミング
- **オプション2A** 1個~499個の事前プログラム済みの デバイスをLinear Express<sup>®</sup>で購入
- オプション2B 500個以上の事前プログラム済みの デバイスをリニアテクノロジー社から購入
- オプション3A BPM Programmer によるデバイスの セルフプログラミング
- オプション3B 事前プログラム済みのデバイスを Arrowから購入
- オプション4A スキャン・チェーン上のI/Oデバイスを 使用した、JTAGによるカスタム・ボード上の デバイスのセルフプログラミング
- **オプション4B** スキャン・チェーン上のI/Oデバイスを 使用しない、JTAGによるカスタム・ボード上 のデバイスのセルフプログラミング
- **オプション5** LTC<sup>®</sup> PSMソケット付きプログラミング・ボー ドによるデバイスのセルフプログラミング
- **オプション6** カスタム・ファームウェアのオーサリングと デバイスのセルフプログラミング

### 非常に多くの選択肢があります。 どれを選んだらよいでしょう。

LTC PSM 製品のプログラミングには多くの方法があります。 強力なツールを思いどおりに利用して、1枚のボード上で複数の方法を実行することも可能です。



PSMデバイスのV<sub>CC</sub>ライン、I<sup>2</sup>Cクロック(SCL)、I<sup>2</sup>Cデータ (SDA)、およびグランドにアクセスできるように、ボード上に アクセス可能ヘッダを配置することを強く推奨します。この ヘッダはLTpowerPlayにエントリポイントを提供します。これ により、ボードを簡単にプログラムできるだけでなく、遠隔測 定値の読み出し、オンザフライでの変数の変更、デバッグの 実行を可能にする非常に強力なツール・スイートを利用でき るようになります。

この機能はデバッグ段階で非常に役に立ちます。絶えず進 化する今日の電力環境においては、開発がかなり進むまで、 電源およびシステム全体の最終的な要件が決まらないこと があります。したがって、設計プロセスの任意の段階でシス テム要件に合わせて構成を調整または根本的に変更でき る機能は、非常に有効です。 プロトタイプの作成または少~中量生産の場合、DC1613A などの外付けUSBドングルを接続してPSMデバイスをプログ ラムするには、基本的なヘッダだけで十分です。これはオプ ション1A、オプション1B、オプション1C、オプション4Bのプ ログラミングの例です。

繰り返しになりますが、どのプログラミング手法を選択する かを問わず、ヘッダを配置することを強く推奨します。その理 由は、ドングルによって電力供給されるPSMデバイスをオン ボードでプログラムすることができ、ボード上の電源レール に依存せずにPSMデバイスの通電状態を維持できるからで す。このことはあらゆるデバッグ状況で極めて有効です。この デバイスとLTpowerPlay ソフトウェアを組み合わせて使用す れば、電源システム全体の強力なデバッグ手法を提供しま す。遠隔測定値、フォルト状態レジスタおよびフォルト・ログ



図1. PFETを使用してLTC PSM デバイスの VPWR に電力を供給する場合のLTC コントローラの接続



図2. システム電源またはドングル電源からLTC PSMデバイスに電力を供給する場合のLTCコントローラの接続



を使用して、短時間で故障を診断できます。このインタフェース1つを使用して、最終的なシステム構成を素早く開発し、 PSM製品の各不揮発性メモリに格納できます。

これらの極めて重要な機能を最大限に利用し、DC1613Aま たはDC2086AからLTC PSM製品に電力供給できるように したボードの設計例については、図1および図2を参照して ください。

これらのデバイスをボード上でプログラムしたくない場合に も、複数のオプションが利用可能です。デフォルト状態のデ バイスを発注し、ソケットを使用してプログラムしてからボー ドに半田付けしたい場合は、オプション3Aまたはオプショ ン5を選択してください。2つ以上のデバイスを同時にプログ ラムする場合は、オプション3Aを選択し、BPMのマルチサイ ト・プログラマを使用できます。

事前プログラム済みのデバイスを発注する場合は、オプショ ン2またはオプション3Bを選択してください。これらのオプ ションを選択した場合、デバイスは、選択した構成ファイル をデバイスにプログラムした状態で配送されます。このプ ロセスを選択した場合、前述の推奨事項に従ってボード 上に基本的なヘッダを配置していないと、後で要件が変 更された場合やデバッグを実行する必要が生じた場合に LTpowerPlayがデバイスを再プログラムできなくなることに 注意してください。

ボード上に他のスマート・デバイス(FPGA、ASIC、MCUな ど)を配置する場合は、オプション6を使用してカスタム・ ファームウェアをオーサリングできます。使用するスマート・ デバイスがJTAGに対応しており、I<sup>2</sup>Cラインがバウンダリ・ス キャン・ノードに接続されている場合は、オプション4Aを使 用して、LTC PSMデバイスとほかのJTAG対応デバイスを同 時にプログラミングできます。この方法は、中~大量生産の 場合に組み立て時間を短縮するのに有効です。

どのオプションを選択する場合も、初回製品を後で検証で きるように、LTpowerPlayがプログラミング・ファイルから作 成する\*.zipファイルを保存しておくことを強く推奨します。

### LTpowerPlay GUIを使用するオプション

ここで説明するオプションのほとんどは、リニアテクノロジー の強力なLTpowerPlay GUI (http://www.linear-tech.co.jp/ LTpowerPlay から入手可能)を使用します。一般的には、 LTpowerPlay GUIとターゲット・ハードウェアのデモボード (LTC2977用のDC1540Bなど)を使用して、ボード上の1 つまたは複数のICのプロジェクト・ファイルを作成します。こ のデモンストレーション・システムを使用して、ボードの立ち 上げの前に、この構成パラメータで目的の電源管理動作が 実現されるかどうかを検証できます。プロジェクト・ファイル (.projファイル)に構成パラメータを保存した後、次のいず れかの方法で、この構成をボード上のICの不揮発性メモリ (NVM)に転送できます。

#### オプション1:LTpowerPlayを使用して顧客のボード上の LTC PSM デバイスをプログラムする

LTpowerPlay GUIは、リニアテクノロジーが設計したデモ ボードだけでなく、カスタム・ボード上の任意の数のLTCデ バイスとも通信できるように設計されています。

NOTE:量産前のプロトタイプ作成には、オプション1を 強く推奨します。これは、オプション1には1<sup>2</sup>Cプロトコ ルの知識が不要で、ファームウェアを開発する必要 がないからです。また、オプション1では、デバイスをデ ソルダリングせずにボード上で構成を変更できます。

### オプション1A:LTpowerPlay内蔵プログラミング・ユーティ リティによる手動プログラミング

LTpowerPlayは、構成ファイルのプログラミングと検証を簡 単に実行できる内蔵プログラミング・ユーティリティを備えて います。LT USB-PMBus コントローラ(DC1613A)をPCの USBポートとターゲット・ボードに接続します。書き込み禁止 ピンが"L"になっており、ソフトウェア書き込み禁止が無効 になっていることを確認します。このプロセスの詳細な回路 図については、図1および図2を参照してください。

LTpowerPlay GUIで、以下の手順を実行します。

 現在のプロジェクト・ファイルをまだ保存していない場合 は、必ず保存してください。以下の手順を実行すると、現 在開いているプロジェクト・ファイルは閉じられ、保存され ていない変更は全て廃棄されて、プログラミング用のプロ ジェクト・ファイルが開かれます。 • [Utilities]->[Programming Utility]を選択します。



 LTpowerPlayは、現在開いているプロジェクト・ファイル を保存したかどうか確認してきます。現在開いているプロ ジェクトをまだ保存しておらず、ここで保存したい場合は、 [Cancel]をクリックして、プロジェクトを保存してからプ ロセスを再開します。

Are you sure you want to load the Programming U	tility?
NOTE: Please save your work before launching Pr not saved your project file, please press 'Cancel' a your work. If you do not need your work saved, p Programming Utility.	ogramming Utility. If you have nd do so now to avoid losing rress 'OK' to load the
	OK Cancel

[LT Device Programmer]ウィンドウが表示されます。
 [Select Configuration]タブが開いていることを確認します。[...]ボタンをクリックし、デバイスのプログラミング用のソース・ファイルとして使用したいプロジェクト・ファイルを参照します。

D LT Device Programmer	
Select Configuration Programming Log	
Load a Project File	

 \*.projファイルを参照して[Open]をクリックすると、[LT Device Programmer]ウィンドウは次のように変わります。

σ	LT Device Programmer	-	×
Select Configuration	Programming Log		
Load a Proje	ct File		
C:\Users\Nick\Do	cuments\Programming Support\LTM4675\Programming Files\LTM4675		
Number of C	hips: 1		
Pro	gram and Verify System		
[06/30/2015 16:42:1	3] Ready to Program/Verify. Click desired operation		

- 画面下部に2つの大きなボタンがあります。
  - [Program and Verify]ボタンをクリックすると、デバイスのNVMを適切な状態にプログラムしてから、その内容を検証します。
  - [Verify]ボタンをクリックすると、デバイスのNVMをプ ログラムせずに、プロジェクト・ファイルの内容に対して NVMの内容を検証します。詳細については、付録Bを 参照してください。
- この演習では、[Program and Verify]をクリックします。 画面最下部のステータス・メッセージが黄色に変わり、 "Programming"、次に"Verifying"、最後に(プロセスが 正常に終了した場合)"Successfully Programmed and Verified Device"と表示されます。



ここで次にプログラムするボードにUSBドングルを接続し、 [Program and Verify]ボタンをクリックします。新しいボード も最初のボードと同じようにプログラムされます。

後で必要に応じてプログラム済みデバイスの検証を実行で きるように、プログラミングに使用したプロジェクト・ファイル は、バージョン管理されるリポジトリに別に保存しておくこと を強く推奨します。



### オプション1B:通常モード(PC->RAM->NVM)の LTpowerPlayによる手動プログラミング

このプロセスは非常にシンプルです。

LT<sup>®</sup> USB-SMBusコントローラ(DC1613A)をPCのUSBポートとターゲット・ボードに接続します。このプロセスの詳細な 回路図については、図1および図2を参照してください。

LTpowerPlay GUIで、以下の手順を実行します。

- ツールバーの[Open]ボタンをクリックして、 プロジェクト(.proj)ファイルを読み込みます。
- ツールバーの[Go Online]をクリックします。
- ツールバーの[Write All]ボタンをクリックします。

LTpowerPlay GUIは、プロジェクト・ファイルに基づいて各 オペレーション・レジスタのプログラミングと検証を実行 します。このプロセスが正常に終了した場合、次のような メッセージが表示されます。



ツールバーの[Store User All]ボタンをクリックします。

ボード上の全てのチップの構成がNVMに格納されます。

### オプション1C:LTpowerPlayコマンド・ライン・インタフェー スによる完全に自動化されたプログラミング

GUIを使用してデバイスに直接プログラムするもう1つの方 法は、シェルのコマンド・ライン・パラメータを渡すことです。 LTpowerPlayは、人手による操作なしで、デバイスへの接続、 プログラミング、検証を自動的に実行します。全てのプログラ ミングが完全に自動化された少量生産環境では、この機能 が非常に便利です。

Microsoft Windows 環境から、コマンド・シェル・ウィンドウを 開きます。これを簡単に実行するには、XP/Vistaでは[Start] -> [Run] に進んで "cmd.exe" と入力します。Windows7/ Windows8ではスタート・メニューに "cmd"と入力します。

あるいは、Windows/System32フォルダを参照してcmd.exeを 探し、ほかのプログラムと同じように開くことができます。 NOTE: ほかのプログラミング言語を使用して、GUIによる自動プログラミングを更に自動化できます。最も簡単な方法は、コマンド・ライン・コマンドの単なる集合体であるWindows バッチ・ファイル(\*.bat)を作成することです。 ループ処理、エラー・チェックやその他の機能もこの方法で実装できます。 必要なのはテキスト・エディタだけです。

C#、C++、C、VB、Delphiなど、現在の多くのプログラミ ング言語では、プログラムの実装と保守が容易に行え るので、プログラムからWindowsのコマンド・ライン・オ プションを呼び出せるようになっています。これにより、 LTpowerPlay GUIの自動プログラミング機能を、任意 のシステムに簡単に組み込むことができます。

PATH環境変数のリストにLTpowerPlayのインストール・フォ ルダが追加されていない場合は、インストール・ディレクトリ に移動するか、コマンドに完全なディレクトリ名を入力する 必要があります。LTpowerPlayをインストールしたディレクト リに移動するのが最も簡単です。

"cd"(スペースに注意)と入力し、LTpowerPlayがインス トールされているディレクトリの絶対パスを入力します。x64 ベースのシステムではデフォルトが"C:\Program Files (x86)\ Linear Technology\LTpowerPlay"なので、次のように入力し ます。

#### cd "C:\Program Files (x86)\Linear Technology\LTpowerPlay"

Windowsのバージョンによっては、Windows Explorerのア ドレス・バーからディレクトリの文字列をコピーし、コマンド・ シェルに貼り付けることで、入力ミスを回避することもできま す。x86ベースのマシンにはProgram Filesフォルダが1つし かないため、パスは次のようになります。

#### cd "C:\Program Files\Linear Technology\ LTpowerPlay"

このディレクトリ内に、ユーザーが入力できるコマンド・ プロンプトが表示されます。このコマンド・ラインから"C:/ myProgrammingProject.proj"に格納されたプロジェクト・ ファイルを使用してデバイスのプログラミングと検証を実行 するには、次のように入力します。

### LTpowerPlay.Shell.exe —Program —Verify — ProjectFile="C:\myProgrammingProject.proj" これでGUIシェルが自動的に起動し、デバイスのプログラミ

ングと検証が実行され、結果によって成功メッセージまたは エラーが返されます。GUIを使用した手動プログラミングの 場合と同様に、ドングルが接続されている必要があることに



注意してください。後で必要に応じてプログラム済みデバイ スの検証を実行できるように、プログラミングに使用したプ ロジェクト・ファイルは、バージョン管理されるリポジトリに 別に保存しておくことを強く推奨します。

#### オプション2A:Linear Expressを使用して事前プログラム 済みのデバイスをリニアテクノロジー社に発注する(サン プル数量500個未満)



Linear Express First Article and Pre-Production Programming (LTExpress)は、事前プログラム済みのデバイスをリニアテ クノロジー社から直接入手できる迅速で信頼性の高い方 法です。LTExpressはLTpowerPlayと緊密に統合されている ため、簡単に利用できます。GUIの1クリック操作でプロジェ クトをパッケージングした後、linear.comのWebサイトにその ファイルをアップロードしてプロセスを完了すると、プログラ ム済みのデバイスが2、3日以内に配送されます。

- ボードのシステム全体を含むプロジェクト・ファイルを開きます。プログラミングしたくないデバイスがある場合は、 後で個々のアイテムを選択解除できます。
- LTpowerPlayのトップ・メニューから、[File]->[Order Custom LT-Programmed Parts]を選択します。
- [LT Pre-Programmed Parts Programming Wizard] メニューが表示されます。[Next]をクリックして続行しま す。
- ウィザードは、全てのデバイスを1つのアーカイブ・ファ イルに自動的にパッケージして、[Documents]フォルダ (Windows XP/Vistaでは[My Documents]フォルダ)内 の"My LTpowerPlay Files\LT Programming Orders"の下 に置きます。\*.zipアーカイブには、プロジェクト・ファイル 名の末尾に日付と時間を追加した名前が自動的に付け られます。LTpowerPlayに表示されているウィンドウには、 作成されたアーカイブへの完全なパスとアーカイブの完 全な名前が表示されます。また、アーカイブに含まれる各 デバイスと製品番号、デバイスのアドレス、その特定の構 成のチェックサムを示す表も表示されます。

L)p	ower	Play™	- oustom i rogram		uru
	This W	izard Helps you	Order LT Custom-Pre	ogrammed Parts	
nstructions					
1. Click the f http://w 2. When Pro	steps to go ollowing link www.linear.co mpted to 'U rslmholloway	o online and co to go online to th m/program bload Program F My Documents (7)	mplete your order: he Programming Porta File', browse to the follo	l: owing file on your	computer:
Сору	File Location to (	Dipboard (NOTE	E: Use this button to copy/paste	the file location)	
or your referenc	e, the followin	g configurations a	re Included in the file:		
hip Name	Root Part	7-bit Address(es)	LTpowerPlay Configuration (	Checksum(s)	
5400 5410 5420 5430 5440A_U5440B	LTC3880 LTC2974 LTC2978 LTM4676 LTM4676 LTM2987	0:30 0:33 0:34 0:35_0:36	D7989382 306376D6 770787A0 OEEC580A 68468488_68488		

 このウィンドウには、オンライン・プログラミング・ポータル (http://www.linear-tech.co.jp/program)に接続するリン クもあります。このリンクが機能しない場合は、Webブラウ ザを開き、http://www.linear-tech.co.jp/programに移動し ます。このページには、上記の手順を解説したチュートリ アル・ビデオもあります。

	)		Search			۹.
TECHNOLOG	2	中文明站	日本サイト	QUALITY CA	REERS CONTACT	MyLinear
PRODUCTS	SOLUTIONS	DESIGN SUPP	ORT	PURCHASE		COMPANY
Home > Samples > Programmable :	Samples					
NVM Programming Service						
Welcome to Linear Technology's NVM () Pre-Production and finally to Mass Prod those with internal EEPROM and compa LiPowerPlay (using File -> Export menu customer service representative will con	Non-Volatile Memory) Progra uction. Up to ten First Articler able with the LTpowerPlay <sup>TI</sup> () containing configuration pr tact you for additional inform	imming Service, a proce per device type can be development software, ogramming files and ass ation and order processi	ss consisting of ordered with a li The minimum n ociated LTC der ing.	ordering custom-progr. ead time of 5 business equirement to proceed rice numbers. After upl	ammed First Articles, th days. Devices eligible with this service is a zij oading the programmin	en moving to or this service a file exported to g files, an LTC
Ordering Process						
1. Log into your MyLinear account.						
2. Upload the zip file exported using	the LTpowerPlay File -> Exp	ort menu.				
3. For each device identified within th	he zip file select the full order	able part number (packa	ge type and ten	perature grade) and n	umber of First Articles (	up to 10)
4. Confirm pricing for parts, programm	ming and lot charges.					
5. Submit Order.						
<ol><li>You will receive a phone call from information.</li></ol>	a Linear Technology custom	er service representative	to confirm your	order and obtain your	credit card or purchase	order (PO)
7. For re-orders and pre-production of	quantities, please contact you	ar customer service repre	isentative.			
To order samples you must have a MyLi	near account. Please login w	rith your email address a	nd password be	low. Or Sign Up now.		
Email Address						
Passanet						
Schmi						
Sign Up For a MyLinear Account						
Forgot your password? Click here. Need help? Email mylinear@linear.com	with questions and commen	65.				

- MyLinear アカウントにログインします。
- [File] -> [Order LT Custom-Programmed Parts…] メニュー・アイテムを使用して、LTpowerPlayからエクス ポートされた\*.zipファイルをアップロードします。Parts Wizardの[Copy File Location to Clipboard]ボタンをク リックすると、ファイルの正確な場所をアップロード・ポー タルに貼り付けることができます。



	AD		Search				۹.
TECHN	JLOGY	中文開站	日本サイト	QUALITY	CAREERS	CONTACT	MyLinear
PRODUCTS	SOLUTIONS	DESIGN SUPP	ORT	PURCI	HASE	0	MPANY
Al Programming Son	ico						
ome > Samples > Program	hable Samples Order						
oload Program File							
	p File you export from LTpowerPla	ay using the Export Menu					
ease select the programming Z							
Browse No file sele	cted.						

 zipファイルに含まれる各デバイスについて、完全な発注 製品番号(パッケージ・タイプおよび温度グレード)と品数 (最大10個まで)を選択します。

	TEC	HNULUGY	中文网站	日本サイト	DUALITY CA	REERS C	ONTACT	MyLinear
F	PRODUCTS	SOLUTIONS	DESIGN SUPPOR	π	PURCHASE		CON	PANY
Home >	Samples > Prog	grammable Samples Order						
WM P	rogramming S	Service						
select P	art Numbers ar	nd Quantities						
		a quantes						
Project N	ame widgets							
Project Name	ame widgets Root Part	LTpowerPlay checksum	Order Part Numb	er		Quar	ntity	
Project N Name U0	Root Part	LTpowerPlay checksum BF8CDF7A	Order Part Numb	er PBF V	1	Quan	ntity v	)
Project N Name U0 U1	Root Part LTC3880 LTC2974	LTpowerPlay checksum BF8CDF7A B4C2F704	Order Part Numb LTC3880EUJ-141 LTC2974CUP#P	er PBF V BF V	]	Quan 5 10	ntity v	)

 デバイスの単価、プログラミング料金およびロット価格を 確認します。

		ECHNOLOGY	中文周	站 日本サイ	ik i	QUALITY	CAREER	CONTACT	MyLinear
PR	ODUCTS	SOLUTIONS	5 DESIGN S	SUPPORT		PUR	CHASE	1 1	COMPANY
Home > 5	Samples > I	Programmable Samples Order							
IVM Pro	ogrammin elections a	g Service nd Pricing							
roject Nan Name I	ne: widgets Root Part	LTpowerPlay checksum	Order Part Number	Package	Pins	Temp	Quantity	Price Each	Price
U0 F	LTC3880	BF8CDF7A	LTC3880EUJ-1#PBF	QFN	40	E	5	\$9.14	\$45.70
U1 I	LTC2974	B4C2F704	LTC2974CUP#PBF	QFN	64	С	10	\$14.14	\$141.40
U2 I	LTC2977	44353696	LTC2977IUP#PBF	QFN	64	1	2	\$19.49	\$38.98
						Lot	charge Per SL	\$75.00	\$225.00
							Total	Order Price	\$451.08

- 発注します
- Linear Expressの顧客サービス担当者からメールが送信され、ご注文の確認と、クレジット・カードまたは発注書 (PO)情報をお伝えいただきます

再注文および先行量産数量については、顧客サービス担当 者にお問い合わせください。

後で必要に応じてプログラム済みデバイスの検証を実行で きるように、このアーカイブは、バージョン管理されるリポジ トリに別に保存しておくことを強く推奨します。

### オプション2B:LTpowerPlayを使用して事前プログラム済み のデバイスをリニアテクノロジー社に発注する(量産数量)

大量生産に適したオプション2Bでは、事前プログラム済み のデバイスをリニアテクノロジーに発注します。最小発注数 量については、リニアテクノロジーまでお問い合わせくださ い。LTpowerPlayを使用して、希望するプロジェクト・ファイル (.proj)を保存します。以下の簡単な手順に従います。

- ボードのシステム全体を含むプロジェクト・ファイルを開きます。プログラミングしたくないデバイスがある場合は、 後で個々のアイテムを選択解除できます。
- LTpowerPlayのトップ・メニューから、[File]->[Order Custom LT-Programmed Parts]を選択します。
- [LT Pre-Programmed Parts Programming Wizard] メニューが表示されます。[Next]をクリックして続行します。
- ウィザードは、全てのデバイスを1つのアーカイブ・ファ イルに自動的にパッケージして、[Documents]フォルダ (Windows XP/Vistaでは[My Documents]フォルダ)内 の"My LTpowerPlay Files\LT Programming Orders"の下 に置きます。\*.zipアーカイブには、プロジェクト・ファイル 名の末尾に日付と時間を追加した名前が自動的に付け られます。LTpowerPlayに表示されているウィンドウには、 作成されたアーカイブへの完全なパスとアーカイブの完 全な名前が表示されます。また、アーカイブに含まれる各 デバイスと製品番号、デバイスのアドレス、その特定の構 成のチェックサムを示す表も表示されます。

D LT Custom-Prog	rammed Parts V	Vizard			ار میں	×
Тр	ower	Play™	T Custom-Program	nmed Parts	Wizard	
	This W	zard Helps you	Order LT Custom-P	rogrammed F	arts	
Instructions						
Follow these : 1. Click the find the first of the first	steps to go ollowing link ww.linear.com mpted to 'Up rs[mholloway]/ File Location to C	online and co to go online to the <u>Approgram</u> load Program F My Documents (L7 ipboard (NOTE	In the programming Port File', browse to the fol <i>powerPlay(Custom Pro</i> E: Use this button to copy/pase	al: lowing file on <i>grammed Coni</i> te the file location)	your computer: f <i>gs¦xxzip</i>	
For your reference	e, the following	configurations a	re Included in the file:			
Chip Name	Root Part	7-bit Address(es)	LTpowerPlay Configuration	Checksum(s)		
U5400 U5410 U5420 U5430 U5440A_U54408	LTC3880 LTC2974 LTC2978 LTTM4676 LTM2987	0:30 0:33 0:33 0:24 0:35_0:36	0798882 30634606 770707AD DEEC580A 68488488_6848848			
		Back	Next	Finit	h	



 このウィンドウには、オンライン・プログラミング・ポータル (http://www.linear-tech.co.jp/program)に接続するリン クもあります。このリンクが機能しない場合は、Webブラウ ザを開き、http://www.linear-tech.co.jp/programに移動し ます。このページには、上記の手順を解説したチュートリ アル・ビデオもあります。

TECHNOL	N. A	中文開始	日本サイト	QUALITY	CAREERS	CONTACT	MyLinear
PRODUCTS	SOLUTIONS	DESIGN SUPP	ORT	PURC	HASE	0	OMPANY
Home > Samples > Programmal	ple Samples						
NVM Programming Servic	0						
Velcome to Linear Technology's NV	M (Non-Volatile Memory) Progr	amming Service, a proce	ss consisting of	ordering custom	-programmed Fi	rst Articles, ther	moving to
Pre-Production and finally to Mass P hose with internal EEPROM and cor TpowerPlay (using File -> Export m sustomer service representative will	roduction. Up to ten First Article mpatible with the LTpowerPlay <sup>1</sup> enu) containing configuration p contact you for additional infor	is per device type can be <sup>M</sup> development software. rogramming files and ass nation and order processi	ordered with a li The minimum n ociated LTC der ing.	ead time of 5 bu equirement to pr vice numbers. A	siness days. Dev loceed with this t ther uploading th	rices eligible for iervice is a zip f e programming	this service at lie exported fro files, an LTC
Ordering Process							
1. Log into your MyLinear accourt	t.						
2. Upload the zip file exported us	ing the LTpowerPlay File -> Exp	port menu.					
3. For each device identified with	in the zip file select the full orde	rable part number (packa	ge type and ten	perature grade	) and number of	First Articles (up	to 10)
4. Confirm pricing for parts, progr	amming and lot charges.						
5. Submit Order.							
<ol><li>You will receive a phone call fr information.</li></ol>	om a Linear Technology custor	ner service representative	to confirm your	order and obtai	n your credit can	d or purchase o	rder (PO)
7. For re-orders and pre-production	on quantities, please contact yo	ur customer service repre	isentative.				
fo order samples you must have a M	hyLinear account. Please login	with your email address a	nd password be	elow. Or Sign Up	now.		
Email Address							
Password							
	And +						
Sign Up For a MyLinear Account							
Sign Up For a MyLinear Account							

- MyLinear アカウントにログインします。
- [File]->[Order LT Custom-Programmed Parts…]
   メニュー・アイテムを使用して、LTpowerPlayからエクス ポートされた\*.zipファイルをアップロードします。

	-AD		Search				٩
TECHN	ology	中文開站	日本サイト	QUALITY	CAREERS	CONTACT	MyLinear
PRODUCTS	SOLUTIONS	DESIGN SUPP	ORT	PURC	HASE	0	OMPANY
Home > Samples > Program	mable Samples Order						
0.04 Dramanica Car	ine 7						
VM Programming Serv	rice						
NVM Programming Serv Jpload Program File %ease select the programming Z	rice	iy using the Export Menu					
NVM Programming Serv Upload Program File Please select the programming Z	rice Op File you export from LTpowerPia	ay using the Export Menu					
NVM Programming Serv Upload Program File Nease select the programming Z Browse No file sele	rice Ip File you export from LTpowerPic acted.	ay using the Export Menu	am File				

 zipファイルに含まれる各デバイスについて、完全な発注 製品番号(パッケージ・タイプおよび温度グレード)と品数 (最大499個まで)を選択します。

			47,239,86	B#24.F 0	CAREERS	CONTACT	wyLinear
F	RODUCTS	SOLUTIONS	DESIGN SUPP	ORT	PURCHASE	0	OMPANY
Home >	Samples > Prog	rammable Samples Order					
NVM P	rogramming S	Service					
Select P	art Numbers ar	d Quantities					
Project N	ame widgets						
Project N Name	Root Part	LTpowerPlay checksum	Order Part Nur	ber		Quantity	
Name U0	Root Part LTC3880	LTpowerPlay checksum BF8CDF7A	Order Part Nur LTC3880EUJ	iber LipBF v	)	Quantity 5	Y
Project N Name U0 U1	Root Part LTC3880 LTC2974	LTpowerPlay checksum BF8CDF7A B4C2F704	Order Part Nun LTC3880EUJ- LTC2974CUP	iber LIPBF V	)	Quantity 5	¥ ¥
Project N Name U0 U1 U2	Root Part LTC3880 LTC2974 LTC2977	LTpowerPlay checksum BF8CDF7A B4C2F704 44353696	Order Part Num LTC3880EUJ- LTC2974CUP Select One	iber UPBF V IPBF V	) )	Quantity 5 [10 0	¥ ¥ ¥
Name U0 U1 U2	Root Part LTC3880 LTC2974 LTC2977	LTpowerPlay checksum BFBCDF7A B4C2F704 44353696	Order Part Nun LTC3800EUJ- LTC2974CUPI Select One	løPBF V IPBF V V	) )	Quantity 5 (10 (0	¥ ¥ ¥
Project N Name U0 U1 U2	Root Part LTC3880 LTC2974 LTC2977	LTpoverPlay checksum BFBCDF7A B4C2F704 44353096	Order Part Num LTC3800EUJ- LTC2974CUP Select One Review Pri	iber INPBF V IPBF V V	) )	Quantity 5 (10 0	¥ ¥
Project N Name U0 U1 U2	Root Part LTC3880 LTC2974 LTC2977	LTpowerPlay checksum BFBCDF7A B&C2F704 44353696	Order Part Nue (LTC3800EUJ) (LTC2974CUP) Select One Review Pri	lbPBF v IPBF v v Cing	) )	Quantity 5 10 0	¥ ¥

 デバイスの単価、プログラミング料金およびロット価格を 確認します。同意する場合は、[Place Order]ボタンをク リックします。

	PRODUCTS	SOLUTION	5 DESIGN S	SUPPORT		PUR	CHASE	(	COMPANY
Home	> Samples >	Programmable Samples Order							
NVM F Review Project F	Programmir Selections a fame: widgets	ng Service and Pricing							
Name	Root Part	LTpowerPlay checksum	Order Part Number	Package	Pins	Temp	Quantity	Price Each	Price
00	LTC3880	BF8CDF7A	LTC3880EUJ-1#PBF	QFN	40	E	5	\$9.14	\$45.70
01	LTC2974	B4C2F704	LTC2974CUP#PBF	QFN	64	C	10	\$14.14	\$141.40
U2 LTC2977 44353696 LTC2977IUP#PBF				QFN	64	1	2	\$19.49	\$38.98
						Lot	Charge Per SL	\$75.00	\$225.00
							Total	Order Price	\$451.08

後で必要に応じてプログラム済みデバイスの検証を実行で きるように、このアーカイブは、バージョン管理されるリポジ トリに別に保存しておくことを強く推奨します。

.zipファイルをリニアテクノロジーの担当者に送信するだけ で、事前プログラム済みのデバイスを発注できます。<sup>1,2</sup>

NOTE 1:2つ以上の個別の構成を発注する場合は、それぞれのEEPROM CRC IDごとに必要な個数を明確に指定する必要があります。

\*.zipファイルに含まれている手順ファイル(OrderingInstructions.txt)を参照 してください。このファイルには、GUIプロジェクト・ファイル内の各I<sup>2</sup>Cアドレ ス(またはUナンバ)と、固有のEEPROM CRC IDとの対応関係が記載され ています。 NOTE 2: 事前プログラム済みのデバイスをLTCから購入しない場合、契約 条件が適用されます。委託製造業者またはサードパーティ・ソフトウェア・ハ ウスにデバイスのプログラミングを依頼する場合は、デバイスの保証につい てLTCの担当者にご確認ください。



### オプション3A:LTpowerPlayとBPM Micro Programmerを使 用してプログラム済みのカスタム・デバイスを作成する

希望するプロジェクト・ファイル (.proj)を作成したら、以下の 簡単な手順に従って、BPM Micro Pprogrammerを使用す る委託製造業者またはサードパーティ・ソフトウェア・ハウス に、事前プログラム済みのデバイスを発注します。

LTpowerPlay GUIで、以下の手順を実行します。

- ツールバーの[Open]ボタンをクリックして、プロジェクト (.proj)ファイルを読み込みます。
- メニューから、[File] -> [Export] -> [To Programming File] -> [Package Project for BPM Micro Programmer…]
   を選択します(図3を参照)。
- 格納する.zipファイルの名前を参照します。

GUIは、上の手順で指定した場所に.zipファイルを保存しま す。.zipファイルには、プロジェクト・ファイル内の各チップ用 のサブフォルダが含まれます。この\*.zipファイルは、各ICに 必要な個々の.oem hexファイルを1つのファイルに格納する ために作成されます。後で必要に応じてプログラム済みデバ イスの検証を実行できるように、このアーカイブは、バージョ ン管理されるリポジトリに別に保存しておくことを強く推奨 します。

.zipファイルの各サブフォルダには、ボード上の対応する各 IC用のOEM Programming Hex (.oem)ファイルがあります。

- この.oem hexファイルを委託製造業者に送信します。
- 委託製造業者は、この.oemファイルを使用して、希望どおりの構成で多数のICをプログラムします。

 プロジェクト内の残りの各チップについても、.zipファイル に含まれる個々の.oemファイルに対してこの手順を繰り 返します。

**注記**:請負製造業者がデバイスをプログラムするには、次の 2つのハードウェアが必要です。

- BPM Micro Programmer
- デバイス用のソケット・モジュール

サポートされるデバイスのリストと詳細については、 http://www.bpmicro.comを参照してください。

NOTE:BPM Micro Programmerは、BPWinソフトウェア を使用してデータ・パターンを読み込み、デバイスをプ ログラムします。顧客および請負製造業者は、通常は 計算されたチェックサムを使用して個別の構成を特定 します。LTpowerPlayはユーザーの代わりにチェックサ ムを事前に計算し、BPWinはこのチェックサムを使用 して構成を計算し、特定します。詳細は、.zipファイル内 のProgrammingInstructions.txtファイルに記載されて います。

上記の手順で生成した.zipファイルを開き、メイン・フォル ダでテキスト・ファイル ProgrammingInstructions.txtを探しま す。このテキスト・ファイルには、プロジェクト・ファイル内の各 チップの詳細な発注手順が記載されています。請負製造業 者との通信に使用できるチェックサムは"Data Pattern CRC-32"という名前です。このチェックサムは、プロジェクト・ファイ ル内の各チップについて個別に計算され、図4に示すように ProgrammingInstructions.txtファイルに出力されます。

File View Configuration Utilities Help				
Load Example Project	► 5 <i>0</i>	. 📣 📦 📼   💷		Group
New Project				
Open	fig		• X	Telemetry
Save	):0	) (Paged+Global)		Teleme
1000 percent protocols			Lookup:	MFR_READ_IOUT_LTC READ_IOUT
2	Glo	lobal All Paged Addressing/WP	General Config On/Off/Margin	MFR_T_SELF_HEAT
3	Durr	rent Temperature Timing W	atchdog/PGOOD Fault Responses	MFR_IOUT_SENSE_VC
4		Scratchpad Identification		TOTAL BALL CUR
5	2	Configuration Pegisters		TOTAL_RAIL_POU
6	8_C	CONFIG_LTC2974	(0x0080) Expand for Detail	Telemetry — Temp NED TEMPEDATURE
7	ff	Control and Margining	(0.45) sectorized as we are the	READ_TEMPERATURE
Append Project File	LOF ATI	TON (	<ul> <li>(0x1E) controlled_on, use_pmbus,</li> <li>(0x00) ImmediateOff</li> </ul>	MFR_TEMPERATURE_
Load Settings From Excel File			(0x40) SoftOff	G READ_TEMPERATION Telemetry — Output
Import	•		<ul> <li>(0x80) On/Nominal Voltage</li> <li>(0x94) MarginLowIgnoreFaults</li> </ul>	READ_POUT
Export	•	To Programming File 🕨	Package Project for LT Pre-Programm	ned Parts (SL#) Order
Exit		To Other File Type 🔹 🕨	Package Project for BPM Micro Prog	rammer
LAIL	VOUT_0	V_FAULT_LIMIT	Export to LT ICT Programming Hex F	ile

図3. [File]->[Export]->[To Programming File]->[Package Project for BPM Micro Programmer]の順に選択





図4. .zipファイルに含まれるプログラミング手順

図4でハイライトされている手順は、

**ProgrammingInstructions.txt**からの抜粋で、以下の方法を 説明しています。

- "Data Pattern CRC-32"チェックサムを計算するように BPWinソフトウェアを構成する
- オプションにより、デバイスの簡易なシリアル化を行うようにBPWinソフトウェアを構成する(シリアル・ナンバ・プログラミング)

## オプション3B: Arrow プログラミング・サービスの利用

Arrowは、BPMプログラミング・ハードウェアおよびソフト ウェアを利用したプログラミング・サービスを提供していま す。<sup>3</sup>Arrowをプログラミング・サービスとして選択する場合 は、以下の手順に従って、事前プログラム済みのデバイスを 発注してください。 最初に、オプション3Aの手順に従って、Arrowに発注する 各デバイスの構成について個別の\*.oem hexファイルを生 成します。オプション3Aで説明したように、このプロセスで は、発注を完了するのに必要な個々の\*.oem hexファイルと ProgrammingInstructions.txtファイルを含む\*.zipファイルが 生成されます。各デバイスの構成について、以下の手順に 従って\*.zipアーカイブ内のファイルを使用します。後で必 要に応じてプログラム済みデバイスの検証を実行できるよう に、このアーカイブは、バージョン管理されるリポジトリに別 に保存しておくことを強く推奨します。

初回品発注用のArrowの事前プログラミング・ワークシートに 記入します(<u>http://www.arrownac.com/globalprogramming</u>)。

* Customer Part Number	XYZ-12345		
* Master / Program Name	XYZ-12345		
Master / Program Name Revision			
* Device Type	Other	-	
Checksum	DDC98102	Checksum Calculation	32-crc 👻
Checksum Unknown (Program with Arrow			
Chedsum)			

### このWebフォームで、以下の項目に入力します。

- この構成に対応する固有の[Customer Part Number]を 入力します。
- [Device Type]は[OTHER]を選択します。
- この構成用の\*.oem hexファイルに対応する固有の"Data Pattern CRC-32"値を入力します(各\*.oem hexファイルの Data Pattern CRCが記載されている、\*.zipアーカイブ内の ProgrammingInstructions.txtを参照)。
- チェックサムの計算方法は[32-CRC]を選択します。
- フォームのその他の情報を入力します。ご不明な点な どありましたら、Arrow Global Programming Services (1-(775)-334-1000、p4FirstArt@arrow.com)までお問い 合わせください。

必要な情報の入力を終えたら、Webフォーム上の[SUBMIT] ボタンをクリックします。

この発注に関する確認メールが送信されます。電子メール に記載されたリンクを使用して、要求した構成に対応する \*.oem hex ファイルを添付/アップロードします。



AN145-10

**NOTE 3**: Arrowの事前プログラム・デバイス・サービスについてご不明な点 などありましたら、Arrow Global Programming Services (1-(775)-334-1000 または <u>p4FirstArt@arrow.com</u>までお問い合わせください。

## オプション4:JTAG プログラミング

今日の複雑なシステム・ボードの多くは、少なくとも1つの JTAGプログラマブル・デバイスを搭載しています。1つのエン トリポイントから複数のデバイスのプログラミングとテストが 行えるように、これらのJTAGデバイスをデイジーチェーン接 続して「スキャンチェーン」を構成することがあります。



図5. JTAG スキャンチェーンの例

リニアテクノロジーは、JTAG TechnologiesおよびAsset Intertechと緊密に協力して、標準のJTAGプログラミング・イ ンタフェースまたは同様のJTAGプログラミング・ハードウェ アを使用したLTC PSM製品のプログラミング手法を開発し ました。

#### オプション4A:I/O ビットが PSM 製品の PMBus に接続 されているスキャンチェーン内のデバイスを使用する JTAG プログラミング

最も簡単で便利な方法は、バウンダリ・スキャン機能がピン上で利用できるスキャンチェーン上のデバイスに、PMbusを接続することです。JTAGプログラミングが可能なCPLD、ASIC、FPGA、およびMCUのほとんどは、PMbusの接続に対応しています。

PMBusがJTAGスキャンチェーン内のバウンダリ・スキャン対応ピンに接続されると、スキャンチェーン全体を通してデータを移動させることにより、これらのピン上でロジック"H"および"L"信号を強制し、測定できます。これにより、簡単なビットバンギング手法でバスにインタフェースできますが、信号がビットバンギングされるため、動作周波数が問題に

なります。クロックが遷移するたびに、スキャンチェーン全体 を2回ループする必要があります。PMBusの動作周波数が 10KHzより低いと、タイムアウトになってデータが無効になり ます。したがって、スキャンチェーン全体の最低クロック周波 数は、10KHz×スキャンチェーン内のJTAGノード数×2以上 必要です。スキャンチェーンの動作周波数は数十MHzなの で、通常はこの問題は発生しません。ただし、多数のデバイ スまたは大型のデバイスを組み合わせて使用する場合、ス キャンチェーンが大きくなりすぎて、PMbusの最低速度の条 件を満たせない可能性があります。

この場合、JTAGチェーンを分割してノードの数を減らす、ス キャンチェーンの動作周波数を上げる、オプション4Bを試 すといった対策があります。

### オプション4B:PSM 製品の PMBus に接続された外付け デバイスを使用する JTAG プログラミング

JTAGを使用してプログラムしたいが、a)システム・ボード上 にJTAGデバイスがない、b) PMBus ピンがスキャンチェーン 内のバウンダリ・スキャン対応ハードウェアに接続されてい ない、および/またはc)スキャンチェーン全体の速度が遅す ぎてPMbusの10KHz以上の動作を保証できない場合は、 JTAGと外付けデバイスを使用してプログラムすることができ ます。

Asset Intertechのソリューションは、同社のJTAGプログラマ と同社の汎用JTAG-GPIOボードを組み合わせて使用しま す。このソリューションは、ボード上でPMbusに直接接続で きるJTAGノードとして機能します。汎用JTAG-GPIOボード は、バウンダリ・スキャン機能を備えたスキャンチェーン上の 単一デバイスとして機能し、同じビットバンギング手法を利 用します。

これは複数のデバイス・メーカー用に複数のプログラマを使用する代わりに、1つのJTAGプログラマを使用してボードを プログラムできるので、よりコスト効率の高い手法です。



## オプション5:LTpowerPlayとソケット付き プログラミング・ボードを使用して組み立て前の ICにプログラムする

LTpowerPlay GUIは、デバイス専用のDC####ソケット付き プログラミング・ボードを使用して、個々の組み立て前のIC にプログラムすることもできます。たとえば、LTC2978には DC1508を使用します。この方法は、(オプション1のように) LTpowerPlay GUIをターゲット・ボードに物理的に接続でき ない場合に有効です。この場合、個々の組み立て前のICを、 ボード上に半田付けされる前にプログラムできます。

NOTE:このオプションよりもオプション1を強く推奨します。オプション1では、デバイスをデソルダリングせず に思いどうりに構成を変更できます。

このオプションはオプション1A「LTpowerPlay内蔵プログラ ミング・ユーティリティによる手動プログラミング」と同じです が、エンドユーザー・ボードの代わりに、デバイスに対応す るソケット付きプログラミング・ボードを使用する点が異なり ます。

LT USB-PMBus コントローラ(DC1613A)を、ドングルから PCのUSBポートとターゲット・ボードの12ピン・ヘッダに接 続します。

LTpowerPlay GUIで、以下の手順を実行します。

- 現在のプロジェクト・ファイルをまだ保存していない場合 は、必ず保存してください。以下の手順を実行すると、現 在開いているプロジェクト・ファイルは閉じられ、保存され ていない変更は全て廃棄されて、プログラミング用のプロ ジェクト・ファイルが開かれます。
- [Utilities]->[Programming Utility]を選択します。



 LTpowerPlayは、現在開いているプロジェクト・ファイル を保存したかどうか確認してきます。現在開いているプロ ジェクトをまだ保存しておらず、ここで保存したい場合は、 [Cancel]をクリックして、プロジェクトを保存してからプ ロセスを再開します。



[LT Device Programmer]ウィンドウが表示されます。
 [Select Configuration]タブが開いていることを確認します。[...]ボタンをクリックし、デバイスのプログラミング用のソース・ファイルとして使用したいプロジェクト・ファイルを参照します。

LT Device Programmer	
Select Configuration Programming Log	
Load a Project File	

 \*.projファイルを参照して[Open]をクリックすると、[LT Device Programmer]ウィンドウは次のように変わります。

CT LT Device	e Programme		and the second se	Country of the				
Select Configuration Programming Log								
Load a Project File								
t\2978 Prog	gramming\oem	files\001Almo	stDefaults\proj	_file\001AlmostDefaults.p	roj			
Number Select the 0	• of Chips: Configuration to	1 Use						
Chip	Addr	Model #	Si Rev	User Config CRC				
U0	7'h5C	LTC2978	-	0x374B3751				
Program and Verify Verify								
[10/07/2014	11:25:29] Rea	dy to Program/\	/erify. Click o	lesired operation				

- 画面下部に2つの大きなボタンがあります。
  - [Program and Verify]ボタンをクリックすると、デバイスのNVMを適切な状態にプログラムしてから、その内容を検証します。
  - [Verify]ボタンをクリックすると、デバイスのNVMをプ ログラムせずに、プロジェクト・ファイルの内容に対して NVMの内容を検証します。詳細については、付録Bを 参照してください。
- ソケット内の組み立て前のデバイスをプログラムするには、 [Program and Verify]をクリックします。画面最下部のス テータス・メッセージが黄色に変わり、"Programming"、 次に"Verifying"、最後に(プロセスが正常に終了した場 合) "Successfully Programmed and Verified Device"と表 示されます。

T LT Device	Programme			scottings ( strings )	- • ×					
Select Config	uration Progr	amming Log								
Load a F	Load a Proiect File									
t\2978 Prog	t\2978 Programming\oem files\001AlmostDefaults\proj_file\001AlmostDefaults.proj									
Number	of Chips:	1								
Select the C	Configuration to	Use		1						
Chip	Addr	Model #	Si Rev	User Config CRC						
UO	7'h5C	LTC2978	-	0x374B3751						
	Program	n and Ve	erify	Verify						
[10/07/2014]	[10/07/2014 11:29:22] Successfully Programmed and Verified Device!									

ここで、組み立て前のICを一度に1つずつソケットに挿入し て、何も再ロードせずに[Program and Verify]ボタンを繰り 返しクリックし、全ての組み立て前のデバイスをプログラム します。ICの損傷を防ぐため、ソケット内の組み立て前のIC の挿入、取り外し、調整を行う前に、PCからUSBドングル を切り離すことを推奨します。プログラミング・ボードに電源 スイッチがある場合は、デバイスの取り外しや挿入を行うと きに電源スイッチをオフにすることを推奨します。ドングルが 接続されている間、ソケットは常に電力供給され通電してい ます。ソケットを確実にパワーダウンする方法は、全ての電源 (一般的にはUSBドングル)を取り外す以外にありません。 後で必要に応じてプログラム済みデバイスの検証を実行で きるように、プログラミングに使用したプロジェクト・ファイル は、バージョン管理されるリポジトリに別に保存しておくこと を強く推奨します。

## オプション6:カスタム・ファームウェアのオーサリング

付録Aに示すように、不揮発性メモリ(NVM)に構成を格納 するには複数の方法があります。1つ目の方法では、適切な I<sup>2</sup>C書き込みコマンドを使用して個々のレジスタへの書き込 みを実行し、最後にSTORE\_USER\_ALLコマンドを発行し て、この構成をNVMに格納します。全てのPMBusデバイスは この方法をサポートしています。2つ目の方法では、バルク・ プログラミング・モードでI<sup>2</sup>CからNVMへ直接書き込みを 実行します。このモードでは、システムはプログラミング中も 動作を続行し、(リセットまたはRESTORE\_USER\_ALLコマ ンドの後)NVMを次回読み込んだときに更新されます。バル ク・プログラミング・モードの詳細とサポートについては、デ バイスのデータシートを確認してください。

顧客はI<sup>2</sup>Cバスを介したPSMデバイスとの通信用の独自のファームウェアを自由に実装できます。リニアテクノロジーはサンプル・コードを提供しています。カスタム・ファームウェアは、ファームウェアのオーサリングへの投資が必要になるため、最も難しいオプションと考えられています。しかし、一度投資を行えば、そのファームウェアはデバイスおよび製品ファミリ全体にわたって再利用することができ、ボードの立ち上げ、デバッグ、通常動作の段階でデバイスとの高度な統合が可能となります。

この手法に挑戦したい方は、システム・プログラミングおよび 構成のインフライト更新用にリニアテクノロジーが用意した いくつかのリソースをご検討ください。

次のWebページには、LTC Programming Hexファイルの解 析方法の詳細が掲載されています。<u>http://www.linear-tech.</u> <u>co.jp/solutions/5710</u>

LTC Programming HexファイルとオープンソースのLinduino (www.linear-tech.co.jp/Linduino)を使用して実際のインフ ライト・システム更新を実行する方法について詳しく説明し たアプリケーション・ノートもあります。詳細については、弊 社にお問い合わせください。



## 付録A:メモリ・アーキテクチャ

NVM互換デバイスは、構成メモリの標準PMBusモデルに 従ってオペレーション・レジスタ(RAM)と不揮発性メモリの 両方を実装しています。以下の図は、直接NVMアクセスな しの構成メモリ・アーキテクチャ(図6)とバルク・プログラミ ングによる直接NVMアクセスありの構成メモリ・アーキテク チャ(図7)を示しています。



図 6. LTC PSMデバイスのメモリ・アーキテクチャ (NVM アクセスなし)



#### 図7. LTC PSMデバイスのメモリ・アーキテクチャ (NVM アクセスあり)

オペレーションRAMには、チップの動作を制御する複数の レジスタが含まれます。これらのオペレーション・レジスタの 読み出しと変更には、簡単なI<sup>2</sup>C/SMBus/PMBusの読み出 し/書き込みコマンドを使用できます。これらのコマンド全て のリストは、データシートの「レジスタ・コマンド・セット」の表 を参照してください。 NVM互換デバイスは、電源を一度切って入れ直すときにこれらのオペレーション・レジスタの希望の値を格納する、オンボード不揮発性メモリ(NVM)を搭載しています。

希望の構成がRAMにプログラムされたら、STORE\_USER\_ ALL (コマンド・コード0x15)という1つのコマンドを使用し て、その構成をNVMに格納できます。チップがSTORE\_ USER\_ALLコマンドを受信すると、NVMに格納される全て のレジスタがオペレーションRAMからチップのオンボード NVMにコピーされ、永続的に格納されます。これらのレジス タ全てのリストは、データシートの「レジスタ・コマンド・セッ ト」の表を参照してください。

デバイスの電源投入のたびに(またRESTORE\_USER\_ALL コマンドの受信時にも)、オンボードNVMに格納された構 成値がオペレーション・レジスタに転送されます。

このアーキテクチャでは、デバイスは電源投入時に希望の 構成を自律的に読み込むことができ、I<sup>2</sup>C/ファームウェアと のやり取りは不要です。

また、一部のPSMデバイスは、RAMを省略してNVMの内容 を直接プログラムするバルク・プログラミング手法をサポー トしています。全てのオペレーション・レジスタはRAM内に あるため、NVMに直接書き込む手法では、「舞台裏で」プロ グラミングが行われます。リセット/電源の入れ直しまたは RESTORE\_USER\_ALLコマンドによってRAMがNVMから 再ロードされるまで、変更は有効になりません。システムをダ ウンさせずに新しい構成を読み込むインフライト更新には、 この手法が便利です。

RAMまたはNVMの実際のプログラミング手法は、プログラ ミング・ファイル内のレシピによって決まります。詳細について は、<u>http://www.LTpowerPlay.com/in\_circuit\_programming/</u> を参照してください。



## 付録 B:LTpowerPlayを使用したプログラム済み デバイスの検証

上記のいずれかの方法によるデバイスのプログラミング 後、LTpowerPlayを使用してNVMの内容を検証できます。 これにはオプション1Aおよびオプション5がプログラミン グに使用するのと同じ機能を使用しますが、大きな違いは、 [Program and Verify]ボタンではなく、大きな[Verify]ボタ ンを使用することです。

LT USB-PMBus コントローラ(DC1613A)をPCのUSBポートとターゲット・ボードに接続する必要があります。このプロ セスの詳細な回路図については、図1および図2を参照して ください。リニアテクノロジーでは、全てのボードにヘッダを 配置することを強く推奨しています。ボード上にヘッダがな い場合は、この機会にヘッダを配置してください。組み立て 前のデバイスを検証する場合は、そのデバイス専用のソケッ ト付きプログラミング・ボードを使用してください。

- 選択したバージョン管理リポジトリからプロジェクト・ファ イルまたはプログラミング・アーカイブ・ファイルを取り出 し、LTpowerPlayからアクセスできるように、そのファイル をローカルにコピーします。
- LTpowerPlayを開き、メニューから[Utilities]-> [Programming Utility]に進みます。



現在開いているプロジェクト・ファイルがまだ保存されていない場合、LTpowerPlayは、現在開いているプロジェクト・ファイルを保存したかどうか確認します。以下の手順を実行すると、現在開いているプロジェクト・ファイル

は閉じられ、保存されていない変更は全て廃棄されて、 プログラミング用のプロジェクト・ファイルが開かれます。 LTpowerPlayを起動したばかりであれば、この警告は無 視してかまいません。現在開いているプロジェクトをまだ 保存しておらず、ここで保存したい場合は、[Cancel]をク リックして、プロジェクトを保存してからプロセスを再開し ます。

Are you sure you want to load the Programming Utility?	x
NOTE: Please save your work before launching Programming Utility. If you have not saved your project file, please press 'Cancel' and do so now to avoid losing your work. If you do not need your work saved, press 'OK' to load the Programming Utility.	
OK Cancel	

[LT Device Programmer]ウィンドウが表示されます。
 [Select Configuration]タブが開いていることを確認します。[...]ボタンをクリックし、デバイスのプログラミング用のソース・ファイルとして使用したいプロジェクト・ファイルを参照します。プログラミング・ファイルの\*.zipアーカイブを保存していた場合は、そのアーカイブをフォルダに展開する必要があります。展開されたフォルダには、そのアーカイブに対応するプロジェクト・ファイルがあります。プロンプトが表示されたらこのファイルを使用します。

17 LT Device Programmer	
Select Configuration Programming Log	
Load a Project File	



 \*.projファイルを参照して[Open]をクリックすると、[LT Device Programmer]ウィンドウは次のように変わります。

🗗 LT Device Programmer									
Select C	Select Configuration Programming Log								
Load	Load a Project File								
t\2978	t\2978 Programming\oem files\001AlmostDefaults\proj_file\001AlmostDefaults.proj								
Num	ber of Chips:	1							
Select	the Configuration to	Use							
Chip	Addr	Model #	Si Rev	User Config CRC					
UO	7'h5C	LTC2978	-	0x374B3751					
	Progra	m and Ve	rify	Verify					
[10/07/2	[10/07/2014 11:25:29] Ready to Program/Verify. Click desired operation								

- 画面下部に2つの大きなボタンがあります。
  - [Program and Verify]ボタンをクリックすると、デバイスのNVMを適切な状態にプログラムしてから、その内容を検証します。
  - [Verify]ボタンをクリックすると、デバイスのNVMをプ ログラムせずに、プロジェクト・ファイルの内容に対して NVMの内容を検証します。
- ここでは不揮発性メモリの内容を検証するだけなので、 [Verify]ボタンのみを使用します。



- [Verify]をクリックすると、LTpowerPlayは自動的に、プロジェクト・ファイル内の希望の値に基づいてデバイス内の全ての不揮発性メモリを徹底的に検証します。
- 検証が正常に終了した場合、LTpowerPlayは
   "Successfully Verified Device!"メッセージを表示します。

[10/07/2014 13:45:06] Successfully Verified Device!

 検証に失敗した場合、ポップアップ・ウィンドウにエラー・ メッセージが表示され、エラーの詳細を示す赤いウィン ドウが表示されます。このテキストを外部のファイルにコ ピーして、ログとして保存できます。



 ウィンドウの下部には別のステータス・メッセージが表示 されます。

[10/07/2014 13:56:56] Error Verifying Device! See Programming Log for details.

どの手法でプログラミングした場合でも、この方法を使え ば、素早く簡単にデバイスのプログラミングを検証できます。 リニアテクノロジーが承認している全ての手法には、プログ ラミング・プロセスそれ自体に不可欠な手順として、この検 証チェックが含まれています。

このプロセスは、開発技術者の不安を解消し、サードパー ティ・ソフトウェア・ハウスや製造請負業者が発注したとおり の製品を納品したこと、(更に重要なことに)デバイスを取り 違えていないことを検証するのに便利です。