ジョイスティックを使ったマニュアル制御

By Nancy Chu, Applications Engineering Team

初めに

ジョイスティックは、多くのモーションコントロールアプリケーションを補完するのに役立ちます。この章では、ジョイスティックは通常段階的な速度と位置の制御を可能にし、一般的にマッピングできるボタンを持っていて、コンピュータ接続なしであなたの装置を自由に操作できる命令を活用できます。 この記事では、Zaber の X-JOY3 ジョイスティックの機能とその手順について説明します。また、ジョイスティックコントロールを実装することで恩恵を受けるいくつかのアプリケーションを探り、次のシステムに使用できるさまざまな機能を調べます。

ZABER モデル X-JOY3 の特長

X-JOY3 は Zaber 社の 3 軸ジョイスティックです。 Zaber 社のすべてのデバイスと互換性があり、それらとデイジーチェーン接続して電力とデータを共有し、ケーブル接続を最小限且つシンプルに保つことができます。 後で、ジョイスティックの設定方法について説明しますが、まず X-JOY3 機能の概要を見てみましょう。

図 1 1: X-JOY3 デイジーチェーン接続

ジョイスティックノブ

ジョイスティックノブは 3 軸のマニュアル制御を提供します。図 2：軸 1 [左|右]、軸 2 [上|下]、軸 3 [反時計回り|時計回り]。各ノブ軸には、以下の指定ができます。

- ***Target Device/Axis:*** **(対象機器/軸)**
ノブ軸に制御させるモーターのアドレス（デバイス番号、およびデバイスが複数のモーターを制御する場合は軸番号を含む）。
- ***Axis Direction:*** **(軸/方向)**
デバイスの移動方向とそれを制御するノブを調整します。
- ***Maximum Speed:*** **（最高速度）**
ノブが軸内で最大に動かされたときにモーターが動く速度。
- ***Resolution:*** **（分解能）**
最大速度に達するための軸の速度増分数。
- ***Speed Profile:*** **（速度プロファイル）**
ノブを少しずつ動かしながら移動速度を変える方法です。オプションは線形、二乗、または立方体です。線形プロファイルは、各増分が同じ量で速度を増加させることを意味します。2 乗および 3 乗プロファイルにより、低速でより細かい速度制御が可能になります。

図 2． X-JOY3 を上から見た俯瞰図

キー

図 2 に示されている X-JOY3 の 8 つの各キーは、接続されている任意のデバイスにコマンドをデイジーチェーンの下流へ送信するようにプログラムできます。コマンドは、チェーン内の特定のデバイスまたは軸、あるいはすべてのデバイスがターゲットになるように設定できます。

各ボタンには 4 つの利用可能なコマンドをマッピング（設定）できるキーイベントがあります。図 3 に示すように、イベントキーが押されるとすぐにイベント 1 が発生します。ボタンが押された直後に離されるとイベント 2 が発生します。ボタンが押し続けられるとイベント 3 が発生します。イベント 4 は、ボタンを押し続けた後に放したときに発生します。コマンドをこれらのイベントの 1 つ以上に設定したり、複数のコマンドを単一のイベントに設定したりできます。

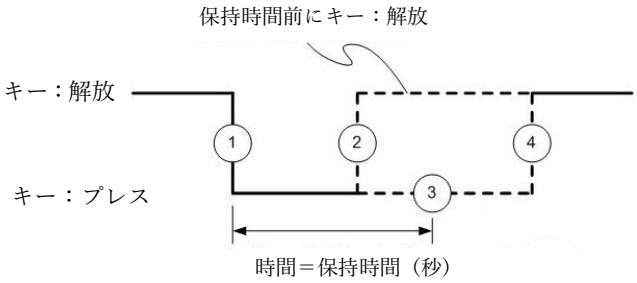


図 3: X-JOY3 キーイベント

キーは次の一般的に使われる機能で予めプログラムできますので、すぐにジョイスティックを使い始めることができます：

キー	短押し（ショートプレス）	長押し（ロングプレス）
1	全軸停止	全軸原点(home）復帰
2	アラート*1，２送信	アラート*1，２、３送信
3	保存位置へ移動	現在位置保存
4	保存位置へ移動	現在位置保存
5	保存位置へ移動	現在位置保存
6	軸 1 低速設定	軸 1 高速設定
7	軸 2 低速設定	軸 2 高速設定
8	軸 3 低速設定	軸 3 高速設定

* (Comm Alert)アラート（緊急）コマンド送信時 1 に設定

表 1: プログラムされた機能

上記項目はそれぞれ移動、変更、または削除できます。詳細は後のセクションで説明します。

アラート（警報）

表 1 に示すように、ジョイスティックは警告を送信するように設定できます。 警告は、ジョイスティックから上流に送信される応答であり、コンピュータに接続されている場合に情報を伝達するためのものです。 ジョイスティックの設定 'comm.alert'が 1 に設定されている場合は、アラート応答を送信するようにキーイベントを設定できます。 ボタンに簡単にマッピングできない、より複雑なアクションがある場合は、これらの機能を実行するためにこれらの応答を監視するコンピュータプログラムを書くことができます。

セットアップ及び構成

ジョイスティックとデバイスが入手できたら、システムをセットアップして構成設定の準備をします。X-JOY3 の初期設定には Zaber コンソールを使用することをお勧めします。 Zaber コンソールは、無料のオープンソースで使いやすいソフトウェアです。こちらからダウンロードできます。

www.zaber.com/wiki/Software/Zaber_Console

デイジーチェーン接続

Zaber コンソールがインストールされると、開始するために必要なことは以下の 3 ステップだけです。

動作設定

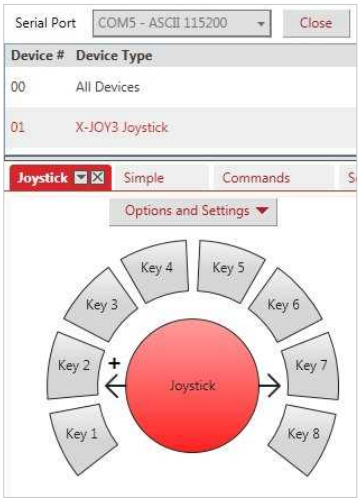
X-JOY3 は、初期設定された Zaber 社の操作容易な ASCII プロトコルと連携して動作します。以下の手順と例では、このプロトコルを使用します。 X-JOY3 は Zaber の Binary プロトコルでも設定できます。詳細については、バイナリプロトコルのマニュアルを参照するか、詳細については Zaber のカスタマーサポートにお問い合わせください。

X-JOY3 の手動ノブとキーの設定方法を理解するために、それらが使用されるくつかの ASCII コマンドを見てみましょう：

ジョイスティックコマンド
ジョイスティックの各軸が制御するデバイスを設定: `/device joystick 1|2|3 target device axis`
例：ジョイスティック軸 1（左|右）を設定して、デイジーチェーン接続されている 2 番目のデバイスを制御する `/1 joystick 1 target 2 1`
キーコマンド
キーにコマンドを追加 `/device joystick 1|2|3 target device axis`
例：1 秒以上押し続けたときにホームコマンドを送信するようにキー1 を設定する `/1 key 1 3 add home`

1．ジョイスティックをデイジーチェーンの最初のデバイスとしてコンピュータに接続します。次にそれ以降に制御したいデバイスを接続します。.

2. Zaber コンソールを開きます。次に、COM ポートを開きます。 そしてすべてのデバイスに番号更新コマンドを送信します。 ジョイスティックがデバイス 1 に設定されます。ジョイスティックのノブ軸は、デフォルトでこれらのデバイス番号を制御します。



3. デバイスリストから X-JOY3 を選択してください。ジョイスティックタブをクリックしてください。

デバイスの接続の詳細については、デイジーチェーンのデータと電源の技術資料を参照してください。

ジョイスティックを設定に使用される他のコマンドと設定があります、それらはすべて X-JOY3 マニュアルで詳細に説明されています。ジョイスティックの設定の編集は、Zaber コンソールのコマンド、設定、またはターミナルタブを使用して（または Zaber が様々なプログラミング言語用にサポートしているライブラリを使用して）直接実行できますが、最も簡単な方法は Zaber コンソールのジョイスティックタブを使用することです。

Zaber コンソールのジョイスティックタブの活用

Zaber コンソールのジョイスティックタブは、直感的なグラフィカルコントロールを提供することによって X-JOY3 設定を単純化するように特に設計されています。

ジョイスティックの設定を調整するには、図 4 に示すように最初に丸ボタンをクリックしてください。ノブを選択すると、先に述べた各設定をコントロールできます。変更を加えたら、必ず次の軸を設定する前にそれらを適用するために Write ボタンを押してください。

図 4 に示す 8 つのキーボタンのいずれかをクリックして選択されたキーが実行する機能に設定してください。各キーには 4 つのパネルがあり、各イベントに 1 つずつあります。これらは ASCII メッセージフォーマットと一致する編集可能なフィールドがあります。デバイスと軸番号タイプして、フィールドを入力すればそこに留まることができます。

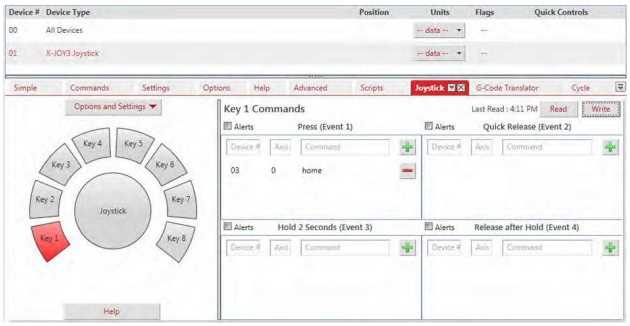


図 4: Zaber コンソール・ジョイスティック・タブ

プラス記号のあるボタンを押してコマンドを追加します。キーにコマンドを追加したら、それを他のイベントにドラッグするか、マイナス記号の付いたボタンを押して削除できます。すべてのコマンドをジョイスティックにアップロードするには、右上隅にある[書き込み]ボタンを押します。

Options and Settings コントロールには、設定の保存と読み込み、キーの消去、および設定のデフォルトへの復元などのオプションのリストがあります。図 5 に示すキーの一部または全部をクリアする方法と、後でロードできる設定を保存する方法が書かれています。

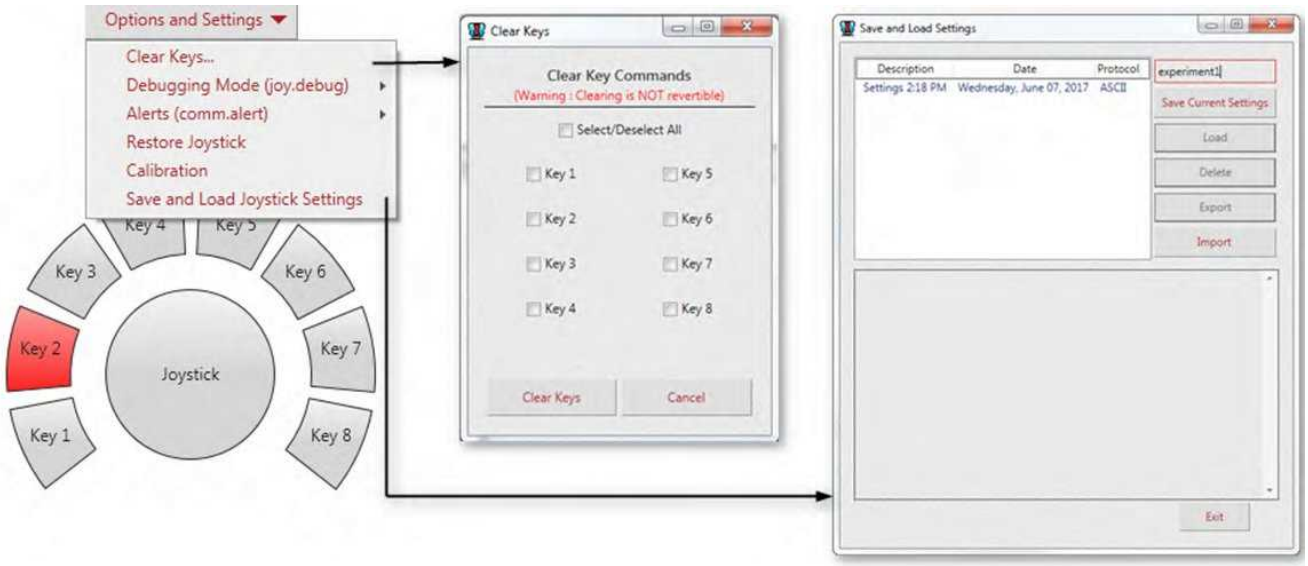


図 5 ：オプションとジョイスティックによる設定

Zaber コンソールでスクリプトにて設定する方法

場合によっては、一度に多数のコマンドをロードしたいことがあります。[ジョイスティック]タブを使用してこれを行うことができますが、プロトコルに慣れている場合は、スクリプトを使用した方がもっと速いかもしれません。ます。Zaber コンソールの[スクリプト]タブでは、X-JOY3 キーやジョイスティックにコマンドのリストをプログラムできます。次の例は、複数のキーを同時にプログラムするための C # で書かれた簡単なスクリプトを示しています。

```
#template(Simple)

//Create a conversation with the X-JOY3,
//which is device 1
var xjoy = PortFacade.GetConversation(1);

//Clear anything stored in key 1 event 3
xjoy.Request("key 1 3 clear");

//Program key 1 event 3 to home all axes
xjoy.Request("key 1 3 add 0 home");

//Clear key 3 event 2
xjoy.Request("key 3 2 clear");

//Program key 3 event 2 to set the speeds of
//Device 2 and 3 to different values
xjoy.Request("key 3 2 add 2 set maxspeed
100000");
xjoy.Request("key 3 2 add 3 set maxspeed
200000");
```

応用ケースと使用例

X-JOY3 の機能と構成が確認できたので、次に実際の例をいくつか見てみましょう。ジョイスティックが時間と労力の節約に貢献している例です。

密閉環境（真空チャンバーまたは圧力チャンバー）

Zaber 社では、制御された低真空チャンバーで使用されるさまざまな真空仕様装置を提供しています。このような用途では、デバイスの手動コントロールノブを使用して手動調整できませんので、チャンバーの外側にジョイスティックを接続することによって、ユーザーはコンピュータを操作することなくこれらの手動操作ができます。真空装置の詳細については、真空仕様関連資料をご参照ください。

真空用途向け設計構想　（ご参照）

多軸制御及び制御対象切り替え（3 台以上のデバイス）

X-JOY3 には 3 軸の手動制御がありますが、接続するシステムによっては3個以上のモーターがあるものもあります。2 つのジョイスティックを使用するのではなく、ジョイスティック上にボタンを設定して、ジョイスティックノブがターゲットとする軸を切り替えることができます。

図 6: 4-軸システム（ XY 軸＋回転＋グリップ）

図 6 は、 2 台の直線ステージ、 1 台の回転ステージ、およびグリッパーからなる 4 軸システムの例を示しています。左右のノブ軸と上下のノブ軸を操作してリニアステージを制御し、グリッパーの回転と開閉にはノブ軸の時計回りを（ユニット回転）/反時計回り（グリップ開閉）制御切り替え用ボタンとして使用できます。

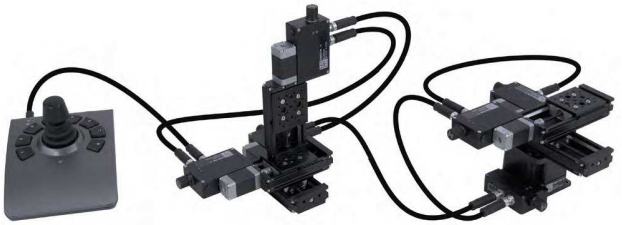


図 7: 1 台のジョイスティックで 2 台の XYZ システム制御

図 7 は、デイジーチェーン接続された 2 セットの XYZ 軸システムを示しています。システムには合計 6 軸がありますが、目標システムの第 1 軸目でターゲットデバイスを切り替える切替えキーを設定することで 1 つのジョイスティックで 6 軸制御ができます。

2 つのデバイス間でジョイスティックのノブ軸を共有するには、2 つのキーイベントを設定して、一方のデバイスと他方のデバイスの間でコントロールを切り替えます。 図 8 は、イベント 2 がジョイスティック軸 1 （左右）を制御装置 2 に設定し、イベント 3 がそれを制御装置 3 に設定するようにキー 4 がプログラムされている例を示す。

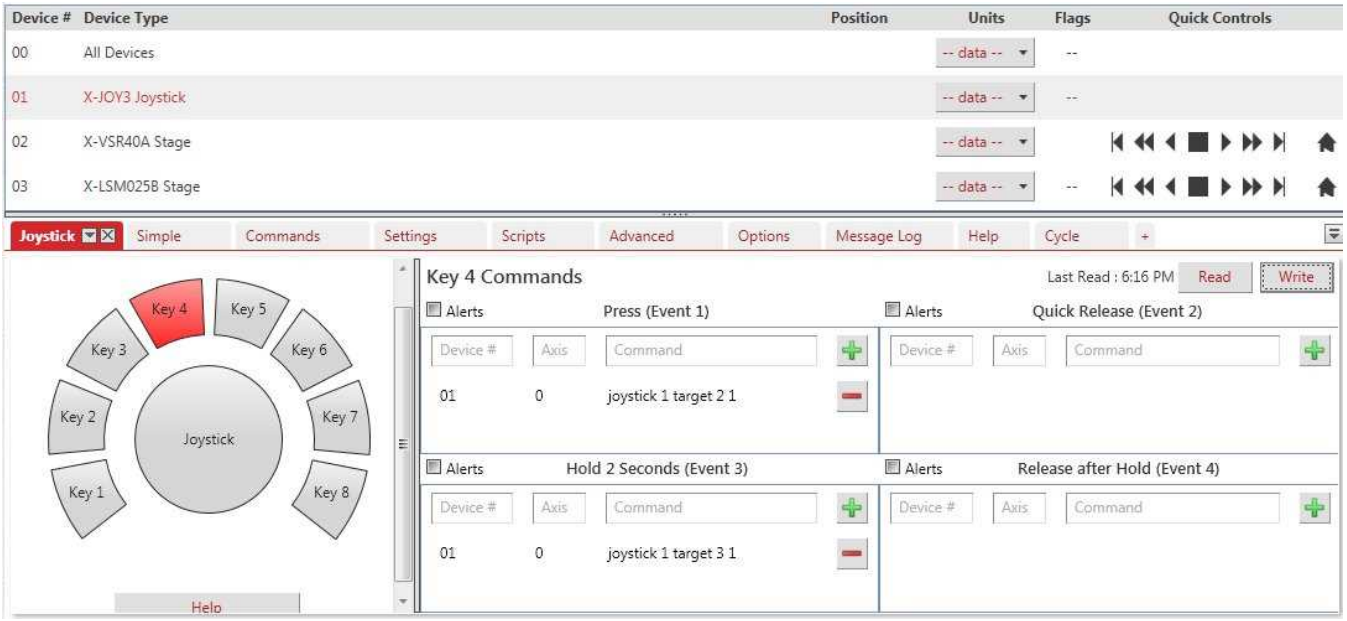


図 8: キー 4 を機能切替えキーに設定

マイクロマニピュレータ用途で仮想軸制御

特定の XY 軸の用途では、X 軸及び Y 軸に沿った動作が必要な場合があります。これらの 軸は仮想軸と呼ばれます。これは、図 9 に示す Zaber の M-LSM など、プローブを斜めに保持できるマイクロマニピュレータでは一般的な要件です。そして、作業者が、ある角度を有した仮想軸に沿ってプローブをサンプルに投入する場合を想定します。Zaber の 2 軸制御コントローラ X-MCB2 はこのような動作をサポートしています。たとえば、仮想軸を 30° に設定するには軸 1 と軸 2 ユニットに、次のように送信します。

```
/02 virtual 1 setup angle 1 2 30
```

仮想軸を設定したら、普通の軸を制御する場合と同様に、ジョイスティックノブの 1 軸を仮想パスに沿って移動する軸として設定できます。

```
/01 joystick 1 target 3 virtual 1
```

アクセサリキットを購入頂く場合は、M-LSM マイクロマニピュレータの注文の際に X-JOY3 を含めてご紹介しています。

ストリームバッファを使用したラスタスキャン

XY システムの一般的な用途は、エリアをスキャンしたり停止したり、各停止位置でアクションを実行したりするための移動線に沿った動作をすることです。この種の動きはラスタスキャンとして知られています。コンピュータ接続が不可能な場合は、ラスタスキャンの移動をストリームバッファに保存し、X-JOY3 キーを使用して移動します。

ストリーミングと補間の多軸モーション

図 9: Zaber のマニピュレータにはセットとして X-JOY3 が含まれます

次のスクリプトは、X-MCB2 コントローラにラスタスキャンを保存し、X-JOY3 のキー8 をプログラムしてスキャンを呼び出します。 各ポジションで、デジタル出力をオンにして何らかの動作をトリガーし、しばらく待ってからオフにします。

このスクリプトを実行したら、キー8 をクリックしてラスタスキャンを開始できます。

```
#template(Simple)

var xjoy = PortFacade.GetConversation(1);  //X-JOY3 is device 1 var
xmcb2 = PortFacade.GetConversation(2);     //X-MCB2 is device 2

var col_dist = 2000;                        //Distance in microsteps between each column in grid
var row_dist = 2000;                        //Distance in microsteps between each row in grid
var sittime = 500;
                                            //Time in milliseconds of pause at each position
var digitaloutput = 1;                      //Which digital output pin to turn on at each
                                             //position
int col_num = 12;                           //Number of columns in raster
int row_num = 8;                             //Number of rows in raster
int col_count = 0;
int row_count = 0;

xmcb2.Request("home");
xmcb2.PollUntilIdle();

xjoy.Request("key 8 2 clear");                 //Clears Key 8 event 2
xmcb2.Request("stream buffer 1 erase");        //Clears stream buffer
xmcb2.Request("stream 1 setup disable");       //Disables stream 1 setup
xmcb2.Request("stream 1 setup store 1 2");     //Start storing using stream 1

while (row_count < row_num){
   xmcb2.Request("stream 1 line abs " + (col_dist) + " " + (row_dist));
   xmcb2.Request("stream 1 io set do 1 1");                  //Set DO1 high
   xmcb2.Request("stream 1 wait ", sittime);
   xmcb2.Request("stream 1 io set do 1 0");                  //Set DO1 low
   row_count++;
   while (col_count < col_num){
       xmcb2.Request("stream 1 line rel " + (col_dist) + " " + (0));
       xmcb2.Request("stream 1 io set do 1 1");              //Set DO1 high
       xmcb2.Request("stream 1 wait ", sittime);
       xmcb2.Request("stream 1 io set do 1 0");              //Set DO1 low
       col_count++;
   }
   row_dist = row_dist + row_dist;
   col_count = 0;
}

xmcb2.Request("stream 1 setup disable");

//Program the key 8 to start and call the stream
xjoy.Request("key 8 2 add 2 stream 1 setup live 1 2");
xjoy.Request("key 8 2 add 2 stream 1 call 1");
```

アラートを使用してスクリプトを起動

これまでに紹介した例のほとんどは、コンピュータ接続が利用できないときに手動制御またはキーを使用すると便利な場合に焦点を当てていました。コンピュータスクリプトまたはプログラムと組み合わせてジョイスティックを使用することもあります。

特に、Alert 機能は、ジョイスティックから上流に向かって情報をコンピュータに送り返すのに役立ちます。ジョイスティックのすべてのキーイベントは、接続されている COM ポートに警告メッセージを送信するように設定できます。スクリプトまたはプログラムはこれらのアラートを監視し、どの主要イベントが発生したかに基づいて、さまざまなプログラムを実行できます。 たとえば、ジョイスティックを使用してコンピュータに接続されているデジタルカメラを移動する場合は、特定のキーアラートを受信したときに画像を撮影するスクリプトをコンピュータに書き込むことができます。 これにより、画像を撮影するたびにコンピュータに戻るのではなく、被写体に集中することができます。

特定の重要なイベントに対してアラートを有効にするには、まずデバイスでアラートを有効にします。

```
/1 set comm.alert 1
```

次に、対応したい主要なイベントのアラートを有効にします。たとえば、キー2 のイベント 1 でアラートを送信するには、次のように送信します。

```
/1 key 2 1 alert 1
```

ここで、キー2 が押されると、以下の警告がコンピュータのポートに送り返されます。

```
!01 0 key 2 1
```

考察/結論

Zaber の X-JOY3 ジョイスティックの用途と使用方法について説明しましたが、この機能を使用する方法は他にもたくさんあります。ユーザに役に立つかもしれないと思うアプリケーションをお持ちならば、またはご質問がある場合は、Zaber 社のアプリケーションエンジニアリングチーム　：contact @ zaber.com にご連絡ください。

この記事についてご質問がある場合、潜在的なアプリケーションを念頭に置いている場合、またはその他の追加情報が必要な場合は、お気軽に contact@zaber.com で当社のアプリケーションエンジニアリングチームまでご連絡ください。

テクノロジーリンク株式会社
TECHNOLOGYLINK,LTD.
〒171-0022 東京都豊島区南池袋 3-18-35
OK ビル 2 階
Tel: 03-5924-6750　Fax:03-5924-6751
E-mail: sales@technology-l.com
URL: http://www.technology-link.jp