



# AVR DA周辺機能実験室を使うコアから独立した解決策

#### 序説

組み込み解決策での多くの計算はコアから独立して行うことができ、従って使われる負荷とプログラム メモリ空間を減らします。殆どのMicrochipのマイクロ コントローラはコアの外側で処理する能力を持つことができ、マイクロ コントローラのハードウェア能力を強化することができるコアから独立した周辺機能(CIP:Core Independent Peripheral)が装備されています。

CIPはそれを強力で頑強にする鍵となる属性を持ちます。一旦初期化されると、それらはCPUからの介在なしに安定した状態の閉路組み込み制御を提供することができます。これらはCPUの追加のコードや割り込みなしにデータ、論理入力、アナログ信号の遅延なし共有を許すように賢い方法で相互接続されます。最後ですが大事なこととして、これらは高電力照明制御と通信のような極端に複雑な作業を実行するのにより小さくて少ない電力のMCUを許します。

この文書は構成設定可能な注文論理回路(CCL:Configurable Custom Logic)周辺機能、例、それと真理値表を使っ て基本的な関数を実装する方法、信号に遅延を印加する方法、信号を分周する方法のようなそれの使い方の助言と 策略の概要を含みます。

CCL周辺機能とそれの利点のより良い理解のため、この訓練は、ポート初期化中だけのコアの関与で、CNANO基板の LEDで視覚でのSOS信号を生成する、コアから独立した解決策を含みます。

短点と長点を使う信号のモールス表現から始め、この文書は使った周辺機能と付加的波形と共にSOSメッセージと関連する波形を提示します。

文書の最後に、MPLAB® MCCとMPLAB® X IDEを使ってSOS信号を生成するのに辿ることができる手順があります。

### 事前要件

#### ハードウェア事前要件

AVR128DA48 Curiosity Nano (DM164151)

#### ソフトウェア事前要件

- ・ MPLAB<sup>®</sup> X統合開発環境(IDE:Integrated Development Environment) 5.40版またはそれ以降
- ・ MPLAB<sup>®</sup>コード構成部(MCC) 3.95.0版またはそれ以降
- ・ MPLAB XC8コンパイラ 2.20版またはそれ以降
- ・MCC 8ビットAVR® MCUライブラリ 2.3.0版

#### 文書資料

- AVR128DA28/32/48/64データシート
- ・AVR128DA48デバイス概要
- ・MPLABコード構成部使用者の手引き

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、Microchip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。

# 目次

序説 •••••••••••••••••••••••••••	1
事前要件 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	1
1. 構成設定可能な注文論理回路(CCL) ***********************************	3
1.1. 概要 •••••••••••••••••••••••••••••••••••	3
1. <b>2</b> . TRUTH表を使って論理関数を実装・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
1.3. 付加機能用に濾波器構成設定の使い方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
2. コアから独立した例 - SOS順列生成器 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4
2.1. SOS順列モ−ルス符号基礎・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4
2.2. SOS順列論理関数実装 ····································	5
2.3. 解決策 •••••••••••••••••••••••••••••••••••	6
<b>3</b> . 改訂履歴 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	9
Microchipሳェブ サイト ···································	0
製品変更通知サービス ····································	0
お客様支援 ····································	0
Microchipデバイスコート、保護機能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	0
法的通知 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	0
商標····································	1
	1
世界的な販売とサービス・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2

# 1. 構成設定可能な注文論理回路(CCL)

### 1.1. 概要

CCLはデベイス ピン、事象、他の内部周辺機能に接続することができる設定可能な論理回路周辺機能です。これはデベイスの周辺機 能と外部デベイス間の'接続論理回路(Glue logic)'として扱います。

CCLは外部論理回路部品の必要をなくすことができ、CPUから独立して応用の時間が重要な部分を扱うため、設計者が他のコアから 独立した周辺機能(CIP)と共に組み合せることによって実時間制限を克服するのにも役立つことができます。

AVR128DA48のCCL周辺機能は6つの参照表(LUT:Look-Up Table)を提供します。各LUTは3つの入力、真理値表、同期化部/濾波器、端検出器から成ります。これは3つまでの入力で設定可能な論理式として出力を生成することを使用者に許します。

CCLはLUT出力での変化で出力値を濾波するようにと、割り込み要求を生成するように構成設定することができます。

隣接するLUTは特定の動作を行するために組み合せることができ、順次部は複雑な波形を生成するのに使うことができます。

### 1.2. TRUTH表を使って論理関数を実装

各LUTは3つの入力と1つの真理値表を持ちます。これはLowに接続(遮蔽)することができる未使用入力と共に3つまでの入力と1つの 出力で論理回路の実装を許します。

望む組み合わせ論理式に対する真理値表はLUTn真理値表(CCL.TRUTHn)レジスタのビットによって定義されます。入力ビットの各組 み合わせはこのレジスタの1つのビットに対応します。

#### 表1-1. LUTの真理値表

LUTn-TRUTHSEL2	0	0	0	0	1	1	1	1
LUTn-TRUTHSEL1	0	0	1	1	0	0	1	1
LUTn-TRUTHSEL0	0	1	0	1	0	1	0	1
OUT	TRUTH0	TRUTH1	TRUTH2	TRUTH3	TRUTH4	TRUTH5	TRUTH6	TRUTH7

#### 1.2.1. 論理関数例

既に言及されたように、真理値表は3つまでの入力と1つの出力のどの組み合わせ論理関数の実装も許します。本項は実装すること ができる標準的な関数の2つの例を提供します。

#### 1.3入力を持つ論理和(OR)

3入力を持つOR関数用真理値表が右表で提示されます。

真理値表でこの論理関数を実装するため、CCL.TRUTHnレジスタの ビットは右表からの対応するそれらと同じ値を持つべきです。これは以 下の構成設定になります。

IN2	0	0	0	0	1	1	1	1
IN1	0	0	1	1	0	0	1	1
IN0	0	1	0	1	0	1	0	1
IN0 OR IN1 OR IN2	0	1	1	1	1	1	1	1

#### 2.2入力を持つ論理積(AND)

CCL.**TRUTH**n = \$FE

2入力を持つAND関数用真理値表が右表で提示されます。

2入力しかないため、3つ目の入力チャネルはLowに接続されます(IN2=0)。真理値表でこの論理関数を実装するため、CCL.TRUTHnレジスタのビットは右表からの対応するそれらと同じ値を持つべきです。これは以下の構成設定になります。 CCL.TRUTHn = \$08

X (IN2)	0	0	0	0
IN1	0	0	1	1
INO	0	1	0	1
IN0 OR IN1 OR IN2	0	0	0	1

### 1.3. 付加機能用に濾波器構成設定の使い方

組み合わせ論理回路で動いている時に 実行されることが必要な最も一般的な動 作の1つが(固定クロック周期数の)遅延を 加えることです。CCLはLUTn制御A(CC L.LUTnCTRLA)レジスタの濾波器選択(FI LTSEL)と「ット領域を書くことによってこれ を行うことができます。

FILTSEL=SYNCH時、この構成設定は CLK\_LUTnで出力を同期して2CLK\_LU Tn周期遅延を得るのに使うことができま す。







LUT帰還機能を使うと、8分周構成が得られます。分周される信号はLUTに対するクロック信号として使われなければならず、LUTの出力が入力に接続されなければなりません。

#### 図1-4.8分周構成設定



# 2. コアから独立した例 - SOS順列生成器

以下の例はCPUの介在なしでSOS信号を生成する方法を示します。CCL周辺機能は順列を作成するために計時器と事象システムと共に使われ、初期化部分を除いて、全ての動作がコアから独立して行われます。SOS順列はCNANO基板LEDを使って表示されます。

# 2.1. SOS順列モールス符号基礎

モールス符号は短点と長点のシンボルを使って文の文字を符号化する方法です。次のように長点から短点を区別するための規則があります。

- ・短点の長さが1単位時間です。
- ・長点の長さは3単位時間です。
- ・同じ文字のシンボル(短点と長点)間の空白は1単位時間です。
- ・文字間の空白は3単位時間です。
- ・単語間の空白は7単位時間です。

各文字はモールス符号で固有の表現を持ちます。文字'S'は3短点で構成される一方で、文字'O'は3長点で構成されます。



デジタル表現では短点と長点をパルス(論理1)にすることができ、同時に空白は論理0にすることができます。これは以下の波形になります。



SOSメッセージは継続的に繰り返され、これはSOS波形が周期的であることを意味します。波形の周期は上図で最初と最後の垂直点線間の間隔によって表現されます。

語間の空白が7短点長のため、この周期は34短点の長さを持ちます。

#### 2.2. SOS順列論理関数実装

波形を生成する前に時間参照基準が必要とされます。短点はSOS波形全体期間に対して34×50=1700msの持続時間になる50msの 周期を持ちます。AVR資源から始めると、対称的な順列は実装がよりもっと簡単です。この対称を作成するため、参照基準クロックの周 期は短点周期の半分(25ms)であるべきです。



SOS信号を生成する処理は次の3つの部分に分けることができます。

- ・文字'S'用波形生成
- · 文字'O'用波形生成
- ・波形組み合わせ

#### 2.2.1. 文字'S'用波形生成

文字'S'の波形は文字の様式及び遮蔽として働く2つの信号を含む波形を生成してそれらに論理関数を適用することによって達成することができます。

図2-4. 文字S用》	皮形	
SOS		
M1		
s' 🔟		
M2		
SS		

上で言及した動作は、SS=M1 AND M2 AND S'です。 論理操作の真理値表が右表で提示されます。

M1	0	0	0	0	1	1	1	1
M2	0	0	1	1	0	0	1	1
S'	0	1	0	1	0	1	0	1
SS	0	0	0	0	0	1	0	0

#### 2.2.2. 文字'O'用波形生成

文字'O'の波形は遮蔽として働く3つの信号を生成してそれらに論理関数を適用することによって達成することができます。



操作の真理値表が右表で示されます。

M3	0	0	0	0	1	1	1	1
M4	0	0	1	1	0	0	1	1
M5	0	1	0	1	0	1	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	1

#### 2.2.3. SOSメッセーシ 用波形獲得

SOSメッセージ波形はSSとOの波形間の論理和(SOS=SS OR O)を実行することによって得られます。



#### 2.3. 解決策

#### 2.3.1. 事象システム接続での構成図

この応用を実装するのに使われる周辺機能は次のとおりです。

- ・タイマ/カウンタA型 (TCA)
- ・タイマ/カウンタD型 (TCD)
- ・構成設定可能な注文論理回路(CCL)
- ・事象システム (EVSYS)

下の構成図は周辺機能とそれら間の接続を提示します。赤で記された線は事象チャネルを表す一方で、青で記された線は内部信号を 表します。



上の部分で言及したように、参照基準クロックは25msの周期(40Hzの周波数)を持たなければなりません。これは指定周波数で事象を 起動するTCD0を使って生成されます。この事象はLUT0、TCA0、TCA1用のクロック入力として使われます。

TCA1はTCA1のWO0とWO1の出力を通してM1とM2の信号を生成するのに使われ、これは入力としてLUT0とLUT3に接続されます。

TCA0はTCA0のWO2、WO1、WO0の出力を通してM3、M4、M5の信号を生成するのに使われ、これは入力としてLUT2に接続されます。

LUT0は文字'S'用様式(S')を含む信号を生成するのに使われます。S'信号の周波数は帰還機能が使われたため、TCD0から来る事象の半分の周波数です。

LUT3は「2.2.1. 文字'S'用波形生成」項で言及された論理操作を実行するのに使われます。これの出力はSS信号を表し、事象チャネルを通してLUT1と接続されます。

LUT2は「2.2.2. 文字'O'用波形生成」項で言及された論理操作を実行するのに使われます。これの出力はO信号を表し、事象チャネルを通してLUT1と接続されます。

LUT1は「2.2.3. SOSメッセージ用波形獲得」項で言及された論理操作を実行するのと、CNANO基板のLEDでSOSメッセージを出力するのに使われます。これの入力はLUT2とLUT3で生成された事象によって表されます。

周辺機能を相互接続するのにEVSYSが使われます。

#### 2.3.2. MCCを使う段階的な設計実装

MCCを使ってプロジェクトを生成するには以下のこれらの手順に従ってください。

- 1. 新しいAVR128DA48用MPLAB Xプロジェクトを作成してください。
  - 1.1. MPLAB X IDE 5.40版を開いてください。File(ファイル)→New Project(新規プロジェクト)へ行っ てください。 図2-8. 新規プロジェクト作成

٢	MPLAB X IDE	/5.40	
le	Edit View Navigate	Source Refactor	P
	New Project	Ctrl+Shift+N	
Р	New File	Ctrl+N	
9	Open Project	Ctrl+Shift+O	
	Open Recent Project		>
	Import		>
	Close Project		
	Close Other Projects		
	Close All Projects		
	Open File		
	Open Recent File		>
	Project Groups		
	Project Properties		
	Save	Ctrl+S	
	Save As		
	Save All	Ctrl+Shift+S	
	Page Setup		
	Print	Ctrl+Alt+Shift+F	)
	Print to HTML		
	Exit		

1.2. 画面に現れたウィンドウでMicrochip Embedded(Microchip組み込み)、続いてStandalone Project(独立型プロジェクト)を選び、その後にNext(次へ)をクリックしてください。

図2-9. 新規プロジェクト - ゙	プロジェクト選択	
😵 New Project	>	<
Steps	Choose Project	
1. Choose Project 2	Q Filter:	
MPLAB	Categories: Microchip Embedded Cother	
XIDE	Creates a new standalone application project. It uses an IDE-generated makefile to build your project.	
	< Back Next > Finish Cancel Help	

1.3. Device(デヾイス)項でAVR128DA48を、Tool(道具)項でAVR128DA48 Curiosity Nano(SNをクリック)を選んでください。Next(次 へ)をクリックしてください。

図2-10. 新規プロジェクト -	・デバイス選掛	5	
🔯 New Project			$\times$
Steps	Select Device		
Choose Project     Select Device     Select Header     Select Plugin Board     Select Compiler	Family:	All Families	
<ol> <li>Select Project Name and Folder</li> </ol>	Tool:	AVR 128DA48 Curiosity Nano-SN: MCH V Show All No Tool Simulator	
		AVR 128DA48 Curiosity Nano-SN: MCHP3280011800000007	
		< Back Next > Finish Cancel Hel;	)

1.4. XC8 (v2.20)コンパイラを選んでNext(次へ)をクリックしてください。

図2-11. 新規プロジェクト -	· ววทใร選択	
🛿 New Project		×
Steps 1. Choose Project 2. Select Device 3. Select Header 4. Select Plugin Board 5. Select Compiler 6. Select Project Name and Folder	Select Compiler Compiler Toolchains AC8 C(2) (2) (C:\Program Files\Vicrochip\xc8\v2.20\bin) AC8 (V2.10) [C:\Program Files (x86)\Vicrochip\xc8\v2.05\bin] AVR B-avrasm2 B-pic-as	
	<back next=""> Finish Cancel Help</back>	

1.5. プロジェクト用の名前(Project Name)を書き入れて保存されるべき場所を選んでください。Set as main project(主プロジェクトとして 設定)がチェックされているのを確実にしてFinish(終了)をクリックしてください。

図2-12. 新規プロジェクト ー :	プロジェクト名とフォルダの選択
	×
Steps	Select Project Name and Folder
<ol> <li>Choose Project</li> <li>Select Device</li> <li>Select Header</li> <li>Select Plugin Board</li> <li>Select Compiler</li> <li>Select Compiler</li> <li>Select Project Name and Folder</li> </ol>	Project Name:     avr 128da48-cnano-sos-training-mcc       Project Location:     Browse       Project Folder:     Qavr 128da48-cnano-sos-training-mcc.X
MPI AR	<ul> <li>Overwrite existing project.</li> <li>Also delete sources.</li> <li>Set as main project</li> <li>Use project location as the project folder</li> </ul>
XIDE	Encoding: ISO-8859-1
	< Back Next > Finish Cancel Help

2. ツール ハーでMCCを開いてください。

MCCがインストールされていない場合、「MPLAB<sup>®</sup>コート<sup>\*</sup>構成部(MCC)のインストール」ウェブ頁で提供される指示に従ってください。

#### 図2-13. MCCアイコン



- 3. 周辺機能を追加してそれらを構成設定してください。
  - 3.1. Device Resources(デバイス資源)ウィンドウでCCL、EVSYS、TCA0、TCA1、TCD0を追加 してください。追加されるべき周辺機能を選択して'■'アイコンをクリックしてください。
    - **注**: 画像はCCL周辺機能を追加するだけの方法を示します。上で言及した全ての周辺機能に対して同じ操作を行ってください。





追加された周辺機能はProject Resources(プロジェクト資源)⇒Peripherals(周辺機能) で見つけることができます。

#### 図2-15. 追加した周辺機能



- 3.2. 各周辺機能に対して以下の構成設定を実行してください。
  - ・TCD0構成設定:
    - Easy Setup(容易な設定)⇒Hardware Settings(ハートウェア設定):

図2-16. TCD0 - 容易	は設定 − ハードウェア設定	
TCD0		
🕸 Easy Setup 🗏 Registers		
<ul> <li>Software Settings</li> </ul>		
API Prefix:	TCD0	
<ul> <li>Hardware Settings</li> </ul>		
enable TCD:		
TCD Clock(Hz):	125000	
Olock Selection:	Peripheral Clock	*
External Clock(Hz):	1 ≤ 1000000 ≤ 2000000	
Ounter Prescaler:	Sync clock divided by 4	*
Synchronization Prescaler:	Selected clock source divided by 8	*

- ・ Enable TCD(TCD許可)チェック枠
- ・ Clock Selection(クロック選択)
- :チェック
- : Peripheral Clock(周辺機能クロック)
- ・Counter Prescaler(計数器前置分周器)
- : Sync clock divided by 4(4分周同期クロック)
- ・ Synchronization Prescaler(同期前置分周器): Selected Clock Source divided by 8(選んだクロッ元を8分周) 構成設定が上で行われた後、TCD0クロックは125kHzの周波数を持ちます。
- 注:この応用は既定クロック構成設定(4MHzの内部高周波数発振器)を使います。
- Registers(レシ゛スタ)タフ゛:

図2-17. TCD0 - レジスタ - CMPBCLRとCMPBSET
TCDO
Image: Setup     Image: Registers
▼ Register: CMPACLR 0x0
▼ Register: CMPASET 0x0
▼ Register: CMPBCLR 0xC36
▼ Register: CMPBSET 0x61B

・Register: CMPBCLR(比較B解除)

- : 0xC36 : 0x61B
- ・Register: CMPBSET(比較B設定)
- TCD0は計数器がCMPBSETレジスタの値に達する時毎に事象を生成するように構成設定されます。2つの連続する事象 間の時間差はTCD0クロック×CMPBCLR(周波数でTCD0クロック/CMPBCLR)です。

事象が40Hzの周波数で発生しなければならないため、その結果CMPBCLR=TCD0/ロッ//40Hz=\$C36です。

図2-18. TCD0 - レジスタ - CMPBとCMPBEN	
TCD0	
Easy Setup ERegisters	
▼ Register: FAULTCTRL 0x22	
CMPA disabled	
CMPAEN disabled	
CMPB     enabled     r	
CMPBEN enabled	
CMPC disabled	

- ・CMPB(比較B値)
- ・CMPBEN(比較B許可)
- : enabled(許可)

: enabled(許可)

構成設定が上で行われた後、TCDは25ms毎の事象を生成します。この事象はこの実演に於いて後でLUT0、TCA0、TC A1に接続されます。

#### • TCA0構成設定:

- Easy Setup(容易な設定)⇒Hardware Settings(ハートウェア設定):

図2-19. TCA0 - 容易な	設定 – ハート・ウェア設定		
тсао			
🕼 Easy Setup 📄 Registers			
▼ Software Settings			
API Prefix	CAO		
<ul> <li>Hardware Settings</li> </ul>			
enable Timer			
Olock Selection	System Clock	-	
Timer Clock(Hz)	00000		
O Timer mode	16 Bit (Normal)	-	
② Count direction	Up	-	
Requested Timeout	0 ns ≤ 8.75 us ≤ 16.384 ms		
Actual Timeout	75 us		
mode(計尋齧動)下形態) direction(計数方向) rs(レジスタ)タブ:	: Up(上昇)	(101 9下(标中))	
図2-20. TCA0 - レジスタ	- PER		
TCA0			
🐵 Easy Setup 🗏 Registe	]		
▼ Register: PER 0x22			
er: PER(定期)	: 0x22		
での34(=\$22)は505メッヤー・	周期での短点数です この方	法ではTCA0出力が1毎 $6\sigma$	つ分角
			- /1/1

- Easy Setup(容易な設定)⇒Waveform Generation Settings(波形生成設定):

図2-21. TCA0 - 容易	な設定 -	波形生成設定			
<ul> <li>Waveform Generation Settings</li> </ul>					
Waveform Generation Mode	Dual Slope PW	M, overflow on TOP and BOTTOM			•
<b>v</b>					
Channel	Enable	Duty Cycle	Actual Duty Cycle	Interrupt	
Channel 0	9.00		9.00		
Channel 1	15.0	0	15.00		
Channel 2	32.0	0	32.00		

• Waveform Generation mode(波形生成動作): Dual Slope PWM, overflow on TOP and BOTTOM (2傾斜PWM、TOPとBOTTOMで溢れ)

- ・Channel0右隣のEnable(許可)チェック枠 :チェック
- ・ Channel0右隣のDuty Cycle(デューティサイクル): 9.00
- ・Channell右隣のEnable(許可)チェック枠 : チェック
- ・ Channel1右隣のDuty Cycle(デューティサイクル): 15.00
- ・Channel2右隣のEnable(許可)チェック枠 : チェック
- ・ Channel2右隣のDuty Cycle(デューティサイクル): 32.00

- Registers(レシ゛スタ)タフ゛:

図2-22. TCA0 - レジスタ - CTRLC
ТСАО
Easy Setup Registers
▼ Register: CTRLC <sub>0x7</sub>
⊘ CMP0OV enabled ▼
CMP2OV enabled •

- ・CMP0OV(比較0出力値)
- : enabled(許可)
- CMP1OV(比較1出力値)CMP2OV(比較2出力値)
- : enabled(許可) : enabled(許可)

図2-23. TC	A0 – レシ スタ – EV	CTRL
TCA0		
😳 Easy Setup	<b>⊟</b> Registers	
	EVCTRL 0x61	
CNTAEI	enabled	
CNTBEI	disabled	
◎ EVACTA	Count on positive edg	ge event
	Count on prescaled c	lock. Event controls count direction. Up-count when event line is 0, down-count v

#### ・CNTAEI(計数器事象入力A許可)

enabled([]])	enal	bled	(許	可)
--------------	------	------	----	----

:

TCA0はTCD0からの事象が起きる時毎に計数します。

#### ・TCA1構成設定:

- Easy Setup(容易な設定)⇒Hardware Settings(ハートウェア設定):

図2-24. TCA1 - 容易な	こ 設定 – ハート <sup>・</sup> ウェア設定
TCA1	
🕼 Easy Setup 🗎 Registers	
<ul> <li>Software Settings</li> </ul>	
API Prefix	TCA1
<ul> <li>Hardware Settings</li> </ul>	
② Enable Timer	
Clock Selection	System Clock 🔹
Timer Clock(Hz)	400000
7 Timer mode	16 Bit (Normal)
Ount direction	Up -
Requested Timeout	500 ns ≤ 8.75 us ≤ 16.384 ms
Actual Timeout	8.75 us

- ・Enable Timer(計時器許可)チェック枠
- Clock Selection(クロック選択)
  Timer mode(計時器動作形態)
- : チェック
- : System Clock(システム クロック)
- : 16 Bit (Normal)(16ビット(標準))
- ・ Count direction(計数方向)
- : Up(上昇)

- Registers(レシ`スタ)タフ`:

図2-25. TCA1 - レジスタ - PER
TCA1
Basy Setup
▼ Register: PER 0x22

• Register: PER(定期)

: 0x22

10進数での34(=\$22)はSOSメッセージ周期での短点数です。この方法ではTCA1出力が1短点の分解能を持ちます。 - Easy Setup(容易な設定)⇒Waveform Generation Settings(波形生成設定):

Waveform Generation Settings				
Waveform Generation Mode	Dual Slop	e PWM, overflow on TOP and BOTTOM		
Channel	Enable	Duty Cycle	Actual Duty Cycle	Interrupt
Channel Channel 0	Enable	Duty Cycle	Actual Duty Cycle 50.00	Interrupt
Channel Channel 0 Channel 1	Enable	Duty Cycle           50.00           79.00	Actual Duty Cycle           50.00         79.00	Interrupt

• Waveform Generation mode(波形生成動作): Dual Slope PWM, overflow on TOP and BOTTOM (2傾斜PWM、TOPとBOTTOMで溢れ)

- ・Channel0右隣のEnable(許可)チェック枠 : チェック
- ・ Channel0右隣のDuty Cycle(デューティサイクル): 50.00
- ・Channell右隣のEnable(許可)チェック枠 : チェック
- ・ Channel1右隣のDuty Cycle(デューティサイクル): 79.00
- Registers(レシ`スタ)タフ`:

図2-27. TCA1 - レジスタ - C	TRLC
TCA1	
🔅 Easy Setup 🗏 Registers	
▼ Register: CTRLC <sub>0x3</sub>	
⊘ CMP0OV enabled ▼	
⊘ CMP2OV disabled ▼	

・CMP0OV(比較0出力値) ・CMP1OV(比較1出力値) : enabled(許可) : enabled(許可)

図2-28. TCA1 - レジスタ - EVCTRL					
TCA1					
CNTAEI     enabled					
© CNTBEI disabled					
EVACTA Count on positive edge event					
Sevente and the second					

- ・CNTAEI(計数器事象入力A許可)
- : enabled(許可)

TCA1はTCD0からの事象が起きる時毎に計数します。

・CCL構成設定:

LUTの各種実体はEasy Setup(容易な設定)→CCL Settings(CCL設定)から選ぶことができます。構成設定されるべき実体 上をクリックしてEnable CCL(CCL許可)チェック枠がチェックされているのを確実にしてください。

図2-29. LUT選択	5	
CCL		8
	gisters	
<ul> <li>Hardware Settings</li> </ul>		
② Enable CCL:		
Interrupt Settings		
▼ CCL Settings		
	LUTO	
	Truth Table Output	
LUTO-IN2		2010-001

- Easy Setup(容易な設定)⇒CCL Settings(CCL設定):

#### ・LUT0構成設定:

L			0
Easy Setup	Registers		
		LUT 0 Configuration	
		LUT Enable	
enable LUT:			
		Inputs and Outputs	
UT-IN0:	FEEDBACK		
😗 LUT-IN1:	TCA1		
UUT-IN2:	EVENTA		
Enable LUT-OUT:	$\checkmark$		
		Additional Configuration	
Filter Options:	SYNCH		
enable Edge Detector:			
Clock Selection:	IN2		

- Enable LUT(LUT許可)チェック枠

- LUT-IN0(LUT入力0)
- LUT-IN1(LUT入力1)
- LUT-IN2(LUT入力2)

- :チェック
- :FEEDBACK(帰還)
- : TCA1(TCA1のWO1)
- : EVENTA(事象入力元A)
- Enable LUT-OUT(LUT出力許可)チェック枠 : チェック
- Filter Options(濾波器任意選択)

- Clock Selection(クロック選択)

: SYNCH(同期化器) : IN2

LUT0からの濾波器は文字'S'の様式を含む信号を得るために帰還閉路と共にSYNCH(同期化器)動作で使われます。TCD0によって起動された事象の周波数を4の係数で分周します。

#### 図2-31. LUT0真理值表

	Truth Table						
Custom	tom						
IN2	IN1	INO		OUT			
0	0	0		0			
0	0	1		0			
0	1	0		1			
0	1	1		0			
1	0	0		0			
1	0	1		0			
1	1	0		0			
1	1	1		0			

- Truth Table(真理值表)

: Custom(独自)

- OUT(出力)

:00100000(上から下へ)

・LUT1構成設定:

L		0
🛿 Easy Setup 🛛 🗏 R	gisters	
0.	LUT 1 Configuration	
	LUT Enable	
8 Enable LUT:		
	Inputs and Outputs	
UUT-IN0:	EVENTA	
UUT-IN1:	EVENTB	
UT-IN2:	MASK	
8 Enable LUT-OUT:		
	Additional Configuration	
Filter Options:	DISABLE	
② Enable Edge Detector:		
Clock Selection:	CLKPER	

- Enable LUT(LUT許可)チェック枠
- LUT-IN0(LUT入力0)
- LUT-IN1(LUT入力1)
- LUT-IN2(LUT入力2)
- Enable LUT-OUT(LUT出力許可)チェック枠:チェック
- Filter Options(濾波器任意選択)
- Clock Selection(クロック選択)

- :チェック
- : EVENTA(事象入力元A)
- : EVENTB(事象入力元B)
- : MASK(遮蔽)
- - : DISABLE(禁止)
- 図2-33 I UT1直理值表
- : CLKPER(周辺機能クロック)

Ê									
	Truth Table								
	Custom								
	IN2	IN1	INO		OUT				
	0	0	0		1				
	0	0	1		0				
	0	1	0		0				
	0	1	1		0				
	1	0	0		1				
	1	0	1		1				
	1	1	0		1				
	1	1	1		1				
L						I			

- Truth Table(真理值表)
- OUT(出力)

: Custom(独自)

LUT1の出力がCNANO基板のLEDを駆動し、それが反転論理(論理'0'がON、論理'1'がOFF)で動くため、OUTビット の値は否定(逆)にされます。

・LUT2構成設定:

図2-34. LUT2 <sup>;</sup>	構成設定			
CCL				•
🕼 Easy Setup 📃 R	egisters			
		LUT 2 Cont	figuration	
		LUT Er	nable	
② Enable LUT:	$\checkmark$			
		Inputs and	I Outputs	
OLUT-IN0:	TCA0			-
2 LUT-IN1:	TCA0			-
UT-IN2:	TCA0			*
② Enable LUT-OUT:				
		Additional Co	onfiguration	
Filter Options:	DISABLE			-
② Enable Edge Detector:				
Olock Selection:	CLKPER			-

- Enable LUT(LUT許可)チェック枠
- LUT-IN0(LUT入力0)
- LUT-IN1(LUT入力1)
- LUT-IN2(LUT入力2)
- Enable LUT-OUT(LUT出力許可)チェック枠:チェック
- Filter Options(濾波器任意選択)
- Clock Selection(クロック選択)
- 図2-35. LUT2真理值表 Truth Table Custom OUT IN2 INO IN1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 1 0 1 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 1
- Truth Table(真理值表)
- : Custom(独自)

- OUT(出力) • LUT3構成設定:
  - 図2-36. LUT3構成設定 CCL 0 LUT 3 Configuration LUT Enable  $\checkmark$ 8 Enable LUT: Inputs and Outputs UUT-IN0: TCA1 Ŧ LUT-IN1: TCA1 UUT-IN2: EVENTA Ŧ  $\checkmark$ 8 Enable LUT-OUT: Additional Configuration DISABLE Filter Options: -8 Enable Edge Detector CLKPER Clock Selection:

- : チェック : TCA0(TCA0のWO0)
  - : TCA0(TCA0のWO1)
  - : TCA0(TCA0のWO2)
  - : DISABLE(禁止)
  - : CLKPER(周辺機能クロック)

:00001001(上から下へ)

- Enable LUT(LUT許可)チェック枠
- LUT-IN0(LUT入力0)
- LUT-IN1(LUT入力1)
- LUT-IN2(LUT入力2)
- Enable LUT-OUT(LUT出力許可)チェック枠 : チェック
- Filter Options(濾波器任意選択)
- Clock Selection(クロック選択)
- : DISABLE(禁止)

: TCA1(TCA1のWO0)

: TCA1(TCA1のWO1)

: EVENTA(事象入力元A)

: チェック

- ック選択) : CLKPER(周辺機能クロック)
- 図2-37. LUT3真理值表 Truth Table Custom 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0
- Truth Table(真理值表)
- : Custom(独自)

- OUT(出力)

: 00100000(上から下へ)

### ・EVSYS構成設定:

- Event Generators(事象生成部):
  - ・CHANNEL0(チャネル0) : TCD0\_CMPBSET(TCD0のCMPBSETが計数器と一致)
  - ・CHANNEL1(チャネル1) : CCL\_LUT0(CCLのLUT0出力)
  - ・CHANNEL2(チャネル2) : CCL\_LUT3(CCLのLUT3出力)
  - ・CHANNEL3(チャネル3) : CCL\_LUT2(CCLのLUT2出力)

#### 図2-38. EVSYS事象生成部

🔅 Easy Setup 📃 Regi	sters
<ul> <li>Software Settings</li> </ul>	
API Prefix:	EVSYS
<ul> <li>Event System Settings</li> </ul>	
Event Generator	Channels
TCD0_CMPBSET V	CHANNEL0
CCL_LUT0 💌	CHANNEL1
CCL_LUT3 💌	CHANNEL2
CCL_LUT2 💌	CHANNEL3
OFF 💌	CHANNEL4
OFF 💌	CHANNEL5
OFF 💌	CHANNEL6
OFF 💌	CHANNEL7
OFF 💌	CHANNEL8

#### - Event Users(事象使用部):

- ・CHANNEL0(チャネル0) : CCLLUT0A(CCLのLUT0の事象入力A)、TCA0CNTA(事象でTCA0の計数または計数方向 制御)、TCA1CNTA(事象でTCA1の計数または計数方向制御)
- ・CHANNEL1(チャネル1): CCLLUT3A(CCLのLUT3の事象入力A)
- ・CHANNEL2(チャネル2) : CCLLUT1A(CCLのLUT1の事象入力A)
- ・CHANNEL3(チャネル3) : CCLLUT1B(CCLのLUT1の事象入力B)

#### 図2-39. EVSYS事象使用部(1)

<ul> <li>Event System Settings</li> </ul>	<ul> <li>Event System Settings</li> </ul>								
Event Generator	Channels								
		ADC0START	CCLLUT0A	CCLLUT0B	CCLLUT1A	CCLLUT1B	CCLLUT2A	CCLLUT2B	CCLLUT3A
TCD0_CMPBSET V	CHANNEL0		$\checkmark$						
CCL_LUT0	CHANNEL1								
CCL_LUT3 💌	CHANNEL2				$\checkmark$				
CCL_LUT2	CHANNEL3					$\checkmark$			
OFF 💌	CHANNEL4								

#### 図2-40. EVSYS事象使用部(2)

	Event Users							
ST	PTCSTART	TCA0CNTA	TCA0CNTB	TCA1CNTA	TCA1CNTB			
		$\checkmark$		$\checkmark$				

- 4. Pin Manager(ピン管理部)⇒Grid View(格子状表示)へ行き、以下の構成設定を実行してください。
  - ポートAの3番ピン(PA3)をLUT0用出力として設定してください。
  - ポートCの6番ピン(PC6)をLUT1用出力として設定してください。
  - ポートDの3番ピン(PD3)をLUT2用出力として設定してください。
  - ポートFの3番ピン(PF3)をLUT3用出力として設定してください。



- ポートAの0~2番ピン(PA0~PA2)をTCA0用出力として設定してください。
- ポートBの0~2番ピン(PB0~PB2)をTCA1用出力として設定してください。
- ポートAの4~7番ピン(PA4~PA7)をTCD0用出力として設定してください。



注: SOS信号はPC6で利用可能です。残りの信号は対応するデバッグ専用出力ピンを持ちます。

出力波形は下図で見ることができます。これらは論理分析器で捕獲されました。

図2-43. TCA1、LUT	「0、LUT3の出力	l
00 LUT1_OUT	♥ +f -	
01 LUT0_OUT	¢ +f	
02 TCA1-W00	¢+5	
03 TCA1-W01	<b>⇔</b> + <sub>f</sub>	
04 LUT3_OUT	¢+;	
図2-44. TCA0とLU	「2の出力	
00 LUT1_OUT	🌣 +F —	
01 TCA0-W00	🗘 +f	
02 TCA2-W01	<b>♦</b> +£	
03 TCA0-WO2	✿ +£	
04 LUT2_OUT	¢+5	
図2-45. SOSメッセージ	が波形	
00 LUT1_OUT	¢+f	
01 LUT3_OUT	¢+5	
02 LUT2_OUT	🌣 +£	
	(m) (m)	
<b>GitHubでコード</b> 貯蔵庫を閲覧する	<b>りを見てくださし</b> にはクリックしてくだ	<b>、。</b> さい。

# 3. 改訂履歴

資	[料改訂	日付	注釈
	А	2020年8月	初版文書公開

### Microchipウェフ゛サイト

Microchipはwww.microchip.com/で当社のウェブサイト経由でのオンライン支援を提供します。このウェブサイトはお客様がファイルや情報を容易に利用可能にするのに使われます。利用可能な情報のいくつかは以下を含みます。

- ・製品支援 データシートと障害情報、応用記述と試供プログラム、設計資源、使用者の手引きとハートウェア支援資料、最新ソフトウェア配布と 保管されたソフトウェア
- ・全般的な技術支援 良くある質問(FAQ)、技術支援要求、オンライン検討グループ、Microchip設計協力課程会員一覧
- ・Microshipの事業 製品選択器と注文の手引き、最新Microchip報道発表、セミナーとイベントの一覧、Microchip営業所の一覧、代理 店と代表する工場

### 製品変更通知サービス

Microchipの製品変更通知サービスはMicrochip製品を最新に保つのに役立ちます。加入者は指定した製品系統や興味のある開発ツー ルに関連する変更、更新、改訂、障害情報がある場合に必ず電子メール通知を受け取ります。 登録するにはwww.microchip.com/pcnへ行って登録指示に従ってください。

# お客様支援

Microchip製品の使用者は以下のいくつかのチャネルを通して支援を受け取ることができます。

- ・代理店または販売会社
- ・最寄りの営業所
- ・組み込み解決技術者(ESE:Embedded Solutions Engineer)
- ・技術支援

お客様は支援に関してこれらの代理店、販売会社、またはESEに連絡を取るべきです。最寄りの営業所もお客様の手助けに利用で きます。営業所と位置の一覧はこの資料の後ろに含まれます。

技術支援はwww.microchip.com/supportでのウェブサイトを通して利用できます。

# Microchipデバイスコート、保護機能

Microchipデバイスでの以下のコード保護機能の詳細に注意してください。

- ・Microchip製品はそれら特定のMicrochipデータシートに含まれる仕様に合致します。
- ・Microchipは意図した方法と通常条件下で使われる時に、その製品系統が今日の市場でその種類の最も安全な系統の1つである と考えます。
- コート、保護機能を破るのに使われる不正でおそらく違法な方法があります。当社の知る限りこれらの方法の全てはMicrochipのデータシートに含まれた動作仕様外の方法でMicrochip製品を使うことが必要です。おそらく、それを行う人は知的財産の窃盗に関与しています。
- ・Microchipはそれらのコードの完全性について心配されているお客様と共に働きたいと思います。
- ・Microchipや他のどの半導体製造業者もそれらのコートの安全を保証することはできません。コート、保護は当社が製品を"破ることができない"として保証すると言うことを意味しません。

コート、保護は常に進化しています。Microchipは当社製品のコート、保護機能を継続的に改善することを約束します。Microchipのコート、保護機能を破る試みはデジタルシニアム著作権法に違反するかもしれません。そのような行為があなたのソフトウェアや他の著作物に不正なアクセスを許す場合、その法律下の救済のために訴権を持つかもしれません。

# 法的通知

デバイス応用などに関してこの刊行物に含まれる情報は皆さまの便宜のためにだけ提供され、更新によって取り換えられるかもしれま せん。皆さまの応用が皆さまの仕様に合致するのを保証するのは皆さまの責任です。Microchipはその条件、品質、性能、商品性、 目的適合性を含め、明示的にも黙示的にもその情報に関連して書面または表記された書面または黙示の如何なる表明や保証もし ません。Microchipはこの情報とそれの使用から生じる全責任を否認します。生命維持や安全応用でのMicrochipデバイスの使用は完 全に購入者の危険性で、購入者はそのような使用に起因する全ての損害、請求、訴訟、費用からMicrochipを擁護し、補償し、免責 にすることに同意します。他に言及されない限り、Microchipのどの知的財産権下でも暗黙的または違う方法で許認可は譲渡されま せん。

### 商標

Microchipの名前とロゴ、Mcicrochipロゴ、Adaptec、AnyRate、AVR、AVRロゴ、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、chipKIT、chipKITロ ゴ、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、 maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemiロゴ、MOST、MOST、MOSTロゴ、MPLAB、OptoLyzer、PackeTime、PI C、picoPower、PICSTART、PIC32ロゴ、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SSTロゴ、Super Flash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TempTracker、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron、XMEGAは米国と他の国に於 けるMicrochip Technology Incor poratedの登録商標です。

APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、FlashTec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、 IntelliMOS、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plusロゴ、Quiet-Wire、 SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、Vite、WinPath、ZLは米国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BlueSky、BodyCom、CodeGuard、 CryptoAuthentication、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、EC AN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet¤ ゴ、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified¤ゴ、MPLAB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REALICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Se rial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、View Sens e、WiperLock、Wireless DNA、ZENAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの商標です。

SQTPは米国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの役務標章です。

Adaptecロゴ、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology、Symmcomは他の国に於けるMicrochip Technology Inc.の登録商 標です。

GestICは他の国に於けるMicrochip Technology Inc.の子会社であるMicrochip Technology Germany II GmbH & Co. KGの登録商 標です。

ここで言及した以外の全ての商標はそれら各々の会社の所有物です。

© 2020年、Microchip Technology Incorporated、米国印刷、不許複製

# 品質管理システム

Microchipの品質管理システムに関する情報についてはwww.microchip.com/qualityを訪ねてください。

日本語© HERO 2020.

本訓練の手引きはMicrochipの訓練の手引き(DS90003276A-2020年8月)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訳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。



米国

# 世界的な販売とサービス

本社 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 Tel: 480-792-7200 Fax: 480-792-7277 技術支援: www.microchip.com/support ウェブ アトレス: www.microchip.com アトランタ Duluth, GA Tel: 678-957-9614 Fax: 678-957-1455 **オースチン** TX Tel: 512-257-3370 ボストン Westborough, MA Tel: 774-760-0087 Fax: 774-760-0088 シカゴ Itasca, IL Tel: 630-285-0071 Fax: 630-285-0075 ダラス Addison, TX Tel: 972-818-7423 Fax: 972-818-2924 デトロイト Novi, MI Tel: 248-848-4000 **ヒューストン** TX Tel: 281-894-5983 インデアナポリス Noblesville, IN Tel: 317-773-8323 Fax: 317-773-5453 Tel: 317-536-2380 ロサンセルス Mission Viejo, CA Tel: 949-462-9523 Fax: 949-462-9608 Tel: 951-273-7800 D-J-NC Tel: 919-844-7510 ニューヨーク NY Tel: 631-435-6000 サンホセ CA Tel: 408-735-9110 Tel: 408-436-4270 カナダ – トロント Tel: 905-695-1980 Fax: 905-695-2078

オーストラリア - シト・ニー Tel: 61-2-9868-6733 中国 - 北京 Tel: 86-10-8569-7000 中国 - 成都 Tel: 86-28-8665-5511 中国 - 重慶 Tel: 86-23-8980-9588 中国 - 東莞 Tel: 86-769-8702-9880 中国 – 広州 Tel: 86-20-8755-8029 中国 – 杭州 Tel: 86-571-8792-8115 中国 - 香港特別行政区 Tel: 852–2943–5100 中国 - 南京 Tel: 86-25-8473-2460 中国 - 青島 Tel: 86-532-8502-7355 中国 - 上海 Tel: 86-21-3326-8000 中国 - 瀋陽 Tel: 86-24-2334-2829 中国 - 深圳 Tel: 86-755-8864-2200 中国 - 蘇州 Tel: 86-186-6233-1526 中国 - 武漢 Tel: 86-27-5980-5300 中国 - 西安 Tel: 86-29-8833-7252 中国 - 廈門 Tel: 86-592-2388138 中国 - 珠海 Tel: 86-756-3210040

亜細亜/太平洋

亜細亜/太平洋

イント - ハンガロール

Tel: 91-80-3090-4444 イント - ニューデリー Tel: 91-11-4160-8631 イント・フネー Tel: 91-20-4121-0141 日本 - 大阪 Tel: 81-6-6152-7160 日本 - 東京 Tel: 81-3-6880-3770 韓国 - 大邱 Tel: 82-53-744-4301 韓国 - ソウル Tel: 82-2-554-7200 マレーシア – クアラルンプール Tel: 60-3-7651-7906 マレーシア ー ヘ・ナン Tel: 60-4-227-8870 フィリピン ー マニラ Tel: 63-2-634-9065 シンガポール Tel: 65-6334-8870 台湾 - 新竹 Tel: 886-3-577-8366 台湾 - 高雄 Tel: 886-7-213-7830 台湾 - 台北 Tel: 886-2-2508-8600 タイ ー バンコク Tel: 66-2-694-1351 ベトナム ー ホーチミン Tel: 84-28-5448-2100

欧州 オーストリア – ウェルス Tel: 43-7242-2244-39 Fax: 43-7242-2244-393 テンマーク - コヘンハーケン Tel: 45-4485-5910 Fax: 45-4485-2829 フィンラント – エスホー Tel: 358-9-4520-820 フランス – パリ Tel: 33-1-69-53-63-20 Fax: 33-1-69-30-90-79 トイツ – ガルヒング Tel: 49-8931-9700 ドイツ – ハーン Tel: 49-2129-3766400 トイツ - ハイルブロン Tel: 49-7131-72400 ドイツ – カールスルーエ Tel: 49-721-625370 ドイツ - ミュンヘン Tel: 49-89-627-144-0 Fax: 49-89-627-144-44 ドイツ - ローセンハイム Tel: 49-8031-354-560 イスラエル - ラーナナ Tel: 972-9-744-7705 イタリア ー ミラノ Tel: 39-0331-742611 Fax: 39-0331-466781 イタリア ー パドバ Tel: 39-049-7625286 オランダーデルーネン Tel: 31-416-690399 Fax: 31-416-690340 ノルウェー - トロンハイム Tel: 47-72884388 ホ<sup>°</sup>ーラント<sup>゛</sup>ー ワルシャワ Tel: 48-22-3325737 ルーマニア – ブカレスト Tel: 40-21-407-87-50 スペイン - マドリート Tel: 34-91-708-08-90 Fax: 34-91-708-08-91 スウェーデン – イェーテホリ Tel: 46-31-704-60-40 スウェーデン – ストックホルム Tel: 46-8-5090-4654 イキ・リス - ウォーキンガム Tel: 44-118-921-5800 Fax: 44-118-921-5820