



**IAR Embedded
Workbench**

IAR デバッグプローブ ガイド

I-jet®、I-jet Trace、I-scope™

Arm Limited

Arm コア

著作権事項

© 2012–2019 IAR Systems AB.

本書のいかなる部分も、IAR システムズの書面による事前の同意なく複製することを禁止します。本書で解説するソフトウェアは使用許諾契約に基づき提供され、その条項に従う場合に限り使用または複製できるものとします。

免責事項

本書の内容は予告なく変更されることがあります。また、IAR システムズは、その内容についていかなる責任を負うものではありません。本書の内容については正確を期していますが、IAR システムズは誤りや記載漏れについて一切の責任を負わないものとします。

IAR システムズおよびその従業員、契約業者、本書の執筆者は、いかなる場合でも、特殊、直接、間接、または結果的な損害、損失、費用、負担、請求、要求、およびその性質を問わず利益損失、費用、支出の補填要求について、一切の責任を負わないものとします。

商標

IAR Systems、IAR Embedded Workbench、Embedded Trust、C-Trust、IAR Connect、C-SPY、C-RUN、C-STAT、IAR Visual State、IAR KickStart Kit、I-jet、I-jet Trace、I-scope、IAR Academy、IAR、および IAR Systems のロゴタイプは、IAR Systems AB が所有権を有する商標または登録商標です。

Microsoft および Windows は、Microsoft Corporation の登録商標です。

Arm、Cortex、Thumb、and TrustZone は、Arm Limited の登録商標です。EmbeddedICE は Arm Limited の商標です。uC/OS-II および uC/OS-III は Micrium, Inc の商標です。CMX-RTX は CMX Systems, Inc の商標です。ThreadX は Express Logic の商標です。RTXC は、Quadros Systems の商標です。Fusion は、Unicoi Systems の商標です。

Renesas Synergy は、Renesas Electronics Corporation の商標です。

Adobe および Acrobat Reader は、Adobe Systems Incorporated の登録商標です。

その他のすべての製品名は、その所有者の商標または登録商標です。

改版情報

第 8 版：2019 年 5 月

部品番号：IARprobesArm-8-J

本ガイドは、IAR Embedded Workbench® for Arm のバージョン 8.40.x に適用します。

内部参照：Mym8.3, tut2009.1, INIT.

目次

I-jet	5
概要	5
I-jet インサーキットデバッグプローブ	6
要件	7
サポートされているコアファミリ	7
ターゲット接続	8
I-jetの操作	8
設定とインストール	8
ターゲットシステムの接続	9
プローブファームウェアの更新	9
技術仕様	14
I-jetパッケージ	14
モデル仕様	14
JTAGタイミング仕様	16
ハードウェアのレビジョン履歴	17
ターゲットインタフェース	17
インジケータ	21
アダプタ	22
I-jet Trace	37
概要	37
I-jet Trace CMおよびI-jet Trace A/R/Mインサーキットデバ グプローブ	37
要件	39
ターゲット接続	39
I-jet Traceの操作	39
設定とインストール	40
ターゲットシステムの接続	40
トレースの使用	41
プローブファームウェアの更新	42

技術仕様	42
I-jet Traceパッケージ	42
モデル仕様	43
ハードウェアのレビジョン履歴	45
コネクタ	45
インジケータ	47
アダプタ	49
ETMトレース用にターゲットボードを設計	53
一般のPCBレイアウトのガイドライン	54
I-scope	57
概要	57
I-scopeを使用する理由	57
I-scopeの使用要件	57
I-scopeプローブ	57
I-scopeを使用した電流および電圧測定	58
I-scopeの操作	60
インストール	60
技術仕様	61
I-scopeパッケージ	61
外部の特徴	62
I-scopeプローブの仕様	63

I-jet

- 概要
- I-jet の操作
- 技術仕様

概要

以下のトピックを解説します：

- I-jet インサーキットデバッグプローブ
- 要件
- サポートされているコアファミリ
- ターゲット接続

I-JET インサーキットデバッグプローブ

I-jet は、JTAG、SWD、または cJTAG 接続によりターゲットボードに接続し、ホストコンピュータには USB ポート経由で接続します。



I-jet は USB 2.0 を通じてコミュニケーションを行います。(USB 1.0 にも対応していますが、お勧めしません。) I-jet インサーキットデバッグプローブは、

ツールベンダによってはデバッグプローブ、デバッグアダプタ、JTAG インサーキットエミュレータなどと呼ばれています。



I-jet は、リアルタイムでプログラムの実行をよりよく把握するために、プログラムカウンタや変数、電力測定データをホストコンピュータに連続で提供します。一般的な JTAG デバッグのほかに、I-jet にはターゲットボードに電源を供給し、リアルタイムでプログラムを実行中に十分な精度で電力プロファイルを提供する機能があります。この機能を *Power デバッグ* といいます。

Cortex デバイスをデバッグするために、I-jet は SWO (Serial Wire Output) をサポートしています。これは、プログラムの実行をトレースし、コードに事前定義されたポイントで変数を追跡するときに使用できます。

I-jet インサーキットデバッグプローブは、チップ上のトレース ETB (Embedded Trace Buffer)、MTB (Micro Trace Buffer)、および TMC (Trace Memory Controller) を完全にサポートしています。

要件

I-jet は、IAR Embedded Workbench® IDE に付属の IAR C-SPY® デバッガにより制御される必要があります。

サポートされているコアファミリ

以下のコアが現在サポートされています。

- Arm7
- Arm9
- Arm11
- Cortex-M
- Cortex-R
- Cortex-A

ターゲット接続

以下のインタフェースがサポートされています。

- MIPI-20（部品番号 SHF-110-01-L-D）：JTAG、cJTAG、SWD、SWO、ETM
- MIPI-10（部品番号 SHF-105-01-L-D）：JTAG、cJTAG、SWD、SWO
- ARM-20（部品番号 HTST-110-01-L-DV）：JTAG、cJTAG、SWD、SWO

I-jet には前面パネルに MIPI-20 コネクタがあるほか、MIPI-20 と MIPI-10 ケーブル、および旧型の Arm-20 アダプタも付いています。

入手可能な他のすべての I-jet アダプタは、I-jet Trace と互換性があります。

I-jet の操作

以下のタスクについて解説します。

- 設定とインストール
- ターゲットシステムの接続
- プローブファームウェアの更新

I-jet を使用したデバッグの情報については、『*Arm 用 C-SPY® デバッグガイド*』を参照してください。

設定とインストール

ソフトウェア

I-jet を使用する前に、IAR Embedded Workbench for Arm をインストールする必要があります。情報は製品ボックスのインストールとライセンス登録・クイックリファレンスとライセンスガイドを参照してください。

プローブの設定

I-jet では、特殊なドライバソフトウェアをインストールする必要はありません。I-jet のすべてのドライバは通常、IAR Embedded Workbench のインストールの一部として自動的にインストールされます。

USB ドライバを手動でインストールする必要がある場合、
¥Program Files¥IAR Systems¥Embedded Workbench x.x¥arm¥drivers¥jet¥
USB¥32-bit または 64-bit（使用するシステムに応じて異なります）に移動
します。dpinst.exe アプリケーションを起動します。こうすることで、USB
ドライバがインストールされます。

同じホストコンピュータ上における複数の I-jet プローブの使用については、
『*Arm 用 C-SPY® デバッグガイド*』を参照してください。

ターゲットシステムの接続

I-jet プロープの起動

- 1 ターゲットボードのコネクタ（MIPI-20 または MIPI-10）に合うケーブルを使用して、I-jet をターゲットボードに接続します。標準の JTAG コネクタを使用する場合、ADA-MIPI20-ARM20 アダプタを JTAG コネクタに接続する必要があります。
- 2 マイクロ USB ケーブルを使用して、I-jet をホストコンピュータに接続します。

注：上記の順序が逆になっても問題はありません。



破損を防ぐには、ターゲット GND と USB ホストの GND が同じレベルにある必要があります。ホットプラグ時は、PC とターゲットボードの電源が同じ接地されたコンセントまたは共通の接地されたデスクトップ電源コードに接続されているようにしてください。

評価ボードの起動

評価ボードが対応している場合は、標準の ARM-20 コネクタの 19 ピン、または MIPI-20 コネクタの 11/13 ピンから I-jet を介してボードに電源を供給できます。I-jet には過電流防止も備えられ、最大 420 mA までターゲットに電源を供給できます。ほとんどの IAR システムズの評価キットには、この方法で電源を供給可能な評価ボードが含まれています。これらのボードのほとんどにある電源ジャンパーが、使用する設定に合っているか確認してください。

注：[ダウンロードしてデバッグ] または [ダウンロードせずにデバッグ] コマンドを選択すると、ターゲットボードに I-Jet 経由で電源が供給されますが、それまでは電源は入りません。

注：Power デバッグ機能を使用する唯一の方法は、I-jet を介して評価ボードに電源を供給することです。

プローブファームウェアの更新

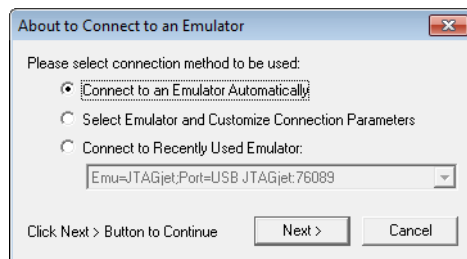
I-jet と I-jet Trace は、IAR Embedded Workbench for Arm に追加された新しい機能が追加のハードウェアサポートを必要としない限り、ファームウェアの更新が不要のように設計されています。IAR Embedded Workbench for Arm の新バージョンがリリースされて、新しいファームウェアが必要な新機能を使用する場合、C-SPY は [デバッグログ] ウィンドウを表示し、ファームウェアの更新を促します。

注：新しい MCU デバイスのサポートは、IAR Embedded Workbench for Arm においてソフトウェアのアップデートにより完全に管理され、I-jet や I-jet Trace のファームウェアに関しては、変更の必要はありません。

ファームウェアのバージョンについて詳しくは、リリースノートを参照してください。

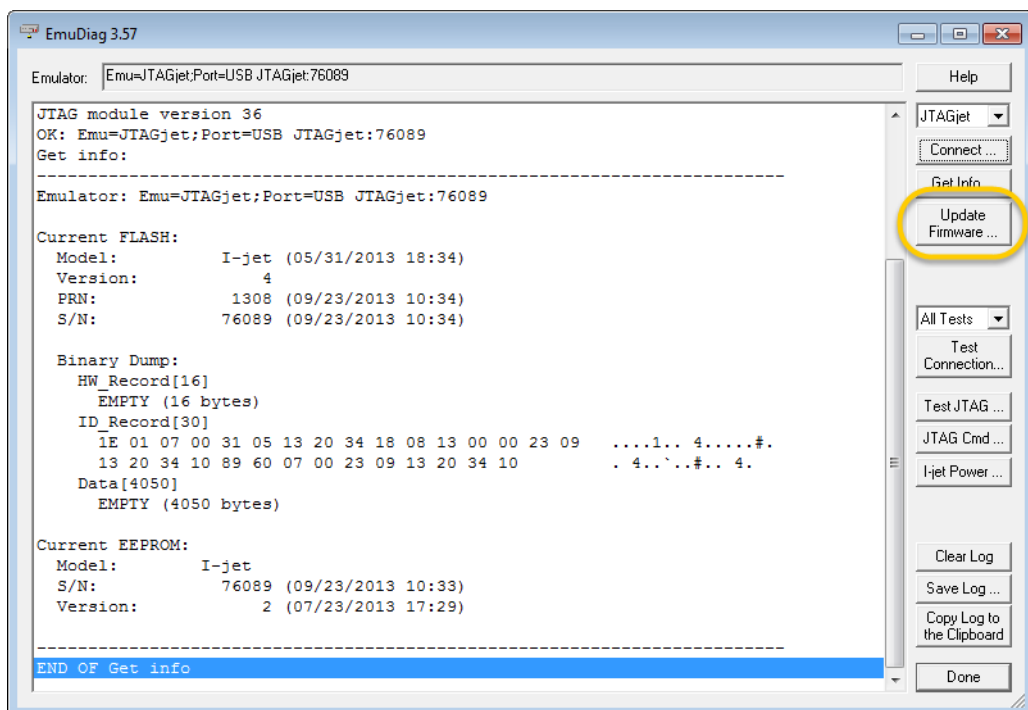
プローブファームウェアを更新するには次の手順に従います：

- I IAR Embedded Workbench で、[I-jet] > [EmuDiag] を選択して [About to Connect to an Emulator] ダイアログボックスを表示します。

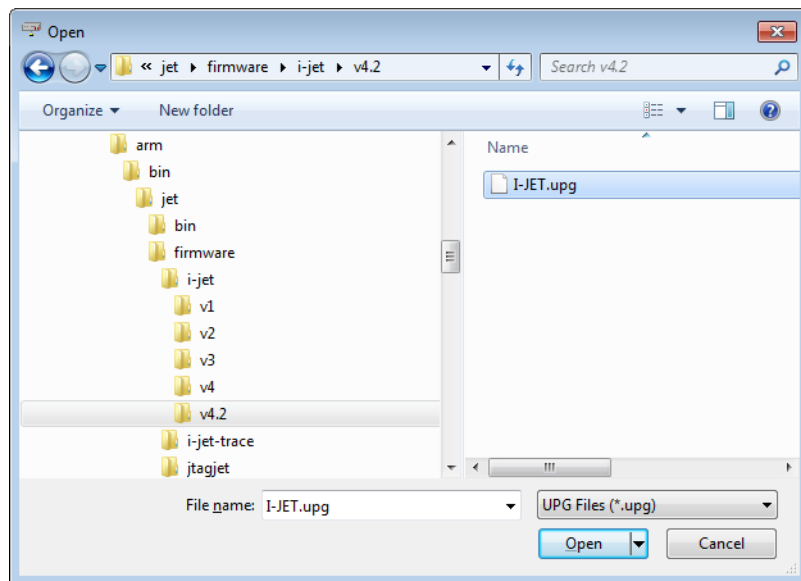


[Connect to an Emulator Automatically] を選択して [Next] をクリックします。

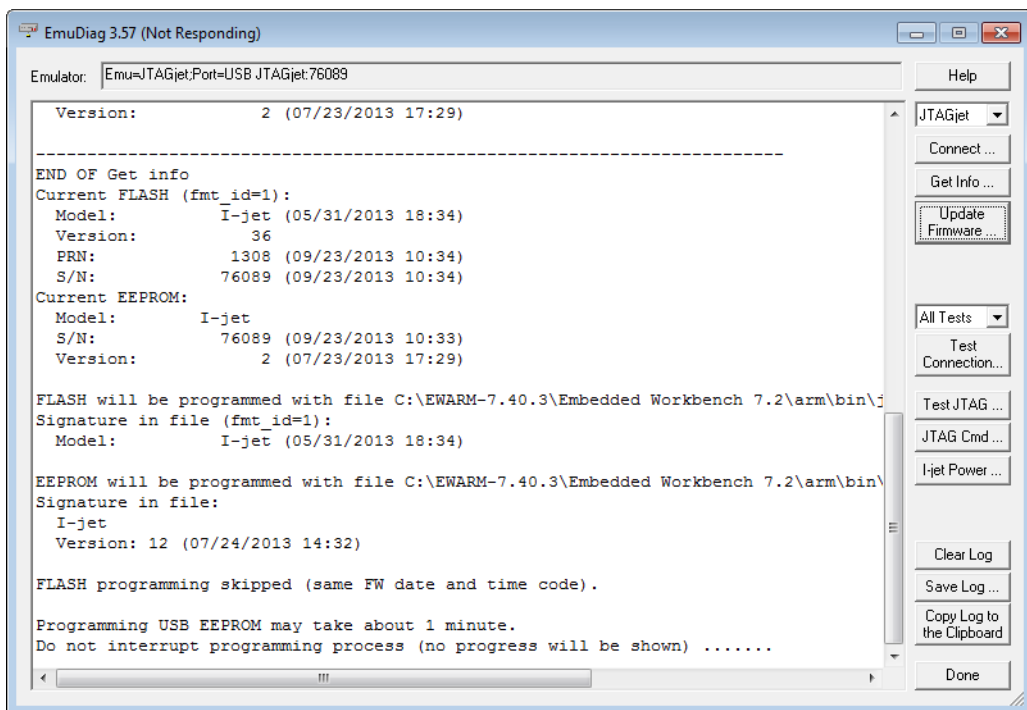
- 2 表示される [EmuDiag] ダイアログボックスで、[Update Firmware...] ボタンをクリックします。



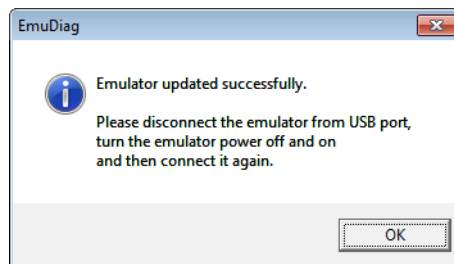
- 3 表示されるダイアログボックスで、IAR Embedded Workbench のインストール arm¥bin¥jet¥firmware¥i-jet フォルダを参照します。いずれかのサブフォルダで、使用するファームウェアのファイルを選択して **[Open]** をクリックします。



4 更新ログ情報が [EmuDiag] ダイアログボックスに表示されます。



5 ファームウェアの更新が完了するとメッセージが表示されます。



技術仕様

リファレンス情報：

- 14 ページの *I-jet* パッケージ
- 14 ページの モデル仕様
- 16 ページの *JTAG* タイミング仕様
- 17 ページの ハードウェアのレビジョン履歴
- 17 ページの ターゲットインタフェース
- 21 ページの インジケータ
- 22 ページの アダプタ

I-JETパッケージ

I-jet パッケージの内容は以下の通りです：

- I-jet インサーキットデバッグプローブ
- MIPI-20 JTAG ケーブル
- MIPI-10 JTAG ケーブル
- USB 2.0 Micro B ケーブル
- ADA-MIPI20-ARM20 アダプタ
- ウェルカムレター

モデル仕様

I-jet の仕様は以下のとおりです。

USB の速度	480 Mbps (USB 2.0)
USB 接続	Micro-B
ターゲット接続	MIPI-20、MIPI-10
アダプタ付属	ADA-MIPI20-ARM20
I-jet デバッグインタフェース	JTAG と SWD
JTAG/SWD 最大クロック	32 MHz
サポートされている SWO プロトコル	Manchester と UART
SWO 最大速度	60 Mbps
ターゲットに供給される電力	最大 420 mA (4.4 V-5 V 時)
過負荷保護	～ 520 mA

ターゲット電力測定の分解能	~160 uA
ターゲット電力測定の速度	最高 200 ksps (秒あたりキロサンプル)
JTAG 電圧範囲 (自動感知)	1.65 V ~ 5.5 V
JTAG VTref 測定分解能	~ 2 mV
VTref からの電流引き込み	<50 uA
JTAG クロック立ち上がり / 立ち下がり時間 (TCK)	<= 2 ns*
クロック立ち下がり時間	<= 2 ns*

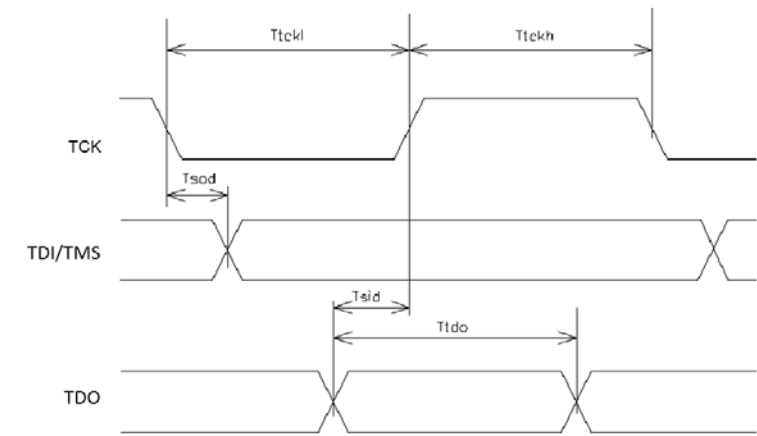
* <= 4 ns (ターゲットボード接続時)

I-jet の前面パネルには、20 ピンの MIPI コネクタ (0.05 インチ × 0.05 インチ (1.27 mm x 1.27 mm) ピッチ) があります。また、2 つのケーブルも含まれています。

- 6 インチのケーブル (両端に 20 ピンの MIPI コネクタ、20 ピン MIPI ヘッドを持つ Cortex-M ターゲット用)。両端のピン 7 には白いプラグの目印があります。
- 6 インチのケーブル。一方の端に I-jet への接続用 20 ピンの MIPI コネクタと、もう一方の端に 10 ピンの MIPI コネクタ (10 ピンのヘッドを持つ Cortex-M ターゲットへの接続用)。20 ピン端のピン 7 には白いプラグの誤挿入防止があります。ケーブルの赤いストライプはピン 1 (VTref) を示します。

JTAGタイミグ仕様

次の図は JTAG のタイミングとパラメータを示します：



IEEE1149.1 規格に完全に準拠する JTAG デバイスでは、TDI/TMS 信号は TCK の立ち上がりエッジでサンプリングされ、TDO は TCK の立ち下がりエッジで送信される必要があります。I-jet はこれらの要件を利用して、TCK の立ち下がりエッジで TDI 信号および TMS 信号を変更し、TCK の立ち上がりエッジで TDO をサンプリングします。ただし、長い JTAG チェーンと高速の JTAG クロックを持つターゲットボードに対応するため、I-jet では TDO は TCK の立ち上がりエッジから 50 ns まで遅れることを許容しています。

注：アダプティブモードの処理では、I-jet は TCK ではなく RTCK の立ち上がりエッジで TDO をサンプリングします。

次の表は、ターゲット（3.3 V に設定された VTref）に接続されていない状態で MIPI-20 ケーブルの末端で測定した JTAG ポートのタイミング仕様を示します。測定された信号の負荷は、オシロスコープ 3.9 pF プローブです。

パラメータ	分	最大	説明
T _{tckl}	15.6 ns	250 us	TCK LOW 期間
T _{tckh}	15.6 ns	250 us	TCK HIGH 期間
T _{sod} ¹	--	2.0 ns	TCK 立ち下がりからの有効な TDI と TMS の出力
T _{sid} ²	TCK 前 3 ns ~ TCK 後 50 ns	--	TCK 立ち上がりに対する TDO セットアップ時間
T _{tdo}	T _{tckl}	--	TDO 有効長

表 1: I-jet JTAG ポートタイミングの仕様

1 T_{sod} は TCK 立ち下がりからの最大遅延の値で、I-jet の出力信号 TDI と TMS の有効レベルです。ターゲット MCU は後に続く TCK の立ち上がりでこれらの信号をサンプリングするため、ターゲットの最小設定時間（TCK の上昇側に相対）は $T_{bscl}-T_{bsod}$ となります。

2 T_{sid} は TDO 入力信号の最小設定時間で、I-jet がこの信号をサンプリングする際、TCK の立ち上がりに比例します。ターゲット MCU は TCK の前の立ち下がりの TDO 値を変更するため、JTAG 速度が非常に高速の場合は TCK のプラス側の前に TDO が到達するのに十分な時間がないことがあります。TDO の遅延を補正するため、I-jet はターゲットボードによって TDO に導入された遅延を自動的に設定し、TCK のプラス側の後に最高で 50 ns の遅延を TDO に許容しています。

ハードウェアのレビジョン履歴

I-jet のバージョンは以下のとおりです。

バージョン	仕様の変更	Date
バージョン A	最初のバージョン。	2012 年 4 月
バージョン B	追加 RAM を SWO FIFO バッファに追加し、古くて、遅くなったコンピュータの SWO のパフォーマンスを向上します。 I-jet バージョン A でのオプションのボード電流の測定分解能は、163 uA ではなく 16.3 uA です。	2017 年 6 月

表 2: I-jet のバージョン

バージョン、製造日、シリアル番号はプローブ裏面にあります。

注：IAR Embedded Workbench で [I-jet] > [EmuDiag] を選択して [EmuDiag] ダイアログボックスを開くと、接続された I-jet のハードウェアとファームウェアのバージョンが分かります。

ターゲットインタフェース

このセクションでは、ピン出力、信号、コネクタについて説明します。以下のケーブルの詳細を説明します。

- JTAG/SWD - MIPI-20 ケーブル
- JTAG/SWD - MIPI-10 ケーブル

JTAG/SWD - MIPI-20 ケーブル

I-jet には 20 ピンの MIPI ヘッダを持つ Cortex-M デバイス用に、両端に 20 ピンの MIPI コネクタを持つ 6 インチのケーブルがついています。両端のピン 7 には白いプラグの目印があります。

VTref	1 ● ● 2	SWDIO/TMS
GND	3 ● ● 4	SWCLK/TCK
GND	5 ● ● 6	SWO/TDO
---	7 ● 8	TDI
GND	9 ● ● 10	nRESET
TgtPwr	11 ● ● 12	TRACECLK / SWO2
TgtPwr	13 ● ● 14	TRACEDATA[0] /nTRST
GND	15 ● ● 16	TRACEDATA[1]
GND	17 ● ● 18	TRACEDATA[2]
GND	19 ● ● 20	TRACEDATA[3]

ターゲットボードの接続コネクタのピッチサイズは 1.27 mm です。例えば、部品番号 SHF-110-01-L-D を使用できます。

以下は MIPI-20 ピンの定義です。

ピン	信号	タイプ	説明
1	VTref	入力	ターゲットの基準電圧。ターゲットに電源が投入されているかをチェックするために I-jet で使用され、入力コンパレータにロジックレベルの参照を作成するとともに、ターゲットへの出力ロジックレベルを制御します。通常は JTAG の I/O 電圧から電源が供給されます。
2	SWDIO/TMS	I/O、出力	ターゲット CPU の JTAG モード設定入力。このピンはターゲット上でプルアップする必要があります。通常はターゲット CPU の TMS に接続されます。
3			このピンは GND ピンで I-jet の GND に接続されています。また、ターゲットシステムで GND に接続されている必要があります。

表 3: MIPI-20 ピンの定義

ピン	信号	タイプ	説明
4	SWCLK/TCK	出力	ターゲット CPU への JTAG クロック信号。 このピンは、ターゲットボードの定義された状態にプルアップまたはプルダウンすることをお勧めします。通常はターゲット CPU の TCK に接続されます。
5			このピンは GND ピンで I-jet の GND に接続されています。また、ターゲットシステムで GND に接続されている必要があります。
6	SWO/TDO	入力	ターゲット CPU の JTAG データ出力。 通常はターゲット CPU の TDO に接続されます。SWD の使用時は、このピンは Serial Wire Output(SWO) トレースポートとして使用されます。(オプションであり、SWD 通信の場合は必須ではありません)。
--	--	--	このピン (通常はピン 7) は存在しません。
8	TDI	出力	ターゲット CPU の JTAG データ入力。 このピンは、ターゲットボードの定義された状態にプルアップまたはプルダウンすることをお勧めします。通常はターゲット CPU の TDI に接続されます。TDI を供給しない CPU の場合 (SWD のみのデバイス)、このピンは使用しません (トライステート)。
9			このピンは GND ピンで I-jet の GND に接続されています。また、ターゲットシステムで GND に接続されている必要があります。
10	nRESET	I/O	ターゲット CPU のリセット信号。通常はターゲット CPU の RESET ピンに接続されています。これは通常、nRST、nRESET、RESET と呼ばれます。
11	TgtPwr	出力	このピンは、5 V の電圧を I-jet からターゲットハードウェアに供給する際に使用できます。
12 未使用	TRACECLK	入力	入力トレースクロック。

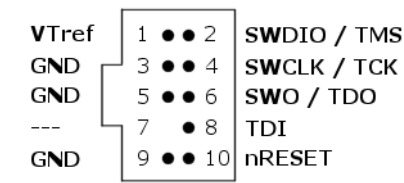
表 3: MIPI-20 ピンの定義 (続き)

ピン	信号	タイプ	説明
13	TgtPwr	出力	このピンは、5 V の電圧を I-jet からターゲットハードウェアに供給する際に使用できます。
14 未使用	TRACEDATA[0] / SWO2	入力	入力トレースデータピン 0。このピンはセカンダリの SWO として使用できます。
15			このピンは GND ピンで I-jet の GND に接続されています。また、ターゲットシステムで GND に接続されている必要があります。
16 未使用	TRACEDATA[1] / nTRST	入力	入力トレースデータピン 1。このピンは nTRST として使用できます。
17			このピンは GND ピンで I-jet の GND に接続されています。また、ターゲットシステムで GND に接続されている必要があります。
18 未使用	TRACEDATA[2]	入力	入力トレースデータピン 2。
19			このピンは GND ピンで I-jet の GND に接続されています。また、ターゲットシステムで GND に接続されている必要があります。
20 未使用	TRACEDATA[3]	入力	入力トレースデータピン 3。

表 3: MIPI-20 ピンの定義 (続き)

JTAG/SWD - MIPI-I0 ケーブル

I-jet には、片側に 20 ピンの MIPI コネクタ (I-jet への接続用) と、もう一方に 10 ピンのヘッダを持つ Cortex デバイスへの接続用に 10 ピンの MIPI コネクタを持つ 6 インチのケーブルが付属しています。両端のピン 7 には誤挿入防止があります。



ターゲットボードの接続コネクタのピッチサイズは 1.27 mm です。例えば、部品番号 SHF-105-01-L-D を使用できます。

以下は MIPI-10 ピンの定義です。

ピン	信号	タイプ	説明
1	VTref	入力	ターゲットの基準電圧。ターゲットに電源が投入されているかをチェックするために I-jet で使用され、入力コンパレータにロジックレベルの参照を作成するとともに、ターゲットへの出力ロジックレベルを制御します。通常は JTAG の I/O 電圧から電源が供給されます。
2	SWDIO/TMS	I/O、出力	ターゲット CPU の JTAG モード設定入力。このピンはターゲット上でプルアップする必要があります。通常はターゲット CPU の TMS に接続されます。
3	GND	GND	I-jet 上のロジック GND に接続。
4	SWCLK/TCK	出力	ターゲット CPU への JTAG クロック信号。このピンは、ターゲットボードの定義された状態にプルアップまたはプルダウンすることをお勧めします。通常はターゲット CPU の TCK に接続されます。
5	GND	GND	I-jet 上のロジック GND に接続。
6	SWO/TDO	入力	ターゲット CPU の JTAG データ出力。通常はターゲット CPU の TDO に接続されます。SWD の使用時は、このピンは Serial Wire Output(SWO) トレースポートとして使用されます。(オプションであり、SWD 通信の場合は必須ではありません)。
7	--	KEY	KEY または GND。
8	TDI/NC	出力	ターゲット CPU の JTAG データ入力。このピンは、ターゲットボードの定義された状態にプルアップまたはプルダウンすることをお勧めします。通常はターゲット CPU の TDI に接続されます。TDI を供給しない CPU の場合 (SWD のみのデバイス)、このピンは使用しません (トライステート)。
9	GND	GND	GND およびターゲットが存在を検出。
10	nRESET	出力	nRESET または TRST。

表 4: MIPI-10 ピンの定義

インジケータ

I-jet の上部には 3 つの LED インジケータがあり、それぞれ **TPWR**、**DBG**、**USB** と記されています。次のインジケータとそのステータスの詳細を説明します。

- TPWR インジケータ (ターゲット電源)

- DBG インジケータ (JTAG/SWD)
- USB インジケータ

TPWR インジケータ（ターゲット電源）

インジケータのステータス 説明	
オフ	ターゲットへの電源が I-jet により供給されていない。
緑	ターゲットへの電源が I-jet により供給されている。
黄色	ワーニング。ターゲットへの電源が 420 mA を超えている。
赤	エラー。過電流の上限 (520 mA) が検出され、保護のためにターゲットへの電源がオフになった。

表 5: TPWR インジケータのステータス

DBG インジケータ (JTAG/SWD)

インジケータのステータス 説明	
オフ	JTAG ヘッドの vTRef が低すぎる。
緑	vTRef が 1.8 V 以上。
緑の点滅	JTAG/SWD の通信アクティビティを示します。

表 6: DBG インジケータのステータス

USB インジケータ

インジケータのステータス 説明	
オフ	USB 電源なし。
緑が点灯	初期状態または転送なし。
緑の点滅	I-jet から、または I-jet への USB 転送。
赤の点滅	USB エニュメレーション。
赤が点灯	USB エニュメレーションに失敗したか、ハードウェアの破損。

表 7: USB インジケータのステータス

アダプタ

役に立つアダプタが数多くあります。I-jet はそのすべてを自動的に認識します。以下のアダプタの詳細を説明します。

- ADA-MIPI20-ISO 絶縁アダプタ
- ADA-MIPI20-ARM20 アダプタ

- ADA-MIPI20-TI14 アダプタ
- ADA-MIPI20-cTI20 アダプタ

I-jet のパッケージに含まれていないアダプタは、IAR システムズから購入できます。

以下はアダプタ用の接続ターゲットヘッダです。

TI-14	cTI-20
HTST-I07-01-L-DV	TML-I10-02-GD-SM-006 (カバー付き)
	FTR-I10-51-S-D-06 (カバーなし)

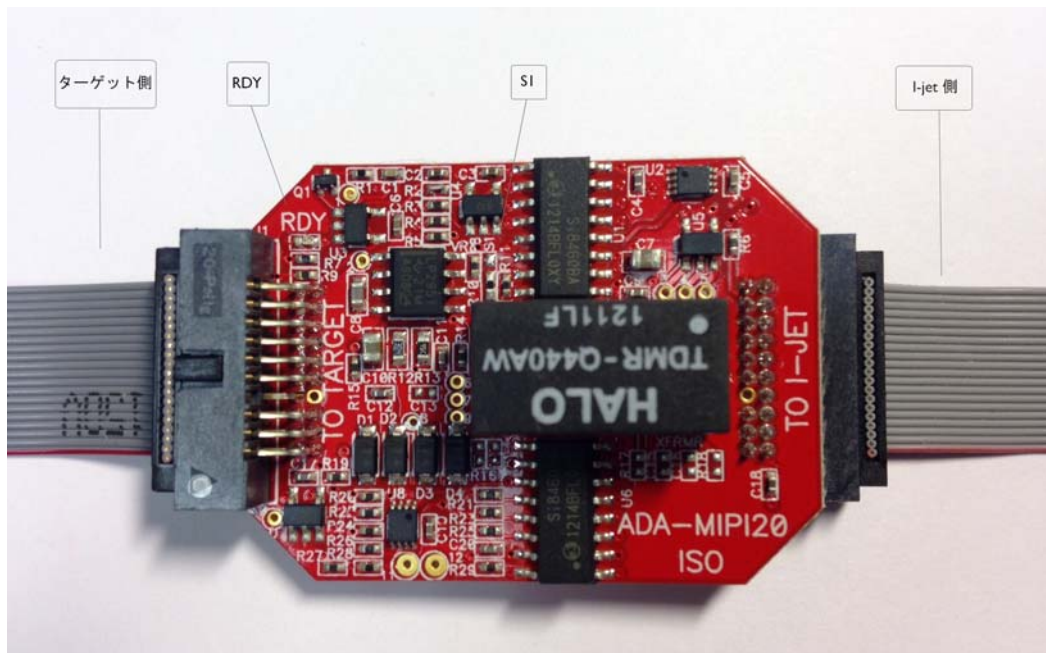
表 8: 接続ターゲットヘッダ、部品番号

ADA-MIPI20-ISO 絶縁アダプタ

ADA-MIPI20-ISO 絶縁アダプタは、I-jet MIPI-20 コネクタとターゲット MIPI-20 コネクタ間の信号を直流的に絶縁します。これを使用して、高電流モーターや他の機械類を作動させるターゲットにより発生する GND のループ、電圧の急上昇、静電気放電 (ESD)、ノイズの多い電源、GND 線に伴う I-jet デバッグプローブの破損リスクを軽減することができます。

このアダプタには 2 つの MIPI-20 ヘッダがあり、それぞれ **TO I-JET** および **TO TARGET** と記されています。ヘッダに正しく接続するよう注意してください。逆に接続すると機能せず、アダプタが破損する恐れがあります。絶縁アダプタのターゲット側には、I-jet アダプタ (ADA-MIPI20-ARM20、ADA-MIPI20-TI14、ADA-MIPI20-CTI20) や MIPI20-MIPI10 ケーブルを接続できます。

アダプタは IAR C-SPY® デバッガに自動的に認識され、電源が入ると緑の **RDY LED** が点灯します。



仕様

- ピーク時で最大 3000 V までの絶縁*(1 秒以下の過渡電圧。26 ページの 安全と免責事項についての重要なお知らせを参照)。最大 300 V の連続した稼動電圧動作
- I-jet と互換性あり
- JTAG、SWD、SWO の各デバッグモードに対応
- JTAG、SWD、SWO モードでのみ I-jet Trace と互換性あり (ETM トレースはサポートしていません)
- MIPI-20 のピン 11 とピン 13 を介してのみ I-jet から電源供給
- **RDY LED** は、ユニットの電源が入って使用準備が整ったことを示します
- 2.5 ～ 5 V のターゲット電圧に対応
- 最大 32 MHz の JTAG クロック速度

互換性についての注意事項

- 旧バージョンの IAR Embedded Workbench for Arm では、アダプタが自動的に検出されず、電源が入らないことがあります。こういう場合は、[プロジェクト] > [オプション] > [デバッグ] > [I-jet] > [設定] の [ターゲット電源] オプションを選択します。
- アダプタはターゲットに電源を供給しないため、ターゲットの電力消費を追跡しません。
- ADA-MIPI20-TI14 アダプタや ADA-MIPI20-CTI20 アダプタと使用する場合、EMU0 と EMU1 の信号は接続されません。
- JTAG 信号の伝播遅延が加わるため、一部のボードが 32 MHz JTAG クロック速度で機能しないことがあります、C-SPY で JTAG 速度を下げなければなりません。
- ターゲットボードの大半は、SWO 信号をターゲット MIPI20 デバッグコネクタの 6 ピンに通しています。14 ピンが SWO 用に使用されている場合は、OR シェント (S1) をポジション 3-2 から 2-1 に移す必要があります。
- アダプタはターゲットからの 1.8 V JTAG 信号に対応していません。ターゲット JTAG の電圧範囲は 2.5-5 V に限られています。
- ターゲット側の JTAG インタフェースは、ターゲット VTREF ピン (2.5 V-5 V) の電圧に自動的に適合します。分離バリアのために、ターゲットの電圧に関係なく、I-jet 側では自身の電圧を使用します。これはあくまで参考であり、ターゲット JTAG での処理には影響しません。
- ETM トレースはこのアダプタではサポートされていません。
- このアダプタは I-scope とは併用できません。

ターゲット側の MIPI20 コネクタのピン出力

VTref	1 ●	● 2	SWDIO/TMS
GND	3 ●	● 4	SWCLK/TCK
GND	5 ●	● 6	SWO/TDO
---	7 ●	● 8	TDI
GND	9 ●	● 10	nRESET
GND	11 ●	● 12	RTCK
GND	13 ●	● 14	SWO2
GND	15 ●	● 16	nTRST
GND	17 ●	● 18	NC
GND	19 ●	● 20	NC

信号の詳細については、18 ページの *JTAG/SWD - MIPI-20 ケーブル* を参照してください。

安全と免責事項についての重要なお知らせ

絶縁バリアにかかる通常の連続動作電圧は 300 V DC を超えないようにしてください。

分離電圧は過渡電圧に対する耐性の度合いを示すものでしかありません。プローブは安全分離システムの要素として使用しないでください。より高い連続した電圧で使用するには、安全規格の要件に従って追加の分離 / 絶縁システムを使用する必要があります。

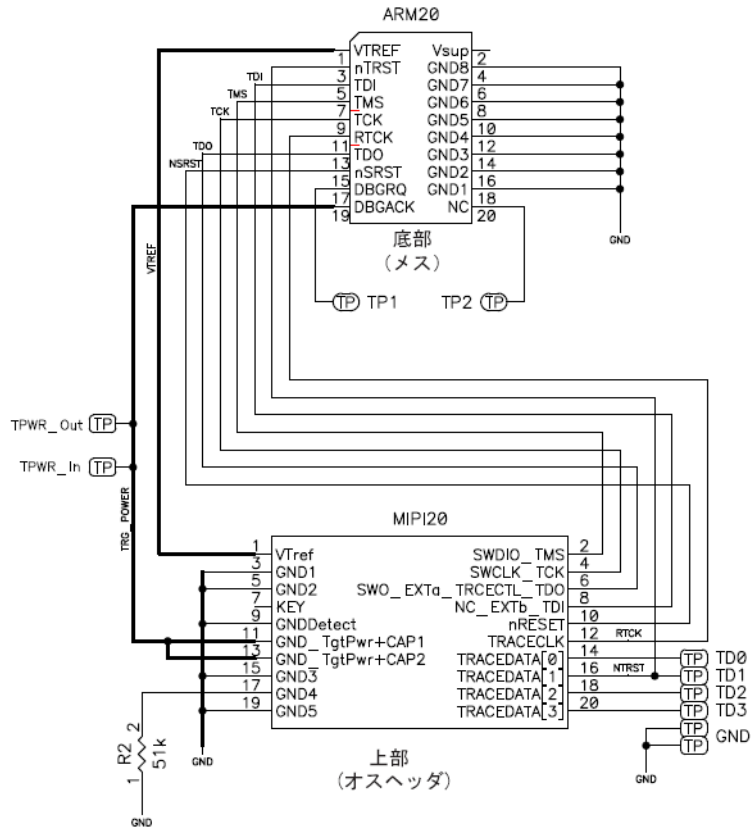


高電圧の装置を取り扱うときは、十分注意し必ず安全に関する規制に従ってください。ターゲットやアダプタ、ケーブル、I-jet プローブの露出した回路に触れると、怪我や死亡につながる恐れがあります。

IAR システムやメーカーは、このプローブの使用に関するあらゆる損害について責任を負わないものとします。

ADA-MIPI20-ARM20 アダプタ

I-jet には ADA-MIPI20-ARM20 アダプタが付属しています。これは、MIPI-20 I-jet ケーブルを旧型の ARMJTAG ヘッダ (0.1 インチ × 0.1 インチ (2.56 mm x 2.56 mm) ピッチ) に変換します。



以下は ADA-MIPI20-ARM20 アダプタのピンの定義です。

ピン	I-jet の方向	名前	説明
nTRST	出力	テストロジックリセット	テストリセット。TAP コントローラのステートマシンをリセットするアクティブ LOW 信号。

表 9: ADA-MIPI20-ARM20 アダプタピン定義

ピン	I-jet の方向	名前	説明
TCK	出力	テストクロック	TCK はすべての JTAG トランザクションを同期します。TCK はスキャンチェーンのすべての JTAG デバイスに接続します。TCK はモジュールのスタックを下に流れ、それぞれの JTAG デバイスに接続します。ただし、TCK を他のクロックと同期するデバイスがスキャンチェーンにある場合、すべての下流デバイスはそのプロセッサの RTCK 信号に接続されます。
TMS	出力	テストモード選択	TMS はタップコントローラステートマシンの移行を制御します。TMS は、信号がモジュールスタックを通る際、スキャンチェーンのすべての JTAG デバイスに接続します。
TDI	出力	テストデータ入力	TDI はテストデータの入力信号で、スキャンチェーンの最初のデバイスの TDI 入力に送られます。
TDO	入力	テストデータ出力	TDO は、テストデータ入力信号 TDI の戻り経路です。複数デバイスの JTAG チェインでは、最初のデバイスの TDO が次のデバイスの TDI に接続し、最後のデバイスの TDO は JTAG ヘッダの TDO に接続されます。
RTCK	入力	TCK リターン	RTCK は、同期側のデバイスがデータを取得するまでクロックが先に進まないように、サンプルされたクロックを JTAG 機器に戻すメカニズムです。適応クロックモードでは、TCK を変更する前に I-jet が RTCK のエッジを検出する必要があります。複数デバイスの JTAG チェインでは、デバイスからの RTCK 出力は下流デバイスの TCK 入力に接続されます。スキャンチェーンに同期するデバイスがない場合、RTCK 信号を使用する必要はなく、ターゲットボードに接地されます。
VTref	入力	電圧ターゲット基準	これはターゲットの基準電圧です。ターゲットに電源が通っていることを示します。通常 VTref はターゲットハードウェアの Vdd から供給され、直列の抵抗を持っている場合があります（ただし、これは推奨しません）。VTref は I-jet によって使用され、ターゲットの電源がアクティブかどうかを検出し、レベルトランスレータの JTAG 信号電圧基準を設定します。

表 9: ADA-MIPI20-ARM20 アダプタピン定義 (続き)

ピン	I-jet の方向	名前	説明
nSRST	I/O	システムリセット	アクティブ LOW オープンコレクタ信号。デバイスおよびターゲットボードをリセットするために、I-jet で使用されます。I-jet はこの信号を感知して、デバイスがいつリセットされたかを判断します。
Vsupply	出力	--	このピンは I-jet には接続されません。
DBGRRQ	出力	--	このピンは I-jet には接続されません。
DBGACK/ TRGPWR	出力	ターゲット電源	このピンは SW の制御下で、ターゲットボードに 5 V の電源を供給するために使用されます。デバッグ中に電源アダプタを排除するために、5 V DC ボード入力へのジャンパーシャントを通じて供給されます。このピンで I-jet により供給される最大電流は、約 420 mA です。供給される電流が ~500 mA に達すると、保護のために電源がオフになります。

表 9: ADA-MIPI20-ARM20 アダプタピン定義 (続き)

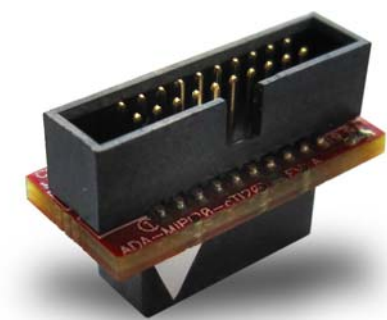
I-jet MIPI20 コネクタのピン 17 の R2 プルダウンは、旧型の ADA-MIPI20-ARM20 アダプタが使用されているという I-jet への信号です。他のアダプタには、必要に応じて I-jet が識別できるように異なる抵抗があります。このピンと GND が直接接続されていると、アダプタが使用されておらず、MIPI ケーブルが I-jet とターゲットボードの間で直接接続されていることを示します。

ADA-MIPI20-TI14 アダプタ

ADA-MIPI20-TI14 アダプタは、旧型の OMAP や他の TMS320、TMS470、TMS570 ターゲットボードで使用される、Texas Instruments の従来の 14 ピン JTAG インタフェースへの I-jet の標準 MIPI-20 ケーブルピン出力に適合します。

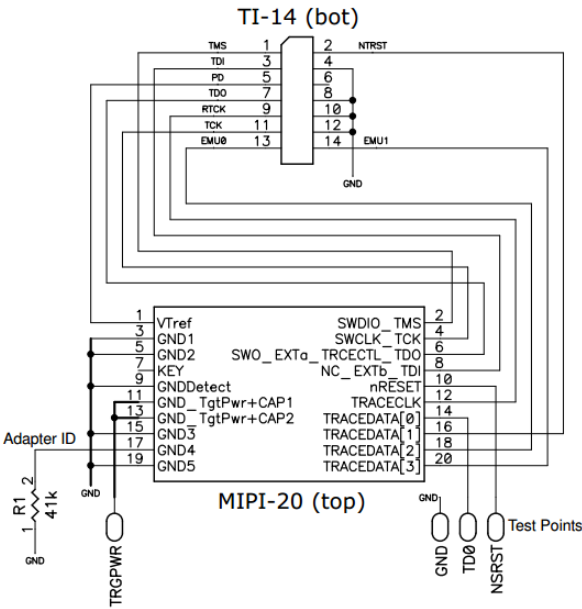
このアダプタは、I-jet MIPI-20 ケーブルに接続するための MIPI-20 オスヘッダが上部に、TI-14 形式のメスヘッダ (ソケット) が下部にあります。TI-14 JTAG ヘッダは 14 ピンのダブルロー、0.1 インチ × 0.1 インチ (2.54 mm × 2.54 mm) ピッチのコネクタで、キー (プラグ) は間違った接続を防ぐために

ポジション 6 にあります。プラグがない場合、TI-14 コネクタのピン 1 にある
白い矢印で方向がわかります。



これは ADA-MIP120-TI14 アダプタの図面です。

ADA-MIP120-TI14

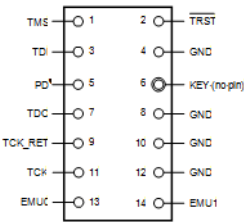


以下は ADA-MIPI20-TI14 アダプタのピンの定義です。

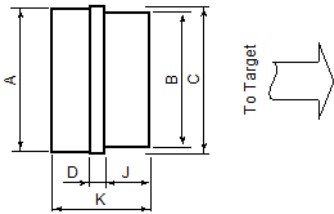
ピン	I-jet の方向	名前	説明
nTRST	出力	テストロジックリセット	デバイス中のすべてのテストとデバッグロジックを IEEE 1149.1 TAP とともにリセットする、アクティブ LOW 信号。
TCK	出力	テストクロック	これは、IEEE 1149.1 TAP ステートマシンとロジックを稼動するときに使用されるテストクロックです。
TMS	出力	テストモード選択	IEEE 1149.1 TAP ステートマシンの次の状態を指示します。
TDI	出力	テストデータ入力	デバイスへの IEEE 1149.1 スキャンデータ入力。
TDO	入力	テストデータ出力	デバイスからの IEEE 1149.1 スキャンデータ出力。
RTCK	入力	TCK リターン	適応クロックモードでのみ使用します。I-jet は RTCK をモニタして、次の TCK を送信するタイミングを決定します。
PD	入力	電源の検出	ターゲットデバイスの I/O 電圧に接続する必要があります。I-jet によって使用され、ターゲットの電源がアクティブかどうかを検出し、レベルトランスレータの JTAG 信号電圧基準を設定します。
EMU0	I/O	列挙 0	デバイスによっては、EMU ピンがブートモードや他の機能をサポートしています。I-jet はこのピンを使用しませんが、これは MIPI20 コネクタの TRACEDATA[2] ピンに送られます。正しくブートするためには、このピンはターゲット上でプルアップする必要があります。
EMU1	I/O	列挙 1	デバイスによっては、EMU ピンがブートモードや他の機能をサポートしています。I-jet はこのピンを使用しませんが、これは MIPI20 コネクタの TRACEDATA[3] ピンに送られます。正しくブートするためには、このピンはターゲット上でプルアップする必要があります。

表 10: ADA-MIPI20-TI14 アダプタピン定義

以下はターゲット cTI20 JTAG ヘッドのピン出力です。ピン 6 は、正しい方向を示すために使用されていません。



以下は ADA-MIP120-TI14 アダプタを上から見た寸法です。



A	18.9 mm
B	25.4 mm
C	19.4 mm
D	1.6 mm
J	9.6 mm
K	20.3 mm

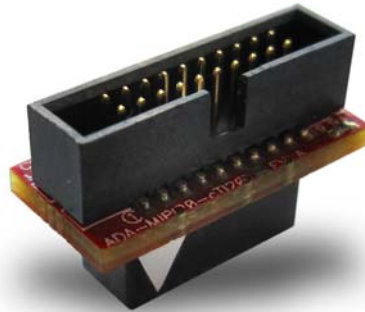
TI14 ヘッド情報（ターゲットボード用）

TI14 ヘッドは Samtec USA 製です。モデル番号は TSM-107-01-F-DV です。詳細については製造元のウェブサイトを参照してください。
<http://www.samtec.com/products/tsm>.

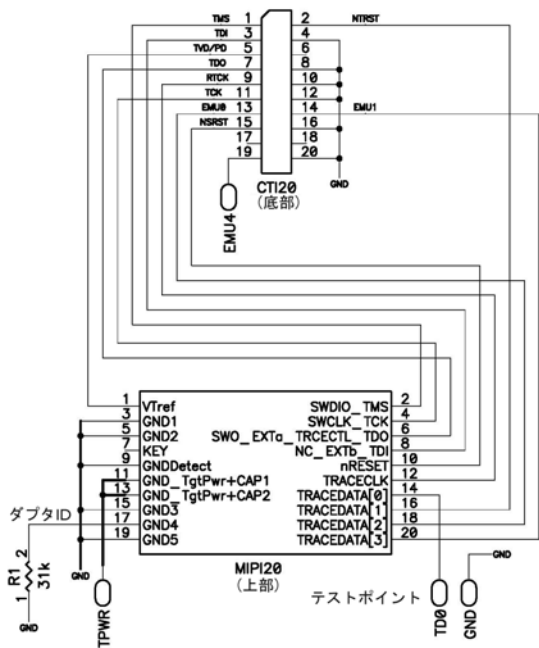
ADA-MIPI20-cTI20 アダプタ

ADA-MIPI20-cTI20 アダプタは、一部の新しい OMAP、DaVinci や他の TMS320、TMS470、TMS570 ターゲットボードで使用される、Texas Instruments のコンパクト 20 ピン JTAG インタフェースへの I-jet 標準 MIPI-20 ケーブルピン出力に適合します。

このアダプタは、I-jet MIPI-20 ケーブルに接続するための MIPI-20 オスヘッダが上部に、cTI-20 形式のメスヘッダ（ソケット）が下部にあります。cTI-20 JTAG ヘッダは 20 ピンのダブルロー、高密度 0.05 インチ × 0.1 インチ (1.27 mm × 2.56 mm) ピッチのコネクタで、キー（プラグ）は間違った接続を防ぐためにポジション 6 にあります。プラグがない場合、cTI-20 コネクタのピン 1 にある白い矢印で方向がわかります。



これは ADA-MIPI20-cTI20 アダプタの図面です。



以下は ADA-MIPI20-cTI20 アダプタのピンの定義です。

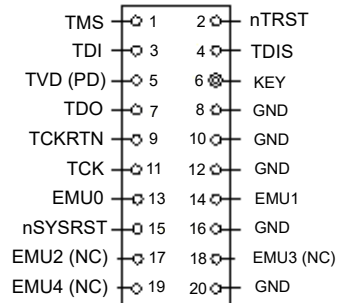
ピン	I-jet の方向	名前	説明
nTRST	出力	テストロジックリセット	デバイス中のすべてのテストとデバッグロジックを IEEE 1149.1 TAP とともにリセットする、アクティブ LOW 信号。
TCK	出力	テストクロック	IEEE 1149.1 TAP ステートマシンとロジックを稼働するためのテストクロックです。
TMS	出力	テストモード選択	IEEE 1149.1 TAP ステートマシンの次の状態を指示します。
TDI	出力	テストデータ入力	デバイスへの IEEE 1149.1 スキャンデータ入力。
TDO	入力	テストデータ出力	デバイスからの IEEE 1149.1 スキャンデータ出力。

表 11: ADA-MIPI20-TI20 アダプタピン定義

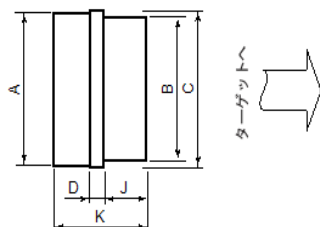
ピン	I-jet の方向	名前	説明
RTCK	入力	TCK リターン	適応クロックモードでのみ使用します。I-jet は RTCK をモニタして、次の TCK を送信するタイミングを決定します。
PD	入力	電源の検出	ターゲットデバイスの I/O 電圧に接続する必要があります。I-jet によって使用され、ターゲットの電源がアクティブかどうかを検出し、レベルトランスレータの JTAG 信号電圧基準を設定します。
EMU0	I/O	列挙 0	デバイスによっては、EMU ピンがブートモードや他の機能をサポートしています。I-jet はこのピンを使用しませんが、これは MIPI20 コネクタの TRACEDATA[2] ピンに送られます。正しくブートするためには、このピンはターゲット上でプルアップする必要があります。
EMU1	I/O	列挙 1	デバイスによっては、EMU ピンがブートモードや他の機能をサポートしています。I-jet はこのピンを使用しませんが、これは MIPI20 コネクタの TRACEDATA[3] ピンに送られます。正しくブートするためには、このピンはターゲット上でプルアップする必要があります。
nRESET	I/O	システムリセット	アクティブ LOW オープンコレクタ信号。デバイスおよびターゲットボードをリセットするために、I-jet で使用できます。 I-jet はこの信号を感知して、ユーザーやウォッチドッグタイマによってボードがいつリセットされたかを判断します。

表 11: ADA-MIPI20-TI20 アダプタピン定義 (続き)

以下はターゲット cTI20 JTAG ヘッダのピン出力です。ピン 6 は、正しい方向を示すために使用されていません。

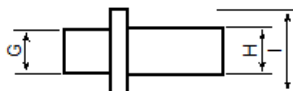


以下は、ADA-MIP120-cTI20 アダプタを上から見た寸法です。



A	18.9 mm
B	17.7 mm
C	19.4 mm
D	1.8 mm
J	6.0 mm
K	12.8 mm

以下は ADA-MIP120-cTI20 アダプタの側面図です。



G	0.5 mm
H	5.1 mm
I	9.1 mm

cTI20 ヘッダ情報 (ターゲットボード用)

cTI20 ヘッダは Samtec USA 製です。モデル番号は FTR-110-51-S-D-06 です。詳しくは、メーカーの Web サイト (<http://www.samtec.com/products/fttr>) を参照してください。

I-jet Trace

- 概要
- I-jet Trace の操作
- 技術仕様

概要

以下のトピックを解説します：

- I-jet Trace CM および I-jet Trace A/R/M インサーキットデバッグプローブ
- 要件
- ターゲット接続

I-jet Trace CM および I-jet Trace A/R/M インサーキットデバッグプローブ

I-jet Trace CM および I-jet Trace A/R/M はインサーキットデバッグプローブで、USB3 通信ポートの速度と電力の供給が可能のように設計されています。USB 2.0 にも対応していますが、速度が遅く電力の供給量が少ないためお勧めしません。

I-jet Trace CM および I-jet Trace A/R/M には、I-jet のすべての機能がありますが、パフォーマンスが強化されて ETM (Embedded Trace Macrocell) のサポートが加わったことにより、Cortex-M デバイス上で 1 ビット、2 ビット、または 4 ビットのトレースバスを介して命令とデータのリアルタイムのトレースが可能になっています。

I-jet Trace A/R/M は、詳細なデバッグと CoreSight™ デバッグ インターフェースにある ARM Cortex デバイス用のトレース機能を提供します。I-jet Trace A/R/M は最大 16 ビットまでトレースデータを収集できます。

注：このドキュメントで I-jet Trace と記載されている場合、明示的に指定されていない限り、I-jet Trace CM と I-Jet Trace A/R/M プローブの両方を意味します。

I-jet Trace CM は MIPI-20 ヘッダを介して、ターゲットボードに接続します。デフォルトでは、I-jet Trace A/R/M は Mictor-38 ヘッダを介してターゲットに

接続します。また MIPI20 ヘッドもサポートします。プローブは USB ポートを通じてホストコンピュータに接続します。



I-jet Trace は、プログラムカウンタ、変数、および電力測定データをホストコンピュータに送信して、プログラムの実行状況をリアルタイムで表示します。一般的な JTAG デバッグのほかに、I-jet Trace にはターゲットボードに電源を供給し、リアルタイムでプログラムを実行中に十分な精度で電力プロファイルを提供する機能があります。この機能を *Power デバッグ* といいます。

Cortex デバイスをデバッグするために、I-jet Trace は SWO (Serial Wire Output) をサポートしています。これは、プログラムの実行をトレースし、コードに事前定義されたポイントで変数を追跡するときに使用できます。

I-jet Trace インサーキットデバッグプローブは、ツールベンダによってはデバッグプローブ、デバッグアダプタ、JTAG インサーキットエミュレータなどと呼ばれています。

要件

I-jet Trace は、IAR Embedded Workbench® IDE に付属の IAR C-SPY® デバッグにより制御される必要があります。

ターゲット接続

以下のターゲットインタフェースがサポートされています。

- MIPI-20、最大 4 ビットのワイドトレース（部品番号 SHF-110-01-L-D）：JTAG、SWD、cJTAG、SWO、ETM
- トレースなしのデバッグ用の MIPI-10（部品番号 SHF-105-01-L-D）：JTAG、SWD、cJTAG、SWO
- トレースなしのデバッグ用の Arm-20（部品番号 HTST-110-01-L-DV）：JTAG、SWD、cJTAG、SWO
- 最大 16 ビットのワイドトレース用の Mictor-38（I-jet Trace A/R/M のみ）：JTAG、SWD、cJTAG、ETM、および SWO
- オプションのアダプタを介した MIPI-60（トレース付き）および TI-14/cTI-20（トレースなし）接続

I-jet Trace CM には、前面のパネルに MIPI-20 コネクタがあるほか、MIPI-20 と MIPI-10 ケーブル、さらに旧型の Arm-20 アダプタも付いています。

I-jet Trace A/R/M には、ターゲットボードに直接プラグできる Mictor-38 コネクタのアダプタボードが付いています。高速 Mictor コネクタを使用しないボードには、ポッドは、標準の MIPI-20 ヘッドもサポートします。

注：MIPI-20 と Mictor-38 ケーブルだけが ETM トレース機能をサポートしています。他のすべての接続（MIPI-10 と Arm-20）は、単純な JTAG/SWD/SWO/cJTAG デバッグ専用です。

すべての I-jet アダプタは、I-jet Trace と互換性があります。

I-jet Trace の操作

以下のタスクについて解説します。

- 設定とインストール
- ターゲットシステムの接続
- トレースの使用
- プローブファームウェアの更新

I-jet Trace を使用したデバッグの詳細は、『*Arm 用 C-SPY® デバッグガイド*を』参照してください。

設定とインストール

ソフトウェア

I-jet Trace を使用する前に、IAR Embedded Workbench for Arm をインストールする必要があります。情報は製品ボックスのインストールとライセンス登録・クイックリファレンスとライセンスガイドを参照してください。

プローブの設定

I-jet Trace では、特殊なドライバソフトウェアをインストールする必要はありません。I-jet Trace のすべてのドライバは通常、IAR Embedded Workbench のインストールの一部として自動的にインストールされます。

USB ドライバを手動でインストールする必要がある場合、
`%Program Files%IAR Systems%Embedded Workbench x.x%arm%drivers%ijet%
 USB3%32-bit または 64-bit`（使用するシステムに応じて異なります）に移動
 します。dpinst.exe アプリケーションを起動します。こうすることで、USB
 ドライバがインストールされます。

エミュレーション後 USB2 ポートで USB LED が 2 回、USB3 ポートで 3 回
 それぞれ点滅します。

同じホストコンピュータ上における複数の I-jet プローブの使用については、
 『Arm 用 C-SPY® デバッグガイド』を参照してください。

ターゲットシステムの接続

I-jet Trace プローブの起動

- 1 USB3 micro ケーブル、またはその他の互換性のある高品質の USB3 ケーブルを
 使用して、ホストコンピュータに I-jet Trace を接続します。
- 2 ターゲットボードのコネクタ（MIPI-20、MIPI-10、または Mictor-38）に合う
 ケーブルを使用して、I-jet Trace をターゲットボードに接続します。標準の
 JTAG コネクタを使用する場合、ADA-MIPI20-ARM20 アダプタを JTAG コネ
 クタに接続する必要があります。

注：上記の順序が逆になっても問題はありません。



破損を防ぐには、ターゲット GND と USB ホストの GND が同じレベルにあ
 必要があります。ホットプラグの状態にあるときは、PC とターゲットボー
 ドの電源が同じ接地されたコンセントまたは共通の接地されたデスクトップ
 電源コードに接続されているようにしてください。

I-jet Trace からターゲットの電源を供給

I-jet Trace は、MIPI-20 および Arm-20 接続を介してのみ、ターゲットのボードに電源を供給できます。Mictor インターフェースは、デバッグプローブからターゲットに電源を供給することはできません。

I-jet Trace CM は、USB3 ポートを使用しているときは、外付けの 5 V DC 電源のプラグなしで最大 200 mA で 4.66 V を供給できます。

I-jet Trace A/R/M は、ターゲットのボードに電源を入れるために、提供された (2 A で 5 V DC) 電源アダプタを使用する必要があります。ターゲットの電源を入れない場合は、I-jet Trace A/R/M は、USB3 ポートに接続されている限り、外付けの電源は必要ありません。

評価ボードの起動

評価ボードが対応している場合は、標準の Arm-20 コネクタの 19 ピン、または MIPI-20 コネクタの 11/13 ピンから I-jet Trace を介してボードに電源を供給できます。I-jet Trace から過電流防止の状態で、最高 400 mA までターゲットに電源を供給できます。ほとんどの IAR システムズの評価キットには、この方法で電源を供給可能な評価ボードが含まれています。これらのボードのほとんどにある電源ジャンパーが、使用する設定に合っているか確認してください。

注: C-SPY で [ダウンロードしてデバッグ] または [ダウンロードせずにデバッグ] コマンドを選択すると、ターゲットボードに I-Jet Trace 経由で電源が供給されますが、それまでは電源は入りません。

注: Power デバッグ機能を使用する唯一の方法は、I-jet Trace または I-scope から評価ボードに電源を供給するか、あるいは I-scope を使用することです。

トレースの使用

ETM トレースを使用するには、ターゲットボードに ETM/PTM トレースピン (通常は **TraceCLK** および **TraceDxx** という名称) のある Cortex デバイスが必要で、これらのピンはデバッグコネクタに接続されていなければなりません。一部のデバイスではトレースピンは多機能化されているため、負荷を最小限に抑えて信号の整合性を高められるように、これらのピンを PCB 上の他のロジックデバイスに接続しないよう注意してください。

C-SPY は MCU 上ですべての必要なレジスタを初期化および有効化し、ETM ポートが正しく機能するようにします。こうすることで、特別なユーザコードの実装が不要となります。ただし、アプリケーションコードを実行しても ETM トレースに使用される GPIO ピンに干渉 (リード、ライトなど) しないようにしてください。

I-jet Trace デバッグプローブの TRC LED は、トレースデータが収集されると緑になります。これは通常、トレースが C-SPY で有効になって実行コマンドが発行されたときに起こります。

トレースについての詳細は、『*Arm 用 C-SPY デバッグガイド*』を参照してください。

プローブファームウェアの更新

詳細については、9 ページの *プローブファームウェアの更新* を参照してください。

技術仕様

リファレンス情報：

- 42 ページの *I-jet Trace* パッケージ
- 43 ページの *モデル仕様*
- 45 ページの *ハードウェアのレビジョン履歴*
- 45 ページの *コネクタ*
- 47 ページの *インジケータ*
- 49 ページの *アダプタ*
- 53 ページの *ETM* トレース用にターゲットボードを設計
- 54 ページの *一般の PCB レイアウトのガイドライン*

I-jet Trace パッケージ

I-jet Trace A/R/M パッケージはさらに以下のものを含まます：

- I-jet Trace インサーキットデバッグプローブ
- MIPI-20 JTAG ケーブル
- MIPI-10 JTAG ケーブル
- USB3 A - Micro-B ケーブル
- ADA-MIPI20-ARM20 アダプタ
- ウェルカムレター

I-jet Trace A/R/M パッケージに追加で含まれているもの：

- 2つの 60 ワイヤフラットケーブルに接続された Mictor-38 アダプターボード

モデル仕様

I-jet Trace の仕様は以下のとおりです。

USB の速度	4.8 Gbps (USB 3 SuperSpeed)
	480 Mbps (USB 2.0 Hi-Speed)
USB 接続	USB 3 Micro-B (USB 2.0 Micro-B 互換)
ターゲット接続	MIPI-20 (ETM、JTAG、cJTAG、SWO、および SWD)
	MIPI-10 (JTAG と SWD)
	Arm-20 (JTAG と SWD)
	Mictor-38 (I-jet Trace A/R/M のみ) (ETM、JTAG、cJTAG、SWO、および SWD)
外部の DC 電源入力	5 V DC、2 A、0.05 in x 0.14 in (1.3 mm x 3.5 mm)
	(I-jet Trace CM には付属しない)
アダプタ付属	ADA-MIPI20-ARM20
デバッグインタフェース	ETM、JTAG、cJTAG、SWO、および SWD
JTAG/SWD/cJTAG 最大クロック	100 MHz
JTAG/SWD クロック立ち上がり / 立ち下がり時間	<= 2 ns
ETM 最大トレースクロック	I-jet Trace CM: 150 MHz
サポートされている SWO プロトコル	Manchester と UART
SWO サンプリング頻度	200 MHz
SWO 最大帯域幅	60 Mbps
ETM トレースメモリサイズ	I-jet Trace CM : 最大 256 MB
	I-jet Trace A/R/M : 最大 1 GB

ターゲットに電力供給 (4.1 V-4.6 V)	400 mA (最大)、USB 3 ポート使用 200 mA、USB 2 ポート使用 400 mA、外部 DC 電源使用 600 mA (I-jet Trace A/R/M のみ)
過負荷保護	~420 mA、USB 3 使用 ~220 mA、USB2 使用 ~620 mA、外付けの DC 電源 (2 A で 5 V)
ターゲット電力測定の分解能	~160 uA
ターゲット電力測定の速度	最高 200 ksp/s (秒あたりキロサンプル)
JTAG/SWD/ETM 電圧範囲	1.2 V ~ 5 V
ターゲット VTref からの電流引き込み	<50 uA
電力要件	3000 mW 最大 (USB または外部 DC から、ターゲットなし)
動作温度	32-86°F (0-30°C)
保管温度	32-176°F (0-80°C)

I-Jet Trace A/R/M 機能

上で指定したモデルに加えて、I-jet Trace A/R/M には次の機能があります。

- ETMv3、ETMv4、および PTM/PFT トレースに対応し、CoreSight のどんな Arm Cortex-A/R/M のインターフェースもデバッグ
- トレースポートは、合計 11.2 Gbit/ 秒の処理量に最大 350 MHz ダブルデータレート (DDR) (各トレースデータラインに 700 Msamples/ 秒) をサポート
- 最大 3.2 Gbytes/ 秒でトレースデータをストリーム
- 個々のビットの平行トレースデータスキューの自動調整で、PCB レイアウトや信号の整合性の問題を補正
- 自動トレースデータおよびクロック電圧のしきい値の調整で、ノイズがあつたり終端していないターゲットボードからも信頼できるトレースデータの収集が可能
- 正確なタイミング解析のために 5 ns 解像度の 64 ビットのタイムスタンプ (または CPU サイクルアキュレート)
- ターゲットボードに 200 mA 以下で電源が入る場合は、外付けの電源アダプタは必要ありません

ハードウェアのレビジョン履歴

I-jet Trace CM のバージョンは以下の通りです。

バージョン	仕様の変更	Date
バージョン A	IAR システム内部用バージョン	2014 年 3 月 24 日
バージョン B	製品バージョン	2014 年 5 月 26 日
バージョン C	nSRST に 100k のプルアップを追加	2014 年 11 月 26 日
バージョン CI	JTAG 出力ピンの電圧レベルを上げて、5 V デバイスとの互換性を改善	2015 年 5 月 15 日
バージョン D0	機能的な変更はなし (PCB 変更のみ)	2016 年 2 月 19 日
バージョン DI	機能的な変更はなし (PCB 変更のみ)	2016 年 7 月 28 日

表 12: I-jet Trace CM バージョン

I-jet Trace A/R/M のバージョンは以下の通りです。

バージョン	仕様の変更	Date
バージョン A	製品バージョン	2015 年 12 月 15 日
バージョン B	機能的な変更はなし (PCB 変更のみ)	2016 年 2 月 4 日

表 13: I-jet Trace A/R/M バージョン

バージョン、製造日、シリアル番号はプローブ裏面にあります。

注 : IAR Embedded Workbench で **[I-jet]** > **[EmuDiag]** を選択して **[EmuDiag]** ダイアログボックスを開くと、接続された I-jet のハードウェアとファームウェアのバージョンが分かります。

コネクタ

外部電力

I-jet Trace には、USB コネクタのすぐ横に小型 (1.35 mm × 3.5 mm) の外部電源コネクタがあります。これは、ホストコンピュータが I-jet Trace とターゲットボードに必要な電力を供給できない場合、いつでも使用できます。外付け電源は、I-jet Trace CM I-jet Trace CM には、最低 1 A で 5 V DC、I-jet Trace A/R/M には最低 2 A 供給する必要があります。

外部の電源が接続されている場合、電力のほぼすべてが外部電源から供給され、消費電力のより大きいターゲット (最大 600 mA) に I-jet Trace から電源を供給することができます。

I-scope コネクタ

プローブ側面の I-scope コネクタは、I-scope のアナログプローブを I-jet Trace に接続するために提供されています。

注：I-jet とは異なり、I-scope はターゲットボードに使用されている同じ MIPI-20 コネクタには接続できません。I-scope が I-jet Trace に接続されている場合、I-scope 上の Target コネクタは使用できません。

拡張コネクタ

この 30 ピンコネクタは将来用で、I-jet Trace に機能を追加することを前提にされています。

ターゲットコネクタ

I-jet Trace CM は、MIPI-20 コネクタが付属しています。これは、標準 20 ピンのフラットケーブル（含まれています）を、MIPI-20 のメスヘッダでターゲットに接続することができます。このターゲット接続は、JTAG/SWD/cJTAG デバッグ、および 1-、2-、または 4- ビット ETM または SWO トレースを可能にします。

I-jet Trace CM の MIPI-20 ピン出力は I-jet と同じです。

I-jet Trace A/R/M には、2 つの 60 ピンフラットケーブルが付いており、これはターゲットボードに直接プラグできる設計の Mictor-38 メスコネクタのアダプタボードに配置できます。

Mictor コネクタは、JTAG/SWD/cJTAG/SWO デバッグ、および最大 16 ビットワイドの ETM トレースを可能にします。

アダプタボードには、標準の MIPI-20 ヘッダが含まれており、これで Mictor 接続なしでターゲットボードに接続できます。

これは、I-jet Trace A/R/M の Mictor-38 ピン出力です。

信号	ピン	ピン	信号
	1	2	
	3	4	
GND	5	6	TRACECLK
TRIGIN	7	8	TRIGOUT
nSRST	9	10	EXTTRIG
TDO	11	12	VTREF
RTCK	13	14	VSUPPLY（未使用）
TCK	15	16	TRACEDATA[07]
TMS	17	18	TRACEDATA[06]
TDI	19	20	TRACEDATA[05]
nTRST	21	22	TRACEDATA[04]

表 14: I-jet Trace A/R/M の Mictor-38 ピン出力

信号	ピン	ピン	信号
TRACEDATA[15]	23	24	TRACEDATA[03]
TRACEDATA[14]	25	26	TRACEDATA[02]
TRACEDATA[13]	27	28	TRACEDATA[01]
TRACEDATA[12]	29	30	
TRACEDATA[11]	31	32	
TRACEDATA[10]	33	34	
TRACEDATA[09]	35	36	TRACECTL
TRACEDATA[08]	37	38	TRACEDATA[00]

表 14: I-jet Trace A/R/M の Mictor-38 ピン出力 (続き)

ターゲットボードの Mictor-38 用の接続コネクタは AMP/Tyco 5767054-1 です。



インジケータ

I-jet Trace の上部には 4 つの LED インジケータがあり、それぞれ **TRC**、**TPWR**、**DBG**、**USB** と記されています。次のインジケータとそのステータスの詳細を説明します。

- TRC インジケータ
- TPWR インジケータ (ターゲット電源)
- DBG インジケータ (JTAG/SWD/cJTAG)
- USB インジケータ

TRC インジケータ

インジケータのステータス	説明
オフ	トレースなし。
緑	トレースデータが有効でトレースクロックが存在します。
赤	トレースデータの収集が有効になっていますが、トレースクロックがありません。
オレンジの点滅	SWO トレースデータを収集しています。

表 15: TRC インジケータのステータス

TPWR インジケータ（ターゲット電源）

インジケータのステータス	説明
オフ	ターゲットへの電源が I-jet により供給されていない。
緑	ターゲットへの電源が I-jet により供給されている。
黄色	ワーニング。ターゲットへの電力が過電流の上限に近づいています。
赤	エラー。過電流の上限が検出され、保護のためにターゲットへの電源がオフになりました。

表 16: TPWR インジケータのステータス

DBG インジケータ (JTAG/SWD/cJTAG)

インジケータのステータス	説明
オフ	JTAG ヘッダの vTRef が低すぎる。
緑	vTRef が 1.2 V またはそれ以上。
緑の点滅	ターゲットからの JTAG/cJTAG/SWD 通信アクティビティを示します。

表 17: DBG インジケータのステータス

USB インジケータ

インジケータのステータス	説明
オフ	USB 電源なし。
緑が点灯	初期状態または転送なし。
緑の点滅	I-jet Trace 送受信の USB 転送。

表 18: USB インジケータのステータス

インジケータのステータス 説明

赤の点滅	USB エニュメレーション。
赤が点灯	USB がエニュメレートしなかったか、ハードウェアが破損しています。

表 18: USB インジケータのステータス (続き)

アダプタ

以下のアダプタの詳細を説明します。

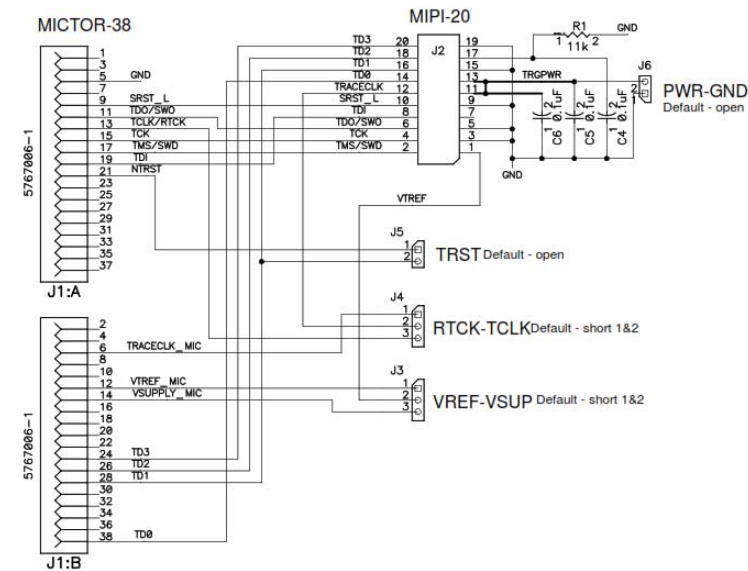
- ADA-MIPI20-MICTOR アダプタ
- ADA-MICTOR-MIPI60 アダプタ

ADA-MIPI20-MICTOR アダプタ

ADA-MIPI20-MICTOR アダプタは、I-jet Trace CM 標準 MIPI-20 ケーブルピン配列を、一部のターゲットボードで使用されている高速 Mictor 38 ピントレースコネクタに変換します。

このアダプタには、I-jet Trace CM MIPI-20 ケーブルを接続するために、上面に I-jet MIPI-20 オスヘッダがあり、Mictor スタイルのオスヘッダが PCB の端にまたがっています。この Mictor コネクタ (AMP/Tyco 576006-1) は、ピッチサイズ 0.064 mm のメス Mictor コネクタと接続します。例えば、AMP/Tyco 5767054-1 を使用できます。これらのコネクタにより、誤って挿入することを予防できます。





信号	ピン	ピン	信号
	1	2	
	3	4	
GND	5	6	TRACECLK
	7	8	
nSRST	9	10	
TDO	11	12	VTREF
RTCK*	13	14	VSUPPLY
TCK	15	16	
TMS	17	18	
TDI	19	20	
nTSRST*	21	22	
	23	24	TD[3]
	25	26	TD[2]
	27	28	TD[1]

表 19: ADA-MIP120-MICTOR アダプタピン出力

信号	ピン	ピン	信号
	29	30	
	31	32	
	33	34	
	35	36	
	37	38	TD[0]

表 19: ADA-MIP120-MICTOR アダプタピン出力 (続き)

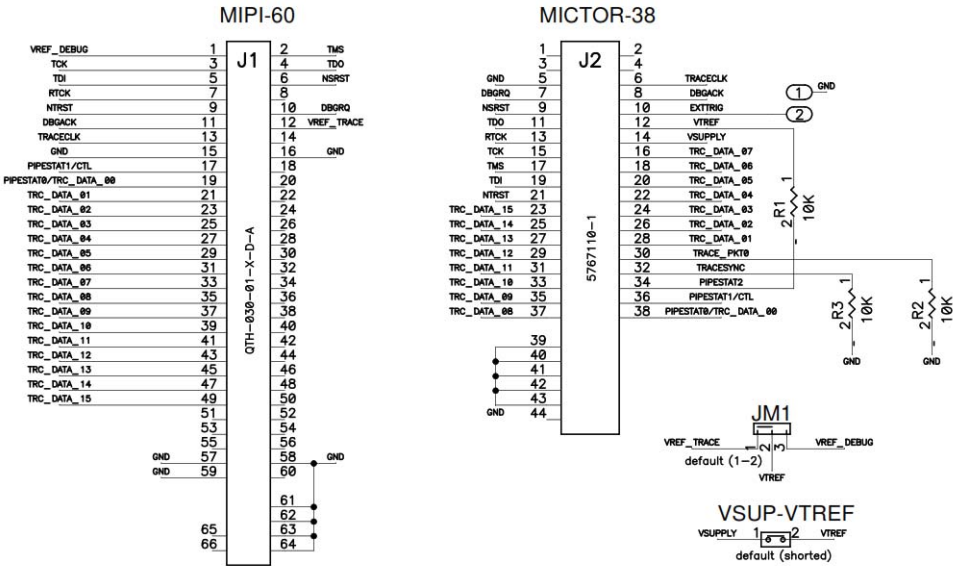
* これらのピンの機能は、アダプタのジャンパによって決定されます。

ADA-MICTOR-MIP160 アダプタ

ADA-MICTOR-MIP160 アダプタは、I-jet Trace A/R/M スタンダード Mictor-38 ピン出力を一部のターゲットボードで使用される MIPI-60 トレースコネクタに変換します。アダプタには、上面に I-jet Trace A/R/M を接続するための Mictor-38 メスコネクタがあり、下面には MIPI-60 スタイル オスヘッダがあります。

この MIPI-60 コネクタ (Samtec QTH-030-01-F-D-A) は、ピッチサイズ 0.5 mm の MIPI-60 メスコネクタでターゲットボードに接続できます。例えば、Samtec QSH-030-01-F-D-A を使用できます。これらのコネクタにより、誤って挿入することを予防できます。





信号	ピン	ピン	信号
VREF DEBUG	1	2	TMS
TCK	3	4	TDO
TDI	5	6	nSRST
RTCK	7	8	
nTRST	9	10	DBGREQ
DBGACK	11	12	VREF TRACE
TRACECLK	13	14	
GND	15	16	GND
TRACCTL	17	18	
TRACEDATA[00]	19	20	
TRACEDATA[01]	21	22	
TRACEDATA[02]	23	24	
TRACEDATA[03]	25	26	

表 20: ADA-MICTOR-MIP160 アダプタピン出力

信号	ピン	ピン	信号
TRACEDATA[04]	27	28	
TRACEDATA[05]	29	30	
TRACEDATA[06]	31	32	
TRACEDATA[07]	33	34	
TRACEDATA[08]	35	36	
TRACEDATA[09]	37	38	
TRACEDATA[10]	39	40	
TRACEDATA[11]	41	42	
TRACEDATA[12]	43	44	
TRACEDATA[13]	45	46	
TRACEDATA[14]	47	48	
TRACEDATA[15]	49	50	
	51	52	
	53	54	
	55	56	
GND	57	58	GND
GND	59	60	

表 20: ADA-MICTOR-MIP160 アダプタピン出力 (続き)

ETM トレース用にターゲットボードを設計

ETM トレースポートシグナルの立ち上がり時間と立ち下がり時間は非常に速いため（トレース周波数にかかわらず）、コネクタに到達する前にトレースシグナルが歪まないようにターゲット PCB を適切に設計することがとても重要です。

最良の結果を得るために、HyperLinx（又は同様のシグナル整合ソフトウェア）を使用して ETM トレースシグナルを配線済み PCB 上のシグナル整合性についてシミュレートすることが推奨されています。

そのような SI ツールは、MCU トレースポートラインの出力インピーダンスと立ち上がり / 立ち下がり時間、PCB トレースの長さ、形状、インピーダンス、積層構造の形状、および PCB 材料の誘電特性等を考慮し、トレースコネクタ、またはパスに沿ったその他の場所での波形結果をシミュレートしたグラフを提供します。

波形結果が歪んでいる場合、ほとんどのシミュレーションツールは、それぞれのトレースラインの最適な直列終端抵抗を決定することに役立ちます。



重要: すべてのトレース データラインおよびトレースクロックは、MCU ソースピンの近くに直列抵抗を配置する必要があります。抵抗値は、シミュレーションツールにより決定される、トレースコネクタのオシロスコープでのライブ信号を調べることによって実験的に見つけることができます。

一般の PCB レイアウトのガイドライン

4- ビット ETM トレース

Cortex-M デバイスには、4- ビットの ETM トレースポートだけがあります。これらのトレース信号は、標準 0.05 インチ × 0.05 インチ (1.27mm × 1.27mm) MIPI-20 コネクタヘッダを経由する必要があります。

4- ビットの ETM+JTAG デバッグ コネクタ用に推奨された部品番号は、Samtec の SHF-110-01-L-D-SM、またはその他の互換性のあるカバー付きのヘッダです。ヘッダは、MCU の近く (75mm 以内) に配置します。アクティブな信号が偶数ピン側にあるため、偶数ピンが MCU の方向を向くようにします。

16- ビット ETM トレース

ほとんどの Cortex-R および Cortex-A デバイスには 16- ビットトレースポートがあります。より高速にするには、信号を 38- ピン Mictor コネクタに接続し、シグナルスキューを最小限にするために、MCU からのトラックの長さが、0.5 インチ (12.5 mm) 以内となるようにしてください。

16- ビットの ETM+JTAG デバッグ コネクタ用に推奨された部品番号は、AMP/Tyco からの 5767110-1 です。

Mictor コネクタは、高速信号 (10 Gb/s) を実行するように設計されており、50 Ohm のインピーダンス特性があります。信号の歪みを除去するためには、PCB の ETM トレース信号も 50 Ohm のインピーダンスにする必要があります。コネクタは、MCU の近く (75 mm 以下) に配置する必要があります。

PCB 配線

これらは PCB 配線に役立つヒントです。

- 直列終端を使用します
それぞれのトレース シグナルのソース (MCU) の近くに、直列抵抗を配置します。
- クロストークを最小にします
すべての高速 (高速上昇 / 下降時間) シグナルをその他のシグナルから離すことで、クロストークを最小に抑えます。TRACECLK シグナルには特に注意が必要です。

- シグナルスキューを最小にします
個々のトレースポートトラックの長さを 12.5mm 以内に維持します。
- インピーダンスの一致
トレースシグナルのインピーダンス 50 Ohm をデバッグ コネクタとデバッグプローブのインピーダンスと一致させます。
- シグナルのビアを最小限にし、トラックスタブを回避します。
これはインピーダンスの不一致、シグナルの反射、およびおよび歪みを引き起こす可能性があります。
- トレースピンの多機能化を回避
その他の機能のあるトレースピンの多機能化は、トラックの長さを増大し、電気容量とインダクタンスを追加するので、回避する必要があります。多機能化が必要な場合は、設計者は、シグナルのトレースが適切に機能するには、ゆがみすぎている際に、その他のロジックからトレースピンを切断するために、ジャンパーを追加する必要があります。
- 接地および電力プレーンの使用
接地および電力プレーンを使用すると、電力障害に役立つだけでなく、高速のシグナルと接地への一番短いリターンパスを提供し、その結果シグナルの損失を減らすことができます。またトレースインピーダンスマッチングをより容易でより一貫性のあるものにします。

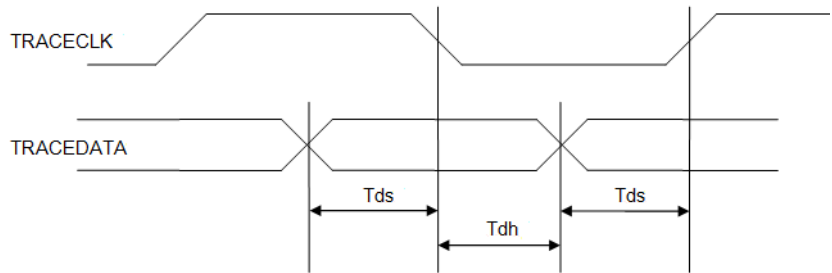
トレースシグナル要件

I-jet Trace は、DDR（ダブルデータレート）クロックモードをサポートします。つまり、データは TRACECLK シグナルの両エッジの出力です。MCU ETM ロジックとターゲットボードの PCB レイアウトのさまざまなバリエーションがある中で安定させるには、I-jet Trace にロジックを含めて、78 ps ステップで最大 2.5 ns まで TRACECLK とそれぞれの TRACEDATA シグナルを遅滞させます。このロジックは、自動的にトレースクロックのあるすべてのトレースデータライン同期して、最適なトレースデータコレクションを取得するために使用されます。

データのセットアップとホールド

次のグラフと表には、TRACECLK に関するトレースシグナルの最小セットアップとホールド時間の要件が示されています。これらの時間は MCU 製造

元によって変更されるので、下の表のデータとは異なる場合があります。
よってここで示すものは、例のみです。



パラメータ	値	説明
Tds	0.75 ns (最小)	データセットアップ時間
Tdh	0.75 ns (最小)	データホールド時間

表 21: データのセットアップとホールド時間



重要：最小のセットアップおよびテーブルのホールド時間は、データの有効時間の長さほど重要ではありません。I-jet プロブ内のロジックは、TRACECLK および TRACEDATA シグナルを必要に応じて、最大 2.5 ns まで遅滞できるからです。最高の結果を得るには、トレースの有効データ (Tds + Tdh) をできるだけ長くすることです。MCU または ASIC でそれを達成する一番有効な方法は、トレースデータが、High または Low DDR TRACECLK シグナルの途中で変更されることです。この方法を行うと、トレースデータの有効な時間が最大になり、データのセットアップとホールド時間が、与えられた周波数で最大になります。

しきい値の切り替え

I-jet Trace は、デバッグコネクタのターゲットシグナルの参照電力 (VTref) を測定し、自動的にそのしきい値の切り替えを VTref の 1/2 に調節します。例えば、3.3 V ターゲットシステムでは、しきい値の切り替えは 1.65 V に設定されます。

I-scope

- 概要
- I-scope の操作
- 技術仕様

概要

以下のトピックを解説します：

- I-scope を使用する理由
- I-scope の使用要件
- I-scope プローブ
- I-scope を使用した電流および電圧測定

I-scope を使用する理由

I-scope を使用する主な利点は、アプリケーション実行の電力データをリアルタイムで把握し、電力プロファイルを参照して電力効率を上げるためにコードを最適化できることです。C-SPY のタイムラインウィンドウには、アプリケーションソースコードと比較した電力データが表示され、プログラムのフロー用に電力を解析することができます。

解析によって、どの関数および周辺ユニットがより多くの電力を消費するか、どの I/O アクティビティが電流の急上昇を引き起こすか、さまざまなスリープモードまたはメインのアイドルループで MCU がどれだけ電力を消費するか、といったことが明らかになります。取得されたデータを使用して、設計の消費電力を抑え、GPIO および周辺ユニットを初期化して、ターゲットのパフォーマンスを犠牲にせず、最高の電力効率を達成することができます。

I-scope の使用要件

I-scope プローブを使用するには、以下が必要です。

- SWO (Serial Wire Output) 搭載の Arm Cortex-M コア

I-scope プローブ

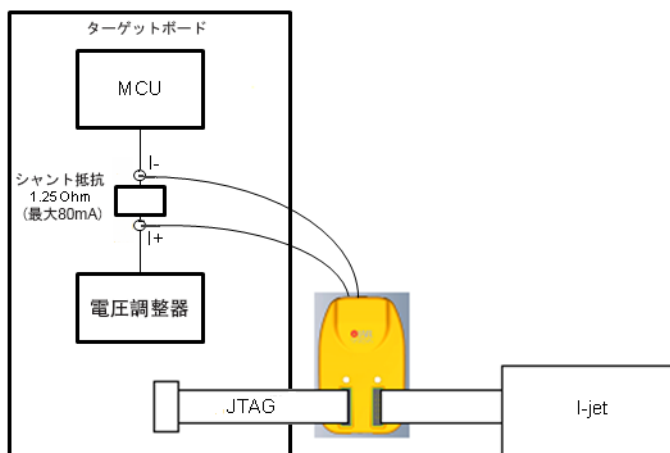
I-jet/I-jet Trace 用 IAR I-scope は、I-jet/I-jet Trace インサーキットデバッグプローブとターゲットボードの間に接続します。I-scope によって、詳細な電流と電圧の測定機能が I-jet/I-jet Trace に加わります。これらの測定はターゲット

ボードのどの指定位置でも実行でき、IAR C-SPY デバッガによってリアルタイムで表示されます。

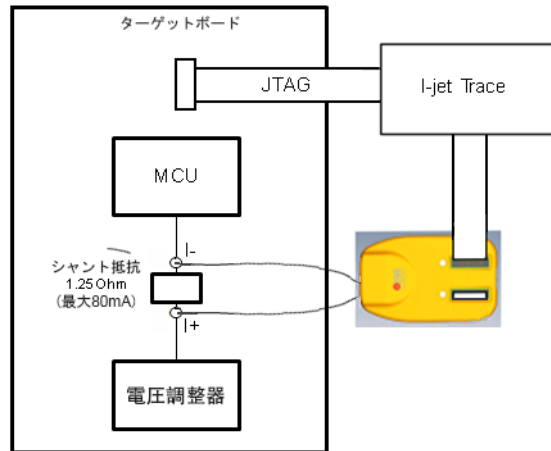
I-scope を使用した電流および電圧測定

I-scope には、電流と電圧の測定用に 12 ビットの A/D コンバータが含まれています。電流の入力は、感度の高い差動増幅器を使用して実装します。電流の測定は、ターゲットボード上のシャント抵抗に 2 つの差動電流測定リード (I+ と I-) を接続して行います。

次の図は、I-jet およびターゲットボードに接続された I-scope を示します。



次の図は、I-jet Trace およびターゲットボードに接続された I-scope を示します。



多くのハードウェアエンジニアはボードに小さいシャント抵抗を追加して、特定のロジックブロックやデバイスから供給される電流を測定します（デジタル電圧計を使用）。この方法は主に、開発の初期段階で使用されます。シャント抵抗は測定する電力レールとともに並列で配置され、電圧降下によりロジックブロックや MCU が電圧の最小要件範囲外とならないように小型でなければなりません。ほとんどの MCU の電源電圧は通常 Vdd 値の 100 mV 以内に指定されるため、I-scope が最大 100 mV の電圧ドロップを提供するシャント抵抗と連携するよう設計されているのはこのためです。

シャント抵抗値の計算は非常にシンプルです。選択したクロック速度および有効になっているすべての周辺機器での MCU の最大動作電流が 80 mA とすると、オームの法則によりシャント抵抗の値は次のようになります。

$$R = V/I = 0.1 \text{ V} / 0.08 \text{ A} = 1.25 \Omega$$

この例に基づいて、電力プローブのダイナミックレンジは約 20 uA (80 mA/4096) から 80 mA となります。

測定で正確な値を得るために、1%（またはそれ以上）の抵抗を使用することをお勧めします。計算された値が標準の抵抗の値に一致しない場合、次に小さい値を選択してください。この例では、次に小さい標準の抵抗の値は 1.24 Ω です。

より大きな抵抗の値も使用できますが、I-scope は 110 mV で許容最大値となり、それ以上は遮断されます。低レベルの電流を測定する場合、かなり大き

いシャント抵抗を使えば優れた解像度が得られます。MCU が高電流モードになるときに、MCU Vdd ラインがメーカーの許容最小値を下回らないように注意してください。特定のプロセッサの最小値について詳しくは、そのデータシートを参照してください。

電流測定値を MCU の実際の消費電力に変換するために、I-scope はシャント抵抗の I- 端子の電圧を自動的に測定します。

I-scope は最大 200 kHz のサンプリングレートで電流と電圧を測定し、それを I-jet/I-jet Trace に送信します。データは実行中の MCU のプログラムカウンタと同期され（使用可能な場合）、リアルタイム表示と C-SPY を使用した解析が可能になります。

C-SPY を使用した Power デバッグについて詳しくは、『*Arm 用 C-SPY デバッグガイド*』を参照してください。

I-scope の操作

以下のタスクについて解説します。

- インストール

インストール

- 1 付属の MIPI-20 を使用して I-scope を I-jet/I-jet Trace に接続します。
- 2 I-jet/I-jet Trace に付属の MIPI-20 ケーブルを使用して、ターゲットを I-scope に接続します。
- 3 IAR Embedded Workbench を起動して、プロジェクトを選択します。
- 4 電流を測定するには、I+ のリードと I- のリードをボード上のシャント抵抗をまたいで接続します。I+ リードは電圧の高い側（電圧調整器または電源から来ている方）に接続してください。リードが逆になっていると、[タイムライン] ウィンドウの Power グラフで現在の電流と電力が 0 というように表示されます。

電圧を測定するには、1 つまたは複数の I+, V1、V2、V3 スコープチャンネルを、モニタする任意の電圧テストポイントに接続します。
- 5 IAR Embedded Workbench の C-SPY ドライバのメニューで、[Power ログの設定] を選択して [Power ログの設定] ウィンドウにシャント抵抗の値を入力します。

- 6 アプリケーションを起動します。Power ロギングを有効にするには、[Power ログ] ウィンドウのコンテキストメニューまたは [タイムライン] ウィンドウの Power ロググラフのコンテキストメニューから [有効化] を選択します。[タイムライン] ウィンドウの Power グラフに示される電力と電圧のデータは、MCU プログラムの実行中にリアルタイムで表示されます。

技術仕様

リファレンス情報：

- 61 ページの *I-scope* パッケージ
- 62 ページの *外部の特徴*
- 63 ページの *I-scope* プローブの仕様

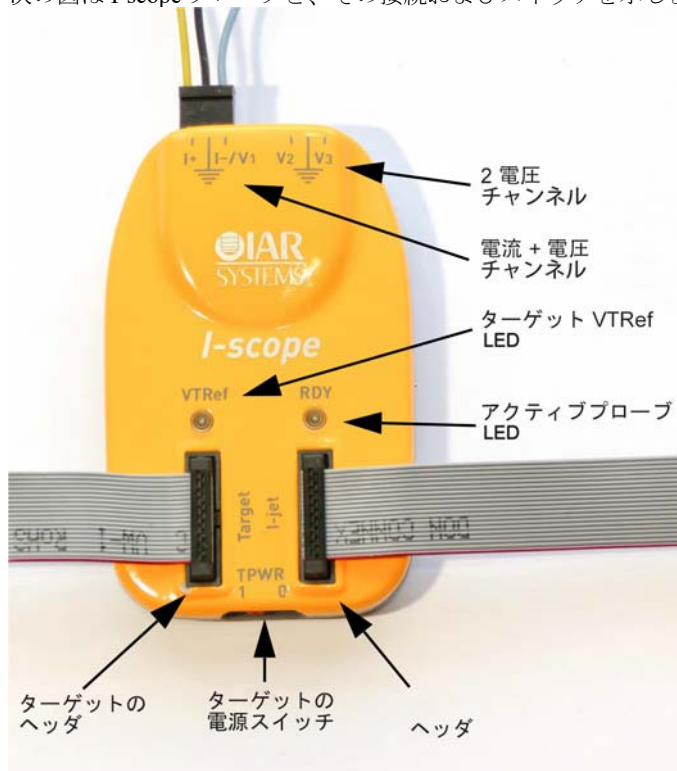
I-scope パッケージ

I-scope パッケージの内容は以下の通りです：

- I-scope プロローブ
- I-jet/I-jet Trace に接続するための短い MIPI-20 フラットケーブル
- それぞれに 3 つのフライングテスト用リードがついた 2 つのプロローブ
- 6 つのグラバークリップ
- ウェルカムレター

外部の特徴

次の図は I-scope プローブと、その接続およびスイッチを示します。



これらは I-scope の接続およびスイッチの説明です。

I+ ショント抵抗の電流プローブのプラス側（より電圧の高い方）。MCU への電源供給線では、このリードはショント抵抗（Vdd または Vcc）の電源供給側に入ります。



ターゲットへのアナログ接地。この接続はプローブがターゲットの JTAG ヘッダに接続されている場合はオプションですが、より正確な測定が必要なときに使用してください。

I-V1	<p>シャント抵抗の電流プローブのマイナス側（より電圧の低い方）。MCU のへの電源供給線では、このリードはシャント抵抗の MCU 側（負荷の側）に取り付けてください。</p> <p>シャント抵抗は、MCU が最大消費電流で動作しているときに約 100 mV の電圧降下が可能なように計算する必要があります。</p> <p>グラウンドに対する電圧を、この入力で個別に測定することができます。これによって、選択した測定ポイントで電流と電圧の両方を測定できます。</p>
V2	0 V から 6 V の電圧を測定するための電圧プローブチャンネル。
V3	0 V から 6 V の電圧を測定するための電圧プローブチャンネル。
VTRef	ターゲットの電圧が > 1.65 V になると、ターゲットの基準電圧の LED が緑に変わります。これは I-jet/I-jet Trace が動作するターゲットの最小電圧です。
RDY	電力プローブが有効になると、Ready の LED がすぐに黄色に変わります。I-jet/I-jet Trace がプローブを調整した後、RDY LED は緑に変わって I-scope を使用する準備ができたことを示します。
ターゲット	ターゲットのボード JTAG ヘッドに入るケーブルのコネクタ。
I-jet	I-jet/I-jet Trace に入るケーブルのコネクタ。
TPWR	ターゲットの電源スイッチ。0（オフ）の位置では、I-jet/I-jet Trace ターゲットの電力レール (TPWR) が切断されてターゲットに行かなくなります。デフォルトの位置は 1（オン）で、この状態では I-jet/I-jet Trace が 5 V の電力をターゲットボードに供給できます。ただし、ターゲットボードの電力測定は正確にはならないため、I-scope が接続されているときは使用しないでください。

I-scope プローブの仕様

サイズ（幅 x 長さ x 高さ）	2.75 in x 1.73 in x 0.55 in (70 mm x 44 mm x 14 mm)
ADC 解像度	12 ビット
最大サンプリングレート	200 ksps
V1、V2、V3 の電圧チャンネル範囲	0 ～ 6 V
V1、V2、V3 の電圧チャンネル解像度	1.49 mV (1 LSB)

V1、V2、V3 の電圧チャンネル精度 2.98 mV (2 LSB)

I+ プローブと I- プローブ間の最大差動電圧 110 mV

以下はシャント抵抗値ごとの I-scope 仕様です。

	1 Ω シャント	10 Ω シャント	100 Ω シャント
電流チャンネル解像度	26.8 uA	2.68 uA	0.268 uA
電流チャンネル精度	53.7 uA	5.37 uA	0.537 uA
電流チャンネル測定範囲	0-110 mA	0-11 mA	0-1.1 mA
アプリケーション	汎用の MCU 電流および電力測定	低電力の MCU 電流および電力測定	パワーダウンおよびスリープモードでの消費電流の測定

表 22: シャント抵抗値ごとの I-scope 仕様