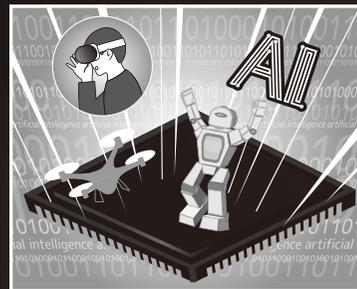


AI, RISC-V, ベクトル・プロセッサ…

# 新時代の プロセッサ開発技術



第3回 RISC-Vの命令トレース仕様みるデバッグ&amp;トレース機能

大久保 直昭

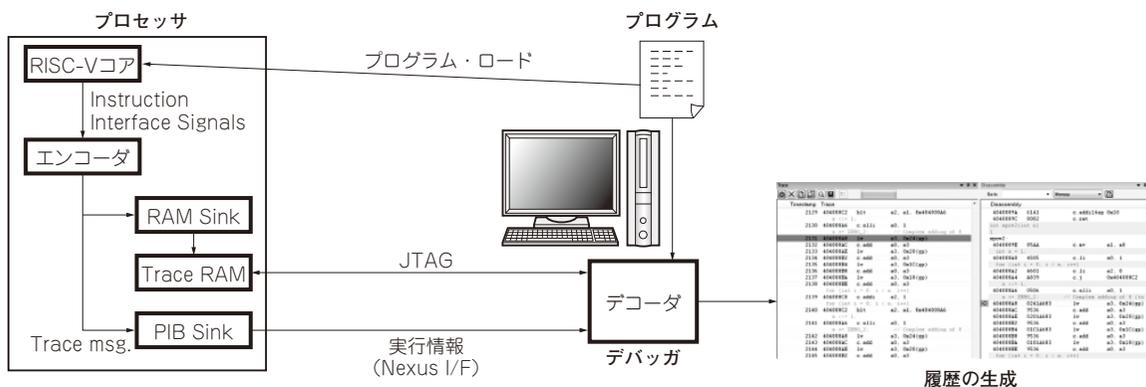


図1 トレース情報の生成, プロセッサ内の構成

本連載では電子システムのアプリケーションを支える屋台骨のプロセッサについて市場、技術の最新動向を分かりやすくお伝えします。半導体の中でもその最先端を走るプロセッサを支える技術を知ることにより、半導体ひいては電子システムのトレンドを把握する事ができ、ソフトウェアを開発する立場でも、より多面的にハードウェアからソフトウェアまで含めたシステムを捉えることができるようになります。

## ● 今回のテーマ

本稿では、普段あまり意識されないプロセッサ開発側の視点でデバッグ機能を取り上げます。その中でも、トレース機能を実現するためにプロセッサ側が持つべき機能要件、およびデバッガ側と連携したトレース情報の生成方法について、承認に向けて仕様が固まりつつあるRISC-V N-Trace<sup>(1)</sup>の命令トレース仕様を例に挙げて解説します。

### プロセッサ開発でも重要! デバッグ&トレース機能

ソフトウェア開発者にとっては、作成したプログラムがプロセッサ上で意図通り動作し、所望の実行性能を満たすことを確認する手段は欠かせません。従っ

て、プロセッサの開発においては、ICE (In-Circuit Emulator)<sup>注1</sup>と接続して任意の命令実行箇所でのプロセッサの動作を停止(ブレーク)し、そのときのレジスタやメモリの値が観測できるデバッグ機能を実装しておく必要があります。

プログラムの処理時間を実時間で観測したり、プロセッサが止まってしまうと観測が難しくなるような、プロセッサ外のリソースやインターフェースを介した動作などを解析したりする手段が求められる場合は、実行された命令やデータの履歴を実動作に基づいて取得・解析できるトレース機能の実装が必要です。

トレース機能はICEやデバッグ・ツールのアドオンとして提供されることが多く、ユーザに多様なデバッグ機能を追加で提供可能となるため、プロセッサの商品価値向上の点で重要です。

### デバッグ&トレース機能の実装要件

プロセッサは通常高い周波数で動作するため、実行された命令の情報を単純にプロセッサ側で全て記録する方法では、大容量・広帯域なリソースが必要になってしまいます。そのため、トレース機能はプロセッサが必要最低限の命令実行情報をデバッガ側に送信し、デバッガ側がプロセッサにロードされているプログラ

注1:プロセッサを持つ組み込みシステムに接続し、開発・デバッグを行うためのツール。プログラムを書き込んだり、動作を制御・監視したりすることができる。