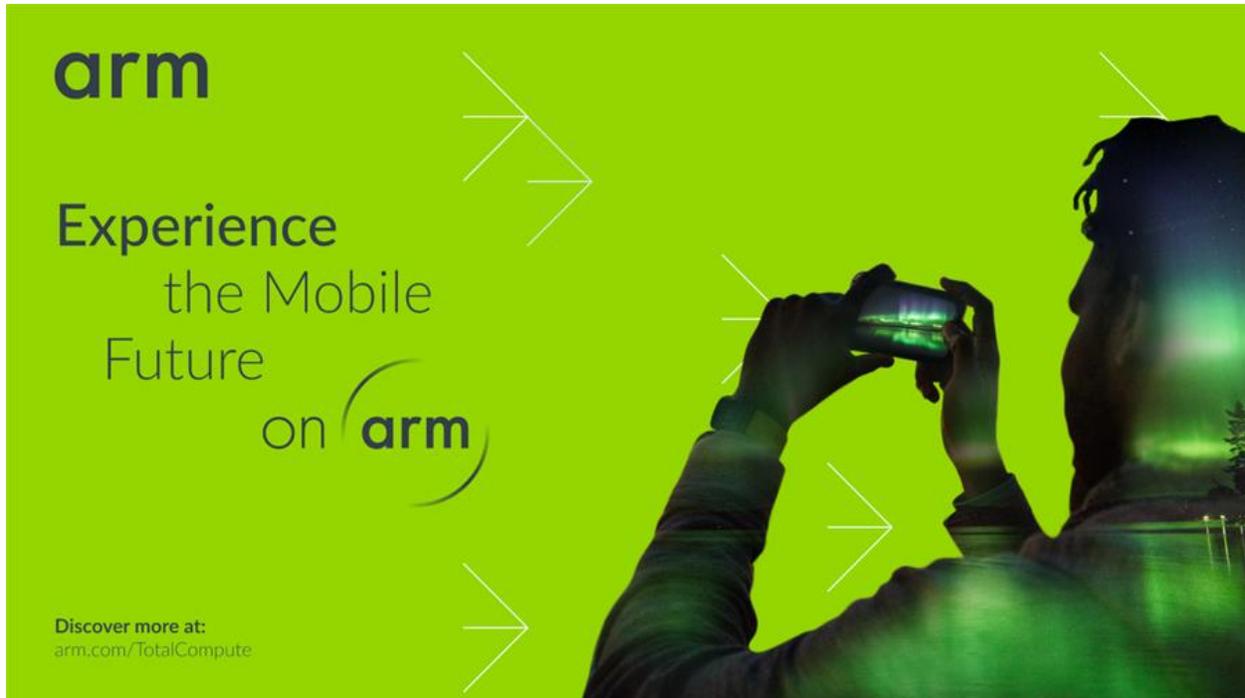


Total Compute ソリューション (TCS23) :

モバイルコンピューティングの総合プラットフォーム

本資料は [Arm Community ブログ](#) の翻訳です。



[Kinjal Dave](#)、ソリューション管理担当シニアディレクター

2021年に発売された [Arm Total Compute ソリューション](#) は、シームレスに協調するよう設計・最適化された包括的な IP パッケージです。このソリューションにより SoC（システムオンチップ）設計者は、インターコネク用サードパーティシステム IP、システムレベルキャッシュ（SLC）、メモリ管理ユニット（MMC）の開発、それらすべての CPU/GPU クラスタへの統合など、演算サブシステムの構築と設定における多くの困難に対処できます。Arm Total Compute ソリューションは、SoC 設計の簡素化を通じてエンジニアリングコストとリソースを軽減し、製品開発期間を短縮します。このためデバイスメーカーは、自社製品の商業的価値、すなわちハードウェアとソフトウェアの差別化に力を注ぐことができます。

先行世代と同様、新しい Arm Total Compute ソリューション (TCS23) は、このような主な SoC 設計上の問題を軽減するほか、複雑なユーザー体験への需要、新しいソフトウェア機能、

性能と効率の継続的な向上ニーズなど、モバイルコンピューティングの幅広いトレンドに対応します。このような課題は、シリコンベンダーが複雑な SoC の構築を求められるプレミアム・モバイル市場に特に顕著です。新しい Armv9.2 アーキテクチャを採用した TCS23 は、パートナー各社が最新の手法で電力効率や性能を引き上げ、最高峰のプレミアム・モバイル SoC を構築することを可能にします。パートナー各社は、各種の設定や拡張可能なコンピューティングソリューションを作成し、幅広いコンシューマー市場に TCS23 を活用することも可能です。

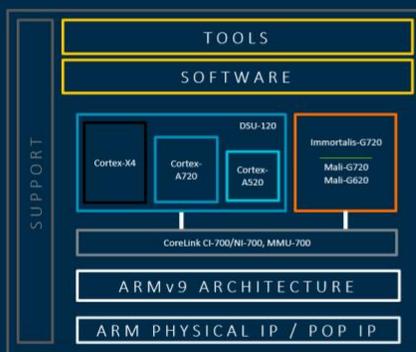
TCS23 の内側

TCS23 は、以下のように CPU、GPU、システム IP に最新の Arm IP を統合し、次世代のモバイル機器における多様なコンピューティング機能と用途に対応します。

- 最新の第 5 世代 GPU アーキテクチャをベースとし、Arm 最高の性能とエネルギー効率を誇る GPU (Immortalis-G720、Mali-G720、Mali-G620)
- 性能、効率、消費電力を 2 倍に向上させる Armv9.2 コンピューティング・クラスター (新しい Cortex-X4、Cortex-A720、Cortex-A520 CPU、新しい DynamIQ Shared Unit、DSU-120)

新しい IP はいずれもシステムレベルの最適化により、TCS23 プラットフォーム全体で拡張性と効率向上を実現します。

TCS23: New Generation of Total Compute Solutions



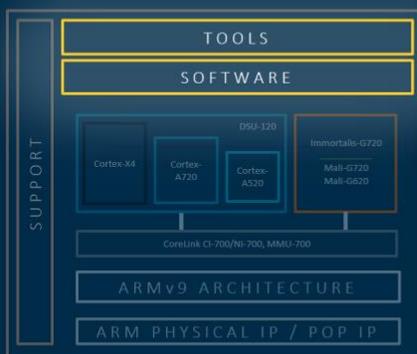
© 2023 Arm



TCS23 は、最新の IP に加え、Android OS に対応する開発ツール、設計、最適化、そして SoC 設計を高速化する物理実装サポートも提供します。

Arm は、開発者が [Arm v9 アーキテクチャ](#) で機械学習 (ML) ワークロードの実行を最適化できるように、[Arm NN](#)、[Arm Compute Library](#) などのライブラリソフトウェアの開発も継続しています。年頭以来、Arm NN と Arm Compute Library は Android の Google アプリで利用され、すでに 1 億人のアクティブユーザーがいます。Arm は、アップストリームの Android カーネルにおける Arm IP や新しい機能のシームレスな導入にも取り組んでいます。

TCS23: New Generation of Total Compute Solutions



Better Software on 

Development tools to
accelerate SoC design for Arm's
2023 platform

 **arm NN**
arm
COMPUTE LIBRARY

© 2023 Arm



Arm は、Arm ベースのモバイル機器で開発者がアプリを最適化できるよう、TCS23 を通じて幅広い無償ツールやリソースも提供しています。世界で 900 万人のモバイル開発者に利用されている Arm は、より短時間で簡単かつ安全に、Arm 上で Arm に対応するソフトウェアを記述するための柔軟性と共通性を提供しています。ゲームに関しては、大手ゲームエンジンとの緊密な提携により、グラフィックツールに拡張性の高いゲーム最適化機能を持たせるとともに、[詳細なリソース](#)で開発者それぞれのゲームコンテンツ作成をサポートします。

最後に、最適化された[フィジカル IP](#)では、Arm IP を最先端のノードで実装できます。

TCS23: New Generation of Total Compute Solutions



TCS23 – プレミアム、性能、効率

TCS23 の構成は、主にプレミアム、性能、効率の3つに分類され、それぞれ異なるデバイス、用途、演算条件に対応します。

プレミアム

TCS23（プレミアム）は、スマートフォンやノート PC の主力機種や上位機種に求められるトップレベルの性能と演算処理を想定して設計されています。システム全体の性能と効率を高めることで、迫力のある滑らかな AAA モバイルゲーム体験、画像/映像修正など AI の高度な活用、デバイスのマルチタスキングなどに貢献します。TCS23（プレミアム）は、高性能に加え、数日の使用にも耐える高い電力効率を備えています。

性能

TCS23（性能）は、プレミアム DTV、セットトップボックス（STB）、ミッドレンジのスマートフォンなど、複数のコンシューマー機器の演算要件を想定しています。目的は、高いグラフィックス/演算性能、拡張性、優れたユーザー体験の提供です。高度なグラフィックスと演算性

能は、このようなデバイスでのマルチタスキングのほか、アプリの起動や切り替えなどで極めてスムーズな体験を実現します。たとえば DTV では、動画をストリーミングしながらビデオ電話で話したり、画面に AI アプリを重ねたりすることができます。高い性能は、高度な ML 機能によるカメラや動画のユーザー体験向上にも貢献します。

効率

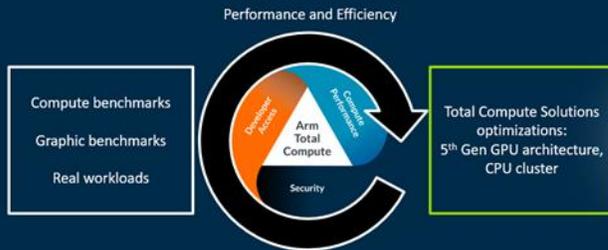
TCS23（効率）は、消費電力、コスト、実装面積効率に優れた拡張性の高いソリューションです。エントリーレベルの DTV、セットトップボックス（STB）、スマートウォッチを含むウェアラブルデバイスなど、電力効率が最優先されるデバイス向けに設計されています。Arm IP とシステムレベルの両方における優れた電力効率により、パートナー各社は長いバッテリー寿命を持つ次世代の製品を設計できます。このほか TCS23 には多様な構成オプションがあり、新しい Cortex-A520 を搭載した LITTLE CPU コアと Mali GPU を利用したスケーラブルなクラスターによってコスト重視型の市場に対応します。

性能と効率のベンチマーク

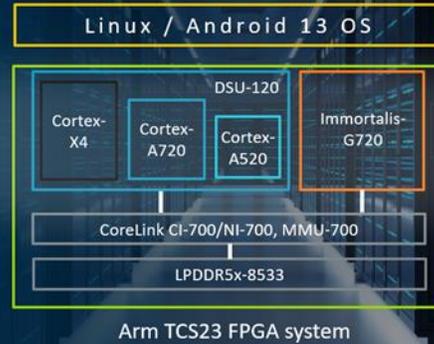
Arm は、Arm Total Compute ソリューションの各世代に対して総合的な演算サブシステムを FPGA プラットフォームで構築しています。その目的は、スタンドアロンの各 IP 製品の性能だけでなく、複雑な演算ワークロードや Android 13 などの完全な OS を実行する際のソリューションレベルの性能を分析することです。

TCS23 のリファレンスプラットフォームは、Cortex-X4、Cortex-A720、Cortex-A520 LITTLE CPU コアのほか、8MB の L3 キャッシュを備えた新しい DSU-120 で構成されるプレミアムソリューションでした。CPU クラスターは、Arm の第 2 世代の Immortalis-G720 GPU、インターコネクトを提供する CoreLink CI-700、すべての IP が使用できる SLC を備えています。これは、ベンチマークを測定するためのサンプルであり、パートナー各社は自社のニーズに応じて自由に TCS23 の構成を選択することが可能です。プラットフォームは以下のように素晴らしい結果を出しています。

End-to-End System Optimization



Solution level analysis based on
FPGA platform



© 2023 Arm

arm

消費する帯域幅の削減

TCS23 は、実際のワークロードでレイテンシと帯域幅を縮小するよう最適化されており、先行世代の TCS22 と比べてフレームトラフィックあたりの DRAM 帯域幅を平均¹30%削減します。ただし一部のコンテンツ、特にゲームではこの数値が上がります。たとえば人気 AAA ゲーム「Fortnite」のシーンを分析したところ、システムレベルで DRAM 帯域幅が最大 44%も削減されていました。帯域幅が小さければシステムに必要な消費電力が減り、高い電力効率が GPU と DRAM の消費電力²を平均 20%削減します。DRAM 帯域幅の削減は、第 5 世代 GPU アーキテクチャを通じて DVS (Deferred Vertex Shading、遅延バーテックスシェーディング) と呼ばれる新しい機能を搭載した新しい Immortalis-G720 GPU、各種の効率性改善、SLC 割り当ての最適化などに主に起因します。

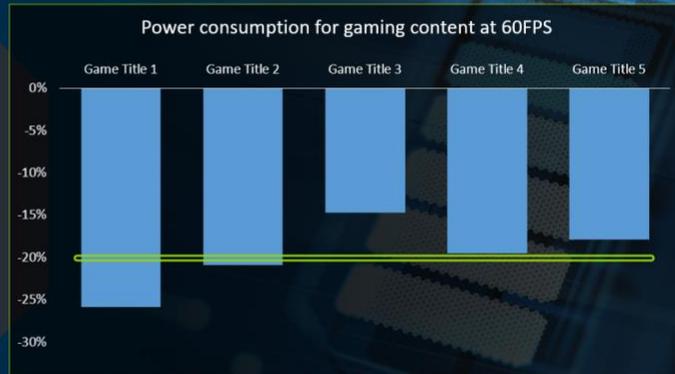
Sustained Gaming Power Savings

30%

Average
bandwidth reduction

20%

Average
Power saving



* Power consumption for TCS23 GPU and DRAM+PHY vs TCS22 GPU and DRAM+PHY, measured on Arm FPGA platforms

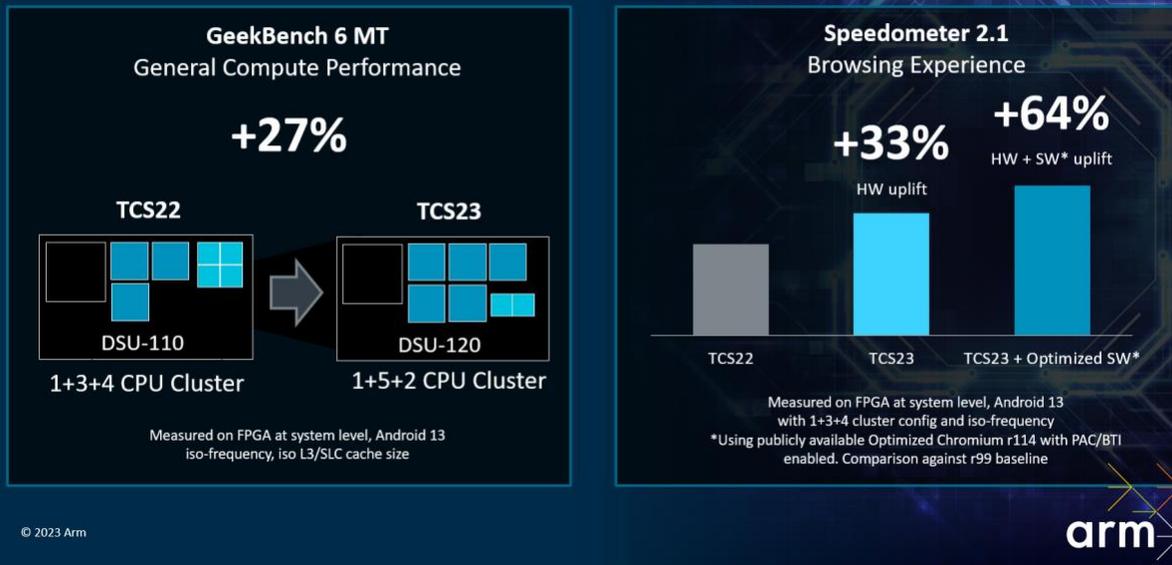
© 2023 Arm



ピーク性能の向上

Arm は TCS23 で複数の演算性能とグラフィックス性能のベンチマークを測定しました。一般的な演算に関して、1+3+4 TCS22 CPU 構成から 1+5+2 TCS23 CPU 構成に移行すると、ピーク性能は 27%向上しました³。ウェブサイトの閲覧だけを見ても、同じクラスター構成で先行世代の TCS22 と TCS23 を比較すると後者では性能が 33%向上します⁴。さらに TCS23 ハードウェアと最適化したソフトウェアを組み合わせると性能が 64%向上します⁵。また、Manhattan 3.0 グラフィックスベンチマークでは 21%の性能向上があります⁶。

TCS23: Compute Performance Benchmarks

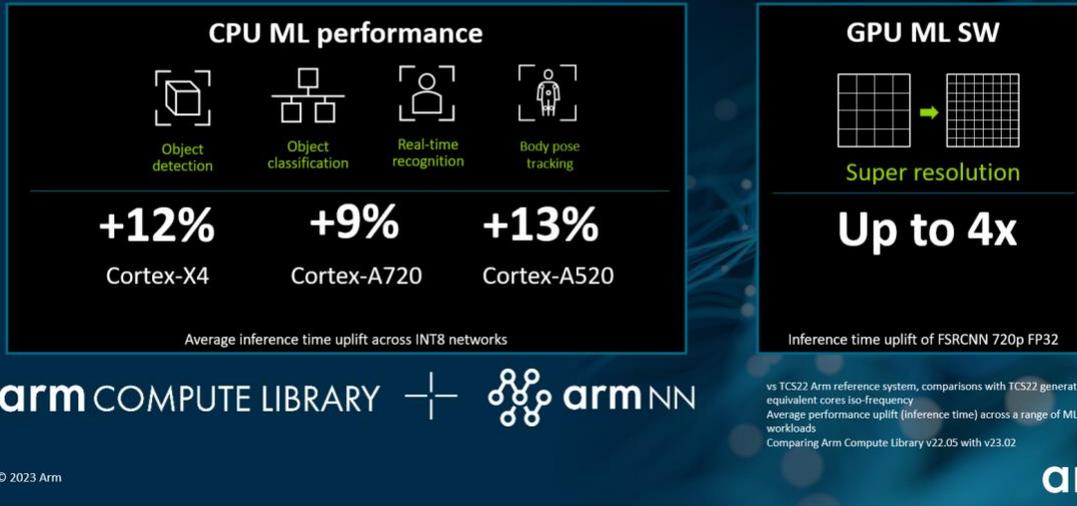


ヘテロジニアスな機械学習処理

TCS23では、ハードウェアとソフトウェアの両方をMLワークロードの高速処理に最適化しました。新しいCPUとTCS23プラットフォーム向けハードウェアとソフトウェアの改善を併用した場合、ML性能がCortex-X4では平均して12%、Cortex-A720では9%、Cortex-A720では13%向上します⁷。GPUでは、昨年のハードウェア改善に続き、Arm NNとArm Compute Libraryにおけるソフトウェアの最適化により、超解像FSRCNNネットワークでのML性能を4倍に向上させました⁸。

Heterogenous ML Compute

Hardware and software optimizations to accelerate ML workloads on TCS23



セキュリティが大前提

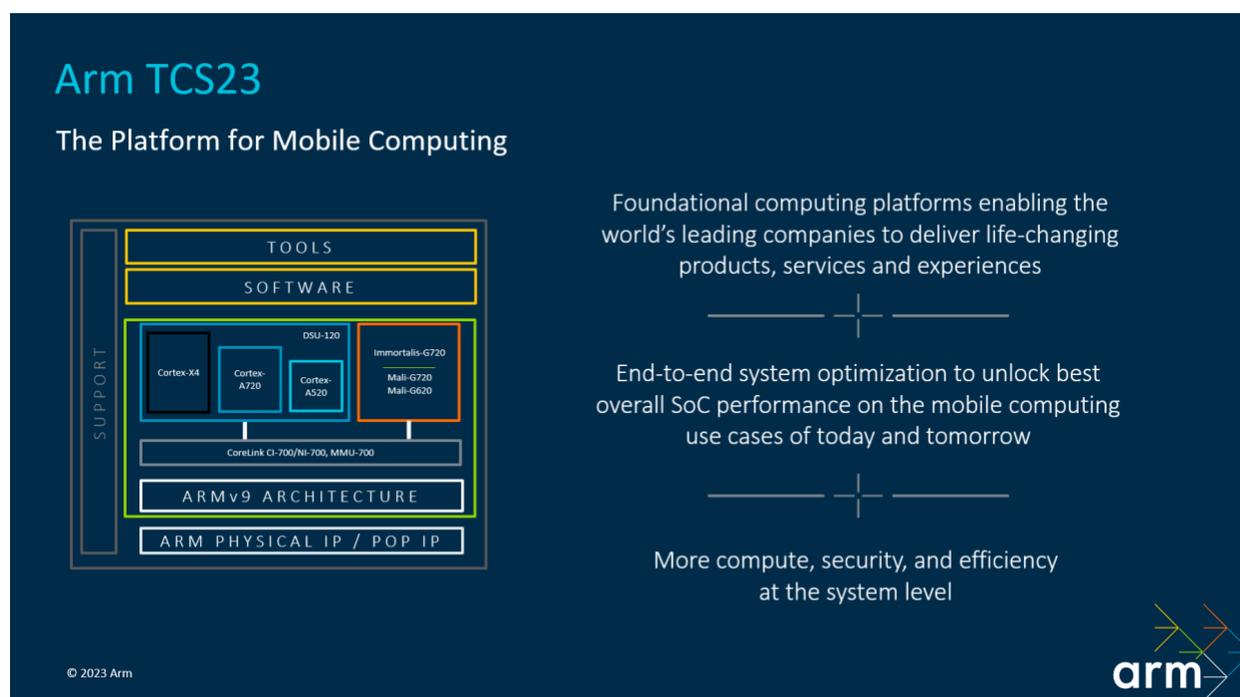
Arm は TCS23 でも、高度な技術やセキュリティを保証する手法を通じてプラットフォームのセキュリティ向上に力を注ぎました。TCS23 は、主なセキュリティ機能の 1 つとして [Android 13](#) で導入された Android 仮想化フレームワーク cAVF) をサポートしています。ARM64 ベースのデバイスでのみサポートされる AVF は、安全かつプライベートなコード実行環境であり、強固なセキュリティとユーザーデータの機密性を保証する必要がある高度な用途に最適です。

ポインター認証 (PAC) と分岐先識別 (BTI) は、協調動作によってほぼすべての ROP 攻撃と JOP 攻撃を防ぎ、制御フローの完全性を高めます。Arm は、両方のセキュリティ機能のパフォーマンスコスト削減に成功し、新しい Cortex-X4 と Cortex-A720 の CPU コアではほぼ無視できる程度となっています。さらに新しい QARMA3 アルゴリズムなど PAC の改良により、PAC と BTI が性能に与える影響は Cortex-A520 CPU コアの 1%未満に低減されました。

最後に Arm は、[Trusted Firmware-A \(TF-A\)](#) に新しい mbedTLS v3.3 ライブラリを加え、新しい機能とバグ修正によってデータ保護を強化しました。

未来のコンピューティングに対応する総合プラットフォーム

パートナー各社は、あらゆるモバイル機器で TCS23 を活用し、画期的な製品、サービス、体験を生み出すことができます。TCS23 のどの構成を選択しても、SoC 開発期間の短縮とコスト削減のメリットがあります。その上、すべての TCS23 構成（プレミアム、性能、効率を問わず）の IP は、同じハードウェアインタフェースとソフトウェアイネーブルメントを持ちより良く連携するよう設計されています。



TCS23 のエンドツーエンドのシステム最適化は、現在、そして未来においてもモバイルコンピューティングにおける SoC 全体の性能と効率を最大限に引き出します。TCS23 は、開発者が創造性を発揮し、革新的で迫力ある体験を提供できるよう、高いセキュリティとソフトウェア機能も提供します。システムレベルで複数の改良を加え、新しい機能も加えた TCS23 は、未来のモバイルコンピューティングに対応する総合的なプラットフォームです。

注釈

¹ Arm FPGA プラットフォームで TCS23 GPU と DRAM+PHY の消費電力と TCS22 GPU と DRAM+PHY の消費電力を測定。

² Arm FPGA プラットフォームで TCS23 GPU と DRAM+PHY の消費電力と TCS22 GPU と DRAM+PHY の消費電力を測定。

³ 一般演算性能に関する「GeekBench 6 MT」ベンチマークに基づく。FPGA のシステムレベルで測定。Android 13、等周波数、等 L3/SLC キャッシュサイズ。

⁴ 閲覧体験に関する「Speedometer 2.1」ベンチマークに基づく。FPGA のシステムレベルで測定。Android 13、1+3+4 クラスター構成、等周波数。

⁵ 閲覧体験に関する「Speedometer 2.1」ベンチマークに基づく。FPGA のシステムレベルで測定。Android 13、1+3+4 クラスター構成、等周波数。公開されている Optimized Chromium r114 を使用し、PAC/BTI を有効化。r99 ベースラインと比較。

⁶ TCS23 のシステムレベルで測定。Android 13、等プロセス、等コア数、等電圧と TCS22 Arm リファレンスシステムを比較。TCS22 では r35p0、TCS23 では r40p0 DDK を使用。

⁷ 幅広い ML ワークロードでの平均的な性能向上（推論時間）。Arm Compute Library v22.05 と v23.02、および TCS22 Arm リファレンスシステムと比較。同等コア等周波数の TCS22 世代と比較。

⁸ 幅広い ML ワークロードでの平均的な性能向上（推論時間）。Arm Compute Library v22.05 と v23.02、および TCS22 Arm リファレンスシステムと比較。同等コア等周波数の TCS22 世代と比較。