

②先端半導体製造技術の開発



(f) 次世代半導体設計技術開発

(f1) 2nm世代半導体チップ設計技術開発

[2nm世代半導体技術によるエッジAIアクセラレータの開発](#)

(f2) 自動車用高性能コンピュータ向け最先端SoC技術開発

[先端SoCチップレットの研究開発](#)

(f3) 通信用AI半導体設計技術開発

[チップレットを活用した次世代通信のためのエネルギー効率の高いAI半導体開発](#)

(f4) チップレット設計プラットフォーム構築に向けた技術開発

[チップレット型カスタムSoC設計基盤技術開発](#)

(f5) 低遅延・超低消費電力 AI アクセラレータ開発

[脳に着想を得た2nm半導体次世代AIアクセラレータの研究開発](#)

(f6) 画像処理用半導体の設計技術開発

[先端半導体技術を活用した画像処理SoC技術開発](#)

(f7) 超低消費電力 AI エージェントプロセッサ開発

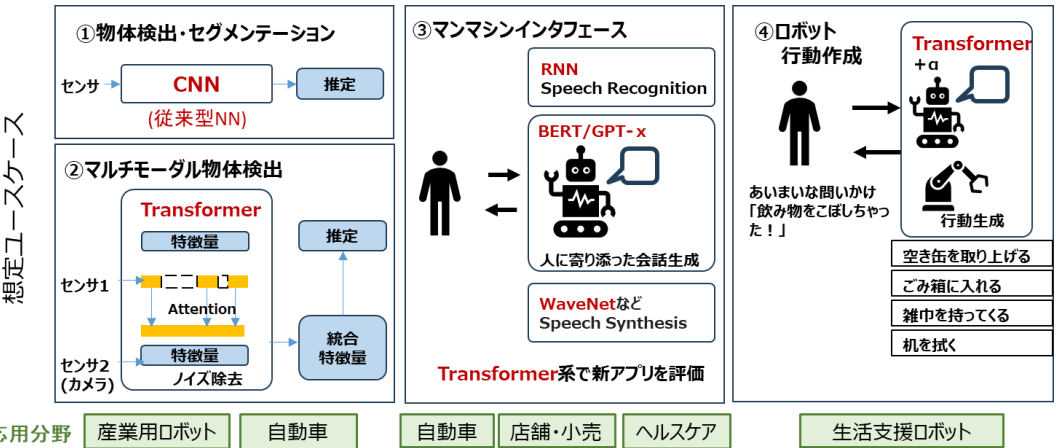
[超低消費電力AIEージェントコンピューティング基盤の研究開発](#)

2nm世代半導体技術によるエッジAIアクセラレータの開発

実施者	技術研究組合最先端半導体技術センター（LSTC）
概要	2nm以細を狙う次世代半導体設計技術として、生成AIを含むエッジ推論処理用途に専用化したエッジAIアクセラレータの開発を国際連携により進める。具体的には、(1) 業界標準に対応したAIアクセラレータ向け統合アーキテクチャの開発、(2) 2nm技術によるアクセラレータチップの開発、(3) 2nm技術を用いエッジAIに最適化されたCPUチップの開発、(4) 業界標準のAIフレームワークを利用可能なソフトウェア開発基盤の構築を行う。

【想定するユースケース】

生成AIを含むエッジ推論用途に専用化したエッジAIアクセラレータによる、産業用ロボット、自動車、店舗・小売り、ヘルスケア、生活支援ロボットでのインターフェース高性能化、制御等を想定するユースケースとする。

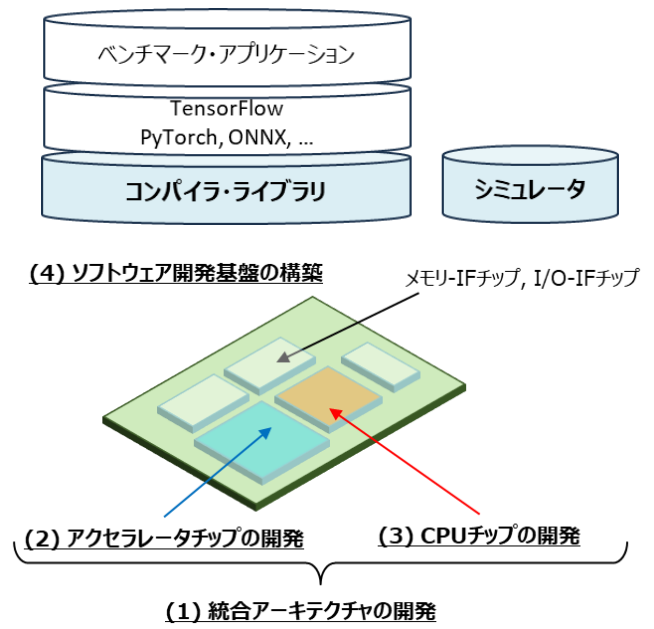


【本プロジェクトの強み】

- これからの需要が見込まれる生成AIを含むエッジ推論処理用途に専用化することにより、ニーズに即した回路技術を開発する。
- テクノロジー・回路設計の協調により、2nmデバイス技術の有効性を最大限に活用する。
- RISC-VエコシステムによるCPUチップ技術を活用するとともに、業界標準であるオープンソースソフトウェア環境をシームレスに利用できるソフトウェアスタックを提供する。

【実施内容】

アクセラレータチップとCPUチップからなるアクセラレータの統合アーキテクチャの開発、並びに2nm技術によるアクセラレータチップ・CPUチップの開発、コンパイラ・ライブラリとシミュレータからなるソフトウェア開発基盤の構築を行う。



LSTC組員：産業技術総合研究所、Rapidus、東京大学
国際連携：Tenstorrent Inc.

先端SoCチップレットの研究開発

実施者	自動車用先端SoC技術研究組合（ASRA）
概要	自動車のさらなる知能化・電動化を支える車載ハイパフォーマンス・コンピュータ実現のためには、データセンタなど民生半導体で実績ある『チップレット技術』を車載応用する研究開発が必須である。車載固有の安全・信頼性確保のため、機能安全対応や熱・ノイズ・振動、リアルタイム処理などの課題解決を行う必要がある。自動車メーカーからECU・EDA・SoCベンダまで縦連携の共同研究体制により、車載課題を解決するチップレットの要素技術を確認する。これらの技術をベースとするSoCを2030年以降の自動車に量産適用することを目指す。

■ 開発内容

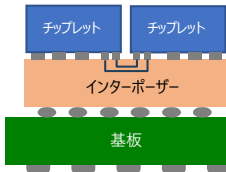
車載SoCにおける嬉しさ(左表)を、技術(右表)の研究開発により実現する。

ECU: Electronics Control Unit
EDA: Electronic Design Automation
TTM: Time To Market
PCB: Printed Circuit Board

■ チップレットをベースとする車載SoCの嬉しさ

嬉しさ	概要
①多数のバリエーションへの対応や高性能化 (開発コスト・TTMの低減)	同一チップレットの複数配置や、最先端AIチップの接続により、バリエーション対応や高性能化が可能 【バリエーション対応の例】 ローエンド ミッドレンジ ハイエンド 【高性能化の例】 ベースSoC 高性能SoC
②チップコストの低減	SoCダイを小さく分割することで、歩留まりを向上させ、コスト低減が可能 SoC 分割 チップレット

■ チップレットをベースとする車載SoCに必要な技術開発

技術	概要												
①複数のダイ (チップレット) の境目を隠蔽する HW/SW技術	 アプリケーションからダイの境界を隠蔽する HWレベルコヒーレンシ、OS/Driver層、ミドルウェア/開発ツール												
②機能安全・ リアルタイムを 実現する HW/SW技術	<table><tr><th></th><th>従来技術(PCIe)</th><th>チップレット技術(UCIe)</th></tr><tr><td>接続箇所</td><td>PCB上</td><td>パッケージ内</td></tr><tr><td>レイテンシー</td><td>150ns程度</td><td>20ns程度</td></tr><tr><td>キャッシュコヒーレント対応</td><td>不可</td><td>可</td></tr></table> モリシックと変わらないリアルタイム性能を 実現する高速・高信頼データ転送技術		従来技術(PCIe)	チップレット技術(UCIe)	接続箇所	PCB上	パッケージ内	レイテンシー	150ns程度	20ns程度	キャッシュコヒーレント対応	不可	可
	従来技術(PCIe)	チップレット技術(UCIe)											
接続箇所	PCB上	パッケージ内											
レイテンシー	150ns程度	20ns程度											
キャッシュコヒーレント対応	不可	可											
③車載信頼性 技術	 【車載要件例（民生と比較）】 ・温度/湿度バイアス：×2 ・温度サイクル：×6 ・高温寿命：×4 ・動作温度：+25℃ 厳しい車載信頼性要件を満足するパッケージング技術												

チップレットを活用した次世代通信のためのエネルギー効率の高いAI半導体開発

実施者	EDGECORTIX株式会社
概要	5Gおよび5G Advancedネットワークは、超高速通信、低遅延、大量のデバイス接続を提供することで、産業や社会全体にわたるデジタルトランスフォーメーションを推進している。しかし、エッジコンピューティングとクラウド環境の展開および運用においては、依然として課題が残っている。これらの問題に対処するために、AI-RAN（AI統合無線アクセスネットワーク）が有望なソリューションとして注目されつつあるが、現在のAI-RANシステムは依然として高消費電力と高コストの課題に直面している。本プロジェクトは、AI処理とRANアクセラレーションを統合するSAKURA-Xと呼ぶチップレットベースのアーキテクチャを採用することで、これらの課題に取り組む。既存のソリューションと比較して、消費電力を大幅に削減し、計算効率を5倍以上向上させることを目指している。EdgeCortexの実績のあるAIプロセッサ技術とRANアクセラレータIPを基に、パフォーマンスの最適化とエネルギー使用量の最小化を、高度な電力管理と協調設計戦略により実現する。最終的なシステムは、次世代5Gの仮想O-RAN環境に展開され、生成AIアプリケーションと低消費電力の分散型ユニット（DU）アクセラレーションの両方を同一ハードウェア上でサポートし、最高水準の電力効率とインフラコストの削減を実現する。

【プロジェクト1：SAKURA-X AIおよび部分DUアクセラレーター開発】

最大1600 TOPS (Int8)のAIパフォーマンス

凡例 ◀▶ Die-to-Die接続

プロジェクト1開発

プロジェクト2開発

【プロジェクト2：SAKURA-X 完全DU（High PHY）アクセラレーターの開発】

【プロジェクト3：O-RANシステム内のSAKURA-X AI-DU統合アクセラレータの実証】

プロジェクト1、2開発成果をつなげて、統合アクセラレーションを30W以内で実現

最終的なSAKURA-X AI処理およびDUチップレットは、1つのパッケージに複数のダイとして統合され、エネルギー効率の高いAI-RANアプリケーションを実現します。

チップレット型カスタムSoC設計基盤技術開発

実施者	技術研究組合最先端半導体技術センター(LSTC)
概要	近年、カスタムSoCは、エンターテインメント、モビリティ、IoT、工場、ロボット、医療など、さまざまな産業分野を支える不可欠な電子部品となっている。しかし、半導体製造技術の微細化が進むなか、工業用ロボット、産業機械、医療機器といった出荷数量の限られた製品セクターでは、初期コストの増大や開発期間の長期化が課題となり、カスタムSoCの導入が困難になりつつある。本プロジェクトでは、我が国の産業系システムメーカー、サービスプロバイダ、ファブレスメーカーにおけるカスタムSoCの自主開発の促進を目指し、チップレット技術を活用したカスタムSoC設計基盤の構築に取り組む。

事業項目1: SoCチップレットと専用チップレット向け共通基盤回路開発

事業項目2: チップレット実装技術の開発

事業項目3: チップレットインターフェース回路の開発

事業項目4: FPGAチップレットの開発

事業項目5: チップレット型カスタムSoC評価環境の開発

【開発内容】

産業系システムメーカーやサービスプロバイダ、ファブレスメーカーにおけるカスタムSoCの自主開発を活性化するために、SoCチップレット、専用チップレット向け共通基盤回路、チップレット実装技術、チップレットインターフェース回路、FPGAチップレット、基盤ソフトウェア等の要素技術開発を実施し、これらの成果を統合することによってチップレット技術を応用したカスタムSoC設計基盤技術を開発する。

【期待される効果】

従来の設計手法

チップレット技術活用の設計手法

チップ全体設計が必要

自社チップレットのみ設計

他社チップレット購入・組立

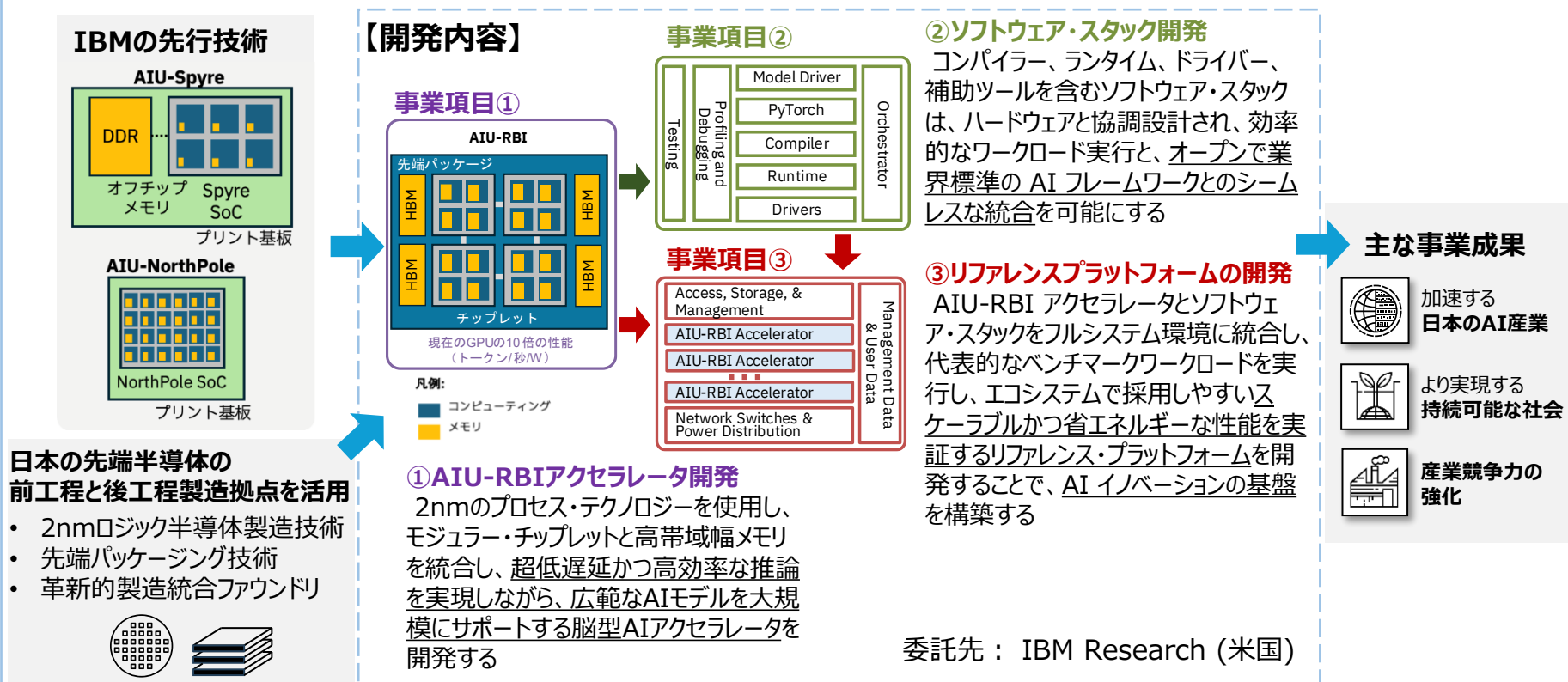
設計期間の短縮

LSTC組合員：産業技術総合研究所、東京大学

再委託先：キュリアス株式会社、ナノブリッジ・セミコンダクター株式会社、ミラクシア エッジテクノロジー株式会社、富山県立大学、信州大学

脳に着想を得た2nm半導体次世代AIアクセラレータの研究開発

実施者	日本アイ・ビー・エム株式会社
概要	超低消費電力で用途特化型の AI ハードウェア需要が急速に高まっており、幅広い消費者および企業のワークロードを支える新たなAIプラットフォームが求められている。本事業では、IBMが持つアクセラレータ設計基盤を活かし、データ移動を抑える脳型の手法を組み合わせた超低遅延・高効率推論と、多様な AI ワークロードに柔軟に対応できる幅広い適用性とを両立する革新的な 2nm AI アクセラレータの開発を目標とする。また、ハードウェアと協調最適化された包括的なソフトウェア・スタックと、共創パートナーによる円滑な導入を可能にするスケーラブルなリファレンス・プラットフォームの提供を目指す。この取り組みにより、日本が戦略的に投資する先端ロジック製造、パッケージング、組み立て技術を、クラウド、産業オートメーション、エッジAI、医療技術といった高成長 AI 分野に展開しつつ、サプライのレジリエンスを強化し、ポスト 5G 情報システムに向けたイノベーション・エコシステム創出を支援する。



先端半導体技術を活用した画像処理SoC技術開発

実施者	日本シノプシス合同会社、 キヤノン株式会社
概要	ポスト5G時代を迎え、IoT、自動運転、スマートシティ、遠隔医療などの分野ではデジタル化とAI化が急速に進んでいる。これに伴い扱う情報量が増大し、特に多くのユースケースで必要なエッジ端末での画像処理は、その情報量の大きさと処理の複雑さから、今後のデジタル技術基盤で極めて重要な要素となっている。 本事業では、最先端の半導体製造技術とパッケージング技術を活用し、次世代画像処理向け半導体を開発することで、電力効率と高性能を両立するソリューションの実現を目指す。 具体的には、<u>国内で開発が進む2nm世代プロセス技術に、複数チップを高密度統合できるチップレット技術を組み合わせ、従来の単一チップでは困難だった高性能・低消費電力を両立する画像処理SoCの設計技術を開発するものである。</u> これにより、エッジ端末のリアルタイム画像処理やAI処理を高度化しつつ、小型化の要求にも応える次世代画像処理プラットフォームの技術開発に取り組む。

開発内容 1 2nm プロセスを用いたチップ設計及び試作

開発内容 2 2nm以外のプロセスを用いたチップの設計及び試作

本事業では、半導体プロセスを使い分けて2つのチップを開発し、電力効率と演算性能の両立を図る。

チップ1にはRapidus 2nmGAAプロセスを活用し、チップ間通信にはUCIeを使用する。

チップ1

UCIe

チップ2

開発内容 3 Chiplet構造でパッケージングする設計及び試作
(委託先 Rapidus株式会社)

開発内容 4 評価装置及び評価用ソフトウェアの設計と、それらを用いた低電力効果の評価

本事業ではチップ1とチップ2をChiplet構造で1パッケージ化する技術を開発する。

チップ2

チップ1

Chipletパッケージ

本事業では、Chiplet化したSoCの性能及び電力効率を評価するため、下記の項目を開発する。

- ・SoC評価装置
- ・SoC評価用ソフトウェア

超低消費電力AIエージェントコンピューティング基盤の研究開発

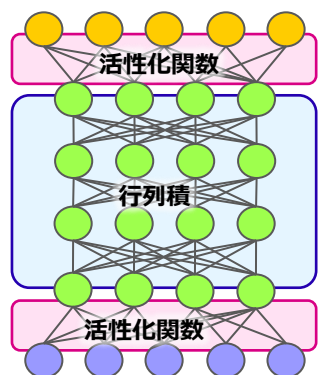
実施者	富士通株式会社
概要	AI技術の進展に伴い、フィジカルAIとエージェントAIが融合し、国民の生活や経済活動を革新する社会が到来すると予想されます。AIエージェント処理を広く社会へ実装するためには、高いAI推論性能と汎用プロセッサの機能を両立させつつ、省電力化とリアルタイム性の確保が課題となります。電力効率・コスト効率に優れたLLM向けプラットフォームの実現に向けて、AIエージェントプロセッサとシステムの開発をおこないます。 再構成可能エンジン搭載のAIアクセラレータとAIエージェント処理を実現するプロセッサとの密結合、Arm64資産やOSS連携によるソフトウェア強化 に取り組むとともに、 3Dメニーコア設計や低消費電力技術を採用 。国内ファブを活用した、国産プロセッサで市場競争力を確保します。

開発内容

- ①AIアクセラレータとシステムの開発
- ②社会実装を実現するソフトウェアの開発
- ③AIエージェント処理を実現するプロセッサとシステムの開発

AIアクセラレータ

- ・数百BパラメータのLLMでは行列積計算と活性化関数の加速が重要
- ・従来はソフトウェアで処理する活性化関数も、再構成可能エンジンによりハードウェアで実行

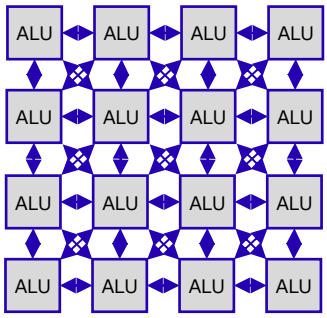


活性化関数

行列積

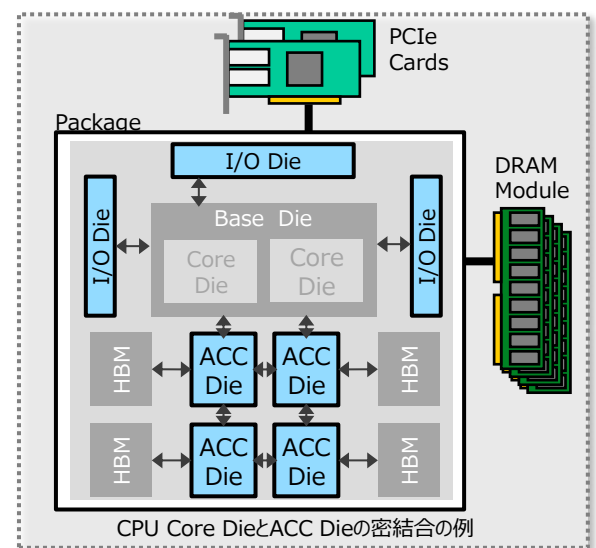
活性化関数

LLM推論



再構成可能エンジン

サーバーシステム



PCIe Cards

Package

I/O Die

Base Die

Core Die

ACC Die

HBM

DRAM Module

CPU Core DieとACC Dieの密結合の例

ALU ... Arithmetic and Logic Unit

ACC ... AI Accelerator

HBM ... High Bandwidth Memory