

## 平成29年度実施方針

I o T 推進部

## 1. 件名：

(大項目) 次世代スマートデバイス開発プロジェクト

## 2. 根拠法

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1号ニ、3号

## 3. 背景及び目的・目標

## 3.1 研究開発の背景・目的

次世代交通社会の実現には、自動車の燃焼システムの環境対応に加え、急発進、急停止、渋滞等による非効率な燃料消費の改善及び人の飛び出しや走行中の急な割り込み等による衝突事故の削減など、一層の省エネ化と安全走行の高度化が重要である。その実現には、自動車の周辺情報を集め即座に状況を把握するシステムの構築が必要となり、そのための技術開発が求められている。

欧州では一層の安全性向上のために衝突回避技術に重点が置かれ、米国では平成32年度頃の実現を目指し、各種センサを活用した自律走行技術の開発が進んでいる。我が国では衝突回避に加え車車間通信、路車間通信技術を用いた渋滞緩和に関する技術開発が進行している。これらのキーデバイスになる障害物センシングデバイス、プロセッサ等の市場は、材料、チップ、モジュール、製造装置事業の総額では平成32年度で約1兆円と試算されている。

本事業では、このような次世代交通社会の実現に必須となるエレクトロニクス技術の開発を行う。具体的には、平成30年度頃の市場投入を目指し、安全運転支援を実現するためのセンシングデバイスの開発、車載センサの情報から障害物を認識し危険度を判別するアプリケーションプロセッサの開発、多くの車から収集した情報を分析するプローブデータ処理プロセッサの開発を行うことで、渋滞緩和、交通事故低減に寄与し、低炭素かつ安全な次世代交通社会の基盤を整備する。併せて、我が国の自動車関連企業の競争力強化に資する。

## 3.2 研究開発目標

自動車の周辺情報を把握するシステムのキーデバイスである車載用障害物センシングデバイス、障害物検知・危険認識アプリケーションプロセッサ及びプローブデータ処理プロセッサを開発し、自動車関連企業の競争力強化に貢献する。

## 研究開発項目①「車載用障害物センシングデバイスの開発」

[委託事業、助成事業(助成率：1/2以下)\*]

※産官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する基盤的内容について委託事業として実施し、それ以外の場合は、助成事業(助成率1/2以下)として実施する。

夜間を含む全天候下で20m以上先の車両や歩行者等多数の障害物の位置と距離を同時にリアルタイムで測定できるセンシングデバイス及び三次元積層といった省スペース化と高速信号伝送特性を併せ持つ車載品質のデバイスの小型化技術を開発する。

【中間目標】（平成27年度末）

- ・ 20m以上先の車両や歩行者等多数の障害物の位置と距離を同時に測定できるセンシングデバイスを開発し、性能評価を行う。その評価結果から最終目標達成のための課題を抽出し、解決の技術的見通しを明確にする。
- ・ センシングデバイスの省スペース化に資するデバイスの小型化技術の技術的見通しを明確にする。

【最終目標】（平成29年度末）

- ・ 走行中に夜間を含む全天候下で、20m以上先までの車両や歩行者等多数の障害物の位置と距離を同時にリアルタイムで高精度に測定するセンシングデバイスを開発する。
- ・ 車載環境下で上記のセンシング特性を有し、バックミラー裏やバンパー等限られたスペースに搭載できるデバイスの小型化技術を開発する。

なお、目標は市場等を踏まえ必要に応じて見直しを行う。

研究開発項目②「障害物検知・危険認識アプリケーションプロセッサの開発」

[助成事業(助成率：1/2以下)]

センシングデバイスからの大量のデータを高速かつ低消費電力で処理できるアーキテクチャを搭載した車載用のプロセッサを開発する。

上記のプロセッサをプラットフォームとして、より多くの車両や歩行者等の障害物の動きを予測し、その衝突の危険度を判別するアプリケーションソフトを開発する。

【最終目標】（平成27年度末）

- ・ 車両や歩行者等多数の障害物の動きを予測するアルゴリズムを開発し、以下の機能を有するアプリケーションソフトを開発する。
  - 走行車両周辺の歩行者、自動車、二輪車など多数の障害物の認識
  - それぞれの障害物の動きの予測
  - それぞれの障害物の衝突危険度の判別
- ・ センシングデバイスからの大量のデータを高速かつ低消費電力で動作するプロセッサのアーキテクチャを設計し、アプリケーションソフトを搭載した以下の性能を有するアプリケーションプロセッサを開発する。
  - メモリスループット : 80 GByte/s 以上
  - 単位消費電力当たり演算性能 : 1,000GOPS/W 以上  
GOPS(Giga Operations per Second)
  - 検出処理時間 : 50msec以下

なお、目標は市場等を踏まえ必要に応じて見直しを行う。

研究開発項目③「プローブデータ処理プロセッサの開発」

[助成事業(助成率：1/2以下)]

車両からのリアルタイム情報と過去の渋滞モデル等から個々の自動車に安全で効率的な運転支援情報を提供するハイエンドサーバーシステムに搭載されるプロセッサ<sup>(※)</sup>を開発する。具体的には、平成32年度頃の実用化を目指し、テレマティクス向けサーバーシステムが扱うエクサバイト規模の情報をリアルタイムで処理する低消費電力プロセッサ技術を開発する。

(※) 本事業では、回路、システム、設計技術、組立技術を重点的な対象とし、専ら新材料、新デバイス構造、新プロセスの開発を目的とするものは対象としない。

**【中間目標】**（平成27年度末）

- ・ 大容量データを高速かつ低消費電力で処理するプロセッサの要素技術を開発し、最終目標達成に必要な技術的見通しを明確にする。

**【最終目標】**（平成29年度末）

- ・ 以下の性能を有する高性能で低消費電力のプロセッサを開発する。
    - 単位消費電力当たり演算性能： 3Gflops/W 以上
    - ピーク演算性能： 1Tflops 以上
    - メモリースループット： 0.3Byte per flop 以上
- flops(floating-point operations per second)

なお、目標は市場等を踏まえ必要に応じて見直しを行う。

#### 4. 実施内容及び進捗(達成)状況

NEDO IoT推進部 厨義典をプロジェクトマネージャーとし、以下の研究開発を実施した。

##### 4.1 平成28年度実施内容

研究開発項目① 「車載用障害物センシングデバイスの開発」(委託)

###### ①-1：測距センサデバイス・回路技術

(実施体制：デンソー、豊田中央研究所)

平成27年度に試作したアレー状の受光デバイス及び回路をベースに、本プロジェクトの目標である大規模アレー測距センサデバイス・回路を設計し、シミュレーションにより成立性を検証した。また、設計した大規模アレー測距センサデバイス・回路の試作に着手した。

###### ①-2：三次元統合設計環境の開発

(実施体制：デンソー、図研、産業技術総合研究所)

統合設計ツールについては、平成27年度に開発したプロトツールの機能拡張と高速化を行ないプロトツール2nd版としてPJ内にリリースした。また、平成27年度に試作したPDK開発用TEGを用いて後工程（ウエハ薄化、TSV加工、チップ積層等）のデバイス特性への影響を評価して、三次元積層プロセス開発にフィードバックした。

###### ①-3：三次元積層プロセス技術・プロセスインテグレーション技術の開発

###### ①-3-1：TSVプロセスインテグレーション技術の開発

(実施体制：ラピスセミコンダクタ、デンソー、住友精密工業、産業技術総合研究所)

平成27年度に立案した車載信頼性基準を満足させるための改良指針に基づき、TSVプロセスを改良し、そのプロセスを適用したチップ積層及びパッケージ品を用いて、車載レベル信頼性基礎評価を実施した。温度サイクル試験、エレクトロマイグ

レーション試験の結果、改良したプロセスは要求される車載信頼性を満足していることを確認した。

#### ①-3-2：印刷TSV技術の開発

(実施体制：ラピスセミコンダクタ、住友精密工業、デンソー、産業技術総合研究所)

金属充填技術については、熔融金属の供給方法や冷却方法を改善し、ボイドレス充填を達成した。またボイドレス充填と材料消費量の削減を両立するための金属充填実験機を設計し、装置改造の準備を進めた。

絶縁層形成技術については、絶縁材料の塗布方法や焼成方法を改善し、ボイドレス充填を達成した。また材料消費量を削減する充填モジュールとスループット向上のためのバッチ処理炉の設計及び製作を行った。

#### ①-3-3：印刷等によるマイクロバンプ形成技術・反り対策技術の開発

(実施体制：ラピスセミコンダクタ、デンソー、産業技術総合研究所)

微細化、低コスト化を可能とするTSVとバンプを印刷で一体形成する構造に対し、車載信頼性確保に向けて、TSV-メタル層間の初期コンタクト抵抗上昇のメカニズム解明を実施し、初期抵抗目標値：1Ω以下を達成する目処を立てた。更に、同構造にて車載信頼性の評価を実施し、冷熱衝撃及び高温放置試験における課題の抽出を行った。

#### ①-3-4：低応力積層/接続技術の開発

(実施体制：ラピスセミコンダクタ、デンソー、産業技術総合研究所)

平成27年度に抽出した民生機器レベルの信頼性課題に沿って設計したTEGを用いて、初期特性評価及び信頼性評価を実施し、冷熱衝撃及び高温放置試験前後にて、抵抗変化率目標値：10%以内を確認した。また、プロセスのコスト試算を実施しコスト削減のアイテム抽出及び対策方針を決定した。

#### ①-4：三次元実装検査・評価技術の開発

##### ①-4-2：三次元実装評価技術の開発

(実施体制：産業技術総合研究所、ラピスセミコンダクタ、デンソー)

プロセスTEG及びPDK TEGを用いて車載センサシステムに対応する電源安定化設計解析評価技術/応力・熱連成解析評価技術(シミュレーション)に注力して、実測値との比較検証を行った。また、これらの解析技術を適用して製造プロセスを詳細に検討することにより、車載用三次元実装半導体の設計に向けた、低コスト化及び高信頼性化の改良指針の検討を進めた。標準化活動としては、引き続き、JEITA-3D半導体サブコミッティ活動やSEMI 3DS-IC委員会と連携し、TSV部位電気特性評価手法について国際標準化規格へ提案する内容の委員会原案の作成を行った。

#### ①-5：センシングデバイス、三次元積層技術に関する動向調査

(実施体制：産業技術総合研究所、ラピスセミコンダクタ、デンソー)

TSVの技術開発動向(学会、ITRS等)、製品市場のポジション調査を継続して実施し、この結果を技術推進委員会で報告して、本プロジェクトの技術仕様について助言を頂き、平成29年度の実施計画に反映した。

研究開発項目① 「車載用障害物センシングデバイスの開発」(助成)

(実施体制：デンソー)

受光ICを除く構成要素（高出力LD、電子スキャナ、受発光レンズ、同期制御マイコンボード）の動作検証を実施した。この結果、LDからの投光、電子スキャナのスキミング、受光ICの受光が同期して動作し、測距できることが検証できた。

#### 研究開発項目③ 「プローブデータ処理プロセッサの開発」(助成)

(実施体制：富士通)

##### ③-3：三次元プロセッサの設計開発、実証確認

平成27年度までに基本仕様の設計を終えたプロセッサのレイアウト設計を実施し、PI、SI等の観点での検証により積層後でも目標とする電源ノイズを満たすこと、あるいは電源ノイズを加味しても目標とする動作周波数を満たすことをシミュレーションにより検証し、プロセッサが製造可能なことを確認した。

また、平成27年度までに評価したTEGの結果をフィードバックして、バックサイドや微小端子接合の設計を行うとともに、バックサイドプロセス・積層プロセス・製造設備・材料の選択を実施した。これらの設計及びバックサイド処理等を、製造を完了した実証試作用の半導体ウエハに適用し、一部のウエハで処理を完了した。

更に、平成29年度に実証LSIのパッケージ化及び評価を行うために、パッケージ基板の設計・試作を2種、電源や冷却を含めた評価用システムの設計を2種完了した。加えて、プローブ処理用プロセッサ向けの評価プログラムの動作性能見積もりや、近年の自動車に関する要求からプローブ処理用プロセッサに有効な追加命令仕様の検討等を行った。

#### 4.2 実績推移

	平成25年度		平成26年度		平成27年度		平成28年度		合計	
	委託	助成	委託	助成	委託	助成	委託	助成	委託	助成
需給勘定(百万円)	565	211	1,365	835	1,378	508	540	210	3,847	1,763
特許出願件数(件)	4	0	9	11	24	22	11	30	48	63
論文発表件数(件)	0	0	2	0	5	5	5	3	12	7
フォーラム等(件)	0	0	6	5	13	12	7	7	31	24

※平成29年1月末時点

#### 5. 事業内容

プロジェクトマネージャーにNEDO IoT推進部 厨義典を任命し、プロジェクトの進行全体を企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させるとともに、以下の研究開発を実施する。

##### 5.1 平成29年度事業内容

平成29年度は以下の研究開発を行う。また、必要に応じ市場等の現状把握及び将来動向調査を目的とした調査等を行う。

研究開発項目① 「車載用障害物センシングデバイスの開発」(委託)

#### ①-1：測距センサデバイス・回路技術

(実施体制：デンソー、豊田中央研究所)

平成28年度に設計した大規模アレー測距センサデバイス・回路を試作して、実デバイスでの動作検証、特性評価を実施し、助成事業のモジュールに組み込んで、測距センサデバイス・回路技術として最終目標の達成を確認する。

#### ①-2：三次元統合設計環境の開発

(実施体制：デンソー、図研、産業技術総合研究所)

平成28年度までに開発した統合設計環境について、モチーフ回路を用いて全体設計フローの最終確認を実施し、統合設計ツール最終版とTSV-PDK（セルライブラリ、ルールファイル、モデル等一式。パラメータ値は暫定）をプロジェクト関係者にリリースする。

#### ①-3：三次元積層プロセス技術・プロセスインテグレーション技術の開発

##### ①-3-1：TSVプロセスインテグレーション技術の開発

(実施体制：ラピスセミコンダクタ、デンソー、住友精密工業、産業技術総合研究所)

平成28年度に確定したTSVプロセス条件を反映したTSV形成、バンプ形成及び積層を行い、温度サイクル、HTS(High Temperature Storage)、EM(Electro Migration)について車載レベルの信頼性評価確認を行い、この結果を反映した統合プロセスを策定して、TSVの設計仕様を定める。

##### ①-3-2：印刷TSV技術の開発

(実施体制：ラピスセミコンダクタ、住友精密工業、デンソー、産業技術総合研究所)

金属充填技術については、平成28年度に設計及び改造準備を進めた金属充填実験機を完成し、ボイドレス充填と材料消費量削減の効果検証を行う。加えて、金属充填前後工程(下地膜形成・残渣除去)の低コスト化技術開発を行う。

絶縁層形成技術については、平成28年度に設計製作した充填モジュールによる材料消費量削減効果及びバッチ処理炉を使用したスループット改善効果検証を行う。

更に、ATI構造評価のために評価用TEGに対する絶縁層及び電極の形成を行う。

##### ①-3-3：印刷等によるマイクロバンプ形成技術・反り対策技術の開発

(実施体制：ラピスセミコンダクタ、産業技術総合研究所、デンソー)

平成28年度に決定した車載信頼性に対する対策指針を踏まえ、課題に対する対応策を実施して、車載信頼性を担保するマイクロバンプ形成プロセスを確立し、技術仕様書を作成する。

##### ①-3-4：低応力積層/接続技術の開発

(実施体制：デンソー、ラピスセミコンダクタ、産業技術総合研究所)

平成28年度の評価結果に基づいた対策を実施し、車載レベル信頼性を確保できることを検証して、車載信頼性を担保する積層/接続技術を確立し、技術仕様書を作成する。また、抽出したコスト低減アイテムの検討を行い、効果を検証する。

#### ①-4：三次元実装検査・評価技術の開発

##### ①-4-2：三次元実装評価技術の開発

(実施体制：産業技術総合研究所、ラピスセミコンダクタ、デンソー)

平成28年度から継続して、電源安定化設計解析評価技術/応力・熱連成解析評価

技術(シミュレーション)に注力して実測値との比較検証を行い、直径5 $\mu$ m以下の超多ピン微細TSV・積層接続構造による車載用三次元実装半導体の設計に向けた、低コスト化及び高信頼性化の指針を立てる。標準化活動としては、引き続き、TSV部位電気特性評価手法や薄チップ技術を国際標準化規格へ提案する内容の原案作成を行うとともに、新規提案事項についても検討を行う。

①-5：センシングデバイス、三次元積層技術に関する動向調査

(実施体制：産業技術総合研究所、ラピスセミコンダクタ、デンソー)

TSVの技術開発動向(学会、ITRS等)、製品市場の調査を継続して行い、本プロジェクトの研究開発成果の実用化・事業化計画策定に活用する。

研究開発項目① 「車載用障害物センシングデバイスの開発」(助成)

(実施体制：デンソー)

高出力LD、電子スキャナ、委託事業(①-1)の成果として試作した大規模アレー受光IC、受発光レンズ、同期制御マイコンボードから成る一体型測距センサモジュールを試作し、動作検証を実施して、システムとして最終目標(20m以上先までの障害物の位置と距離をリアルタイムに測定)の達成を確認する。

研究開発項目③ 「プローブデータ処理プロセッサの開発」(助成)

(実施体制：富士通)

③-3：三次元プロセッサの設計開発、実証確認

前年度までに試作した半導体ウエハに対する、三次元積層のためのバックサイド処理や積層処理等を完了させ、大面積の積層プロセッサの試作パッケージを製造する。併せて電源や冷却を含めた評価用システムを製造する。

試作した積層プロセッサを評価用システムに搭載し動作させ、要素技術開発で想定した機能や信頼性等が実現できていることを確認するとともに、プロセッサとして最終目標の性能を達成できることを検証する。更に、社内の既存プログラムを用いてプローブ処理用プロセッサとしての動作性能を見積もり、プローブ処理に有効なプロセッサであることを確認する。

5.2 平成29年度事業規模

需給勘定 715百万円(継続)

※事業規模については変動があり得る。

6. その他重要事項

(1) 評価

NEDOは、①事業の位置付け・必要性、②研究開発マネジメント、③研究開発成果、④実用化・事業化に向けての見通し及び取組の4つの評価項目について、技術評価実施規定に基づき、外部有識者によるプロジェクト評価を行う。事後評価を平成30年度に実施する。

なお、中間評価等の結果を踏まえ、必要に応じてプロジェクトの加速・縮小・中止等、見直しを迅速に行う。評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

## (2) 運営・管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省及び研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、本事業の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、本プロジェクトの成果の受け手である事業部門関係者が参画して年1回以上開催する推進委員会、必要に応じ年数回開催する技術連絡会等において、プロジェクト全体の成果の進捗、事業化に向けた課題等を確認することにより進捗の確認及び管理を行うものとする。また、必要に応じて、ユーザーとの連携を促す等、成果の早期達成が可能になるよう努める。成果の早期達成が可能と認められた研究開発については、期間内であっても研究を完了させ、実用化へ向けた実質的な研究成果の確保と普及に努める。

## (3) 複数年度契約等の実施

### 委託事業

原則として、平成25～29年度の複数年度契約を行う。

### 助成事業

原則として、平成25～29年度の複数年度交付を行う。

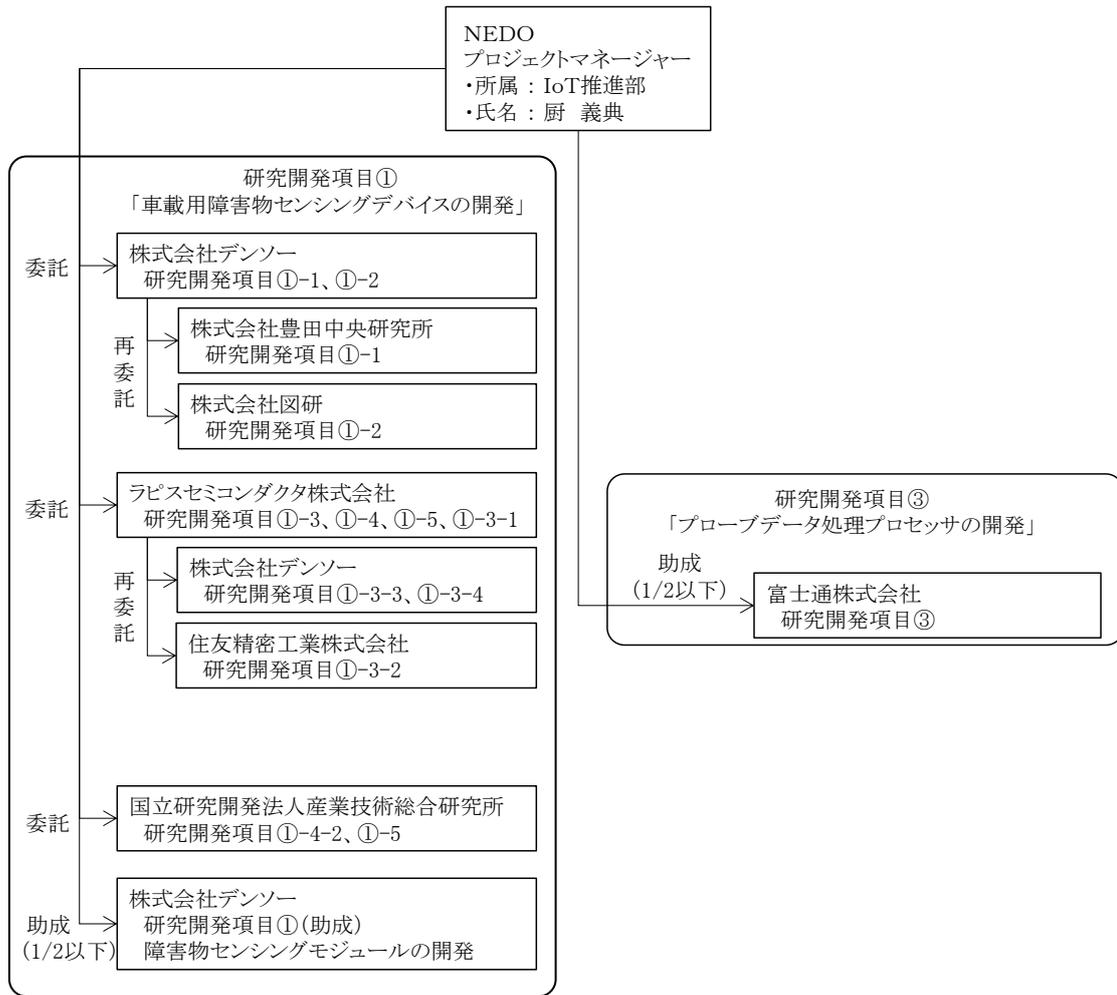
## (4) 知財マネジメントにかかる運用

「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に従ってプロジェクトを実施する。(研究開発項目①の委託事業のみ)

## 7. 実施方針の改定履歴

### (1) 平成29年2月制定

別紙 実施体制（平成29年度）



- 研究開発項目①
- ①-1 : 測距センサデバイス・回路技術
  - ①-2 : 三次元統合設計環境の開発
  - ①-3 : 三次元積層プロセス技術・プロセスインテグレーション技術の開発
    - ①-3-1 : TSVプロセスインテグレーション技術の開発
    - ①-3-2 : 印刷TSV技術の開発
    - ①-3-3 : 印刷等によるマイクロバンプ形成技術・反り対策技術の開発
    - ①-3-4 : 低応力積層/接続技術の開発
  - ①-4 : 三次元実装検査・評価技術の開発
    - ①-4-2 : 三次元実装評価技術の開発
  - ①-5 : センシングデバイス、三次元積層技術に関する動向調査