

# 「次世代スマートデバイス開発プロジェクト」

(中間評価)

(2013年度～2017年度 5年間)

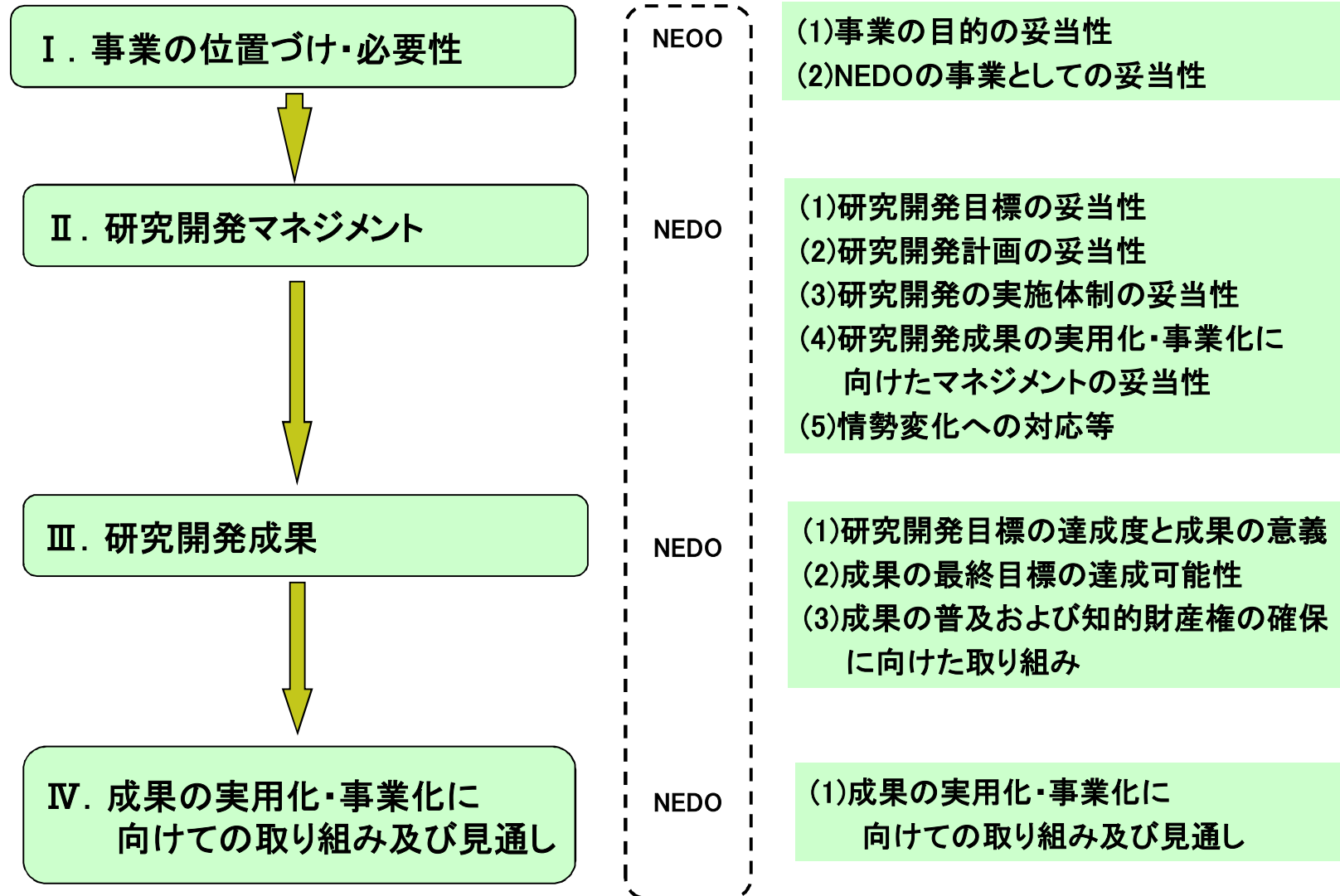
## プロジェクトの概要

NEDO

電子・材料・ナノテクノロジー部

2015年9月30日

# 発表内容



---

# I . 事業の位置づけ・必要性

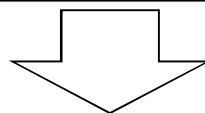
## 事業の背景と目的

### 社会的背景

- ・自動車交通における環境負荷の低減、渋滞の解消・緩和、交通事故低減の要請  
⇒ 省エネ化と安全走行の高度化のための技術開発が必要

### 産業的背景

- ・我が国を支える自動車産業、エレクトロニクス産業の国際的地位向上の重要性  
⇒ 次世代交通社会実現に向けた、競争力の高いキーデバイスが必要

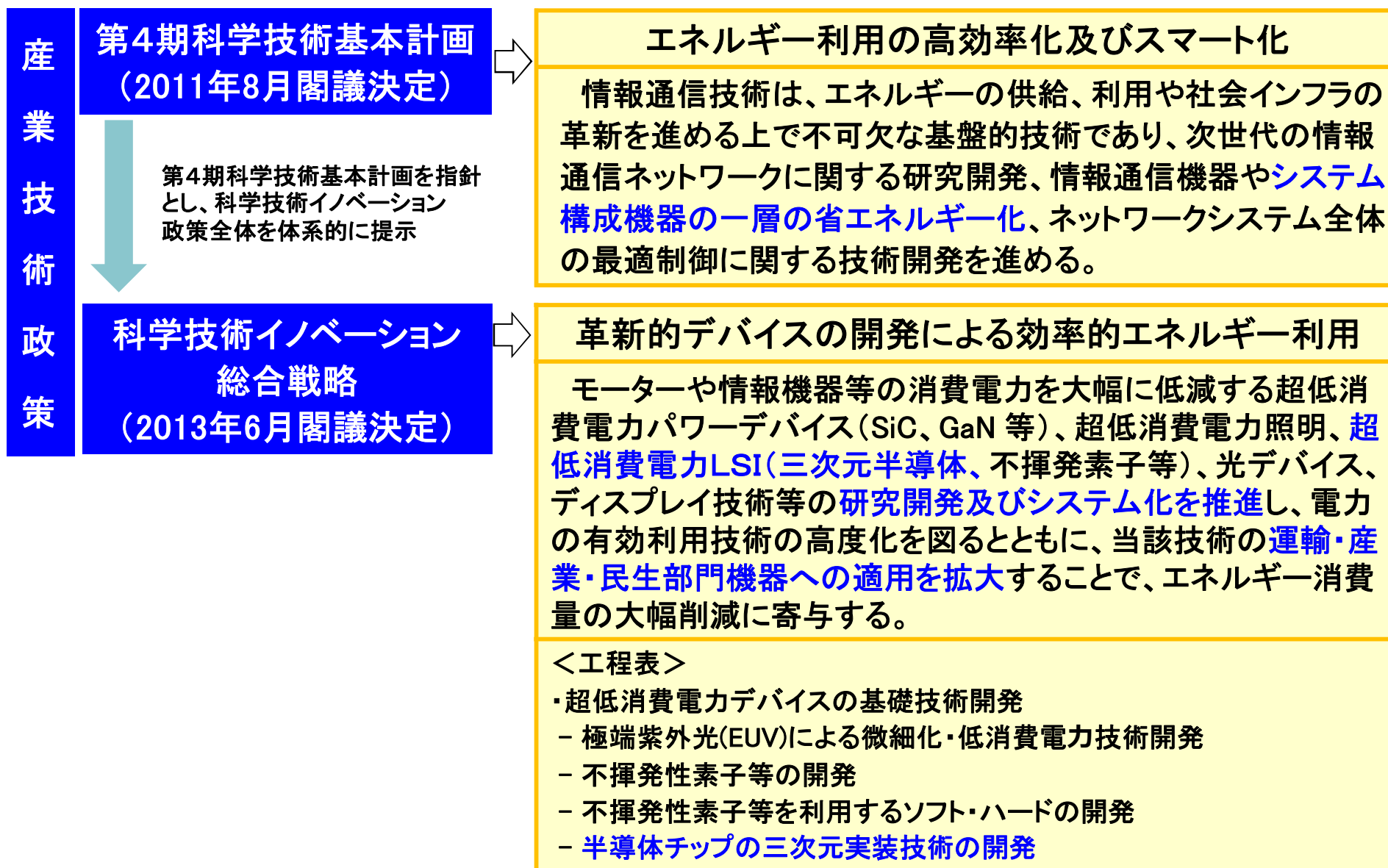


### 事業の目的

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。

- (1) 自動車の更なる省エネ化、安全走行の高度化を実現するキーデバイスとなる、次世代の障害物センシングデバイス、プロセッサ等の半導体デバイスの開発
- (2) (1)を実現する上で必要となる半導体デバイスの低消費電力化、高速化、高集積度化のための三次元実装技術等の開発

## 政策上の位置づけ



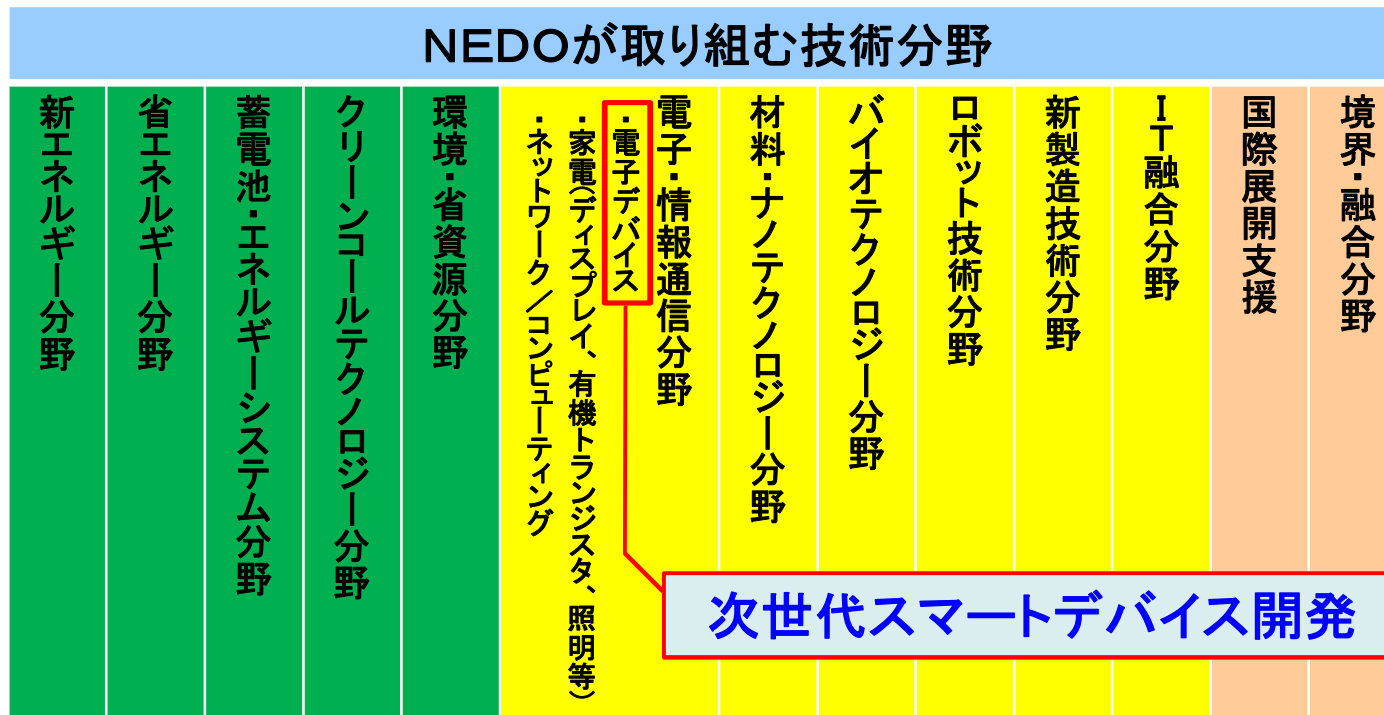
## NEDO第3期中期計画(2013年～2017年) : 電子・情報通信分野

### ■ 電子・情報通信分野

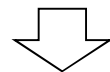
我が国経済・社会の基盤としての電子・情報通信産業の発展を促進するため、電子デバイス、家電、ネットワーク／コンピューティングに関する課題について、重点的に取り組む

### ■ 電子デバイス

半導体の実装技術についても注力する。半導体の微細加工技術も限界が近づいてきていることから、三次元実装技術等を開発し、チップ配線長の大幅な短縮化、データ伝送量の増大を図ることで、高速処理、多機能集積化、低消費電力化が可能となるデバイスを開発する



- **国家的課題に対する取り組み**
  - ・炭酸ガス排出量削減、交通事故削減に貢献
  
- **我が国産業の競争力強化に貢献**
  - ・エレクトロニクス産業、自動車産業の国際競争力向上
  
- **チャレンジングな技術開発**
  - ・既存技術では困難な処理速度・低消費電力特性・高集積化が必要
  
- **異なる技術領域の統合**
  - ・Si貫通ビアを活用した半導体の三次元実装技術、センサデバイスの素子技術、大量の情報を処理・認識・予測するためのハードウェア・ソフトウェア技術等
  
- **異業種の連携が必要**
  - ・電装・半導体等各分野のメーカおよび研究機関の英知を集結



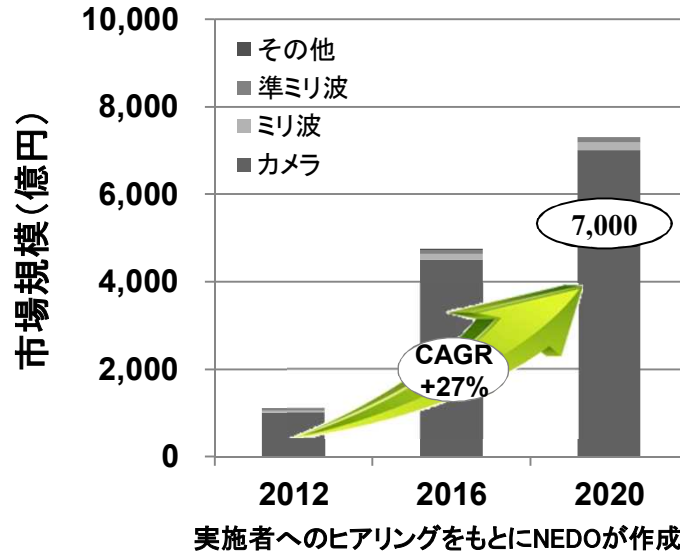
**NEDOがもつこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業**

# 事業の費用対効果

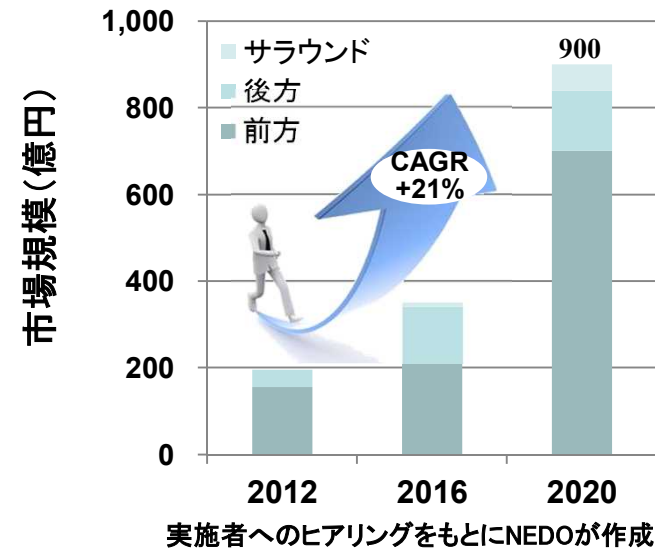
2013年度～2017年度事業費合計：80億円

## 経済的効果

＜車載用障害物センシングデバイス市場動向＞



＜先進運転支援用プロセッサ市場動向＞



車載用障害物センシングデバイス：約 2100億円  
 先進運転支援用プロセッサ：約 400億円

} の市場創出効果が見込まれる。  
 (本研究開発の成果として2020年時点のシェアを30%を想定)

## 省エネ効果

- 2020年のCO<sub>2</sub>排出量予測\*1：1101百万トン
- ・国内のCO<sub>2</sub>総排出量に占める自動車輸送の割合\*2：15.7%
- ・省エネ走行によるCO<sub>2</sub>排出抑制\*3：25.7%
- ・2020年時点の本システムの普及率：5%

2020年時点で  
**約220万トンの削減**

\* 1: IAEA Energy Outlook 2011より、 \* 2: 日本国温室効果ガスインベントリ報告書よりNEDOで計算、 \* 3: 「LET'Sスマートドライブ」(財)省エネルギーセンターより



## 各技術開発分野の競合状況

| 分野                  | 諸外国との競合状況  |
|---------------------|--|
| 車載用障害物<br>センシングデバイス | <p>〈現状〉 ・ミリ波レーダー、レーザーレーダー、カメラ、超音波ソナー等を単独あるいは複数組み合わせて使用。</p> <p>・電装、カメラ、センサー等の各メーカー20社以上が市場を分け合っている。</p> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 10px;"> <p>海外: Bosch(独)、Continental(独)、Valeo(仏)、Hella(独)、Dellphi(米)、Magna(加)、舜宇(中)等</p> <p>国内: デンソー、パナソニック、ソニー、オムロン等</p> </div> <p>〈今後〉 ・車両周辺環境の影響を受けずに障害物を検知できる。</p> <p>・高分解能・高感度化、小型化、低コスト化、高車載信頼性、三次元空間認識。</p> <p>・技術開発ステージにおいて、日米欧で競争状態。</p> |
| 車載用情報処理<br>プロセッサ    | <p>〈現状〉 ・安全支援システムの「危険認識」の段階(白線認識、障害物認識)に関する車載情報システム用LSIはMobileye(蘭)が8割の寡占状態。</p> <p>〈今後〉 ・本プロジェクトで取り組む「危険予測」の段階は技術開発ステージで、日米欧で競争状態。</p>  |
| 大容量データ処理<br>プロセッサ   | <p>〈現状〉 ・サーバーのシェアとリンクしており、日本の市場は現在約5%。</p> <p>・米国のIntel、Nvidia、AMD、IBM、Oracle等がほぼ独占。</p> <p>〈今後〉 ・本プロジェクトの成果を国産サーバーのキーデバイスとして、本分野の国際競争力を強化。</p>  |
| 三次元積層半導体            | <p>〈現状〉 ・車載分野向けの高信頼性組立受託事業の計画は国内外ともなし。(PC、モバイル、ネットワーク機器向けは台、韓、米で占有)</p> <p>〈今後〉 ・積層技術は技術開発段階であるが、車載品質に関するノウハウを有する、日本の電装メーカーが優位性をもつ。</p>  |

---

## Ⅱ. 研究開発マネジメント

## 事業の目標

**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                       | 開発の内容   |
|------------------------------|---|
| ① 車載用障害物センシングデバイスの開発         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・車両周辺環境の影響を受けずに歩行者を含む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の開発。</li> <li>・三次元積層による省スペース化、高速信号伝送特性、車載品質を併せ持つデバイスの小型化技術開発。</li> </ul> |
| 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 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・センシングデバイスのデータを基に多数の障害物を認識し、その動きを予測し、衝突危険度を判別するアプリケーションプロセッサの開発。</li> </ul>  |
| ③ プローブデータ処理プロセッサの開発          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・多数の車から収集した周辺情報を高速に分析する低消費電力データ処理プロセッサの開発。</li> </ul>  |

2. 研究開発のマネジメント  
 (1) 研究開発目標の妥当性

## 研究開発目標と根拠

| 研究開発項目                      | 中間目標(2015年度末)  | 最終目標(2017年度末)   | 根拠   |
|-----------------------------|--|---|--|
| ①車載用障害物センシングデバイスの開発         | <ul style="list-style-type: none"> <li>■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。</li> <li>■性能評価の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。</li> <li>■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の明確化。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■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。</li> <li>■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。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・次世代測距センサでは、車両周辺環境の環境によらず、車両と人の区別、多数の障害物の位置と距離をリアルタイムで同時に測定できることが必要。</li> <li>・車載のための信頼性確保および小型化が必須。</li> </ul>             |
| 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 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■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するプロセッサのアーキテクチャを設計し、技術的見通しを明確にする。</li> <li>■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、その危険度を判別するソフトウェアの仕様を作成する。</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>■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。               <ul style="list-style-type: none"> <li>・メモリスループット : 80 GByte/s 以上</li> <li>・単位消費電力当たり演算性能 : 1,000GOPS/W ↑</li> <li>・検出処理時間 : 50msec以下</li> </ul> </li> <li>■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。               <ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・それぞれの障害物の動きの予測</li> <li>・それぞれの障害物の衝突危険度の判別</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・障害物識別、動きの予測には従来対比1桁上の処理能力が必要。</li> <li>・低消費電力は車載システムLSIの必須要求事項。</li> <li>・次世代ADASでは、障害物の識別、動きの予測、危険度の判別まで要求される。</li> </ul> |
| ③プローブデータ処理プロセッサの開発          | <ul style="list-style-type: none"> <li>■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。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■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。               <ul style="list-style-type: none"> <li>・単位消費電力当たり演算性能 : 3Gflops/W以上</li> <li>・ピーク演算性能 : 1Tflops 以上</li> <li>・メモリスループット : 0.3Byte per flop 以上</li> </ul> </li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・大容量データをリアルタイム処理するための性能。</li> <li>・サーバーの消費電力は増大しており、低消費電力化による省エネは必須。</li> </ul>   |

## 研究開発のスケジュール

| 項目                           |    | 2013年度  | 2014年度   | 2015年度  | 2016年度   | 2017年度   |   |
|------------------------------|----|---|--|---|--|--|---|
| ① 車載用障害物センシングデバイスの開発         | 委託 | <ul style="list-style-type: none"> <li>仕様策定</li> <li>成立性評価/確認</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>印刷TSVプロセス開発</li> <li>プロセス確立→評価</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>試作→評価</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>信頼性評価</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>車載レベル信頼性評価</li> </ul>               |   |
|                              | 助成 | <ul style="list-style-type: none"> <li>目標仕様策定</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>TEG試作/検討</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>プロト試作/検証</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>テストサンプル試作・改良</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>テストサンプル評価</li> </ul>                |   |
| 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 | <ul style="list-style-type: none"> <li>プロセッサアーキテクチャ設計</li> <li>ソフトロジック検討</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>回路設計、検証</li> <li>ソフト開発環境の開発</li> <li>ベースアプリの開発</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>評価システムの開発、性能評価</li> <li>動作検証、性能評価</li> <li>画像意味理解アプリの開発</li> </ul> | 2015年度(終了)   |  |   |
| ③ プローブデータ処理プロセッサの開発          | 助成 | <ul style="list-style-type: none"> <li>要素技術調査</li> <li>課題抽出</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>特性解析</li> <li>構造策定</li> <li>論理仕様作成</li> <li>要素回路開発</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>特性最適化</li> <li>プロセス最適化</li> <li>論理設計</li> <li>実装設計</li> </ul>      |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>試作チップ製造</li> <li>パッケージ組立</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>試作チップ評価</li> </ul> |

プロジェクト終了

採択委員会

中間評価

事後評価

2. 研究開発のマネジメント  
 (2) 研究開発計画の妥当性

# 研究開発の内容

黒字:委託事業 青字:助成事業

要素技術開発 目標物の開発

| 研究開発項目                                     | 研究開発課題                           | 研究開発細目                               |
|--|----------------------------------|--------------------------------------|
| ①車載用<br>障害物<br>センシング<br>デバイスの開発<br>(委託+助成) | 測距センサデバイス/回路技術の開発                | ①-1 測距センサデバイス/回路技術の開発                |
|  | 三次元の回路配置/配線の設計レイアウトの実現           | ①-2 三次元ICの統合設計環境の開発                  |
|  | 三次元実装を実現するプロセス技術の開発              | ①-3 印刷TSV技術の開発                       |
|  |                                  | ①-4 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      |
|  |                                  | ①-5 TSVプロセスインテグレーション技術の開発            |
|  |                                  | ①-6 低応力積層/接続技術の開発                    |
|  | 三次元実装の検査方法・評価方法の開発               | ①-7 三次元実装検査技術の開発                     |
|  |                                  | ①-8 三次元実装評価技術の開発(電源/信号解析、熱解析、応力・熱解析) |
|  | —                                | ①-9 センシングデバイス、三次元積層技術に関する動向調査        |
| 測距センサモジュールの開発(助成)                          | ①-助成 測距センサモジュールの開発               |                                      |
| 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)            | 画像意味理解プロセッサプラットフォーム技術の開発         | ②-1-1 画像意味理解プロセッサ技術の開発               |
|  |                                  | ②-1-2 画像意味理解プロセッサに向けたソフトウェア開発環境技術の開発 |
|  |                                  | ②-1-3 前方監視用画像意味理解アプリケーションの実時間動作実証    |
|  |                                  | ②-1-4 画像意味理解リファレンスデータ取得システムの設計       |
|  | 車両周辺監視用画像意味理解アプリケーションソフトウェア技術の開発 | ②-2 画像意味理解プロセッサ用アプリケーションソフトウェア技術の開発  |
| ③プローブデータ処理プロセッサの開発(助成)                     | 三次元プロセッサ向大電流供給技術、高速伝送技術の開発       | ③-1 三次元対応SI/PI設計技術の開発                |
|  |                                  | ③-2 バックサイド設計技術の開発                    |
|  |                                  | ③-3 バックサイドウェハ処理技術の開発                 |
|  |                                  | ③-4 大電流対応の微小端子接合技術の開発                |
|  | 三次元プロセッサ向大面積チップ積層技術、高性能冷却技術の開発   | ③-5 チップ積層プロセスの開発                     |
|  |                                  | ③-6 積層チップのパッケージング技術、冷却技術の開発          |
|  | 三次元対応高性能プロセッサの開発                 | ③-7 三次元積層構成のプロセッサの開発                 |

## 開発予算

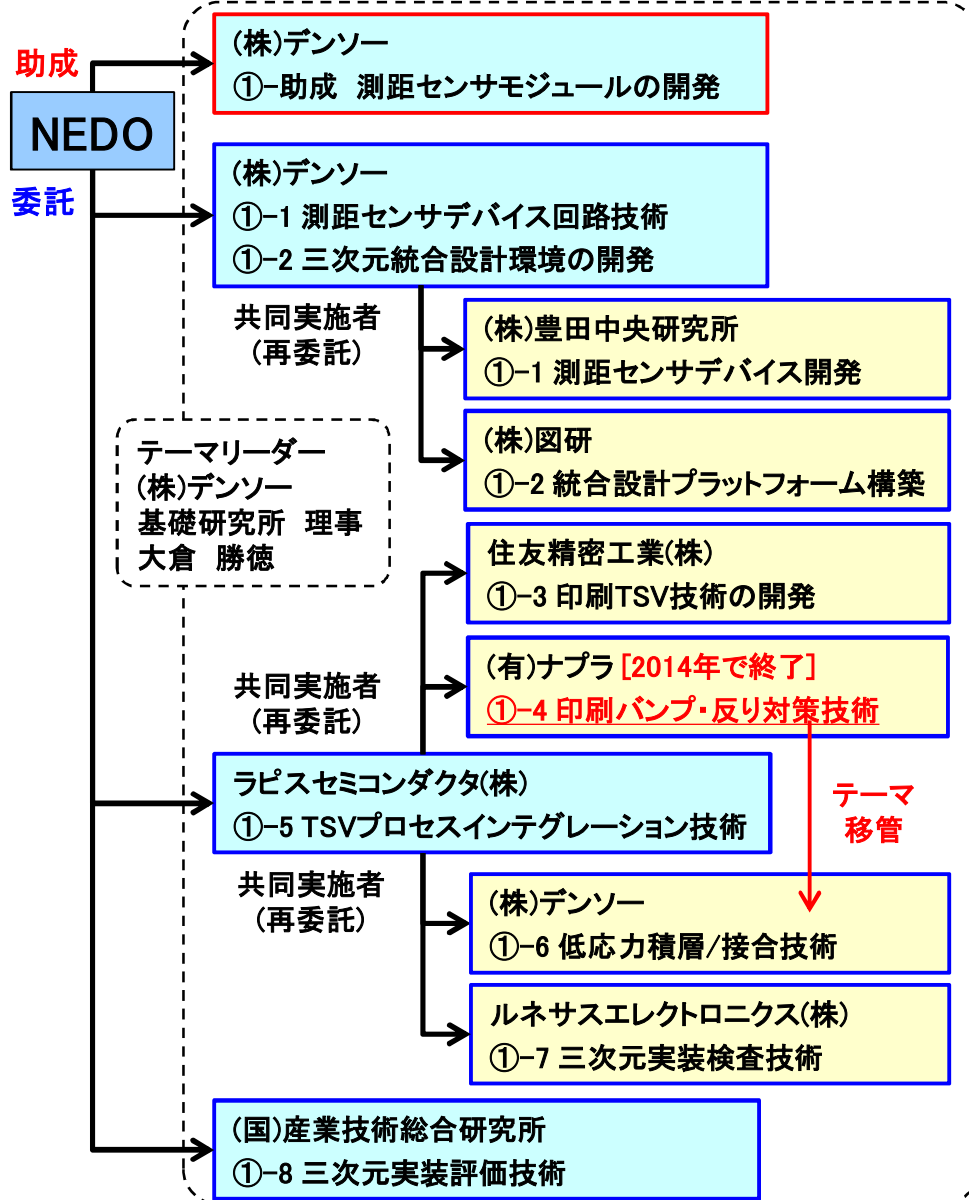
[単位:百万円、下段はNEDO負担額]

| 研究開発項目                                  |               | 2013年度<br>(実績) | 2014年度<br>(実績) | 2015年度<br>(予算) | 2016年度 | 2017年度 | 合計    |
|---|---------------|----------------|----------------|----------------|--------|--------|-------|
| ①車載用障害物<br>センシングデバイスの開発                 | 委託            | 565            | 1,366          | 1,077          |        |        | 3,008 |
|   |               | 565            | 1,365          | 1,077          |        |        | 3,008 |
|   | 委託<br>促進予算    | 0              | 0              | 263            |        |        | 263   |
|   |               | 0              | 0              | 263            |        |        | 263   |
|   | 助成<br>(1/2以下) | 31             | 40             | 40             |        |        | 111   |
|   |               | 16             | 20             | 20             |        |        | 56    |
| ②障害物検知・<br>危険認識アプリ<br>ケーションプロ<br>セッサの開発 | 助成            | 221            | 414            | 436            | —      | —      | 1,071 |
|   | (1/2以下)       | 111            | 207            | 218            |        |        | 536   |
| ③プローブデータ<br>処理プロセッサ<br>の開発              | 助成            | 251            | 1,217          | 783            |        |        | 2,251 |
|   | (1/2以下)       | 126            | 609            | 391            |        |        | 1,126 |
| 合計                                      | 委託            | 565            | 1,366          | 1,340          |        |        | 3,271 |
|   | 助成            | 503            | 1,671          | 1,259          |        |        | 3,433 |
|   |               | 253            | 836            | 629            |        |        | 1,718 |
|   | 総予算           | 1,068          | 3,037          | 2,599          |        |        | 6,704 |
|   |               | 818            | 2,202          | 1,969          |        |        | 4,989 |

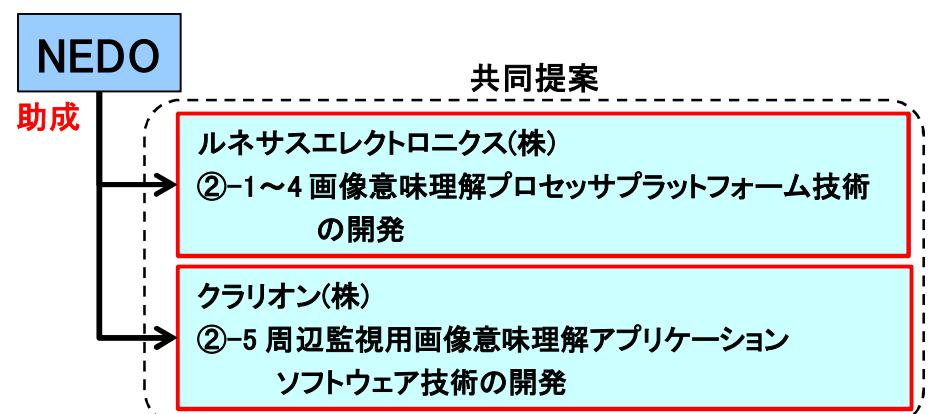
2. 研究開発のマネジメント  
 (3) 研究開発の実施体制の妥当性

# 研究開発の実施体制

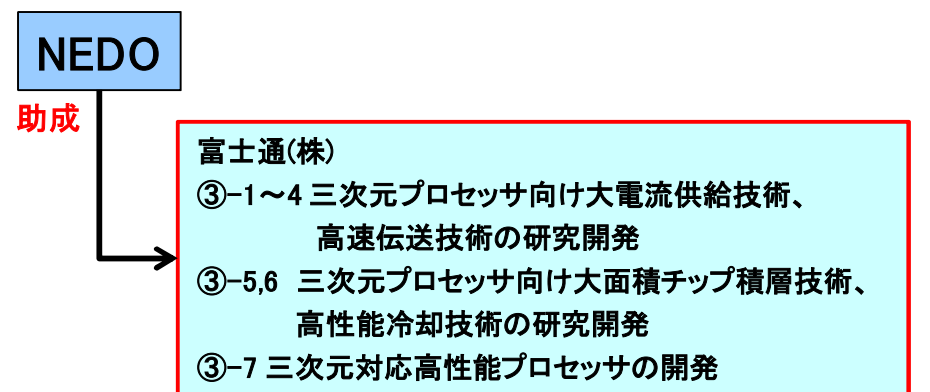
## ① 車載用障害物センシングデバイスの開発(委託+助成)



## 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)



## ③ プロープデータ処理プロセッサの開発(助成)





## 研究開発の進捗管理

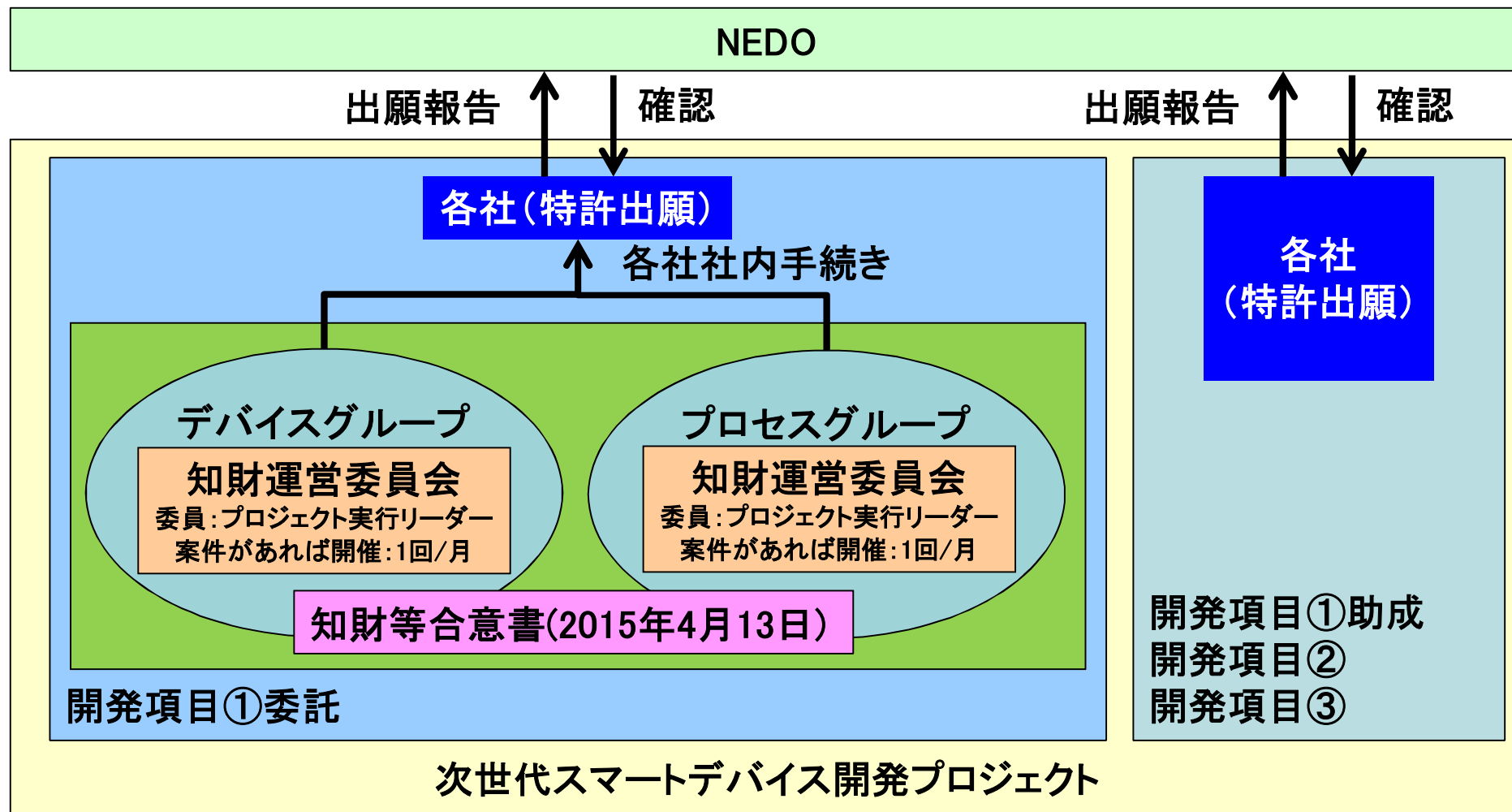
・NEDO主催のプロジェクト推進委員会、実施者主催の会議体を通じ、プロジェクトの運営管理にNEDOの意思を反映(体制の変更、追加予算の投入等)

| 会議名             | 実施対象<br>開発項目 | 主催者  | 開催頻度            | 議事内容   |
|-----------------|--------------|------|-----------------|--|
| プロジェクト<br>推進委員会 | ①②③          | NEDO | 2回/年x<br>3テーマ   | ・進捗報告、確認<br>・開発方針・推進計画の報告、確認<br>・実用化、事業化に関する報告 |
| 技術連絡会           | ①②③          | 実施者  | 2回/年x<br>3テーマ   | ・進捗報告、確認<br>・開発方針・推進計画の報告、確認                   |
| 横串WG            | ①委託          | 実施者  | 1回/月x<br>2グループ  | ・毎月の進捗共有<br>・技術ディスカッション                        |
| 知財運営<br>委員会     | ①委託          | 実施者  | 出願時<br>(横串WG併催) | ・出願内容に関する報告、調整、<br>アドバイス                       |

| 2013年度                     | 2014年度  |                   | 2015年度 |          |                | 2016年度 |         |       | 2017年度  |       |         |      |
|----------------------------|---------|-------------------|--------|----------|----------------|--------|---------|-------|---------|-------|---------|------|
| 採択委員会                      | PJ推進委員会 | PJ推進委員会<br>実施体制変更 | 技術連絡会  | 開発促進財源投入 | 実施計画変更<br>中間評価 | 技術連絡会  | PJ推進委員会 | 技術連絡会 | PJ推進委員会 | 技術連絡会 | PJ推進委員会 | 事後評価 |
| 横串WG(委託デバイスG、委託プロセスGで毎月開催) |         |                   |        |          |                |        |         |       |         |       |         |      |
| 知財運営委員会(横串WG併催)            |         |                   |        |          |                |        |         |       |         |       |         |      |

## 知的財産権等に関する戦略

- ・知財等合意書により、知的財産管理指針策定、知財運営委員会設置
- ・知財マネジメント強化のため、知財の創出 / 権利化を推進する体制を構築



## 具体的な情勢変化への対応(体制変更、計画変更)

### ・開発状況、外部情勢を踏まえ、実施体制の組み替え、実施計画の変更等を実施

| 実施事項   | 経緯及び対応  | 効果   |
|--|---|--|
| <p>＜2014年度＞ 2015年3月<br/>印刷TSV技術開発における材料開発の促進のための実施計画および実施体制の変更。<br/>(研究開発項目①委託事業)</p>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・印刷TSVおよび接合用の材料開発は、当初再委託先の材料で開発を進める計画であったが、該材料が目標特性を満たすことが確認できなかった。</li> <li>・そこで、外部の幅広い候補材料からスクリーニングを行い、目標とする特性を発揮できる材料を選定し、開発を進める計画に変更するとともに、再委託者の変更、開発テーマの移管を行った。</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>・幅広い材料から適切な材料を選択でき、技術確立の目処が立った。</li> </ul>  |
| <p>＜2015年度＞ 2015年9月<br/>市場競争の激化に対応した性能検証手法の効率化による最終目標達成時期の前倒し、テーマ終了。<br/>(研究開発項目②助成事業)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・市場競争の激化に対応し、早期の実用化が必須となったため、性能検証手法を変更して、チップの制作時間および性能検証の期間を短縮することにより、最終目標達成時期を2015年度末に前倒しできる見込みが得られた。</li> <li>・これに伴い、計画の前倒しを行い、本研究開発項目を2015年度で終了することとした。</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実用化、事業化の加速。</li> </ul>   |
| <p>＜2015年度＞ 2015年9月<br/>開発の進展による実施内容の見直し。<br/>(研究開発項目③助成事業)</p>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・2014年度までの研究で、三次元実装の実プロセッサを試作する場合の課題を、三次元実装TEG、二次元実装開発結果、EDAツールから抽出し評価する手法を開発。</li> <li>・これに伴い、性能確認の方法を実プロセッサによる実性能測定から、新手法による性能実証に変更するとともに、性能評価の時間、項目を増やし、開発の効率化と開発精度の向上をはかることとした。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・成果の有効性を早期に評価可能。</li> <li>・プローブデータ処理性能確認追加。</li> <li>・実用化時に使用するプロセスノードへの展開が容易。</li> </ul> |

## 具体的な情勢変化への対応(開発促進財源投入)

件名: 開発項目①(委託事業)への資金投入 (実施年月: 2015年6月、金額: 合計263百万円)

- (1) 2014年度に明らかになったセンサデバイスのノイズ発生メカニズムの究明とその対策を実施する。  
 (2) 2014年に実施した印刷TSV用材料拡充の結果、当初の予定より多数の材料を評価する必要が生じたため。

| 追加実施研究開発細目                    | 追加予算   | 目的 / 実施内容  | 成果   |
|-------------------------------|--------|--|--|
| (1)<br>・測距センサデバイス/<br>回路技術の開発 | 50百万円  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・センサのノイズ発生原因究明と対策を目的としたTEG試作およびその評価の実施を追加する。</li> <li>・2016年度実施予定の三次元実装検討TEG試作へのリスク低減を目的として、設計シミュレーションにノイズの影響等を追加する。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ノイズ評価用TEG設計完了</li> <li>・設計シミュレーションに着手。</li> </ul>  |
| ・三次元ICの統合設計<br>環境の開発          | 90百万円  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・車載環境下におけるノイズ等の影響を明確化し、三次元IC試作時の車載信頼性確保を目的として、PDK開発TEGの試作・評価による各種IC試作用パラメータ抽出を追加する。</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・PDK開発TEG設計完了。</li> </ul>   |
| (2)印刷TSV技術の開発                 | 123百万円 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・幅広いTSV充填候補材料からの絞り込みを加速し、2015年度内の印刷TSV技術開発を確実なものとするを目的として、評価用TEGの設計/試作、TEGの充填加工、加工したTEGの評価を追加する。</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・充填金属材料:<br/>13種→2種に絞り込み済。</li> <li>・絶縁層形成材料:<br/>8種→2種に絞り込み済。</li> <li>・プロセス最適化実施中。</li> </ul> |

---

## Ⅲ. 研究開発成果

## 研究開発項目毎の目標と達成状況(1)

### 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(1/2)

| 研究開発項目/細目                 | 中間目標(2015年度末)  | 成果(2015年9月時点)  | 達成度<br>(達成時期)  | 今後の課題と解決方針   |
|---------------------------|--|--|--|--|
| ①:<br>車載用障害物センシングデバイスの開発  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・性能評価の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。</li> <li>・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の明確化。</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・センサの感度、回路の処理性能目処付。</li> <li>・センサおよびロジック回路設計完了。</li> <li>・三次元積層の要素技術開発6項目中2項目目標達成。</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>△<br/>(2016/3)</li> <li>△<br/>(2016/3)</li> <li>△<br/>(2016/3)</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・センサ及びロジック回路の性能評価。</li> <li>・性能評価に基づく課題の抽出と解決の技術見通し明確化。</li> <li>・TSVの信頼性評価と車載向け対策指針策定。</li> <li>・印刷TSVプロセス確立。</li> </ul> |
| ①-1:<br>測距センサデバイス・回路技術の開発 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・センサICプロト(SPAD32画素+測距回路)を試作し原理検証。</li> <li>・LSIプロト試作し移動体検出のリアルタイム処理実証。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・SPAD感度3.9倍達成。</li> <li>・32画素測距回路TEG設計完。</li> <li>・FPGAプロトにて処理性能目処付。</li> <li>・LSIプロト設計完了。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○<br/>(2016/3)</li> <li>△<br/>(2016/3)</li> <li>○<br/>(2016/3)</li> <li>△<br/>(2016/3)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・32画素測距回路TEGの試作と性能評価。</li> <li>・LSIプロトによるリアルタイム処理確認。</li> </ul>   |
| ①-2:<br>三次元統合設計環境の開発      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・設計環境プロト構築。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・チップ積層とツール間I/Fを組み込んだプロト完成。</li> <li>・TSVライブラリとIC設計フロー作成中。</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○<br/>(2016/3)</li> <li>△<br/>(2016/3)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・TEG評価により実測値反映。</li> </ul>  |
| ①-3:<br>印刷TSV技術の開発        | <p>&lt;TSV用金属充填技術&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・材料、プロセス両面での確立と品質目標の達成</li> <li>・金属充填装置の基本仕様作成。</li> </ul> <p>&lt;TSV用絶縁層形成技術&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・材料、プロセス両面での確立と品質目標の達成</li> <li>・実験機の高清浄度化改造完成。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・材料とプロセスを確定。</li> <li>・基本仕様作成中。</li> <li>・材料絞り込み、プロセス確定</li> <li>・改造仕様策定中。</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○<br/>(2016/3)</li> <li>△<br/>(2016/3)</li> <li>○<br/>(2016/3)</li> <li>△<br/>(2016/3)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・品質目標の達成確認。</li> <li>・2016/3作成完了。</li> <li>・品質目標の達成確認。</li> <li>・2016/3改造完成。</li> </ul>                                   |

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

## 研究開発項目毎の目標と達成状況(2)

### 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(2/2)

| 研究開発項目/細目                               | 中間目標(2015年度末)  | 成果(2015年9月時点)  | 達成度<br>(達成時期)                           | 今後の課題と解決方針  |
|---|--|--|---|---|
| ①-4:<br>印刷等によるマイクロバンプ形成技術・<br>反り対策技術の開発 | ・印刷等による10μm以下の微細な<br>バンプの形成。<br>・プロセス時間の削減。                                  | ・新規工法により、7μmΦの微細バンプ<br>の形成を達成。<br>・新規構造により、プロセス時間<br>(工程数)を約30%削減。                               | ○<br><br>○                              |   |
| ①-5:<br>TSVプロセスインテ<br>グレーション技術の<br>開発   | ・TSV構造の成立性見通しの判断。<br>・初期特性および信頼性を評価。<br>・民生信頼性レベルの構造決定と車載<br>向け対策指針の決定。      | ・評価結果により、TSV構造で成立する<br>ことを判断。<br>・初期特性評価完了し、導通を確認。信<br>頼性評価に向けてプロセス改良実施。<br>・構造案の絞り込み完了。         | ○<br><br>△<br>(2016/3)<br>△<br>(2016/3) | ・改良プロセスでの信頼性評価<br>データの取得。<br>・信頼性評価より対策指針を<br>決定する。 |
| ①-6:<br>低応力積層/接続<br>技術の開発               | ・10,000個/chip以上のバンプ接続。<br>・接合部の信頼性の確保。                                       | ・高精度アライメント技術および新規接<br>合条件により、49,000個のバンプ接続<br>を達成。<br>・高信頼性実装技術により、信頼性を<br>確保した。                 | ○<br><br>○                              |   |
| ①-7:<br>三次元実装検査<br>技術の開発                | ・20μmピッチのマイクロバンプへの直接<br>プロービング技術を確立。<br>・実装状態での非破壊による検査技術<br>を確立(CT検査手順書纏め)。 | ・20μm/40μmピッチプローブカード開発<br>によりTSVバンプへのプローブ可能な<br>事を確認。<br>・X線CT装置の不良解析性能を検証<br>して、不良モード分類可能な事を確認。 | △<br>(2016/2)<br><br>△<br>(2016/2)      | ・直接プローブ後のバンプに<br>対する接合性の確認。<br>・CT検査手順書のまとめ。        |
| ①-8:<br>三次元実装評価<br>技術の開発                | ・車載センサシステムに対応する三次元<br>LSI積層実装システムの電気・熱・応力<br>解析評価技術を構築する。                    | ・5μmΦの微小三次元構造TSV及び<br>バンプを含めた各解析評価技術を構築<br>し、車載センサシステムの製品TEGの<br>設計指針を得た。                        | ○                                       |   |
| ①-助成:<br>測距センサモジュ<br>ールの開発              | ・発光部と受光部を組み合わせたバラッ<br>クサンプルを試作し、成立性を検証。                                      | ・バラックサンプルを設計し、試作中。   | △                                       | ・バラックサンプルの試作と<br>性能評価。                              |

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

## 研究開発項目毎の目標と達成状況(3)

### 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(1/1)

2015年度で最終目標を  
達成しテーマ終了

| 研究開発項目/細目  | 最終目標(2015年度末)  | 成果(2015年9月時点)   | 達成度<br>(達成時期) | 今後の課題と解決方針   |
|--|--|---|---------------|--|
| ②-1:<br>画像意味理解プロセッサ<br>プラットフォーム技術の<br>開発         | メモリスループット:<br>80 GByte/s 以上。<br>単位消費電力当たり演算性能:<br>1,000GOPS/W 以上。  | メモリスループット:<br>96 GByte/s 以上<br>単位消費電力当たり演算性能:<br>1,000GOPS/W 以上の見積もり  | △<br>(2016/2) | アプリケーションソフト<br>+ 評価システムによる<br>最終目標達成の確認            |
| ②-1-1:<br>画像意味理解プロセッサ<br>技術                      | 用意周到型アーキテクチャに基づく<br>画像意味理解プロセッサの有効性<br>を実証。  | ・命令セットアーキテクチャを設計。<br>・RTL設計・検証を完了し、FPGA<br>チップへ実装。  | △<br>(2016/2) | 評価システムによる<br>有効性の実証                                |
| ②-1-2:<br>画像意味理解プロセッサ<br>に向けたソフトウェア開発<br>環境技術    | AC-FW対応ランタイムマネージャ、<br>画像意味理解APIライブラリの<br>有効性を実証。   | ランタイムマネージャとライブラリを<br>開発、動作検証の実施<br>OpenVX 1.0 Tiling Extension 暫定版<br>リリース達成。   | △<br>(2016/2) | ランタイムマネージャ<br>とライブラリの有効<br>性実証                     |
| ②-1-3:<br>前方監視用画像意味<br>理解アプリケーションの<br>実時間動作実証    | 前方監視用画像意味理解アプリケー<br>ションのコアの評価を行い、システム<br>が要求する性能で動作することを<br>検証。  | ・前方監視用の画像意味理解アプリ<br>ケーションソフトウェアのコア解析<br>・解析結果に基づくハード設計、FPGA<br>実装、APIライブラリ開発  | △<br>(2016/2) | 前方監視用画像意味<br>理解アプリケーション<br>のシステム要求性能<br>動作の検証      |
| ②-1-4:<br>画像意味理解リファレンス<br>データ取得システムの設計           | 開発したテストベッド評価に基づき、<br>高精度化するための課題と改善策<br>をまとめる。   | 機器特性を取得し、精度を高める方法<br>についてまとめ、改善効果を確認。   | ○             |  |
| ②-2:<br>車両周辺監視用画像意味<br>理解アプリケーション<br>ソフトウェア技術の開発 | 以下の機能を有するアプリケー<br>ションソフトを開発する。<br>・走行車両周辺の歩行者、自動車、<br>二輪車など多数の障害物の認識<br>・それぞれの障害物の動きの予測<br>・それぞれの障害物の衝突危険度<br>の判定。 | ・以下のアプリケーションソフトを開発<br>- 歩行者等を検知する移動体検知<br>- 車両等を検知する側方接近車検知<br>- 障害物等を検知する静止立体物検知<br>- 検知結果を元に車両周囲の状況を<br>空間マップ化して衝突危険度判定を<br>行うロジックの開発。<br>・最終目標達成に向けた課題抽出 | △<br>(2016/2) | 車両周辺監視用画像<br>意味理解アプリケー<br>ションソフトのシステム<br>要求性能動作の検証 |

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達



## 研究開発項目毎の目標と達成状況(4)

### ③プローブデータ処理用プロセッサの開発[富士通] (1/2)

| 研究開発項目/細目                         | 中間目標(2015年度末)   | 成果(2015年9月時点)  | 達成度<br>(達成時期) | 今後の課題と解決方針   |
|-----------------------------------|---|--|---------------|--|
| ③:<br>プローブデータ処理<br>プロセッサの開発       | ・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。                    | ・要素技術開発において、開発目標達成の目処がたった。   | △<br>(2016/2) | ・2015年度TEG評価により各要素技術項目の確認を行い、中間目標達成と最終目標達成の見通しを明らかにする。 |
| ③-1:<br>三次元対応SI/PI<br>設計技術の開発     | ・TSVを含む伝送路と300Wクラスの電源網のモデル解析と実測検証。  | ・TSVの透過特性を実測で取得し伝送路のモデル解析を実施。<br>・Si-IP積層の伝送路で25.8Gbps伝送を実測済。<br>・電源網をモデル解析しTSV数見積り済。                          | △<br>(2016/2) | ・TEG実測の実施。<br>・システムボードレベルのSI/PI共存設計・検証を実施。             |
| ③-2:<br>バックサイド設計<br>技術の開発         | ・TSVを経由する電源供給構造の策定と検証。<br>・バックサイド配線・電極等の設計仕様策定。<br>・電源供給用Siインターポーザ(Si-IP)の仕様確定。 | ・電流要件の明確化、電源供給構造策定。<br>・各種のバックサイド設計仕様を策定。<br>・厚膜多層構造のSi-IPの設計仕様を確定し、試作により配線形成が可能なことを確認した。                      | △<br>(2016/2) | ・量産時の製造性の確認を、2015年度TEG評価で実施                            |
| ③-3:<br>バックサイドウエハ<br>処理技術の開発      | ・反りを制御した、裏面プロセスフローの策定。<br>・試作サイトの評価完了。<br>・機能TEGの試作                             | ・裏面プロセスフローを策定し、試作を実施して、目標の反り100 $\mu$ m以下を達成。<br>・試作サイトでの評価を完了し、抵抗歩留り95%を確認した。<br>・評価結果をフィードバックし機能TEGの設計を完了した。 | △<br>(2016/2) | ・量産時の製造性の確認を、2015年度TEG評価で実施                            |
| ③-4:<br>大電流対応の<br>微小端子接合<br>技術の開発 | ・TSVを経由した合金化接続部と、接続部材料単体の電流密度耐性を評価し合金接続部の構造とプロセスを開発する。                          | ・微小端子1ピンあたりの印加電流値を明確化した。<br>・微小端子の合金化接続構造とその接合プロセスを開発した。<br>・TSV収束構造と合金接続部を含む電源経路を持つ積層体を試作完了。                  | △<br>(2016/2) | ・合金化接続部の電流密度耐性の評価を2015年度TEG評価で実施                       |

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

## 研究開発項目毎の目標と達成状況(5)

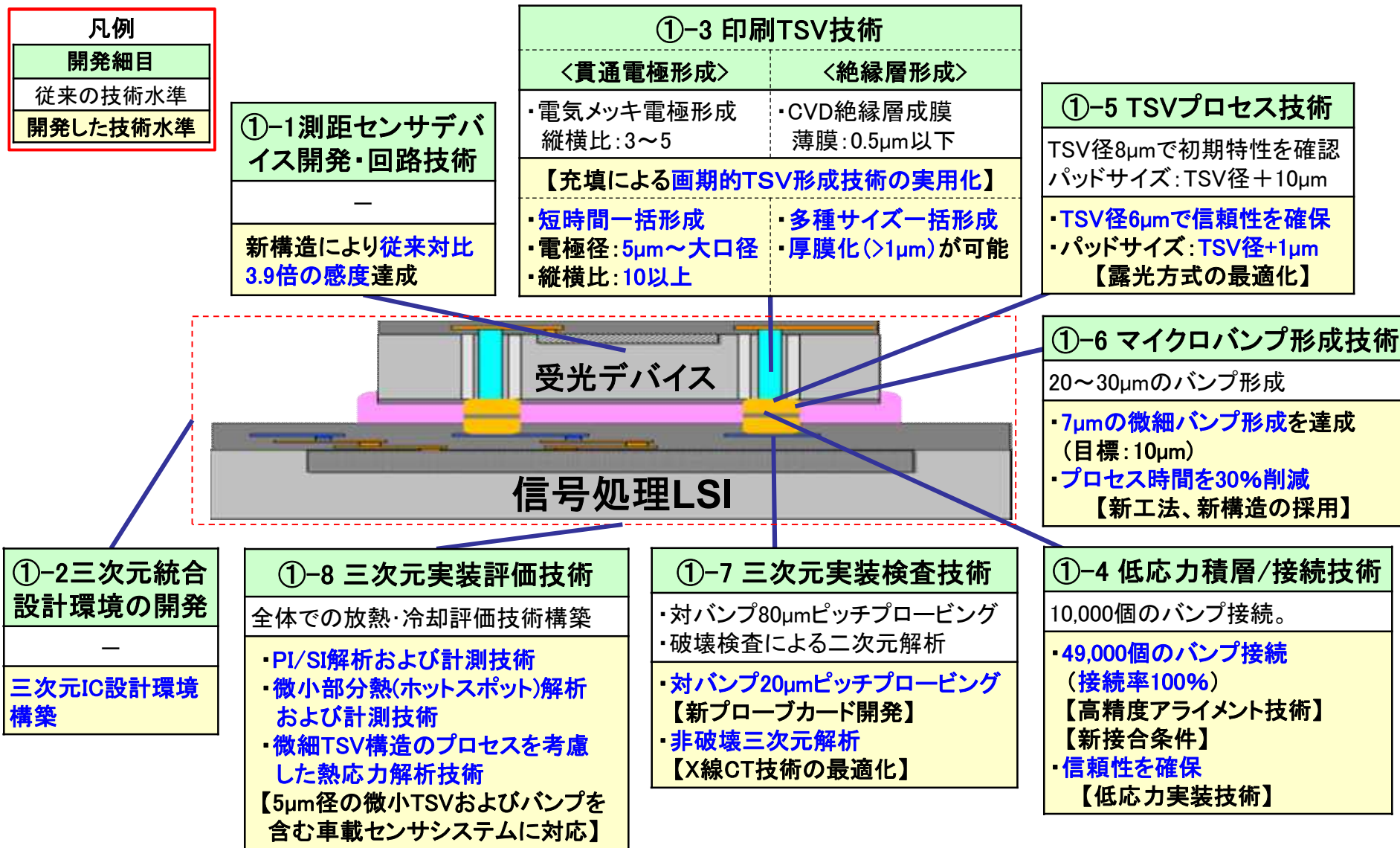
### ③プローブデータ処理用プロセッサの開発[富士通] (2/2)

| 研究開発項目/細目                           | 中間目標(2015年度末)   | 成果(2015年9月時点)  | 達成度<br>(達成時期)         | 今後の課題と解決方針   |
|-------------------------------------|---|--|-----------------------|--|
| ③-5:<br>チップ積層プロセス<br>技術開発           | <ul style="list-style-type: none"> <li>薄チップハンドリング技術の確立。</li> <li>数万以上のTSVを持つチップの積層技術の開発。</li> <li>熱伝導のよい封止材の選択と充填方法の開発。</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>厚さ50<math>\mu</math>m, 口25mmのチップのダイシングからピックアップ可能な技術を確立した。</li> <li>口23mm30万端子のチップを積層する技術を開発し、端子接続を確認した。</li> <li>熱伝導率1.5W/m<math>\cdot</math>Kの封止材を選択し、ポイドのない真空塗布による充填方法を開発した。</li> </ul>                       | <p>△<br/>(2016/2)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>信頼性の確認を2015年度TEG評価で実施。</li> </ul>                 |
| ③-6:<br>積層チップのパッケージング技術・<br>冷却技術の開発 | <ul style="list-style-type: none"> <li>パッケージ基板の材料選択と構造の策定。</li> <li>パッケージ基板とボードの安定な接合構造の開発。</li> <li>高性能冷却構造の開発と冷却性能、循環経路の流量圧力損失の確認。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>低熱膨張の有機材料で応力歪を吸収可能なコア層と、高密度配線層を張り合わせた構造を策定し、パッケージを試作した。</li> <li>錫銀銅及び錫ビスマスの両仕様の構造を開発し、安定な接合性を試作確認済。</li> <li>微細流路構造を持つ冷却構造を開発し、熱密度60W/cm<math>^2</math>(局所120W/cm<math>^2</math>)の冷却が可能なことを試作で確認した。</li> </ul> | <p>△<br/>(2016/2)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>積層チップ搭載エリアの反りうねり制御を、ボードの剛性増等で対応し、解決予定。</li> </ul> |
| ③-7:<br>三次元対応高性能<br>プロセッサの開発        | <ul style="list-style-type: none"> <li>最終目標を満たすプロセッサ基本仕様の策定。</li> <li>設計最適化が可能な三次元実装設計環境の開発。</li> <li>三次元実装LSI向けのテスト手法の開発。</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>基本仕様を策定し、マクロ性能とフロアプランから目標性能達成の目的を確認済。</li> <li>設計環境を開発し、既存マクロを三次元積層用マクロにする手法を確立した。</li> <li>積層チップ間の信号伝送の試験を超多ピンの微小端子用プローブなしで実現する方式を開発した。</li> </ul>   | <p>△<br/>(2016/2)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>テスト手法の妥当性確認を2015年度TEG評価で実施。</li> </ul>            |

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

# 成果の概要: ①車載用障害物センシングデバイス(1/7)

## <本プロジェクト(委託事業)によるデバイスおよび三次元積層技術の進歩>



# 成果の概要: ①車載用障害物センシングデバイス(2/7)

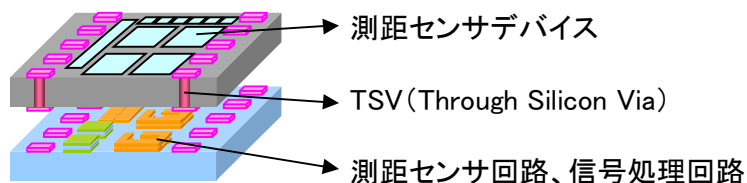
## ①-1: 測距センサデバイス開発・回路技術

・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及び、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が明確になった。

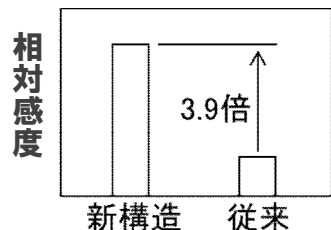
## ①-2: 三次元統合設計環境の開発

・チップ積層とツール間I/Fを組み込んだプロト完成。

### ①-1 測距センサデバイス・回路の構成例



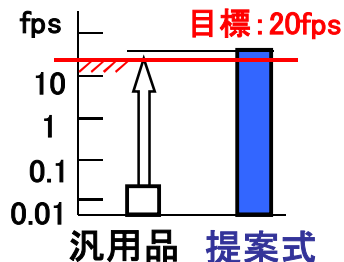
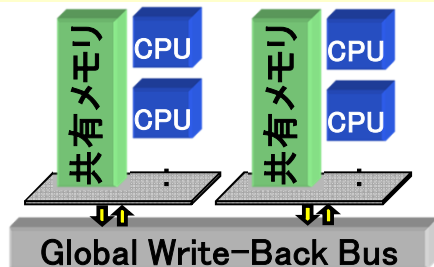
### 波長870nmでの感度実測結果



測距センサ  
 デバイス  
 感度3.9倍  
 (従来比)達成

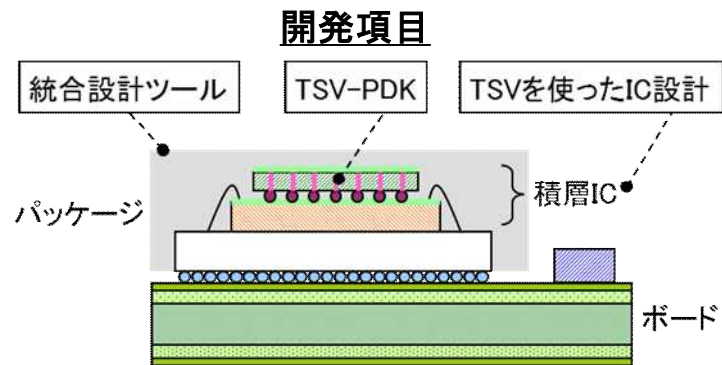
### 信号処理回路(移動体検出)

マルチコア技術で、リアルタイム性の目標達成



### ①-2

従来ツールでは実現できない三次元IC設計環境構築



・TSV-PDK、IC設計フロー作成  
 ・IC積層化の基本要素開発完



TSV-PDK



統合設計ツール・プロト

・回路図  
 ・レイアウト  
 ・シミュレーションモデル

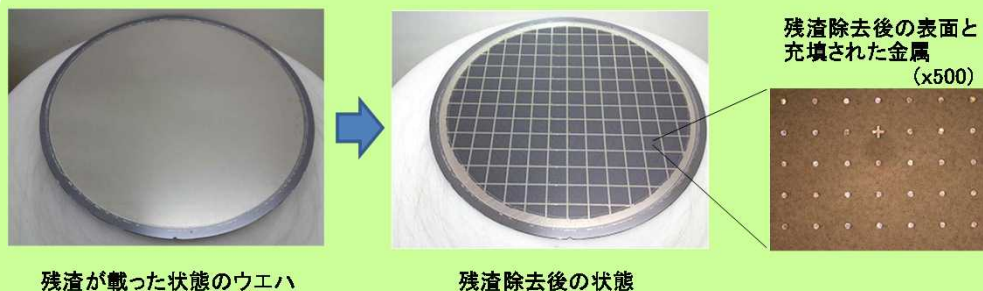
・ICデータ取込み  
 ・複数チップ積層  
 ・チップ間接続検証

## 成果の概要：①車載用障害物センシングデバイス(3/7)

### ①-3：印刷TSV技術の開発：画期的TSV形成技術実用化の目処を得た。

- ・金属充填技術および絶縁層形成技術を材料・プロセス両面で確立。
- ・金属充填装置の実証評価機を開発・製作するための基本仕様を2015年度末迄に作成完了見込。
- ・金属充填および絶縁層形成の良品率95%以上を2015年度末迄に達成見込。

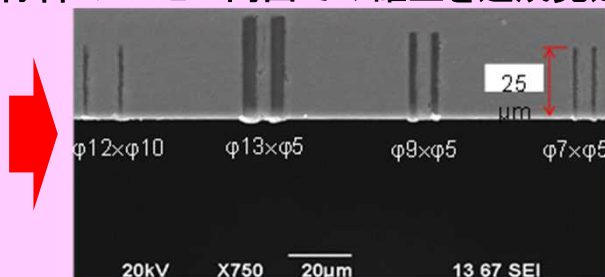
#### a. 金属充填後の残渣除去工程の確立を達成



ウエハ表面の残渣を機械的に除去する手法を確立

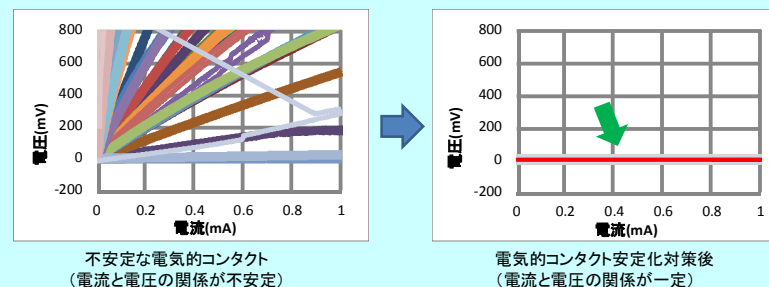
#### c. 絶縁層形成技術の 材料・プロセス両面での確立を達成見込

絶縁層を形成  
した断面の例



2015年度末までに絶縁層良品率95%以上を確保  
できる見込み

#### b. 充填金属の電氣的コンタクトの安定化を達成



①②および充填後金属の抜け防止対策により金属充填技術の材料・プロセス両面での確立を達成見込み

2015年度末までに金属充填良品率95%以上を確保できる見込み

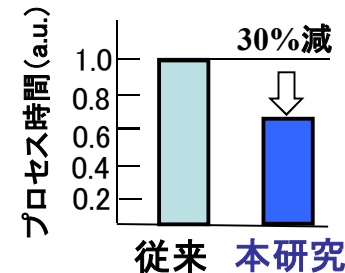
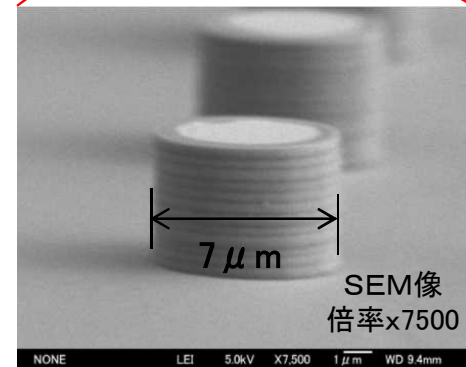
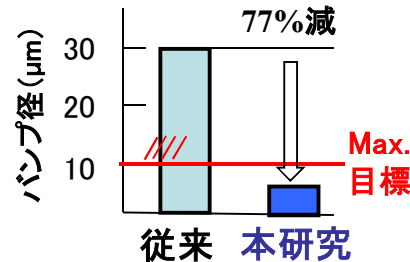
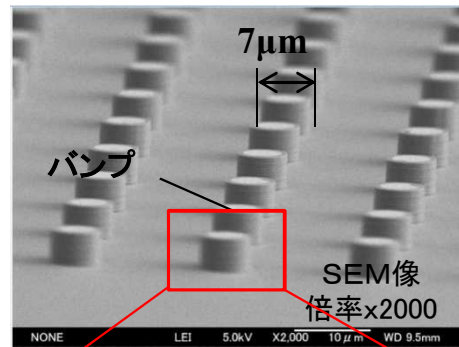
#### d. 金属充填装置 実証評価機の基本仕様を作成見込

- ・実験用金属充填装置で問題点を抽出
- ・実用レベルの材料消費量とスループットを達成する構造を案画

# 成果の概要: ① 車載用障害物センシングデバイス (4/7)

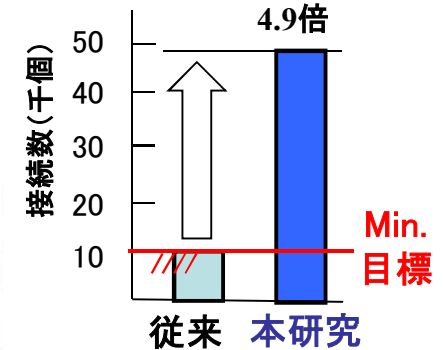
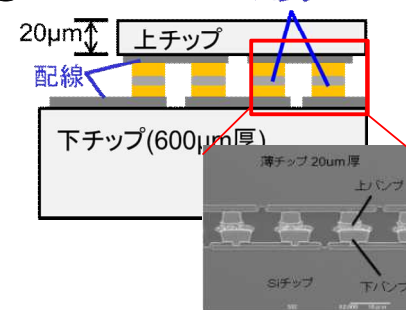
- ①-4: 印刷等によるマイクロバンプ形成技術の開発 **中間目標達成**  
 ・新工法、新構造により、プロセス時間を30%削減し、狙いの7 $\mu$ mの微細バンプ形成を達成。
- ①-6: 低応力積層/接続技術の開発 **中間目標達成**  
 ・高精度アライメント技術および新接合条件により、49,000個のバンプ接続を達成。  
 ・低応力実装技術により、信頼性を確保。

## ①-4 バンプ写真



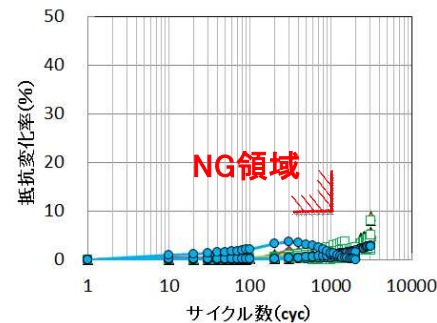
新工法、新構造により、プロセス時間を30%削減し、狙いの7 $\mu$ mの微細バンプ形成を達成

## ①-6

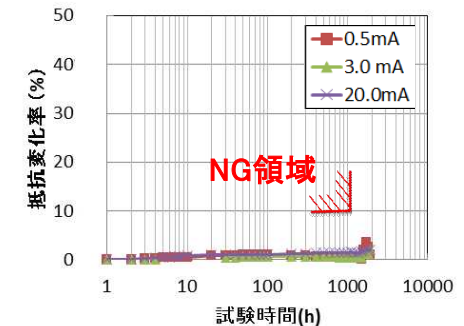


高精度アライメント技術および新接合条件により、微細バンプ49,000個接続に成功(接続率100%)

## 温度サイクル試験結果



## 高温通電試験結果



抵抗変化率 $\pm$ 10%以下@1000cyc 抵抗変化率 $\pm$ 10%以下@1000h

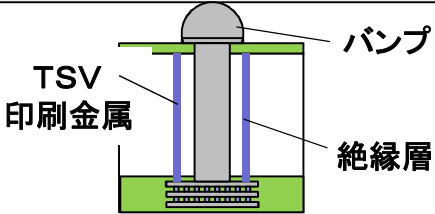
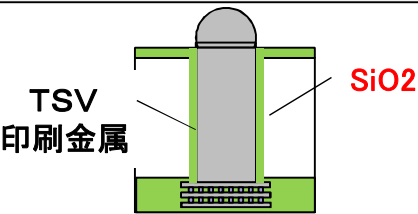
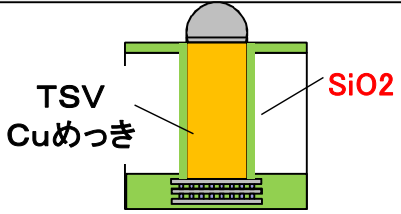
低応力実装技術により、信頼性を確保

## 成果の概要：①車載用障害物センシングデバイス(5/7)

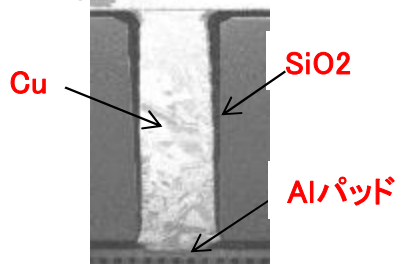
### ①-5：TSVプロセスインテグレーション技術の開発

- ・TSV構造での成立することを判断し、高信頼性及び低コスト化を狙う3種のTSV構造を決定した。
- ・先行評価としてCu TSVの初期特性評価を完了し、抵抗値は理想値であることを確認。

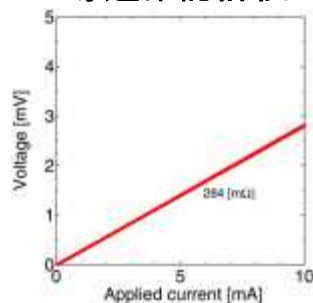
#### ・TSV構造の決定

| 項目        | ①印刷TSV(ATI)  | ②印刷TSV(NonATI)  | ③Cu TSV (Regular)   |
|-----------|--|---|---|
| 図         |  |  |  |
| TSV長(Si厚) |  | 20μm  |   |
| TSVピッチ    |  | 20μm  |   |
| TSV径      | 7μm  |   | 6μm   |
| 導体径       | 2μm  |   | 5μm   |
| メリット      | 高信頼性が期待できる構造   | コスト低減が期待できる構造   | 既存材料構成で初期特性評価が容易。先行して開発。  |

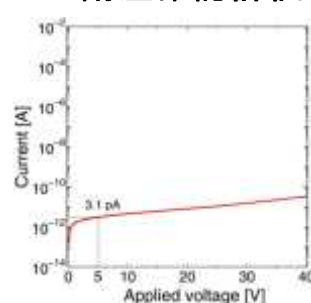
#### ・プロセス条件の決定 (Regular)



#### ・導通確認評価



#### ・耐圧確認評価





- ・TSV構造を決定
- ・プロセス条件を決定
- ・導通と耐圧(40V)の初期特性の確認ができた。

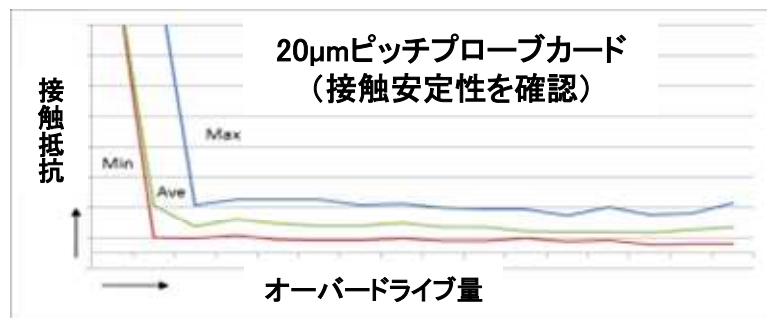
## 成果の概要：①車載用障害物センシングデバイス(6/7)

### ①-7：三次元実装検査技術の開発

- ・三次元実装半導体の検査技術として、TSVへの直接プロービング技術および非破壊での実装品解析技術を確立した。
- ・この技術により、TSVやその接合部などの不良を早期に発見し、製造工程へフィードバックすることで、歩留向上や製品の垂直立上げに貢献できる。

#### a. マイクロバンプ直接プロービング技術 20μm/40μmピッチプローブカード開発による TSV直接プロービングを実現

|                    | 外観   | プローブ種類        |
|--------------------|--|---------------|
| 20μmピッチ<br>プローブカード |   | MEMS型<br>プローブ |
| 40μmピッチ<br>プローブカード |  | 垂直型<br>プローブ   |

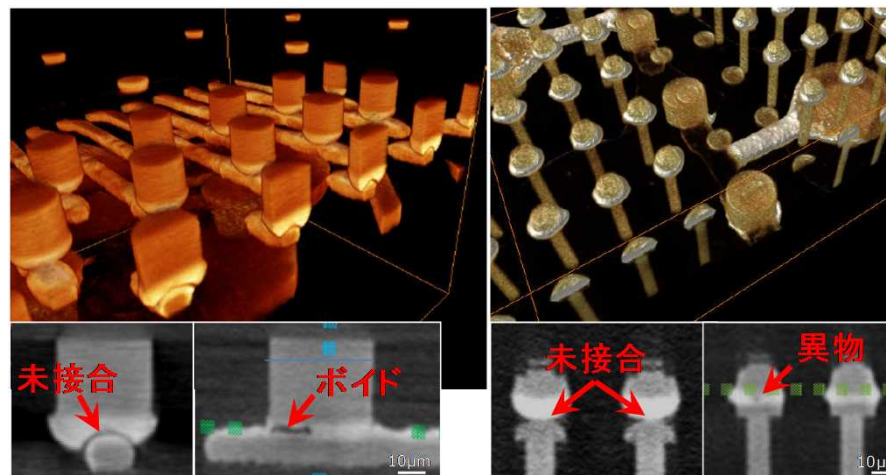


#### b. 非破壊検査技術

X線CT装置による非破壊での  
 TSV/接合部の不良モード分類  
 を実現



X線CT解析装置  
 X-Radia 520 Versa



Cuピラー(φ40μm)

TSVとマイクロバンプ(φ20μm)



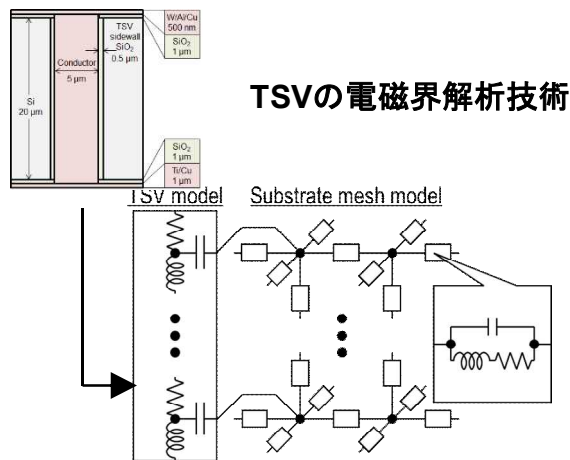
# 成果の概要: ①車載用障害物センシングデバイス(7/7)

## ①-8: 三次元実装評価技術

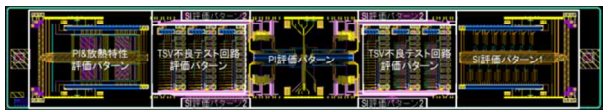
- ・車載センサシステムに対応したPI・SI解析・計測技術の構築。熱TEGの解析・実測の比較検証確認。
- ・微細TSV構造のプロセスを考慮した詳細解析技術の構築。製品TEGの設計指針を得た。

### a. PI・SI解析評価技術の開発

5μm径の微小三次元構造TSV及びバンプを含む車載センサシステム対応したPI・SI解析・計測評価技術の構築



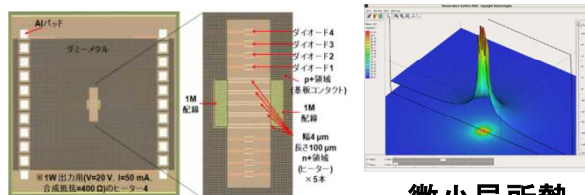
電磁界解析と回路解析を組み合わせ  
 せて三次元集積モジュールの  
 PI・SI解析技術



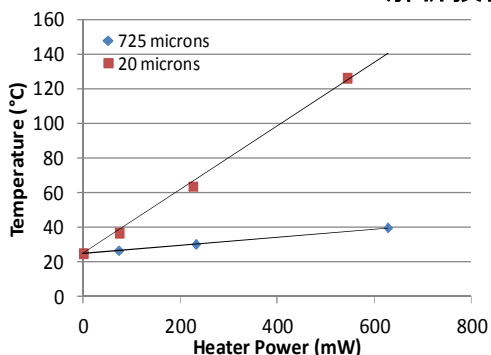
PI・SI評価システム技術

### b. 熱解析評価技術の開発

微小局所熱(ホットスポット)について  
 ウェハ薄化と電力の関係を解析・計  
 測評価技術にて導出による車載シ  
 ステムの設計指針を取得



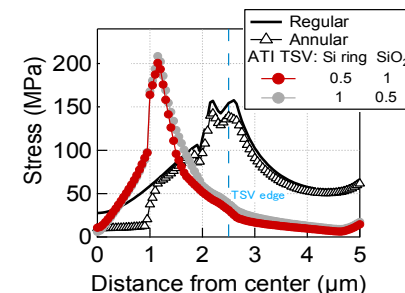
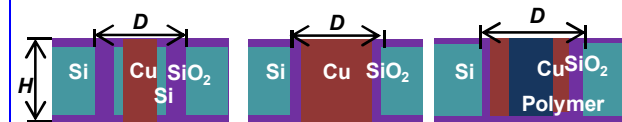
微小局所熱  
 (ホットスポット)  
 解析技術



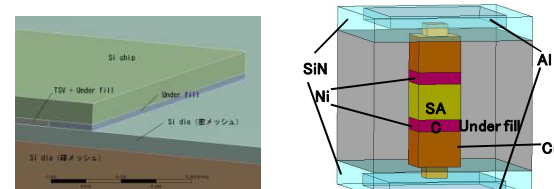
ヒータ電力と発熱温度の関係  
 (基板厚: 20μm, 725μm, 基準温度: 25°C)

### c. 応力・熱解析評価技術の開発

5μm径の微小三次元構造TSV及び  
 バンプを含む詳細な熱応力解析に  
 よる材料・プロセス選定への貢献



各種微小TSVにおける詳細な熱応力評価



ミリスケールのチップの伝熱解析から  
 マイクロスケールの接合部の熱膨  
 張による構造解析

## 成果の概要: ②障害物検知・危険認識アプリケーションプロセッサ(1/3)

2015年度で最終目標を達成し、テーマ終了

### ②-1-1: 画像意味理解プロセッサ技術

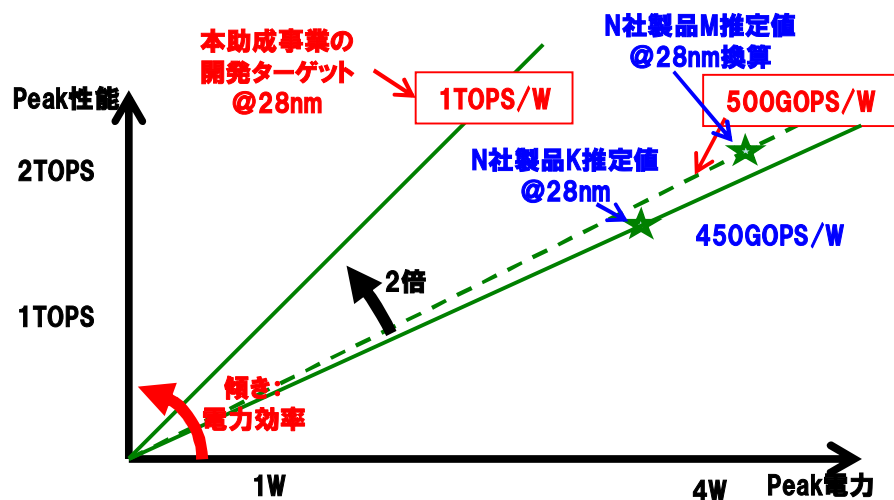
- ・電力性能比1,000GOPS/Wを達成見込み。他社を凌駕する製品競争力を獲得見込み。

### ②-1-2: 画像意味理解プロセッサに向けたソフトウェア開発環境技術

- ・最終目標を達成見込み。標準化活動で当社製品の性能を引き出す有利な仕様の採択を実現。

#### ②-1-1

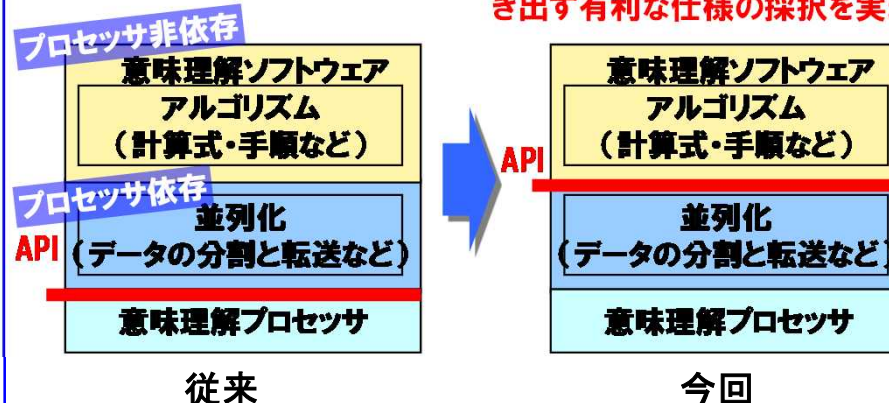
- ・「用意周到型アーキテクチャ」と名付けた提案プロセッサの命令セットアーキテクチャを設計。RTL設計・検証を完了し、FPGAチップへ実装。評価システムにより有効性検証中。
- ・他社比2倍の電力性能比1,000GOPS/W以上を達成見込み。他社を凌駕する製品競争力を獲得見込み。



#### ②-1-2

- ・最終目標の提案プロセッサ向けプログラミングフレームワーク「AC-FW: Automated Chaining Framework」を開発完了見込み。
- ・「AC-FW」が採用された業界標準規格OpenVX 1.0 Tiling Extension 暫定版のリリースを達成。APIライブラリを開発完。
- ・競合他社規格の標準化の動きに対抗し、当社製品の性能を引き出す有利な仕様の採択を実現。

APIの階層を引き上げハード依存を無くし、当社製品の性能を引き出す有利な仕様の採択を実現



2015年度で最終目標を達成し、テーマ終了

- ②-1-3: 前方監視用ソフトウェアによるプロセッサプラットフォーム技術の有効性評価
  - ・アプリソフトの実時間動作を検証見込み。実アプリケーションで高い性能を実現見込み。
- ②-1-4: 自動車システムにおける有効性評価用 リファレンスデータの取得準備 **最終目標達成**
  - ・アプリソフト動作の有効性を評価する走行映像の実データ(リファレンスデータ)の取得手法確立。

### ②-1-3

- ・以下のステップで有効性を評価。
  - 1) 前方監視用ソフトウェアコアの解析(完了)。
  - 2) 解析結果に基づき提案プロセッサ技術のHW設計、FPGA実装、APIライブラリ開発(完了)。
  - 3) アプリソフトのシステム要求性能(実時間)動作を検証実施(達成見込み)。
- ・実アプリケーションで高い性能を実現する見込み。



FPGA搭載ボードを用いた評価環境

### ②-1-4

- ・リファレンスデータ取得システムであるデータ収集車両を設計、開発しデータ収集動作を確認。
- ・データの価値を高めるために、機器特性を取得し、改善策について検討し、精度を高める方法についてまとめ、改善効果を確認。
- ・アプリソフト動作の有効性を評価する走行映像の実データの取得手法を確立。



データ収集車両



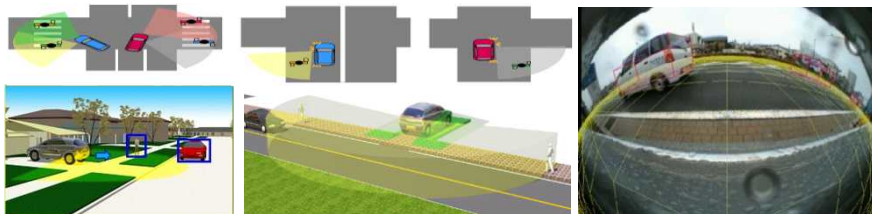
実際のシステム調整作業の様子

2015年度で最終目標を達成し、テーマ終了

## ②-2: 車両周辺監視用画像意味理解アプリケーションソフトウェア技術の開発

- ・動体及び静止体検知アプリケーションを元に画像意味理解アプリケーションソフトウェア開発中
- ・シミュレータ: アプリケーションロジックの机上検証ツール開発完了

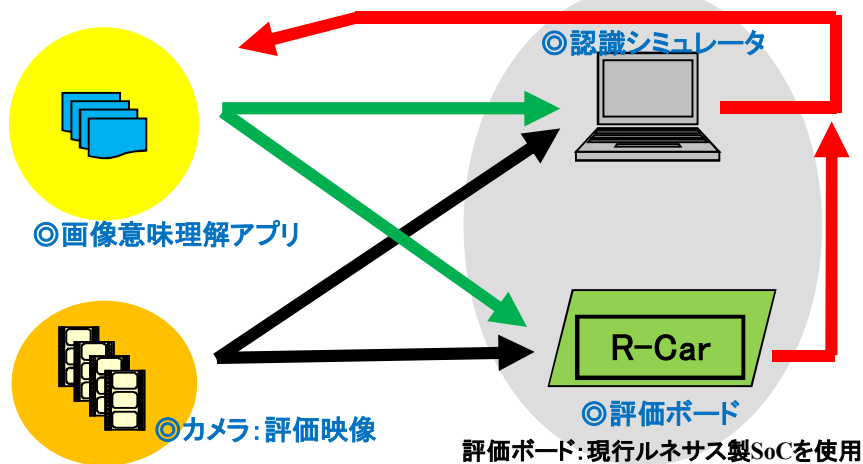
- ・障害物を想定し、条件等を策定しロジック検証を実施
- ・アプリ開発に向けた映像データ収集し評価展開



シーン(イメージ一例)

カメラ映像(一例)

- ・シミュレータによる実現見込み検証、製品適用に向けた実機検証を同時に進め、性能目標達成まで改修を繰り返し実施



- ・VGAカメラデータによるシミュレーション結果(検知距離・領域)

| 処理内容    | 評価メジャー | 目標値      | 結果       |
|---------|--------|----------|----------|
| 移動体検知   | 検知距離   | 16m      | 8m       |
| 路面認識    | 検知領域   | 10 × 12m | 5 × 6m   |
| 側方接近車検知 | 検知距離   | 20m      | 13m      |
| 静止立体物検知 | 検知距離   | 20m      | 6m       |
| 空間マップ生成 | 検知領域   | 20 × 20m | 10 × 20m |

処理時間  
150msec.

- ・最終目標達成に向けた課題

| 開発項目       | 課題   |
|------------|--|
| 検知距離・領域の拡大 | ・カメラの解像度向上:<br>(アナログVGAカメラ → デジタルMegaカメラ)      |
| 検知・認識能力向上  | 移動体検知<br>移動体の特徴および挙動に基づき複数のロジックを組み込み不検知、誤検知を低減 |
|            | 路面認識<br>路面テクスチャの特徴を抽出し認識性能改善                   |
|            | 車両検知<br>車両特徴を時系列判定で検知性能改善                      |
|            | 静止物検知<br>カメラからの静止体特徴点抽出判定を改修                   |
| 空間マップ生成    | 移動体および静止体検知の改善により衝突予測性能を向上                     |
| 処理速度向上     | 画像意味理解プロセッサ技術による処理速度の向上(3倍)                    |

※ 上記取り組みにより2016年2月に最終目標達成見込み

## 成果の概要: プローブデータ処理用プロセッサ(1/4)

### ③-1: 三次元対応SI/PI設計技術

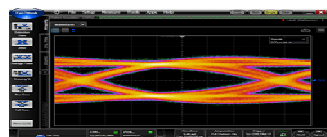
- ・モデル解析と実測検証を実施し、積層構造で25.8Gbps伝送と300W電力供給の目途を立てた

### ③-2: バックサイド設計技術

- ・バックサイドRDL-電極の設計仕様を確定し、バンプに十分電源供給ができる目途を立てた

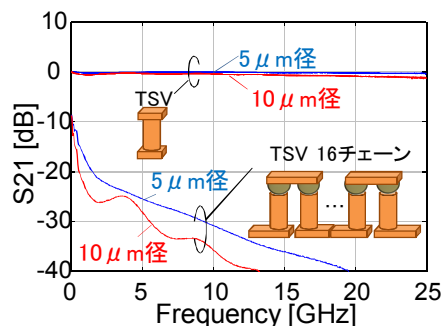
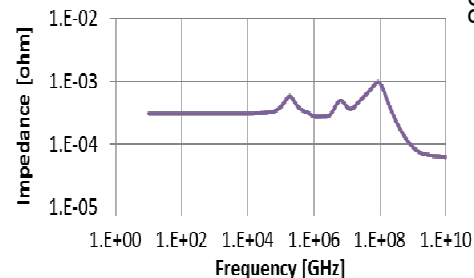
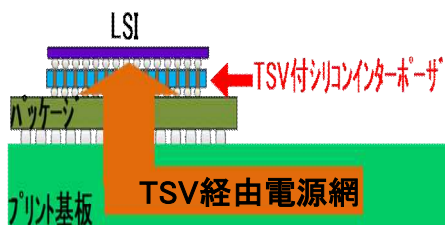
#### ③-1

- ・TSV経由25.8Gbps伝送エラー無しを確認



| Error Counter |   |
|---------------|---|
| Lane0         | 0 |
| Lane1         | 0 |
| Lane2         | 0 |

- ・300Wクラス電源網TSV数見積もり実施
- ・TSVの透過特性

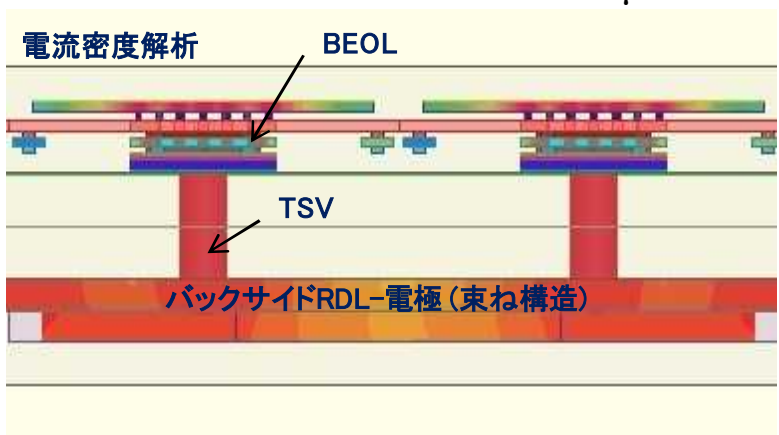
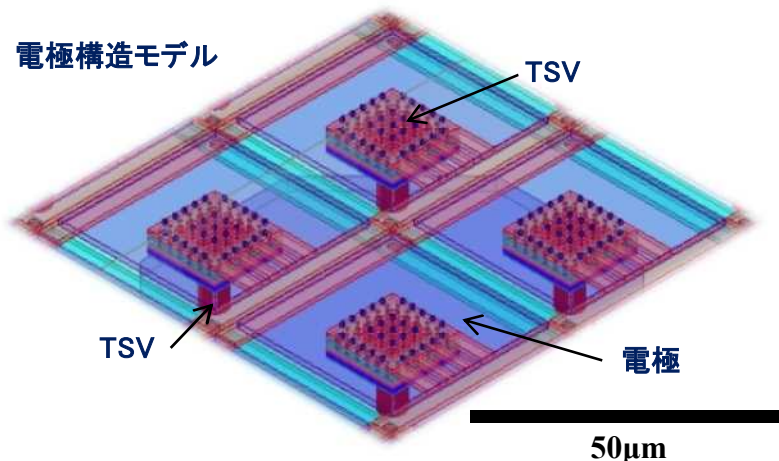


TSVの伝送ロス@12.9GHz

- ・5 μm径: -0.1 ~ -0.2 dB/TSV
- ・10 μm径: -0.3 ~ -0.5 dB/TSV

#### ③-2

- ・バックサイド電源供給構造の設計仕様を確定



## 成果の概要: プローブデータ処理用プロセッサ(2/4)

### ③-3 : バックサイドウエハ処理技術

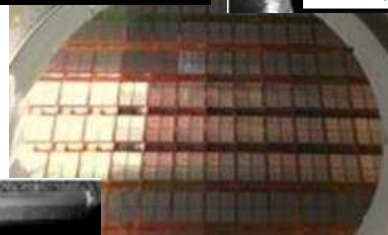
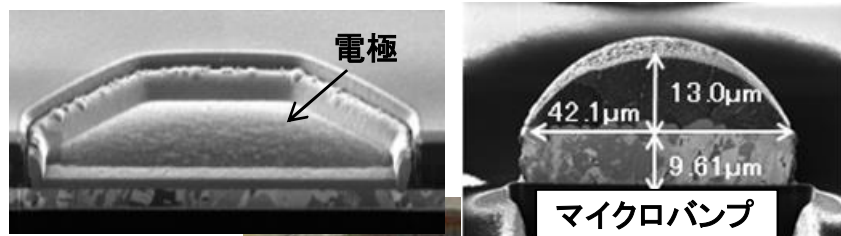
・試作ベンチマークを完了し、プロセスの歩留り影響を評価。大規模チップ積層の目途を立てた。

### ③-4 : 大電流対応の微小端子接合技術

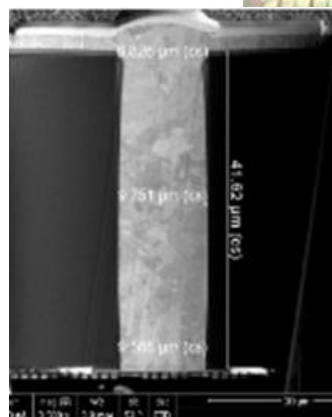
・大電流対応の微小端子接合技術微小端子の合金接続構造を策定・試作し、印加電流を明確化。大電力供給の目途を立てた。

#### ③-3

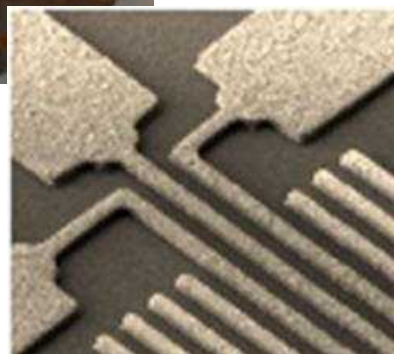
・試作サイトのプロセスを構築しTSV高歩留りを達成



50 μm厚の  
薄化ウエハ

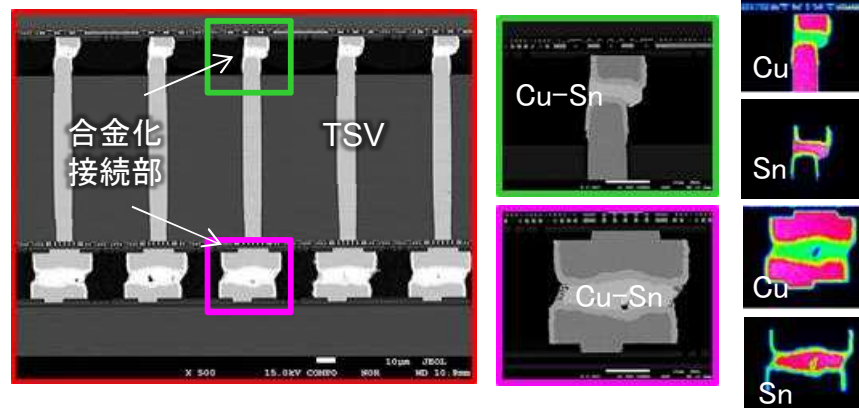


10 μm径TSV

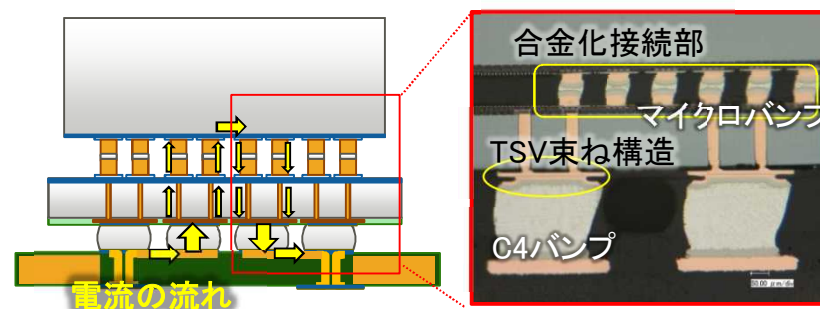


バックサイドRDL

③-4 ・合金化接続部を試作し、電流耐性評価により、印加電流値を明確化し合金接続構造を策定した。



- ・TSV束ね構造を有する積層チップの試作を完了。
- ・束ね構造を含む電流密度限界を検証。(2016年2月完了予定)



## 成果の概要: プローブデータ処理用プロセッサ(3/4)

### ③-5チップ積層プロセス技術

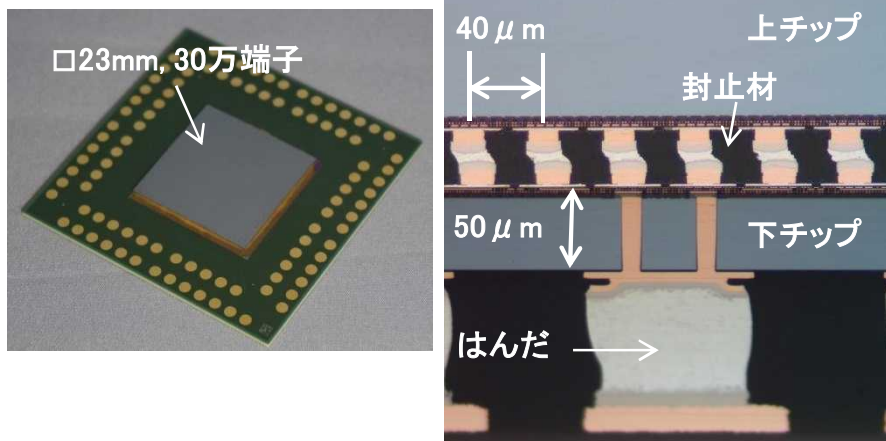
・チップ積層技術開発を実施。大型・薄化・脆弱チップを高熱伝導で積層する目途を立てた。

### ③-6積層チップのパッケージング・冷却技術

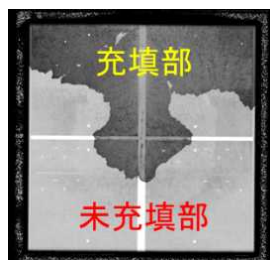
・パッケージ基板の仕様を策定・試作し、積層チップを接続安定性よく搭載できる目途を立てた。  
 ・微細流路を持つクーリングプレートを試作し、高発熱密度の冷却と局所冷却の目途を立てた。

#### ③-5

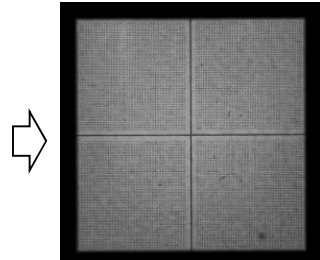
・大型・薄化・脆弱チップ (□23mm, 30万端子) の積層を実現



・積層チップ間に高熱伝導封止材(1.5W/m・K)を  
ボイド無く充填



従来充填方式

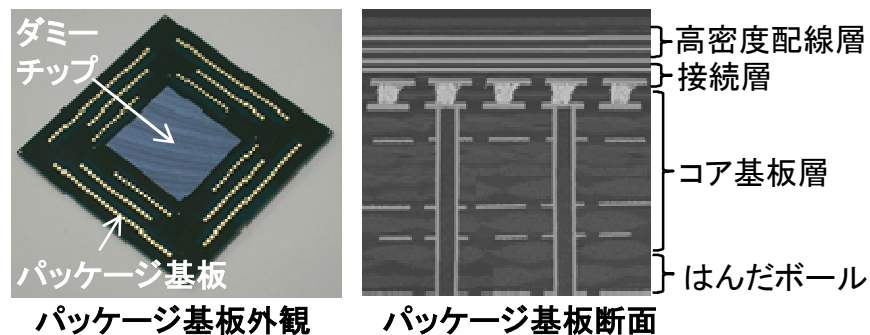


真空充填方式

左写真は超音波  
探傷装置の観察  
画像

#### ③-6

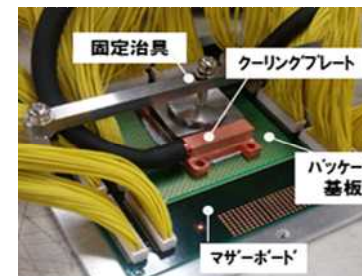
・高密度配線層と高剛性のコア層を貼り合わせた  
パッケージ基板 (□63mm) を試作



・微細流路を形成したクーリングプレートを試作し、  
チップ発熱密度60W/cm<sup>2</sup>(局所120W/cm<sup>2</sup>)の冷却可能を確認



試作クーリングプレート



局所冷却評価環境

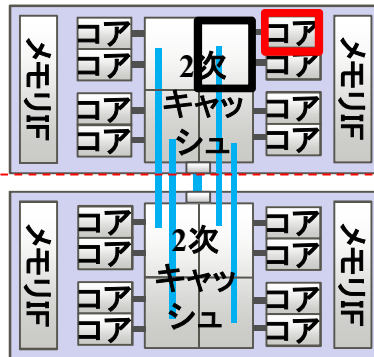
# 成果の概要: プローブデータ処理用プロセッサ(4/4)

## ③-7: 三次元対応高性能プロセッサの開発

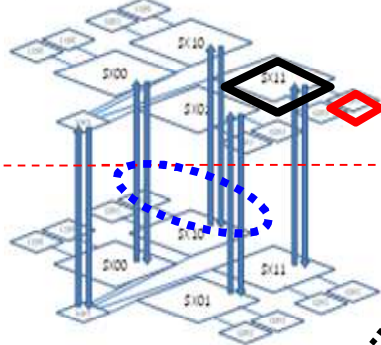
- ・基本仕様を作成し、マクロの性能とフロアプランから目標性能達成の目途を確認。
- ・構築した三次元設計環境のもとで、設計資産を効率的に使用する方法を開発したことで、性能予測のできた三次元積層用マクロが短期間で開発できるようになった。
- ・三次元実装LSI向けのテスト手法を開発し、低コストで積層部の試験を可能となった。

### ③-7

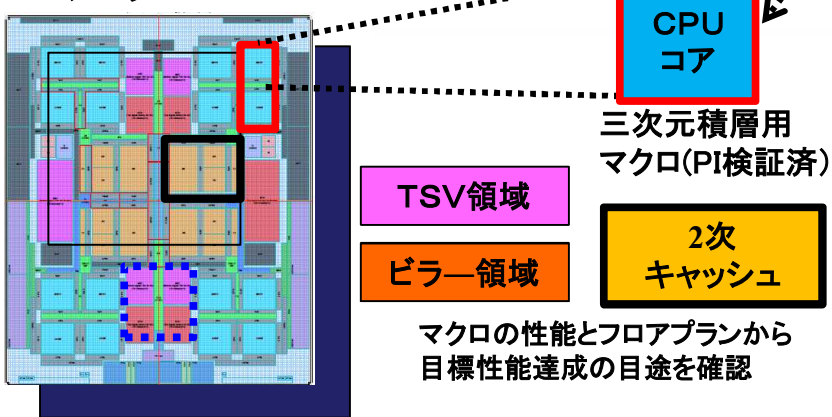
- ・基本仕様を作成し、目標性能達成目途を確認  
 ブロック図



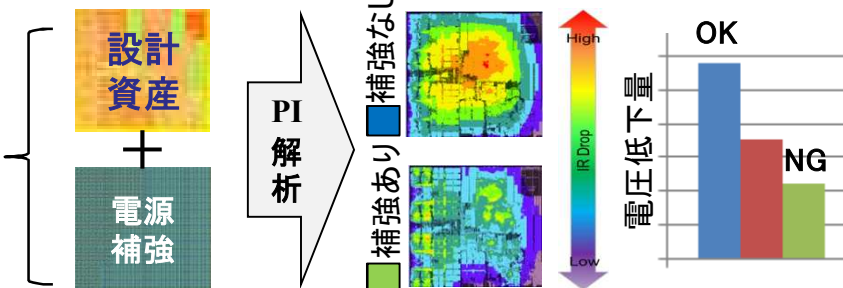
積層結線図



フロアプラン

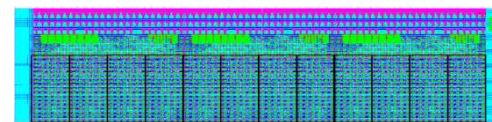


- ・三次元設計環境を構築し、設計資産を効率的に使用する方法を開発



- ・三次元実装LSI向けのテスト手法の開発

成果 (特許出願処理中)  
 積層チップ間の信号伝送の試験を  
 超多ピンの微小端子用プローブなしで実現する方式を開発



左図は  
 試作中の試験回路を  
 含む伝送回路



3. 研究開発の成果

(2) 成果の最終目標の達成可能性

## 成果の最終目標の達成可能性

| 研究開発項目                      | 最終目標   | 達成見込        | 最終目標達成に向けた重点取り組み事項  |
|-----------------------------|--|-------------|---|
| ①車載用障害物センシングデバイスの開発         | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 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。</li> <li>■ 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。</li> </ul>   | ○<br>2018/2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・センシングデバイスへの適用に向けた印刷TSV技術のプロセス確立とインテグレーション</li> <li>・三次元積層LSIの車載レベルの信頼性確立に向けた評価とプロセスの改良</li> <li>・アレイ状画素測距回路プロトICを試作および目標性能確認</li> <li>・測距センサモジュールプロト品の試作および目標性能を達成確認</li> </ul> |
| 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 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 以下の性能を有するアプリケーションプロセッサ開発                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・メモリスループット : 80 GByte/s 以上</li> <li>・単位消費電力当たり演算性能 : 1,000GOPs/W以上</li> <li>・検出処理時間 : 50msec以下</li> </ul> </li> <li>■ 以下の機能を有するアプリケーションソフト開発                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・走行車両周辺の多数の障害物の認識</li> <li>・それぞれの障害物の動きの予測</li> <li>・それぞれの障害物の衝突危険度の判別</li> </ul> </li> </ul> | ○<br>2016/2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・画像意味理解プロセッサ技術を実装した評価システムを用いた、前方監視用と周辺監視用の画像意味理解アプリケーションソフトウェアの性能評価と目標性能の達成確認</li> <li>・評価システムと開発した車両周囲監視用アプリケーションソフトウェアによる、障害物の動向予測および衝突危険度を判定の有効性と目標性能達成の確認</li> </ul>         |
| ③プローブデータ処理プロセッサの開発          | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 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。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・単位消費電力当たり演算性能 : 3Gflops/W以上</li> <li>・ピーク演算性能 : 1Tflops 以上</li> <li>・メモリスループット : 0.3Byte per flop 以上</li> </ul> </li> </ul>  | ○<br>2018/2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・三次元積層プロセッサ試作による三次元積層技術のプロセス確立</li> <li>・試作プロセッサ評価、シミュレーションによる目標性能の達成確認</li> <li>・プローブ処理評価プログラムによるプローブ処理性能の見積もりと有効性確認</li> </ul>   |

## 動向・成果の普及

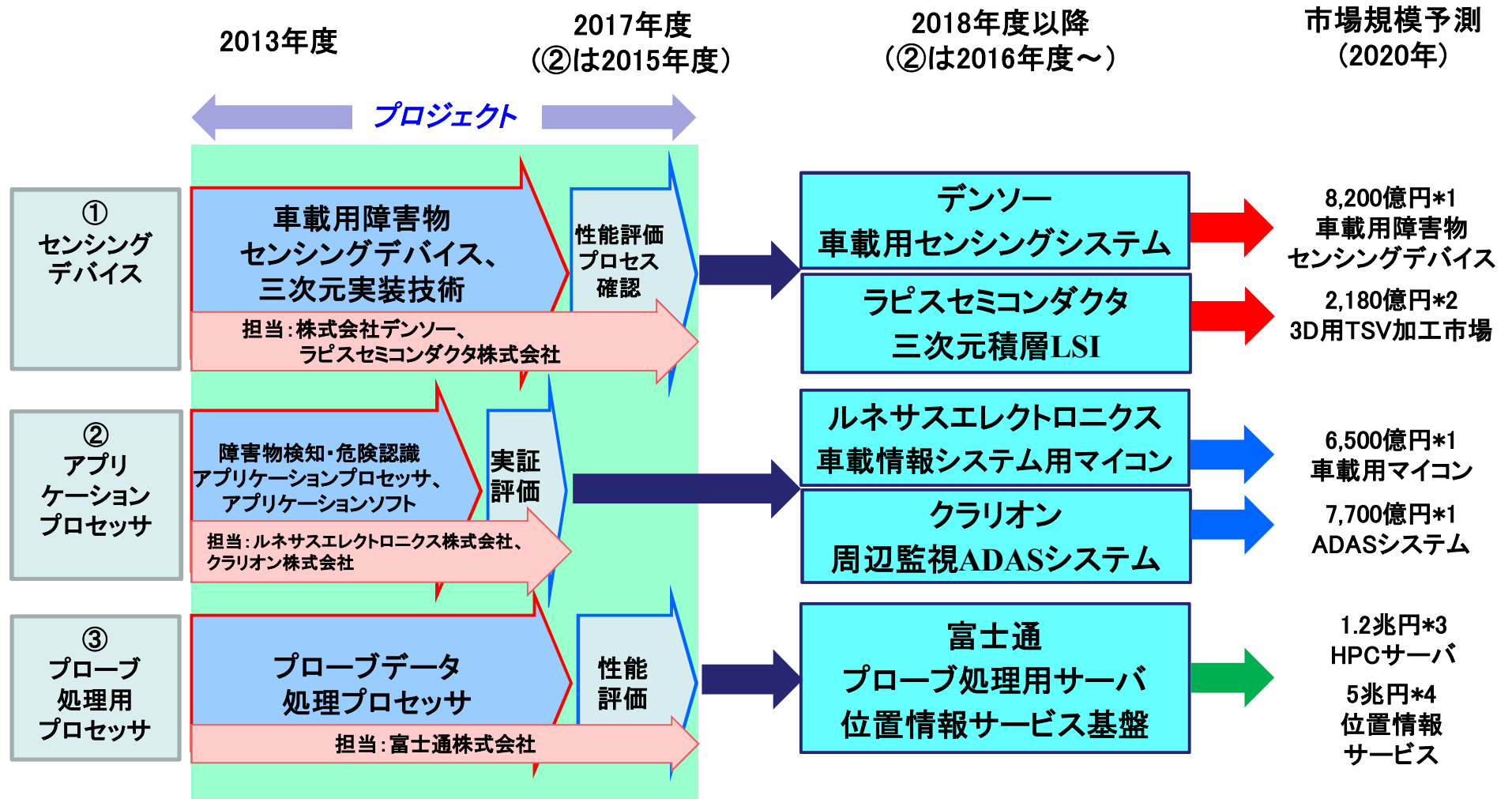
|                      | 研究開発項目 | 2013年度 | 2014年度 | 2015年度 | 2016年度 | 2017年度 | 計     | 総計    |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 論文(査読付)              | ①      | 0      | 2      | 3      | -      | -      | 5     | 6     |
|                      | ③      | 0      | 0      | 1      | -      | -      | 1     |       |
| 研究発表<br>(査読無)<br>・講演 | ①      | 0      | 3      | 10     | -      | -      | 13    | 25    |
|                      | ②      | 0      | 0      | 1      | -      | -      | 1     |       |
|                      | ③      | 0      | 3      | 8      | -      | -      | 11    |       |
| 受賞実績                 | ③      | 0      | 0      | 1      | -      | -      | 1     | 1     |
| 特許出願<br>(うち外国出願)     | ①      | 0      | 6      | 23(4)  | -      | -      | 29(4) | 40(7) |
|                      | ②      | 0      | 9(3)   | 0      | -      | -      | 9(3)  |       |
|                      | ③      | 0      | 0      | 2      | -      | -      | 2     |       |

※2015年8月31日現在

---

## IV. 成果の実用化・事業化に 向けての取り組み及び見通し

# 「実用化・事業化」の考え方



\*1 車載電装デバイス&コンポーネンツ 総調査2015 (株)富士キメラ総研より  
 \*2 事業者へのヒアリング  
 \*3 ISG2013におけるIDC発表資料をもとにNEDOが作成  
 \*4 <http://www.gii.co.jp/report/ber224223-mobile-location-based-services-6th-edition.html>