

# 第3回検討会での主な意見

令和6年3月26日

研究開発局環境エネルギー課

## 第3回検討会での主な意見

### 1. 全般

- 今後10年間にわたり半導体は国家的に重要な分野であり、アカデミアが政策をどのように下支えするかを本検討会で議論すべき。当面Rapidusは米国IBMの技術をベースにファウンドリとしての事業化を進めているが、10年後も他国頼りになることはあり得ない。一方で、すべての技術を日本だけでカバーすることは難しいため、同志国と連携して進めるべきである。
- 2030年以降の技術課題を予測した上で、今取り組まなければならない具体的な課題を明確化し、経産省や内閣府も含めてどの予算で何をするのかの戦略を明らかにすることが必要。その際、ボトムアップではなくトップダウンで議論すべき。
- 10年後の社会実装を目指した研究開発を議論する必要がある。経産省はRapidusが量産開始する2027年を見据えて取り組んでいるが、必ずしも10年後を目指した研究開発は、経産省が描く2027年の延長線上ではない。
- 経産省において、経済安全保障に関する今後の産業政策の在り方について検討が進められている。ここでは5年先までしか見ていないが、そういう議論も念頭に置きながら、本検討会の議論を進めるべき。
- 設計と製造を分けないところに勝ち筋を追求するのがこれからの方向性だと思う。日本の強みである垂直統合の考え方を現代風にとらえなおして戦略を練る必要がある。
- メモリ、センサー、パワーは日本の産業界が強い分野であり日本の大学でも支援していただきたい。大学には特に企業の手が届かない領域をやってほしい。

## 第3回検討会での主な意見

### 2. 研究開発の推進方策

- 研究開発ロードマップの見直しを研究遂行状況等に合わせて適宜、柔軟に行える仕組みが必要。それに併せ、マネジメント体制（人、金、スタッフ、体制、権限）の強化が必要。
- 一研究室だけでは世界とは戦えない。各研究室と日本の拠点となるセンターが連携し、その後、国策でやっているセンターや産業界につなげていく仕組みが必要。
- ファブレスやEDAベンダーであっても、ものづくりの現場（ファウンダリ）と密接な付き合いをしている。事業としては水平分業していても、研究開発段階では上下のレイヤーと密接に連携している企業が勝っている。
- 半導体メモリ研究開発の産学官連携オープンイノベーション拠点を構築し、アカデミアの成果を速やかに産業界に展開するエコシステムを構築することが必要。
- 知見や知財を永続的に保有する組織が必要。

### 3. 研究施設・設備

- アカデミアにおいて研究開発や人材育成を行う上では、材料、プロセス、デバイス、回路、実装等の総合力が重要であり、国内のアカデミア用に整備されているクリーンルームや評価分析施設・拠点の強化が必要。
- ARIMは微細加工する能力が不足している。例えば、韓国のNational Nano Fab Center（NNFC）では20ナノくらいのピッチのMOSデバイスを作製できるが、ARIMでは作製することができない。また、ARIMではデバイス単体しか作製できず、集積化を検証することができない。
- アカデミアの試作評価ライン・設備の維持・管理・更新・保守・性能向上、データ蓄積を継続してサポートする仕組み（人・物・金）が必要。ARIM等の既存の設備の拡充やネットワーク化することにより、アカデミアが考えたアイデア、手法等を手軽に設計、試作、検証できる環境を整備することが必要。

## 第3回検討会での主な意見

---

### 4. 人材育成

- ソフトウェア、アーキテクチャ、システム、回路、デバイス、プロセス、材料、パッケージまで集積システムに関わる幅広い横断的理解ができる人材を育成すること必要。
- ロジック、メモリ、センシングを組み合わせる大切さを学生に教えることが重要。
- 海外との交流を通じて世界のリーダー研究者とのネットワークを構築することが必要。
- 経済安全保障上の理由から世界中でファブの建設が計画されており、どの国も人材が足りない状況であるため、海外人材の取込みは難しい。国内で半導体人材を増やすために、半導体の重要性を啓蒙する活動が必要。
- 留学生の受け入れ可否を現場の教員が判断しているが、明確なルールを作ってほしい。

# 第3回検討会での主な意見

## 5. アカデミアが重点的に取り組むべき技術課題

### 5-1. ロジック

- 先端材料・プロセス研究
  - 次世代EUVレジスト開発、選択ALD反応過程解析、低ダメージプラズマ源とエッチングプロセス
- 極薄チャネル半導体のデバイス基礎と差異化応用
  - 第一原理計算・シミュレーション/モデリング、差異化回路応用技術（RFミックスシグナル応用、自立・神経回路網アーキテクチャ、QCとスパコンの連携）
- 3D局所解析技術とスマートファクトリー

### 5-2. 材料

- GAA-FET、CFET関連の新材料開発と分析・計算科学
  - 配線キャップ材料（Graphen/Co）、配線材料（多元系材料（低抵抗、高信頼性、バリア層不要））
  - 仕事関数制御層（新メタルゲート材料）、ゲート酸化膜材料（新Higher-k材料）、チャネル材料（2Dナノシート開発）
  - 材料と界面の総合的な理解
  - ALDの原料ガス開発と成長過程の理解
- 階層型ニューラルネットワーク用のシナプス素子や神経細胞回路

## 第3回検討会での主な意見

### 5. アカデミアが重点的に取り組むべき技術課題（続き）

#### 5-3. 設計

- エネルギー効率改善（低電圧設計、3D集積のDMCO）、設計効率改善、専用チップ対応が重要。
- 3D集積でフォンノイマンボトルネックを解消することが可能。抜熱技術、材料や製造装置開発が課題。
- EDAへのAI導入により人間以上の高性能な設計をすることが可能となり、設計・検証コスト増大の解決策になることが期待されている。EDAに関する研究テーマの設定が必要であり、その際には、設計・検証コスト増大への対応についても検討に含めてほしい。
- 今のEDAは1980年代のUCバークレーなどの大学から生まれてきた技術。これから新しいEDAが生まれる時代が来ると思うが、日本のEDA人材は絶滅危機にあり、大学のEDA関係の研究室を保護し、人材を育成することが必要。
- 米国ではEDAを使ってAI用に3Dチップを設計した場合のパフォーマンス向上に関する研究を大学が行っている。日本には国際的なEDAベンダーがないが、EDAを使った研究から始めるという手はある。それによって、日本のEDAの研究開発力が強化されてくる可能性がある。

## 第3回検討会での主な意見

### 5. アカデミアが重点的に取り組むべき技術課題（続き）

#### 5-4. メモリ

- 既存のDRAM、NANDのシェアを拡大するのは産業界の役割。AIのために必要な新しいカテゴリのメモリはアカデミアが取り組むべき技術。AIに対応するには、既存のメモリを使いこなすだけでは無理があり、世界中で不揮発性のRAMなど新規メモリの研究が行われている。
- メモリを開発する場合であっても、チップ単体だけではなくモジュールまで開発する必要がある。そのためには、3次元設計と新規メモリ技術を国内で垂直統合する技術が必要。

そのほか、以下の研究開発にアカデミアが取り組むべきとの発表があった。

- AI半導体用メモリ
  - ロジックとメモリの融合（Computing Near/In Memory）に整合性の良い新規メモリ
  - 低レイテンシーで大容量・低消費電力な新規メモリ
- 次世代メインメモリ
  - デバイスレベルでの3次元構造DRAMをけん引する新技術（新規材料、プロセス、デバイス、評価分析、回路技術）
- 次世代ストレージメモリ
  - 先端3D型メモリとメモリプールに必要な新技術（革新的3D構造製造技術、新材料技術、新動作原理メモリ技術、設計技術）
- 混載メモリ
  - FinFET及びGAA世代の混載メモリ技術（MRAM、ReRAM、FeRAM等）

## 第3回検討会での主な意見

---

### 5. アカデミアが重点的に取り組むべき技術課題（続き）

#### 5-5. センサ

- マルチモーダルセンシング

#### 5-6. パワーエレクトロニクス

- ワイドバンドギャップ半導体の原理解明（メカニズム解明、モデル化）や界面の物性解明・制御技術
- 受動素子や回路システムを含めた総合最適設計の研究開発

#### 5-7. その他

- 環境負荷低減（Exa-scale TCAD、デジタルツイン化、ライフサイクルアセスメント）
- PFAS問題は従来の研究開発スピードでは規制に間に合わない。例えば、3Mは2025年にすべてのPFAS製造から撤退すると言っている。従来の研究開発スピードを超えられるかで日本の勝敗が決まる。そのためにはAIを含めて総結集することが必要。
- PFASや配線材料は技術的難易度が高いが日本が先手を取ることで国際的に勝てる可能性があるものとして投資していく分野。経産省と文科省が協力して戦略を練る必要がある。