

# 第2回検討会での主な意見

令和6年2月16日

研究開発局環境エネルギー課

## 第2回検討会での主な意見

### 1. 未来社会での先端半導体の活用領域

- 今後はAI搭載ロボティクス（自動運転車・ドローンを含む）が半導体の新市場をけん引する。少子高齢化で先行する日本にはロボティクスへの高いニーズがあり、高度ロボティクス向けAIチップ、センサ・アクチュエータ、パワーデバイス、高度メカトロニクスなどのロボティクス基盤技術研究開発体制の強化が必要。
- 半導体産業はHow to makeよりもWhat to makeが重要になっている。台湾はTSMC等ファブリケーション企業だけでなくファブレス企業を生み出しており、台湾に学ぶべき点が多い。
- グローバル課題を解決するにはDXによるサイバーとフィジカルの融合が鍵。そのためには、通信、HPC、量子を三位一体で高度化することが必要であり、すべての基盤技術として先端半導体が極めて重要。
- 生成AIの大規模化により激増する推論計算の高度化が鍵。エッジを智能化しフィジカルインテリジェンスを実現することで、研究開発・生産の自動化、GXに貢献。大規模計算の処理を低消費電力で行うには、ロジックとメモリを融合することが必要。
- 急速に進展する生成AIを活用することで研究開発を加速することができる。科学研究の現場から未来のユースケースを掘り起こすことが重要。
- 今のAI技術を支えているのは半導体であり、今後10年間は半導体の性能に応じてAIが高度化する。さらなるAIの高度化には、現在のスパコン性能の限界を超えるチップやソフトウェアの開発が必要。
- 電力当たりの計算量、データ転送量を飛躍的に改善できるような研究開発が必要。AIを活用した半導体の素材開発、自動設計、シミュレーションに関する研究開発が必要。これにより、半導体開発における生産性を向上できる。また、半導体を活かすためのコンパイラ等ソフトウェア技術の開発も重要。
- 研究者が最先端の研究資源・AIモデルにアクセスできるようにし、AIを活用した科学技術研究を推進することが重要。

## 第2回検討会での主な意見

---

### 2. アカデミアが重点的に取り組むべき技術課題

#### 2-1. 全般

- 日本は半導体分野でフォロワーの立場であり全方位戦略では勝てない。有効なところを狙って集中して突破口を開いていく戦略が必要。

#### 2-2. ロジック

- 2ナノ以降に必要となる分析技術等はロングタームで解決する必要がある研究課題があり、アカデミアや文部科学省の力が必要。
- 先端半導体の開発ノウハウをAI化したいが産業界に解がない。製造現場から出てくるビッグデータと人間のノウハウを組み合わせ、将来のものづくりに活用するための方策をアカデミアから示してほしい。

#### 2-3. メモリ

- DRAM
  - 微細化・3D化可能な超低サブスレッショルドトランジスタ
  - 半導体材料内放射同位体の接合リーク、しきい値への影響
- NANDフラッシュ（3D）
  - 回路設計技術（I/O, アナログ回路, 電源, CMOS）
  - サステナビリティ技術（環境技術、省エネ技術、リサイクル技術）

## 第2回検討会での主な意見

---

### 2. アカデミアが重点的に取り組むべき技術課題（続き）

#### 2-4. センサ

- エッジAI・エッジコンピューティングに関する基礎研究及び社会実装の応用研究
- 無人移動体・ロボティクスの実現に向けた周辺認知システムに関する基礎研究
- バッテリーの残存価値評価や故障予知（EIS\*等）に関する研究 \*Electrochemical Impedance Spectroscopy
- PQC（Post Quantum Cryptography）技術に関する研究

#### 2-5. パワー半導体

- SiC／GaN要素技術（高品質・低コスト・大口径ウエハ／エピ製造技術、及びデバイスの高性能化／低コスト化／光電融合などの新機能に関わる技術など）
- 次世代の半導体材料要素技術（ガリウム系及びダイヤモンド系のウエハ／エピ／保護膜要素技術、及びデバイス要素技術など）
- 耐環境性／宇宙線耐量などに関わる評価技術と理論構築
- コンデンサなど周辺技術の開発

## 第2回検討会での主な意見

### 2. アカデミアが重点的に取り組むべき技術課題（続き）

#### 2-6. 製造装置

- 以下開発課題を解決するデバイス製造の要素技術、製造装置の要素技術がアカデミアとの共同研究課題になり得る。
  - Logic (Tr CFET、Tr チャンネル材料、2D Material Stack、Cu Hybridbonding、Cu 小ピッチ化 (1 $\mu$ m以下) )
  - NAND (Re/FeNAND (HfO<sub>2</sub>/HfZrOx) )
  - DRAM (More 3D Stack (>5xxL) )
  - DX (Material Informatics / Virtual Metrology / Advanced Field Service) 、測定・検査技術、PFASを含む環境負荷の低減
- 特に、検査・測定技術は日本発の技術を創出することで世界標準（共通言語）を取ることが可能になる。

#### 2-7. その他

- 革新的洗浄技術の開発（水使用量削減する技術、および、使用量ゼロを目指したドライ洗浄技術等）
- PFAS等規制される化学物質の代替物
- QC (Quantum Computing) 技術に関する研究
- 先駆的光電融合ならびに無線通信融合技術に関する研究

## 第2回検討会での主な意見

### 3. 研究開発の推進方策

- 企業の中央研究所が解体されて基礎研究をアカデミアに依存する形となったが、社内機関並の連携が難しく機能として十分代替できていない。企業とアカデミアの間を行き来する人材を増加させることが必要。
- 大学と企業の人材交流を拡大するため、大学の研究者がサバティカルを取って一定期間企業で研究できるようにしてはどうか。例えば、スタンフォード大学のフィリップウォン教授はTSMCで研究開発部門のトップを務めていた（2018－2020年）。また、カリフォルニア大学バークレー校のチェンミンフー教授はTSMCのCTOを務めていた（2001－2004年）。日本においても実用化を見据えてアカデミアと産業界が密接に協力できるようにすべき。

### 4. 産学連携

- 半導体分野では市場変化に応じて目標を動かす必要があり、アカデミアから企業へのタイムリーな成果受け渡しと目標の柔軟な変更ができる仕組みが必要。
- 複数の大学が協力して半導体を研究できるような仕組みを作してほしい。
- LSTC含む産業界がボトルネック技術課題を提示し、アカデミアが研究を提案できる仕組みを作してほしい。産総研等が試作する先端デバイスを分析できるようアカデミアに提供してほしい。
- 最先端半導体については現状IMEC等海外機関と共同研究する必要があり、国内に最先端の半導体を共同研究できる拠点や組織を作ることが必要。

## 第2回検討会での主な意見

### 5. 研究施設・設備

- 色々な半導体を研究開発できるよう、大学のクリーンルームの拡張や構築を国で支援してほしい。また、最先端の設計の研究ができるEDAツールの大学への導入を支援してほしい。
- 実デバイス構造のサンプル作成環境を国研に構築してほしい。
- 素材設計、現象解析、シミュレーション、ナノスケールの材料物理、新材料探索はアカデミアが得意とする分野。微細加工ラボの共用施設を整備し、アカデミアの成果を産業界にシームレスにつなぐ仕組みが必要。
- 半導体エンジニアリング能力を底上げする設計・試作・評価等の環境を整備してほしい。

### 6. 人材育成

- 半導体とアプリの両分野をカバーできるリーダー層を育成する必要がある。先進大学への留学や海外教員の招聘も有効。
- 半導体がAIを支える魅力的な研究分野であることを学生に伝えることが必要。
- 小中学校や高校の授業で半導体を取り上げてほしい。
- 大学・高専に半導体の学部・学科を創設してほしい。また、海外で業務ができる人材、装置設計ができる人材、女性エンジニア、データサイエンティストを育成してほしい。
- 企業からの教員人材の受け入れや企業人のリスキリングを支援してほしい。
- 文科省の役割は基盤となる技術を研究開発することと人材育成をすること。2ナノ以降に日本が世界のトップを走るために何が必要なのかを産業界とアカデミアが議論し、国家として取り組むべきボトルネック課題を絞り込んでファンディングすることにより、優秀な研究者が集まり、その元に優秀な学生が集まる。

## ◆ 未来社会での先端半導体の活用領域

- ✓ 地球規模課題の解決や未来社会の実現に向けて必要となる半導体技術は何か？

## ◆ アカデミアが重点的に取り組むべき技術課題

- ✓ 産業界が抱える中長期的な技術課題、現在の事業を進めるうえでボトルネックとなる基礎的な研究課題は何か？
- ✓ 日本のアカデミアが強みを活かせる技術領域は何か？

## ◆ 産学連携方策

- ✓ 上記技術課題にアカデミアが取り組むために必要な研究施設・設備は何か？
- ✓ 半導体産業とアカデミアの連携を強化するために必要な方策は何か？
- ✓ 研究開発に従事する高度人材等を育成・確保するために必要な方策は何か？