

【研究紹介】 耐過酷環境SiC半導体デバイス および集積回路の研究開発

2026/3/1

山梨大学工学部工学科電気電子工学コース

准教授・山本真幸

研究室ホームページもご覧ください。また、質問のある方は山本までCNSメッセージを送ってください

はじめに

- 山本研究室では、原子炉や宇宙空間などの過酷な環境に対応できる炭化珪素(SiC)半導体集積回路の研究開発に、茨城県つくば市にある産総研・先進パワーエレクトロニクス研究センターと共に取り組んでいます。
- 本研究室では「産総研での研究経験を通じて専門性を高め、将来、日本の半導体産業の発展に貢献したい」という意志を持つ大学院進学希望者を広く募集しています。

産総研（AIST）とは

「社会課題の解決」と「我が国の産業競争力強化」をミッションとした
経済産業省（経産省）が所管する日本最大級の国立研究開発法人

1

日本に**3組織**しかない特定国立研究開発法人の一つ

KEYWORD

特定国立研究開発法人

法的に、世界最高水準の研究開発の
成果の創出、普及、活用の促進を
期待されている組織

26法人

3法人

独立行政法人

「社会に絶対に欠かせない事業」を
「効率的、効果的に実施する」組織

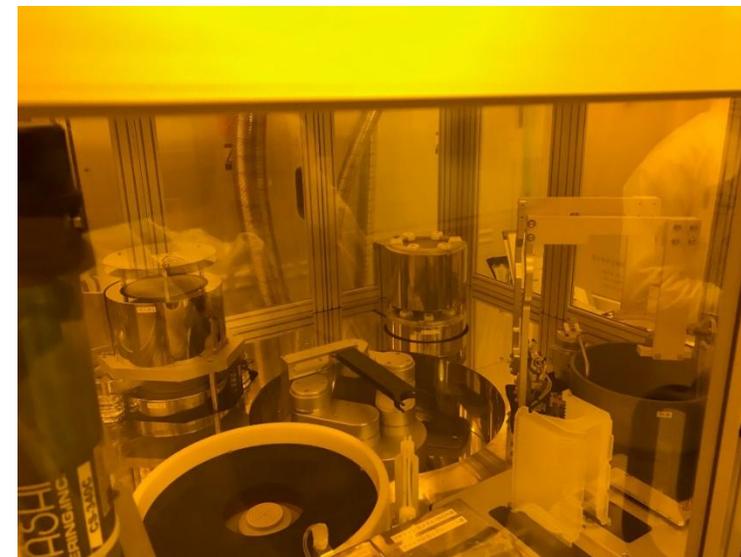
国立研究開発法人

研究開発を通じて経済発展や
社会課題の解決を目指す組織

86法人

先進パワーエレクトロニクス研究センター(ADPERC)での活動

2019年に撮影



クリーンルームにてSiCウエハ上に半導体デバイスを試作
(注：現在、SiCデバイス作製プロセスは現地専門スタッフに依頼しています)

なぜ、わざわざ産総研に行くのか？

- 電子回路や電気回路への実装を念頭に置いた半導体デバイスの研究開発は、電気電子工学におけるコアな分野の一つである
- 一方で、物性評価用ではなく、回路実装用の半導体デバイスの作製には、大型設備と大金が必要となる



半導体デバイスおよび集積回路の基材について

3. 半導体・デジタル産業戦略（令和3年6月公表）の実施状況 (1) 半導体分野
令和4年度補正予算 半導体関係の全体像

Step1 : 半導体サプライチェーンの強靱化支援 (3,686億円)

マイコン より単純な計算・ 情報処理 30nm台~ 	パワー 電流・電圧を制御し、 機器を動かす 	アナログ 物理現象を、デジタル 情報に置き換える 	シリコンウエハ 半導体の原料 	パッケージ基板 半導体チップを 実装する基板 	SiCウエハ 電力効率に 優れたウエハ
--	--	---	------------------------------	---	--------------------------------------

先端半導体の製造基盤整備 (4,500億円)

メモリ DRAM 情報の記憶 主記憶装置 (メインメモリ) 	NAND SDカード SSD USB データセンター 	ロジック 高度な計算・情報処理 IT用 : 数nm台 産業用 : 10~20nm台 自動運転 5G データセンター
---	---	--

Step2 : 次世代半導体の製造技術の確立 (4,850億円の内数)

Beyond 2nm ロジック半導体 次世代の計算環境の整備に不可欠な非常に高度な情報処理能力を発揮する半導体

超高性能 CPU AI アクセラレータ ハイスピード・高機能かつローパワー半導体 	AI 半導体 センサー×AI 半導体 実装 バイオ/材料 	安全保障/災害対策 スマート ファクトリー
--	---	---------------------------------

Step3 : 将来技術の研究開発 (4,850億円の内数)

光電融合技術および次世代メモリ技術の開発 次世代グリーンデータセンターやメモリを中心とした新たな情報処理システムの実現 次世代光データセンター

半導体・デジタル産業戦略（経産省，2023/6）資料より



現在、ほとんどの半導体集積回路の基材にはシリコン(Si)が使われている

Siの弱点

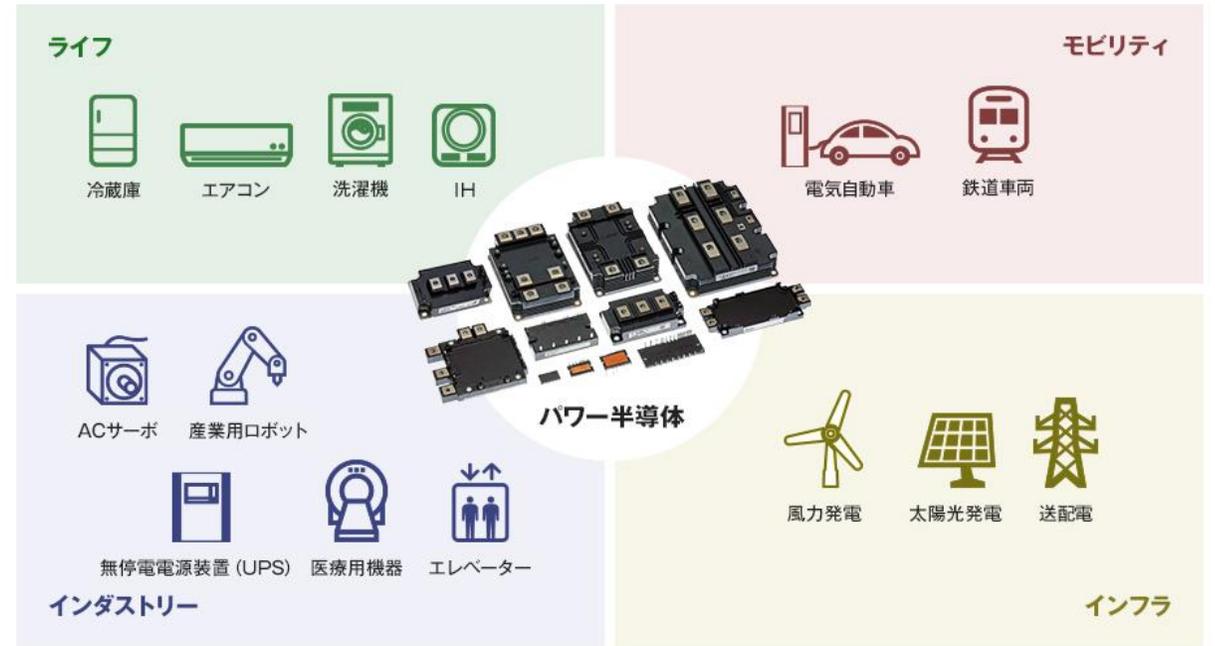
200°C以上の過酷環境
では使えない



炭化ケイ素 (SiC) について



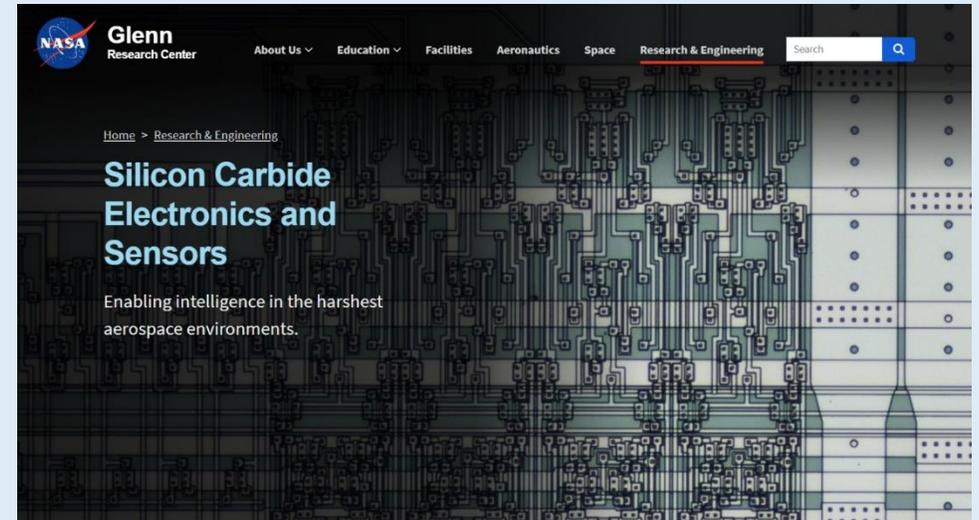
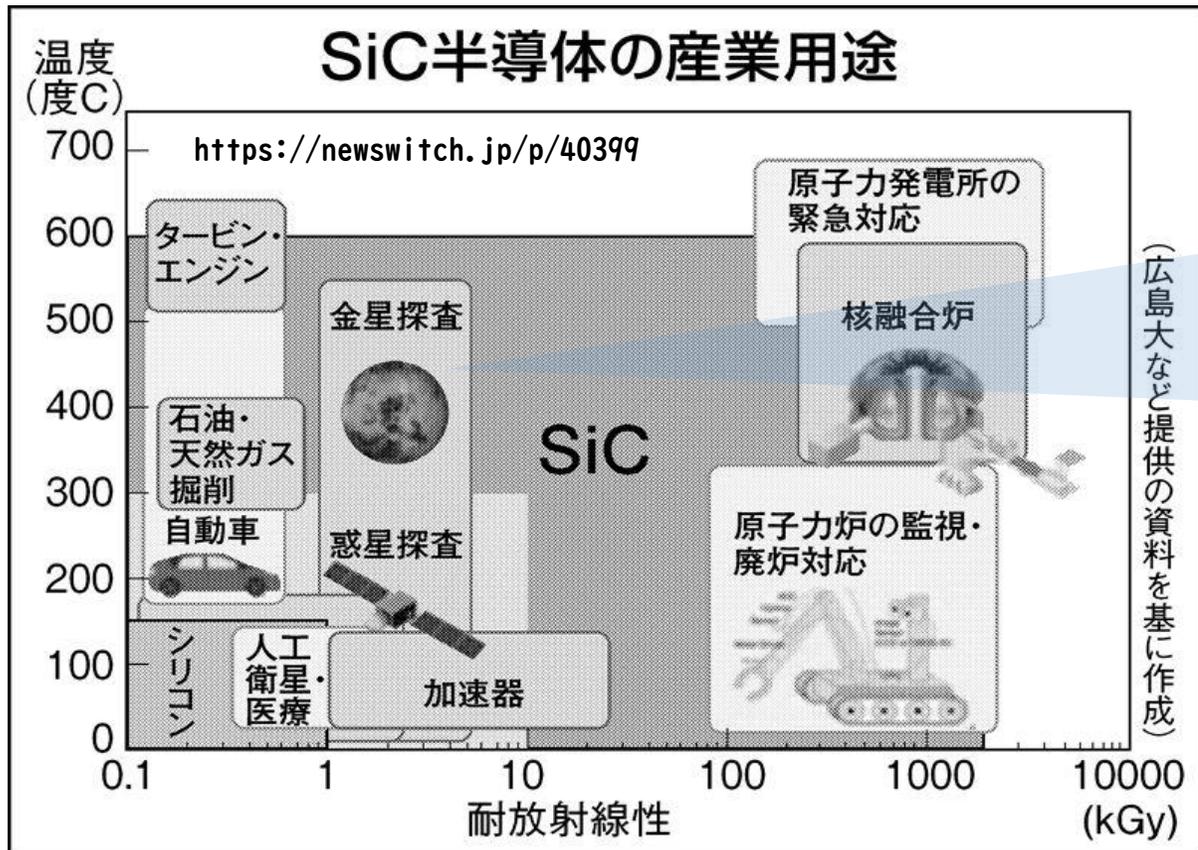
<https://www.resonac.com/jp/products/device-solution/71/12892.html>



<https://www.mitsubishielectric.co.jp/business/biz-t/contents/synergy/powerdevices.html>

SiCは、シリコン(Si)とダイヤモンド(C)の中間的な半導体材料であり、すでにSiCを基材としたパワー半導体デバイスは社会に普及している

SiC半導体の次なる応用先



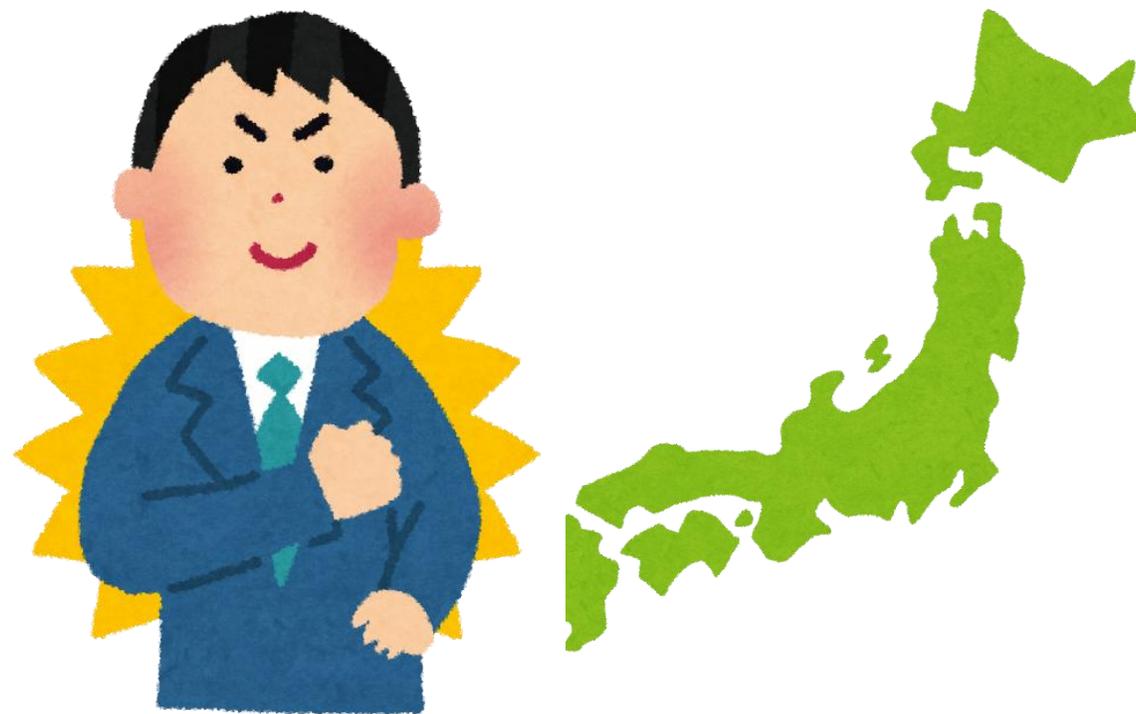
アメリカ航空宇宙局(NASA)では、2000年頃より表面温度が460°Cである金星の探査機に搭載するSiC集積回路の研究を実施している

【長期的な研究目標】

SiCで集積回路を作製し、200°Cを超える高温環境や積算線量1kGy以上の放射線環境といった過酷環境での半導体利用を実現する

研究室における教育目標

- 学生が、研究室で様々な経験を積み、「自信（自己効力感）」と「希望・期待」を持って社会に出ること。また、将来、チームで新しいモノを作り、世界で売って日本にお金をもたらす人材になること
- 「自信」と「希望」を得るために、
 1. 知ること
 2. 分析すること
 3. 必要なコンピテンシー（行動特性）を身に着けること



一般論として、能力・環境に恵まれなかった人間は、まともに戦っても勝てないのだから「戦い方」を考える

研究活動を
通じて身に
着けてほし
いコンピテ
ンシー

- 常に疑う姿勢 (Critical Thinking)

1. 自分の出した結果を疑う
2. 他人の主張を疑う
3. 他人も自分の主張を疑うことを理解した上で発表する

3年間の研究スケジュール例

※1 **AIST RA雇用**は、MI後半の研究進捗状況と現行プロジェクトの内容に依ります

※2 「**けやき館**」は産総研内の長期宿泊者用施設（2025年現在、光熱費水道代込で月15,000円）です

	B4	MI	M2
Q1 (4~6月)		学研災への加入 MI前期では、卒業研究内容を継続しつつ、大学院授業（座学）の単位取得を行います	AIST RA雇用（月5万~）※1 QST実習生登録 「けやき館」※2 入居（任意） M2では、チームの長期的目標である「耐過酷環境SiC集積回路の社会実装」に向けて、引き続き研究に従事します。また、外部発表も積極的に行います。自分の仕事を次のプレイヤーに繋ぐことを意識してください
Q2 (7~9月)	大学院入試 卒業研究では、主にSi集積回路を参考に、SiC集積回路の設計・解析のシミュレーションを行います。その狙いは、素子特性と回路特性の関係性を把握することです。よい結果が得られた回路は次年度の試作対象とします	AIST技術研修員登録申請 夏のインターン つくばに引っ越し	
Q3 (10~12月)		MI後期では、先輩の仕事を引き継ぐ中で、オンウエハ測定、チップ実装、プリント基板設計、TCADなどのスキルを習得します。また毎週、産総研の研究者を含めた進捗報告会にて議論を行い、考察力を磨きます	秋季応用物理学会にて口頭発表 国際ワークショップIWNTにてポスター発表 先進パワー半導体分科会講演会にてポスター発表
Q4 (1~3月)	卒論発表会	冬のインターン 先輩の仕事を引き継ぎ、春季応用物理学会にてポスター発表	修論発表会 AIST退所手続き

注：大学院から山本研に所属することも、もちろん可能です。過去には、他大学を卒業後、本研究室に来てくれた学生もいます。

1 週間の打合せスケジュール例

名称	対象	日時	形式	内容
昼ゼミ	全員	月～木 12:30～13:00	Teams	Youtubeにて、Ali Hajimiri講義「New Analog Circuit Design」を視聴
甲府メンバー研究進捗報告会	甲府メンバー	水 10:40～12:10	対面	各学生が1週間の研究進捗状況をパワーポイントにまとめて発表
つくばSiCメンバー研究進捗報告会	つくばSiCメンバー	金 9:30～11:00	主に対面	各学生が1週間の研究進捗状況をパワーポイントにまとめて発表
つくばダイヤモンドメンバー研究進捗報告会	つくばダイヤモンドメンバー	金 17:00～17:30	主に対面	各学生が1週間の研究進捗状況をパワーポイントにまとめて発表
週間報告会	全員	月 13:10～14:10	Teams	各学生が1週間の振り返りをワードファイルにまとめ、順次報告
論文紹介	全員	水 14:50～15:50	Teams	各学生が月に1回のペースで、論文を紹介
テキスト読解	卒研究生	前期のみ、週1回	対面	卒研究生がテキストを読解し、その内容をパワーポイントにまとめて発表

注：打合せへの参加状況や研究進捗状況は、エクセルシートにて記録・管理します。これらの状況が芳しくない甲府メンバーは、産総研に連れていくことができません（連れていくと先方に迷惑がかかります）。