

平成 2 9 年度実施方針

I o T 推進部

1. 件 名：(大項目) 低炭素社会を実現する次世代パワーエレクトロニクスプロジェクト

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 1 5 条第 1 号ニ、第 3 号及び第 9 号

3. 背景及び目的・目標

エネルギー生成方法の多様化は、資源枯渇及び地球温暖化の解決に向けた重要な検討課題であるが、中でも、電気エネルギーへの移行は、課題解決の有効な手段のひとつである。電力の生成から消費に至るフローにおいて、電力利用効率向上の手段として、パワー半導体デバイスによる電力変換・制御（直流・交流変換、周波数制御等）は、すでに多くのフェーズで行われている。さらに、これまでパワー半導体が適用されていなかった機器への展開や、新たな応用分野が急激に広がることによって、パワー半導体デバイスが利用される局面は大幅に増加すると見込まれる。たとえば、ハイブリッド自動車の普及など電化の進む社会への転換がその起動力の一つである。また、高度に情報化が進む今日の社会では、ブロードバンドの普及、I T 機器の高度化・設置台数の急激な増加に伴い、機器が消費する電力の急激な増大が見込まれており、情報関連機器の省エネルギー化が重要な課題となっている。このためにも、パワー半導体デバイスが電力利用効率向上に大きく役立つと考えられる。このように、パワー半導体デバイスによる電力損失の低減は低炭素社会の実現に向けて極めて重要である。

現在は、パワー半導体デバイスの材料として主に S i（シリコン）が使用されているが、電力損失が S i の 1 / 1 0 0 以下、数 k V の高耐圧性など、パワー半導体として極めて優れた性能を有した新材料 S i C（炭化珪素）の実用化が期待されている。また、G a N（窒化ガリウム）、G a₂O₃（酸化ガリウム）等、S i C 以外の新材料についても実用化に向けて研究開発を進めている。新材料パワー半導体デバイスを用いることにより、従来の S i デバイスを用いた電力変換モジュールと比べ、電力損失が格段に低い、また小型で大電力を扱える電力変換機器を実現することが期待される。インバータ等の電力変換装置の適用範囲が鉄道や次世代自動車などの環境産業をはじめとして極めて広いことから、社会全体への波及効果が極めて大きく、さまざまな産業において、その成長の鍵となるものである。したがって、パワー半導体デバイス及び電力変換機器における技術力は我が国産業の国際競争力を左右するものである。

我が国における関連技術開発としては、主として産業用モータ駆動用を想定して、S i C ウェハ品質と関連づけた S i C デバイスの大容量化／高信頼化の技術開発、或いはインバータコア技術開発が N E D O プロジェクト（「パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発」平成 1 8 年～平成 2 0 年など）において行われてきている。同プロジェクトにて開発された S i C ウェハ品

質向上及び評価技術・デバイスプロセス技術・回路技術・熱設計技術等、全体的な技術の高度化の結果として、Si デバイスに比べ大幅な損失低減（同定格インバータユニットにおいて、現在主流の Si-IGBT を適用した場合に比べ、70% 損失を低減）が実証されるに至っている。

IT 産業の電力消費低減に寄与するため、データセンターやその電力源に用いる交流・直流変換等の高効率化を実現したり、電気自動車のように新たに拡大しつつある応用製品に適した電力変換機器を実現したりするためには、具体的な適用製品を想定して、高電流密度化（大容量化）や、デバイス・機器の信頼性向上といった SiC デバイス性能の高度化を進めることが重要である。同時に、SiC デバイスとの組み合わせにおいて力を発揮する材料・部品・回路設計・ノイズ対策や熱設計などの課題を解決していく必要がある。

一方、SiC パワー半導体デバイスの効率向上・適用範囲拡大を支え、普及の鍵となるのは、SiC 半導体材料の高品質化と供給安定化であるが、現在の SiC ウェハ市場は、4 インチウェハが限定された規模で生産されている状況であって、かつ海外企業による寡占状況と言わざるを得ない。このことから生じる供給安定性への不安及び高価格が開発・普及への足かせになっている。それだけでなく、諸外国においてはごく最近になって 6 インチウェハ実現がアナウンスされ、かつ、高耐圧領域での SiC 電力変換器の実証が進みつつある。

このような背景のもと、6 インチ級 SiC ウェハ量産化技術の構築と対応するデバイス化プロセス装置開発、並びに SiC パワー半導体デバイスを用いた電力変換器の効能実証を早期に実現することが緊急の課題となった。SiC パワー半導体デバイスの応用製品としては、急激に増大しつつある IT 産業の電力消費量増加の対策となるデータセンター用電源や、その電力源として意味がある分散型太陽光発電システムなどに用いる電力制御機器が有望であり、その高効率化・小型化・高信頼化に貢献するデバイス技術開発・設計技術開発等を前記したウェハやプロセス装置開発と並行して行うことは極めて重要である。

また、パワーエレクトロニクスは扱う電力の容量が大きいと、機能をワンチップ化して高機能化を図ることは困難であり、高機能化はデバイスを核として、デバイスの制御系や周辺回路を組み合わせたモジュールやパッケージにより、システム全体の最適化を図ることによってなされることとなる。従って、デバイスの高性能化のみが技術を牽引するのではなく、アプリケーションに応じて製作される応用システムも重要な要素となる。従って、パワーエレクトロニクス分野における我が国の競争力を更に強化するためには、各種材料のウェハ、デバイス等の性能向上を図ると共に、産業機器、自動車、民生機器などアプリケーション毎に要求されるスペックを、最適な材料（SiC、GaN 等）、設計技術、実装技術等を組み合わせ、最適な応用システムの構築により実現することが重要となる。加えて、応用システムは、新たな用途、デバイス・ユーザーの開拓を図ること等により、他の追随を許さない環境を作る必要がある。

以上のように、これらの課題に対して積極的な取組を行うことは、省エネルギー技術の国際的牽引、及び我が国の産業競争力強化にとって極めて重要な意味を持つものである。

そこで以上を目的として、以下の研究開発項目について実施する。

研究開発項目① 低炭素社会を実現する新材料パワー半導体プロジェクト

- (1) 高品質・大口径 SiC 結晶成長技術開発／革新的 SiC 結晶成長技術開発 [委託事業 共同研究事業 (NEDO 負担率 1/2)]

- (2) 大口径S i C ウェハ加工技術開発 [委託事業]
- (3) S i C エピタキシャル膜成長技術 (大口径対応技術 / 高速・厚膜成長技術) [委託事業]
- (4) S i C 高耐圧スイッチングデバイス製造技術 [委託事業]
- (5) S i C ウェハ量産化技術開発 [助成事業 2 / 3]
- (6) 大口径S i C ウェハ加工要素プロセス検証 [委託事業]
- (7) S i C 高耐圧大容量パワーモジュール検証 [委託事業]
- (8) 大口径対応デバイスプロセス装置開発 [助成事業 2 / 3]
- (9) 高耐熱部品統合パワーモジュール化技術開発 [委託事業]
- (10) 新世代S i パワーデバイス技術開発 [委託事業]

研究開発項目② 次世代パワーエレクトロニクス技術開発 (グリーンITプロジェクト)

- (1) S i C パワーデバイスを用いたデータセンタ用サーバ電源技術開発 [共同研究事業 (NEDO負担率1 / 2)]
- (2) S i C パワーデバイスを用いた太陽光発電用パワーコンディショナ技術開発 [共同研究事業 (NEDO負担率1 / 2)]
- (3) 次世代S i C 電力変換器基盤技術開発 [委託事業]

研究開発項目③ 次世代パワーエレクトロニクス応用システム開発

- (1) 次世代パワーエレクトロニクス応用システム開発の先導研究 [委託事業]
- (2) 次世代パワーエレクトロニクス応用システム開発の実用化助成 [助成事業 (助成率: 2 / 3) (※1)]
 - (※1) 民間企業単独あるいは民間企業のみでの連携等により実施される場合、助成率を1 / 2とする。

研究開発項目④ G a N パワーデバイス等の実用化加速技術開発

- (1) G a N ウェハの革新的製造技術の開発 [助成事業 (助成率: 2 / 3) (※2)]
- (2) G a N 等の新規用途開拓の推進 [委託事業]
 - (※2) 民間企業単独あるいは民間企業のみでの連携等により実施される場合、助成率を1 / 2とする。

各研究開発項目のうち、平成29年度に実施する項目の達成目標を以下に示す。

研究開発項目① 低炭素社会を実現する新材料パワー半導体プロジェクト

- (10) 新世代S i パワーデバイス技術開発

【中間目標】(平成28年度末)

現状のS i C パワーデバイスと耐圧、電流密度等で同等以上の性能を有する新世代S i パワーデバイスを開発し、トランジスタとしての動作実証を行う。その上で現状のS i パワーデバイスの性能限界を突破する。

【最終目標】（平成31年度末）

平成28年度末までに動作させた新世代SiパワーデバイスとゲートドライブICを組み合わせたプロトタイプモジュールを作成し、産業用実用化クラスの出力（例えば10kW）の変換器実証運転を行う。また、パワーデバイスとしては、低欠陥ウエハ技術、スケールアップ技術等の新構造化技術等の高度化を図り、スケールアップコンセプトの連続性を確認する。

研究開発項目③ 次世代パワーエレクトロニクス応用システム開発

（2） 次世代パワーエレクトロニクス応用システム開発の実用化助成

【中間目標】（平成28年度末）

新材料パワーデバイスを用いたインバータ等の実現に必要な、材料、設計技術、実装技術等を開発する。また、その開発状況を評価することで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。

【最終目標】（平成31年度末）

新材料パワーデバイスを用いたインバータ等を開発し、それらを適用した特定用途の応用システムについて試作・動作実証を行う。

研究開発項目④ GaNパワーデバイス等の実用化加速技術開発

（1） GaNウエハの革新的製造技術の開発

【最終目標】（平成31年度末）

- ・貫通転位密度 $1,000/cm^2$ 以下、口径4インチ以上のGaN単結晶を実現し、当該結晶を用いたデバイス品質のGaNウエハ作成プロセスを生産性の高い方法で確立する。
- ・口径6インチのGaN単結晶実現のための製造技術を確立する。

（2） GaN等の新規用途開拓の推進

【最終目標】（平成31年度末）

各研究開発ステージにおいて、①開発した共通基盤技術について、実用に即した性能評価を行い、実用化の見通しを明確化、②要素技術を実装したGaNデバイスを試作・動作検証し、Si、SiC等の他材料のデバイスと比較した競争優位性の明確化、③GaNなどの化合物半導体デバイスの革新的な用途に関して、具体的かつ定量的な要求仕様及びその実現可能性の明確化、を最終目標とする。

4. 事業内容及び進捗（達成）状況

プロジェクトマネージャーにNEDO IoT推進部 柚須圭一郎を任命して、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した。

また、本事業に関連する調査・先導研究を行うとともに、本研究開発の成果となる次世代パワー

エレクトロニクス材料・デバイス等の応用開発を更に推進するために、関連する人材育成事業を行った。

4. 1 平成28年度事業内容

研究開発項目① 低炭素社会を実現する新材料パワー半導体プロジェクト

(10) 新世代Siパワーデバイス技術開発

(平成28年度進捗状況)

平成27年度に開発したIGBT作製プロセスと高耐圧終端プロセスのインテグレーションを行い、1kV系の高耐圧・大電流IGBTの試作を行った。また、ウエハ・プロセス評価では、ウエハ成長時の炭素濃度を低減し、高温プロセスを経てもライフタイムが大幅には劣化しないことを示した。ドライブ回路開発では、試作したIGBTモジュール／ゲート実装基板／デジタルゲートドライブIC／インタフェース内蔵周辺回路と組み合わせ、ノイズ耐性とゲート波形制御の実証を行った。

(実施体制：国立大学法人東京大学、国立大学法人東京工業大学)

研究開発項目③ 次世代パワーエレクトロニクス応用システム開発

平成27年1月13日付にて国立大学法人千葉大学大学院工学研究科教授 佐藤之彦氏をプロジェクトリーダーに委嘱し、以下の研究開発を実施した。

(1) 次世代パワーエレクトロニクス応用システム開発の先導研究

(平成28年度進捗状況)

新材料パワーデバイスを用いた革新的な応用システムの開発に向けてコンセプト検証を行い、実証を通じて応用システムの省エネ効果の有効性や、見込まれる競争力の優位性などを検証し、実用化に向けた今後の技術課題を抽出した。

(実施体制：公益財団法人鉄道総合技術研究所、株式会社ACR、国立大学法人京都工芸繊維大学、公立大学法人首都大学東京、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人筑波大学、株式会社パルスパワー技術研究所、東京計器株式会社、株式会社プラズマアプリケーションズ、国立大学法人信州大学、国立大学法人大阪大学)

(2) 次世代パワーエレクトロニクス応用システム開発の実用化助成

(平成28年度進捗状況)

新パワーモジュール製品の創出、超短納期開発の仕組み構築、10大学11企業が連携した日本型エコシステムの構築、国際標準化すべき項目の抽出等が計画通りに進捗し、モジュール開発では3タイプを開発し、サンプル展開を実施した。

(実施体制：富士電機株式会社)

昇圧コンバータを用いず、SiCパワーデバイスを搭載した2つのインバータを用いた新電動システムを試作し、既存のSiパワーデバイスと昇圧コンバータ、インバータを用

いた電動システムと同等の動作を実現し、パワーコントロールユニット損失1/3以下を実証した。

(実施体制：株式会社デンソー)

高耐圧SiCパワーデバイスを搭載した高耐圧パワーモジュールを試作し、回路動作を確認した。確認した結果は、高出力密度・高耐圧SiCパワーモジュールの設計に反映させる予定である。また、高出力密度化に向けて、新規に開発した部材の特性を評価した。

(実施体制：三菱電機株式会社、三菱マテリアル株式会社、デンカ株式会社、日本ファイレンセラム株式会社、DOWAエレクトロニクス株式会社)

4. 2 実績推移

実績額推移	21年度	22年度		23年度		24年度	25年度
	委託	委託	助成	委託	助成	委託・共同研究	委託・共同研究
①一般勘定(百万円)	—	0(NEDO) 2,000 (経済産業省)	—	1,391	—	2,170	—
②需給勘定(百万円)	976	638	—	294	—	255	2,022
平成22年度 補正予算額 (一般勘定)	—	515	2,050	—	—	—	—
特許出願件数(件)	2	0	0	19	18	27	16
論文発表数(報)	4	7	0	12	0	25	44
フォーラム等(件)	19	42	0	86	4	103	89

実績額推移	26年度		27年度		28年度	
	委託・共同研究	助成	委託	助成	委託	助成
①一般勘定(百万円)	—	—	—	—	—	—
②需給勘定(百万円)	2,780	1,720	760	1,740	940	1,250
特許出願件数(件)	33	—	18	—	1	—
論文発表数(報)	43	—	13	—	6	—
フォーラム等(件)	95	—	5	—	8	—

5. 事業内容

プロジェクトマネージャーにNEDO IoT推進部 柚須圭一郎を任命して、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。

また、本研究開発の成果となる次世代パワーエレクトロニクスの材料・デバイス等の応用開発を更に推進するために、関連する人材育成事業や最新の海外技術動向など調査活動を行う。

実施体制については別紙を参照のこと。

5. 1 平成29年度事業内容

研究開発項目① 低炭素社会を実現する新材料パワー半導体プロジェクト

(10) 新世代Siパワーデバイス技術開発

平成28年度の1kV系に続いて、3kV系高耐圧・大電流IGBTの試作をおこなう。また、IGBTのスケーリング則の明確化をめざして、さらに微細化したIGBTの先行試作を開始する。ウェハ・プロセス評価では、プロセスおよびデバイス構造がライフタイムへ及ぼす定量的に影響を評価し、プロセスへのフィードバックを行う。ドライブ回路開発では、平成28年度末までに動作させた新世代SiパワーデバイスとデジタルゲートドライブICを組み合わせた変換機実証を目指しプロトタイプモジュールの開発を行うとともに実証に必要な試験環境を構築する。

(実施体制：国立大学法人東京大学、国立大学法人東京工業大学)

研究開発項目③ 次世代パワーエレクトロニクス応用システム開発

(2) 次世代パワーエレクトロニクス応用システム開発の実用化助成

国立大学法人千葉大学大学院工学研究科教授 佐藤之彦氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

各開発項目の目標を達成するとともに、パワーモジュールに関する日本型エコシステムを自律可能なまでに完成させる。また、パワエレ部門へSiCデバイスの特長を發揮するパワーモジュールの提供を実施し、SiCパワーモジュールの事業化と、SiCパワーモジュールを搭載したパワエレ機器の事業化に繋げる。

(実施体制：富士電機株式会社)

試作したSiCパワーデバイスを用いた新電動システムを実車に搭載し、実走行での動作確認、システム制御上の課題抽出を実施するとともに、モード走行相当の走行時の電動損失を実測し、燃費向上効果を定量化する(目標：市販PHVの燃費に対し10%向上)。

(実施体制：株式会社デンソー)

新規に開発した部材および高耐圧SiCパワーデバイスを組み込んだ高出力密度・高耐圧パワーモジュールを試作し、定格容量でのモジュールとしてのスイッチング動作を実証する。また、新規に開発した部材の製造プロセスを検証する。

(実施体制：三菱電機株式会社、デンカ株式会社、三菱マテリアル株式会社、日本ファインセラミックス株式会社、DOWAエレクトロニクス株式会社)

また、平成28年度まで実施した「研究開発項目③(1)次世代パワーエレクトロニクス応用システム開発の先導研究」で確立した技術に関し、必要に応じて実用化・事業化に向けた量産技術等の開発を行う。

研究開発項目④ GaNパワーデバイス等の実用化加速技術開発

(1) GaNウエハの革新的製造技術の開発

低欠陥でパワーデバイスに供するGaNウエハ実現のための革新的製造技術の開発及び、低コスト化を実現するためのウエハの大口径化に関する革新的製造技術の開発を開始する。

(2) GaN等の新規用途開拓の推進

新たな用途開拓を見据えて、その実現に必要な技術に関して下記の3つの開発ステージで研究開発を開始する。

- ① GaNパワーデバイス等の成膜技術、モジュール化など共通基盤技術の開発
- ② 大容量高周波無線通信デバイス技術などのIoT社会を実現するための要素技術開発
- ③ GaNなどの化合物半導体デバイスの将来の革新的な用途に関する原理検証

「研究開発項目④(1) GaNウエハの革新的製造技術の開発」については、下記の通り推進する。

<助成要件>

① 助成対象事業者

助成対象事業者は、単独ないし複数で助成を希望する、原則本邦の企業、大学等の研究機関（原則、本邦の企業等で日本国内に研究開発拠点を有していること。なお、国外の企業等（大学、研究機関を含む）の特別の研究開発能力、研究施設等の活用または国際標準獲得の観点から国外企業等との連携が必要な部分を、国外企業等との連携により実施することができる。）とし、この対象事業者から、e-Radシステムを用いた公募によって研究開発実施者を選定する。

② 助成対象事業

以下の要件を満たす事業とする。

- 1) 助成対象事業は、基本計画に定められている研究開発計画の内、助成事業として定められている研究開発項目の実用化開発であること。
- 2) 助成対象事業終了後、本事業の実施により、国内生産・雇用、輸出、内外ライセンス収入、国内生産波及・誘発効果、国民の利便性向上等、様々な形態を通じ、我が国の経済再生に如何に貢献するかについて、バックデータも含め、具体的に説明を行うこと。（我が国産業の競争力強化及び新規産業創出・新規起業促進への貢献の大きな提案を優先的に採択します。）

③ 審査項目

・事業者評価

技術的能力、助成事業を遂行する経験・ノウハウ、財務能力（経理的基礎）、経理等事務管理／処理能力、企業化能力（実現性（企業化計画）、生産資源の確保、販路の確保）

・事業化評価（実用化評価）

新規性（新規な開発又は事業への取組）、市場創出効果、市場規模、社会的目標達成への有効性（社会目標達成評価）

・技術評価

技術レベルと助成事業の目標達成の可能性、基となる研究開発の有無、保有特許等による優位性、技術の展開性、製品化の実現性、重要技術課題との整合性

審査項目については、変更があり得る。

<助成条件>

①研究開発テーマの実施期間

3年を限度とする。

②研究開発テーマの規模・助成率

i) 助成額

1件あたり約1.7億円/年を助成金の上限の目安として予算内で採択する。

ii) 助成率

2/3 以内（※）

（※） 民間企業単独あるいは民間企業のみでの連携等により実施される場合、助成率を1/2とする。

5. 2 平成29年度事業規模

	委託事業	助成事業
需給勘定	700百万円（継続）	1,500百万円（継続）

事業規模については、変動があり得る。

6. 1 公募

(1) 掲載する媒体

「NEDOホームページ」及び「e-Rad ポータルサイト」で行う。

(2) 公募開始前の事前周知

公募開始の1か月前にNEDOホームページで行う。本事業は、e-Rad 対象事業であり、e-Rad 参加の案内も併せて行う。

(3) 公募時期・公募回数

平成29年1月に1回行う。

(4) 公募期間

原則30日間とする。

(5) 公募説明会

関東で開催する。

6. 2 採択方法

(1) 審査方法

e-Rad システムへの応募基本情報の登録は必須とする。

事業者の選定・審査は、公募要領に合致する応募を対象にNEDOが設置する審査委員会(外部有識者で構成)で行う。審査委員会(非公開)は、提案書の内容について外部専門家(学識経験者、産業界の経験者等)を活用して行う評価(技術評価及び事業化評価)の結果を参考とし、本事業の目的の達成に有効と認められる事業者を選定した後、NEDOはその結果を踏まえて事業者を決定する。

提案者に対して、必要に応じてヒアリング等を実施する。

審査委員会は非公開のため、審査経過に関する問合せには応じない。

(2) 公募締切から採択決定までの審査等の期間

原則45日間以内とする。

(3) 採択結果の通知

採択結果については、NEDOから提案者に通知する。なお不採択の場合は、その明確な理由を添えて通知する。

(4) 採択結果の公表

採択案件については、提案者の名称、研究開発テーマの名称を公表する。

7. その他重要事項

(1) 評価の方法

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義、将来の産業への波及効果等について、技術評価実施規程に基づき、プロジェクト評価を実施する。

(2) 運営・管理

研究開発全体の管理・執行に責任と決定権を有するNEDOは、経済産業省と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。また、必要に応じて、外部有識者の意見を運営管理に反映させる。

(3) 複数年度契約の実施

研究開発項目①(10)の委託事業については平成26～31年度の複数年度契約を行う。

研究開発項目③(2)の助成事業については平成26～29年度の複数年度交付決定を行う。

研究開発項目④(1)の助成事業については平成29～31年度の複数年度交付決定を行う。

研究開発項目④(2)の委託事業については平成29～31年度の複数年度契約を行う。

(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運用する。

(研究開発項目①(10)、研究開発項目③、及び研究開発項目④のみ)

8. スケジュール

平成29年1月下旬・・・公募開始

2月上旬・・・公募説明会

2月下旬・・・公募締切

3月下旬・・・契約・助成審査委員会

3月下旬・・・採択決定

9. 実施方針の改訂履歴

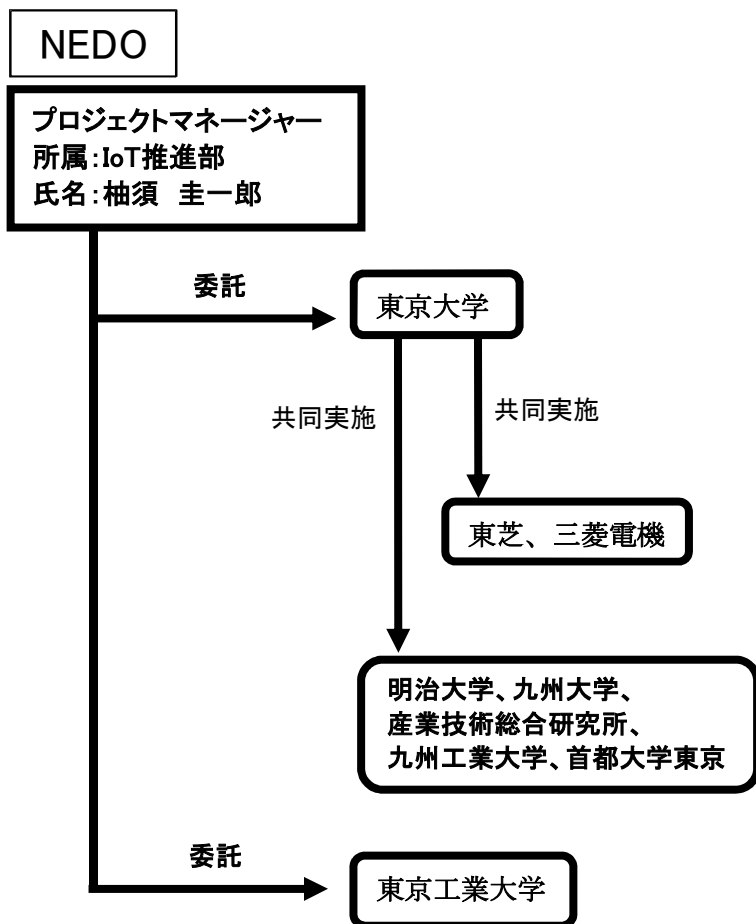
(1) 平成29年1月、制定。

(別紙) 事業実施体制の全体図

(実施体制が未定のテーマについては、確定後に追記予定)

研究開発項目①低炭素社会を実現する新材料パワー半導体プロジェクト

(10) 新世代 Si パワーデバイス技術開発



研究開発項目③次世代パワーエレクトロニクス応用システム開発

(2) 次世代パワーエレクトロニクス応用システム開発の実用化助成

