

## 平成 2 9 年度実施方針

材料・ナノテクノロジー部

1. 件 名：超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト

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 号の二及び 9 号

3. 背景及び目的・目標

近年の最先端製品では、機能性材料の先進的な機能がもたらす付加価値によって製品全体の差別化が図られている場合が多い。従って社会要請に合致した素材機能についての戦略的ターゲットを絞り込み、素材そのものの機能が最大限発現するプロダクトイノベーションを誘発することが、我が国素材産業の提案力の高度化、ひいては産業全体の競争力強化につながる。NEDO 技術戦略研究センターの「平成 26 年度日本企業の国際競争力ポジションに関する情報収集」によると、我が国の機能性材料の開発・製造を担う部素材産業は、機能性化学分野を中心に、市場規模が相対的に小さいながらも高いシェアを確保しており、これらをまとめると大きな市場を獲得している。また、日本企業の世界シェアが低い最終製品分野においても、それらを構成する部材・素材においては、我が国が中核的な地位を占めている状況。従って本分野は日本の産業競争力の源泉であり、今後も世界トップを走り続けていく必要がある。

機能性材料には大幅な省エネ性能や複合化による多種類の機能の発現といった性能向上が期待されているが、従来の機能性材料開発は、これまで蓄積してきた多くの材料の構造や物性、触媒を含む反応経路などの実験・評価データを踏まえ、“経験と勘”に基づく仮説を立てて、それを実験によって検証しながら、時間をかけて進められてきた。

本事業では「経験と勘」による非効率な開発プロセスを刷新し、高度な計算科学、高速試作・革新プロセス技術及び先端ナノ計測評価技術を駆使して、革新的な材料開発基盤技術を構築する。

[委託事業]

事業目標：機能材料・部材の研究開発支援を可能とする高度な計算科学、高速試作・革新プロセス技術、先端ナノ計測評価技術を駆使して革新的な材料開発基盤の構築を目指す。これにより従来の材料開発と比較して試作回数・開発期間を 1/20 に短縮することを目指す。

研究開発項目①計算機支援次世代ナノ構造設計基盤技術

【最終目標（平成 3 3 年度）】

構築した新規マルチスケール計算シミュレータを活用する事により、AI（機械学習やデータマイニング等）を活用した材料探索手法を確立する。これにより従来の材料開発と比較し

て試作回数・開発期間 1/20 の短縮に貢献する。

また、プロジェクト終了後の開発したマルチスケールシミュレータや AI 等の共通基盤技術の管理・運営体制の計画を示す。

【中間目標（平成 30 年度）】

対象となる機能を構造、組成等から導き出せる新規のマルチスケール計算シミュレータを構築する。

研究開発項目②高速試作・革新プロセス技術開発

【最終目標（平成 33 年度）】

中間目標までに開発したプロセス手法について高速化を図り、従来の材料開発と比較して試作回数・開発期間 1/20 の短縮に貢献する。

【中間目標（平成 30 年度）】

研究開発項目①「計算支援次世代ナノ構造設計基盤技術」で開発するシミュレータの高精度化に貢献するために、シミュレーション結果に対応するサンプルを精密に作製可能なプロセス手法を確立する。

研究開発項目③先端ナノ計測評価技術開発

【最終目標（平成 33 年度）】

中間目標までに開発した計測手法を汎用化するとともに、計測時間の高速化等の手法で従来の材料開発と比較して試作回数・開発期間 1/20 の短縮に貢献する。

【中間目標（平成 30 年度）】

研究開発項目①「計算機支援次世代ナノ構造設計基盤技術」のシミュレーションの高精度化に必要な計測手法として、研究開発項目②「高速試作・革新プロセス技術開発」で試作されるサンプル等を“非破壊”又は“In situ”で評価を可能とする計測手法を確立する。

4. 事業内容及び進捗状況

プロジェクト・マネージャーに NEDO 材料・ナノテクノロジー部 國谷 昌浩 主査を任命して、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た。

プロジェクトリーダーは国立研究開発法人産業技術総合研究所 材料・化学領域長 村山 宣光氏を任命して事業を推進した。（管理体制は実施体制図参照）

4. 1 平成 28 年度事業内容

公募の結果、国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下「AIST」という。）と先端素材高速開発技術研究組合（以下「組合」という。）で研究開発項目①②③を実施する集中研を茨城県つくばに構築し、事業推進の基盤を構築した。

AIST と株式会社先端ナノプロセス基盤開発センター（以下「EIDEC」という。）による研究開発項目③の一部を実施するプロジェクトの目標値（試作回数・試作期間を 1/20 に短縮）に貢献が期待できるテーマとして採択した。（具体的には実施体制図参照）

それぞれの研究体制を効率的に推進するため、それぞれの研究体制において、必要な「知財合意書」を締結させた。

#### 研究開発項目① 計算機支援次世代ナノ構造設計基盤技術

（実施体制：AIST、組合）

量子力学、粗視化分子動力学、有限要素法などを活用してナノスケールから マクロスケールまでの以下材料設計を信頼性高く予測可能なマルチスケールシミュレーション手法の開発に着手した。

##### 1) 有機系材料の光電変換デバイス等への応用を想定したヘテロ接合構造と電子・熱・イオン等の挙動の相関をシミュレーションするキャリア輸送設計

1  $\mu\text{m}$  チャネル長程度のデバイスに適用可能な大規模電子状態計算手法に基づく第一原理電子輸送シミュレータの開発に着手し、熱伝導度等の予測機能の新たな付与やホッピング領域などにおける電気伝導度の温度依存性の記述を改良するための基本アルゴリズムの検討を行い、これらの技法を用いた光伝導度の予測機能付加の準備に前倒して着手した。従来はシリコンを対象としていた古典ボルツマン伝導シミュレータを有機材料に拡張するための準備にも着手した。また、電界下での分子・イオンのダイナミクスを取り扱う第一原理分子動力学手法の開発を行い、高速・高精度シミュレーション実行のためのアルゴリズム開発も同時に行った。さらに、有機・無機を含む広い物質群に適用可能な、外場応答を扱うための計算手法の開発に着手した。テストケースとして、原子数の小さな相関物質を対象として、多体電子論に立脚した第一原理計算により、分極関数と誘電関数の計算を行った。

##### 2) 機能性高分子材料への応用を想定したコンポジット素材の相分離、微粒子分散、ナノ空隙等を最適に制御し、相反する機能（光学特性/断熱特性や力学特性/誘電特性等）の両立をシミュレーションする相反機能両立材料設計

高分子-無機粒子ハイブリッド材料の熔融混練時の粒子分散状態予測シミュレータ開発のため、OCTA/COGNAC、KAPSEL など既存のシミュレータを検証し、開発すべき技術課題の抽出を行った。さらに、今後開発するシミュレータのプラットフォームとする予定の「ソフトマテリアル統合シミュレータ OCTA」の大規模データ対応や AI との連携などの拡張を検討・開発した。

##### 3) ハイスループットな有機材料合成への応用を想定した触媒の反応過程の網羅的な探索技術と反応速度計算、触媒-流体界面設計を一連でシミュレーションするリアクター反応設計

量子化学計算による触媒反応経路の自動探索法である人工力誘起反応法 (AFIR) を触媒活

性種が確定されていない系への適応を行った。また、触媒塊などのマイクロ構造を考慮した均質化法を流体計算に適用する検討を行った。さらに、変分マルチスケール法に基づく直交基底気泡関数有限要素法をメソスケール解法の一つである流れの影響を取り入れたフェーズフィールド法に適用した。

また、材料計測データの解析においては、材料特性イメージングデータの自動解析手法の開発、及び触媒反応高収率化に向けた効率的実験計画策定のためのデータ利用技術の開発に着手した。併せて高効率材料探索計算及び解析実行のための深層・機械学習実行プラットフォームの構築を行ない、その規模拡大のために必要な GPGPU サーバの導入に着手した。また、国内の他の研究開発の動き・成果と連携して AI（機械学習やデータマイニング等）を活用した材料探索手法の開発に着手した。

## 研究開発項目②高速試作・革新プロセス技術開発

(実施体制：AIST、組合)

研究開発項目①「計算機支援次世代ナノ構造設計基盤技術」のシミュレーション手法の高精度化と AI を活用した材料開発のために、組成や反応場等の様々なプロセス条件パラメータを制御して設計通りのサンプルを自在に試作する以下の高精度なサンプル作製技術の開発に着手した。

- 1) 研究開発項目①の 1) に対応したサンプル作製のために、接合層の層間距離制御、傾斜機能制御等の技術を確立し、様々な界面を自在に制御して多層ヘテロ界面を作製する精密積層プロセス技術等の基盤の構築

合成過程での温度・反応槽内圧等のモニタリング、さらにナノ粒子の小径化が可能であることを確認したマイクロ波を用いたナノ粒子合成システムを導入した。また、エネルギー投入の制御や連続式・バッチ式合成を可能とするナノ粒子合成システムを設計し、導入した。解砕・分散システムの核となる高剪断ジェットミルの原理を拡張した二連高圧ポンプ式装置を設計・導入した。また、各種処理条件がフィルター解砕に及ぼす影響について、既存装置を活用したデータの蓄積を進めた。一方、フィルム試作における評価方法の検討においては、実空間環境での評価データを取得し、ラボレベルでの評価手法との関連を得た。

- 2) 研究開発項目①の 2) に対応したサンプル作製のために、原料種、組成比、温度、圧力等の条件を自在に制御して複雑なコンポジット材料の構造と機能発現の相関を評価可能とするサンプルの作製手法等の基盤の構築

サンプル作製のための、小型溶融混練装置及び小型発泡成形装置について、仕様の検討、製作、動作試験を行った。また、付随してデータ取得・制御システムの検討と導入、排気施設、電源工事など、装置の稼働に必要なインフラ、実験環境整備を合わせて行った。一方、ポリマー系コンポジット材料の選定について、既往の研究の調査を行うとともに、既存設備を活用した予備検討に着手した。

- 3) 研究開発項目①の3) に対応したサンプル作製のために、連続で反応を精密に制御可能なフローリアクタープロセス技術等の基盤の構築

二酸化炭素からの芳香族ウレタン合成及び2-オキサゾリジノン誘導体合成において、それぞれ有効な触媒を見出した。エタノールからアセトアルデヒドへの反応の触媒合成と評価を行った。モデル計算結果との整合性を確認した。また、本反応における簡単な経済性をプロセスシミュレーションとピンチ解析により評価した。コアシェル型触媒をフローリアクターで調製するための装置の設計・製作を行った。

#### 研究開発項目③先端ナノ計測評価技術開発

(実施体制：AIST、組合)

研究開発項目①「計算機支援次世代ナノ構造設計基盤技術」のシミュレーション手法の高精度化とAIを活用した材料開発に必要な評価データを提供するために、研究開発項目②「高速試作・革新プロセス技術開発」で試作したサンプル等を“非破壊”又は“In situ”で構造評価・機能評価を可能とする以下の計測装置・手法の開発に着手した。

- 1) 研究開発項目②の1) 等で作製したサンプルを評価するために、非破壊で特定の界面の分子の化学構造、電子状態等の情報を得る計測技術等の構築

表面・界面の構造計測の高度化を図るために、高速で和周波発生(SFG)測定が可能なSFG分光装置の導入し、その分光装置を用いてモデル素材としての有機半導体薄膜表面の測定を行い、薄膜表面構造の解析を進めた。さらに、SFG分光を利用した摩擦界面のその場観察の実現に向けて、分光システムに組み込み可能で、かつ高面圧での摺動を実現する摩擦試験機的设计に着手した。一方、ナノプローブ分光では、光学的分子種同定機能と電気計測機能を有するプローブ顕微鏡を導入するとともに、既存の光学プローブ顕微鏡に偏光測定機能を導入して、モデル試料の分子配向について予備評価を行った。

- 2) 研究開発項目②の2) 等で作製したサンプルを評価するために、非破壊でシングルnmレベルの細孔構造の計測技術やサブ $\mu\text{m}$ レベルで三次元の構造や組成分析を同時に可能とする計測技術等の構築。

電子線エネルギー損失分光(EELS)高速化モジュールを導入し、走査透過型電子顕微鏡(STEM)での高分子試料のEELSスペクトルの高速・高感度取得のための装置及びソフトウェアの整備を図り、ポリマーブレンド試料(PVDF/PLLA)におけるSi含有相容化剤の局在化をSTEM-EELS/EDXにより明らかにした。さらに、ゴム中におけるカーボンブラック、シリカの3次元分散状態をSTEMトモグラフィにより解析を行った。また、細孔構造を評価できる高精度陽電子消滅パラメータ計測技術を確立するために、モデル試料を陽電子計測装置で解析し、消滅パラメータを明らかにした。一方、X線CT計測技術では、コンポジット発泡材料の3次元構造測定を行い、1ミクロン分解能での構造解析を実証できた。

- 3) 研究開発項目②の3) 等で作製したサンプルを評価するために、反応器内の触媒の固体

表面状態を連続、高感度、高速で計測する技術等の構築。

フロープロセス中の触媒反応を in situ で観測出来る DNP 固体 NMR 装置の導入を図った。また、フロー型試料調製に用いるセラミックスステーターならびにローターの 3D プリンターによる試作可能性を検討した。更に、コアシェル型ナノ粒子触媒を合成するフローリアクタープロセスにおいて in-situ で XAFS 測定するためのセルの形状、材質等について検討した。反応生成物などの成分を分析することが可能なガスクロマトグラフを導入した。

また、シングルナノレベルのシリコン半導体量産技術に関する物質計測、欠陥評価等の高速計測技術を 3 年以内に確立するシーズについて、研究開発項目③「先端ナノ計測評価技術開発」単独の課題として開発に着手した。

(実施体制：AIST、EIDEC)

#### 1) ナノ物質計測技術の構築

単分散粒子を用いた FPT 法における粒子径計測において流速ならびに粒子ブラウン運動によって生じる影響評価を実施し、評価された影響因子を加味した FPT 法による粒子径評価に係る 1 次解析アルゴリズムを構築した。[AIST]

また、粒径 10nm サイズ台の液中低屈折率材料(フッ素樹脂等)の計測を可能にする清浄な部材発塵評価検査溶剤の調査・検討を実施した。さらに、ナノパターニング材料(レジスト・DSA 材)に対するナノ計測技術の評価の環境整備、及びナノパターニング材料のパターニング特性等とナノ計測結果との相関解析等の環境整備を行い、第一次評価を行った。[EIDEC]

#### 2) ナノ欠陥検査用計測標準技術の構築

EUV マスクにおけるマスク欠陥保証、並びに高 NA に対応した新規構造の EUV マスクでのマスク欠陥保証に関する検討を実施した。[EIDEC]

### 4. 2 実績推移

	平成 28 年度
	委託
実績額推移 需給勘定 (百万円)	1 5 8 4

### 5. 事業内容

プロジェクト・マネージャーに NEDO 材料・ナノテクノロジー部 國谷 昌浩 主査を任命して、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。

平成 28 年度に引き続き、AIST と組合は AIST 村山 宣光 氏を PL として研究開発項目①②③を実施する。AIST と EIDEC は研究開発項目③の一部を実施する。

## 5. 1 平成29年度事業内容

平成29年度は研究開発項目①②③（①3）、②3）、③3）は除く）の研究対象にナノカーボン（カーボンナノチューブ、グラフェン）を追加して実施する（公募は前年度から実施）。

### 研究開発項目①計算機支援次世代ナノ構造設計基盤技術

（実施体制：AIST、組合）

量子力学、粗視化分子動力学、有限要素法などを活用してナノスケールからマクロスケールまでの以下材料設計を信頼性高く予測可能なマルチスケールシミュレーション手法を開発する。

#### 1) 有機系材料の光電変換デバイス等への応用を想定したヘテロ接合構造と電子・熱・イオン等の挙動の相関をシミュレーションするキャリア輸送設計

第一原理計算に基づく大規模電子状態計算シミュレータへの光伝導の付与、古典ボルツマン伝導シミュレータの有機材料への拡張、分子動力学計算・連続体シミュレーション等の多階層接続による順方向予測性能の高度化等を図る。

#### 2) 機能性高分子材料への応用を想定したコンポジット素材の相分離、微粒子分散、ナノ空隙等を最適に制御し、相反する機能（光学特性/断熱特性や力学特性/誘電特性等）の両立をシミュレーションする相反機能両立材料設計

ソフトマテリアル統合シミュレータ OCTA の大規模データ等を考慮した拡張設計や、ミクロからマクロまで様々なシミュレーション技術の各階層間での双方向な粗視化技術等の高度化を図る。

#### 3) ハイスループットな有機材料合成への応用を想定した触媒の反応過程の網羅的な探索技術と反応速度計算、触媒-流体界面設計を一連でシミュレーションするリアクター反応設計

素反応過程の全反応経路自動探索シミュレータ、素反応・拡散などの物質移動を含めた実空間反応シミュレータ、触媒塊などのマクロな構造物の流路解析も含めたシミュレータの高度化を図り、それらを組み合わせマクロな現象としての化学反応の全貌を解析する為に必要なシナリオ・スキームを構築する。

また膨大な材料データから、材料設計指針を抽出する事が出来るよう、AI の利用技術と複雑情報をコンパクト化する為に必要な数学的手法を開発する。

### 研究開発項目②高速試作・革新プロセス技術開発

（実施体制：AIST、組合）

研究開発項目①「計算機支援次世代ナノ構造設計基盤技術」のシミュレーション手法の高精度化と AI を活用した材料開発のために、組成や反応場等の様々なプロセス条件パラメータを制御して設計通りのサンプルを自在に試作する以下の高精度なサンプル作製技術を開発す

る。

- 1) 研究開発項目①の1) に対応したサンプル作製のために、接合層の層間距離制御、傾斜機能制御等の技術を確立し、様々な界面を自在に制御して多層ヘテロ界面を作製する精密積層プロセス技術等の基盤の構築

高密度エネルギー投入や粒成長モニタリングなどのプロセス技術を駆使し、表面修飾された均一粒径の機能性ナノ粒子を短時間に合成する条件探索とデータ蓄積を進め、粒子生成・表面修飾を同時かつ高速に行うシステムの構築等を実施する。

- 2) 研究開発項目①の2) に対応したサンプル作製のために、原料種、組成比、温度、圧力等の条件を自在に制御して複雑なコンポジット材料の構造と機能発現の相関を評価可能とするサンプルの作製手法等の基盤の構築

前年度導入した装置を活用し、ポリマーブレンド/ナノコンポジット、発泡体等の試作を行う。組成、プロセス条件等のパラメータは計算科学と、作製した試料の評価については計測との連携を行い、装置の自動化、データ取得、高度化等を実施する。

- 3) 研究開発項目①の3) に対応したサンプル作製のために、連続で反応を精密に制御可能なフローリアクタープロセス技術等の基盤の構築

フロー型反応器での合成速度と投入エネルギー関係のモニタリング技術の構築と、それらのデータに基づく各過程に適合したフロー型反応器設計技術の構築等を実施する。

#### 研究開発項目③先端ナノ計測評価技術開発

(実施体制：AIST、組合)

研究開発項目①「計算機支援次世代ナノ構造設計基盤技術」のシミュレーション手法の高精度化とAIを活用した材料開発に必要な評価データを提供するために、研究開発項目②「高速試作・革新プロセス技術開発」で試作したサンプル等を“非破壊”又は“In situ”で構造評価・機能評価を可能とする以下の計測装置・手法を開発する。

- 1) 研究開発項目②の1) 等で作製したサンプルを評価するために、非破壊で特定の界面の分子の化学構造、電子状態等の情報を得る計測技術等の構築

和周波分光システムは高速・中精度測定系構築に加え、電圧、温度、湿度等の環境応答変化や埋もれた界面の分子挙動を高精度で計測できる試料検出部の構築を行う。また局所的な電気特性と吸収スペクトル等の多物性値を同時に計測可能とするナノプローブ分光システムの構築等を実施する。

- 2) 研究開発項目②の2) 等で作製したサンプルを評価するために、非破壊でシングル nm レベルの細孔構造の計測技術やサブ  $\mu\text{m}$  レベルで三次元の構造や組成分析を同時に可能とする計測技術等の構築

前年度開発した陽電子消滅パラメータ計測技術の更なる高精度化に加え、測定条件を最



適化することで、評価システムの高効率化を実現する。X線CT計測技術では、ポリマー系材料分析に資する高コントラスト計測を実現し、有機・高分子系材料に適用可能なX線CT計測技術を開発する。透過電子顕微鏡による電子線エネルギー損失分光（EELS）法等においては、電子線損傷に弱い有機・高分子系材料の観測の高速化と高感度化技術を確立する。

3) 研究開発項目②の3)等で作製したサンプルを評価するために、反応器内の触媒の固体表面状態を連続、高感度、高速で計測する技術等の構築。

フロー型セルを用いた触媒表面での反応過程の直接観察及び反応界面での電子状態やその周辺構造の観察技術の開発を行う。

またシングルナノレベルのシリコン半導体量産技術に関する物質計測、欠陥評価等の高速計測技術を3年以内に確立するシーズについて、研究開発項目③「先端ナノ計測評価技術開発」単独の課題として開発する。

(実施体制：AIST、EIDEC)

#### 1) ナノ物質計測技術の構築

粒子追跡評価法をベースとした流れ場中での検査技法FPT法における粒子径分布解析アルゴリズムと光学セルの高度化を図り、検査標準溶液中におけるフッ素樹脂粒子の検出評価を行い、液中ナノ粒子/ナノバブル計測技術の開発を行う。また、ナノパターニング材料（レジスト・DSA材）に対するナノ計測技術の第二次以降の評価、及びナノパターニング材料のパターニング特性等とナノ計測結果との相関解析等の実施を通じ、開発期間短縮に資するナノ計測技術の構築及びその検証を実施する。

#### 2) ナノ欠陥検査用計測標準技術の構築

欠陥検査装置において欠陥感度を定量的に評価・校正できるように予め様々な形状・寸法の欠陥を作り込んだ標準試料「プログラム欠陥マスク」を設計・製作し、欠陥転写性の評価を行う。

### 5. 2 平成29年度事業規模（予定）

委託事業

需給勘定

2400百万円

事業規模については、変動があり得る。

### 6. 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、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を平成30年に実施する。

## (2) 運営・管理

研究の進捗に応じて加速予算の趣旨に合致する優れた成果等が挙げられた場合、4.3の事業規模に加え、加速予算の獲得を検討する。

本事業を広く周知することが重要であることから、研究成果や今後の方向性などを発表するフォーラム等の実施の検討を図る。

## (3) 複数年度契約の実施

平成28～30年度の複数年度契約を行う。

(ただし部分提案で採択した研究開発項目③に対する契約は平成28～29年度の複数年契約)

また平成29年度から新規に実施するナノカーボンを対象とした研究については平成29～30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」に従って事業を実施する。

## 7. スケジュール

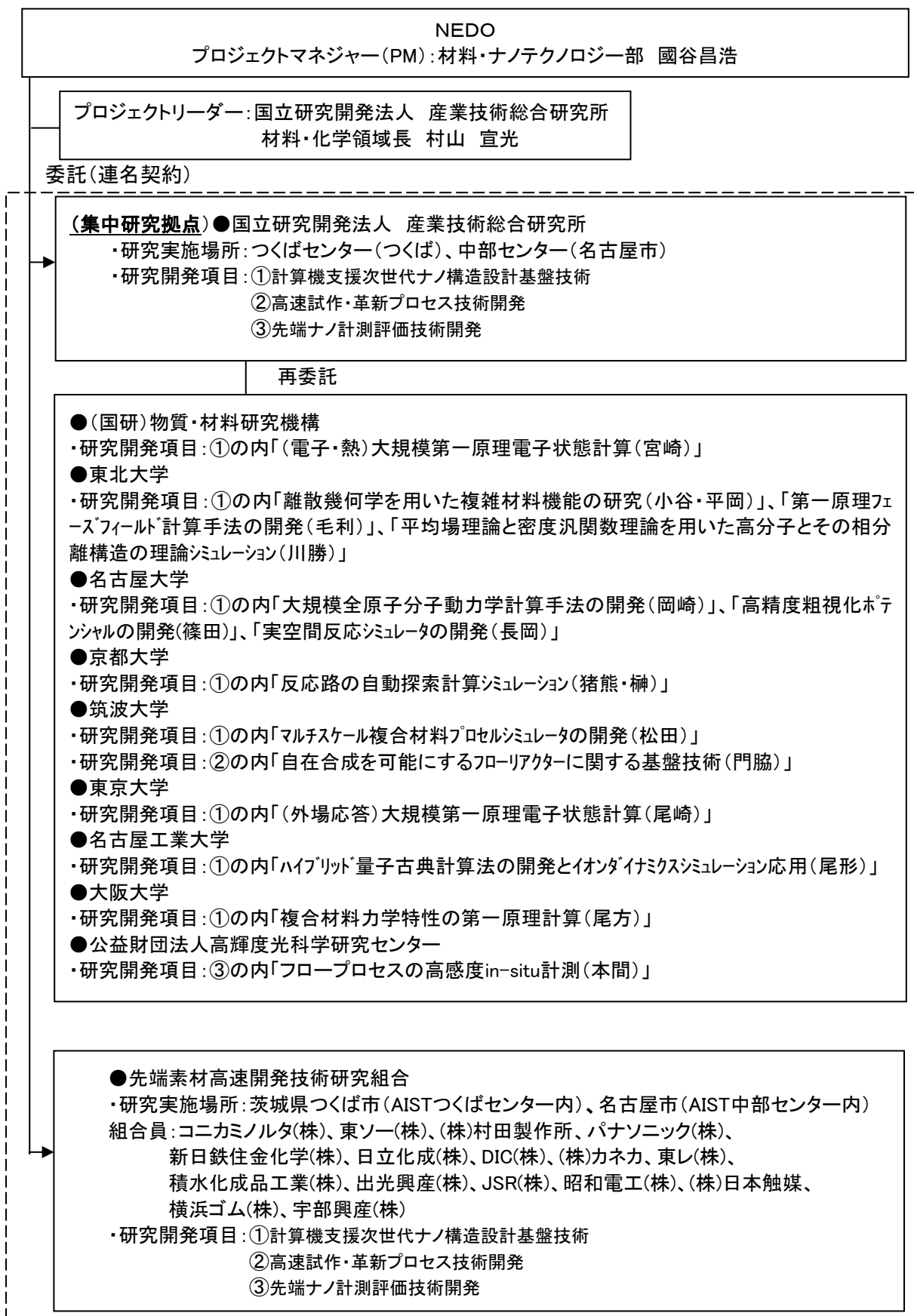
### 7.1 来年度の公募について

事業の加速化や効率化を図るため、必要な追加公募等は適宜実施する(実施内容は、本実施方針を改定して定める)。

## 8. 実施方針の改定履歴

(1) 平成29年2月、制定

## 超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト実施体制図



**NEDO**  
 プロジェクトマネジャー (PM) : 材料・ナノテクノロジー部 國谷昌浩  
 サブプロジェクトマネジャー (SPM) : 材料・ナノテクノロジー部 片岡茂

委託

研究開発拠点

- ・名称 スーパークリーンルーム産学官連携研究棟
- ・住所 茨城県つくば市小野川 16-1

**株式会社先端ナノプロセス基盤開発センター**

- ・研究開発項目 : ③「先端ナノ計測評価技術開発」
- ③-[1] 「ナノ物質計測技術開発」
  - ③-[1]-1) 「液中ナノ粒子/ナノバブル 計測技術開発」  
 参加企業: リオン株式会社、株式会社東芝  
 ・液中低屈折率材料(フッ素樹脂等)向けの清浄な検査標準溶液の調査・開発 ( ③-[1]-1)-1 )
  - ③-[1]-2) 「ナノ計測技術検証」  
 参加企業: 富士フイルム株式会社、信越化学工業株式会社、株式会社ニコン、東京エレクトロン株式会社、東京応化工業株式会社、株式会社堀場エステック、株式会社東芝  
 ・シングルナノターニング材料(レジスト)による計測技術検証 ( ③-[1]-2)-1 )  
 ・次世代レジストアウトガス計測技術開発 ( ③-[1]-2)-4 )  
 ・DSA 精密計測技術開発 ( ③-[1]-2)-5 )
- ③-[2] 「ナノ欠陥検査用計測標準開発」
  - ③-[2]-1) 「ナノ欠陥検査用計測標準技術開発」  
 参加企業: 株式会社東芝、大日本印刷株式会社  
 ・プログラム欠陥マスク技術開発

**国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
物質計測標準研究部門 粒子計測研究グループ**

- ・研究開発項目 : ③「先端ナノ計測評価技術開発」
- ③-[1] 「ナノ物質計測技術開発」
  - ③-[1]-1) 「液中ナノ粒子/ナノバブル 計測技術開発」  
 ・液中異種ナノ粒子/ナノバブル計測技術開発 ( ③-[1]-1)-2 )
- 研究実施場所: 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 5

再委託

**大阪大学**

- ・研究実施場所: 大阪府茨木市美穂ヶ丘 8-1
- ・研究項目: ③-[1]-2) 「ナノ計測技術検証」  
 シングルナノターニング材料(レジスト)の反応機構解明 ( ③-[1]-2)-2 )

**国立研究開発法人 物質・材料研究機構**

- ・研究実施場所: 茨城県つくば市並木 1-1
- ・研究項目: ③-[1]-2) 「ナノ計測技術検証」  
 光励起状態のナノターニング材料の物性評価 ( ③-[1]-2)-3 )

**京都大学**

- ・研究実施場所: 京都府京都市西京区京都大学桂
- ・研究項目: ③-[1]-2) 「ナノ計測技術検証」  
 DSA ナノ欠陥計測技術開発 ( ③-[1]-2)-6 )  
 DSA 精密計測支援技術開発 ( ③-[1]-2)-8 )

**インテル コーポレーション(Intel)**

- ③-[1]-1) 「液中ナノ粒子/ナノバブル 計測技術開発」
- ③-[1]-2) 「ナノ計測技術検証」
- ③-[2]-1) 「ナノ欠陥検査用計測標準技術開発」  
 アドバイザーとして参加

**東京工業大学**

- ・研究実施場所: 東京都目黒区大岡山 2-12-1 S8-36
- ・研究項目: ③-[1]-2) 「ナノ計測技術検証」  
 DSA 相分離精密測定技術 ( ③-[1]-2)-7 )