

## 2022年度実施方針

材料・ナノテクノロジー部

1. 件名：（大項目）炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発

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十五条第一号ニ、第三号及び第九号

3. 背景及び目的・目標

我が国の化学品の多くは石油由来の原料から製造され、現状では石油消費量の約24%を化学用原料として使用しており、依然として化学産業では化石資源を大量に消費している（石油連盟「今日の石油産業2019」）。

一方、世界的に石油消費量が拡大する中、輸入に頼る石油の価格上昇や枯渇リスク、CO<sub>2</sub>排出量の増大に伴う温暖化問題に直面しており、化学品製造の革新的イノベーションの実現により、こうした課題を乗り越えていくことが急務となっている。将来的に石油資源の供給リスクを克服し、かつ持続可能な低炭素社会を実現していくためには、バイオマスなど様々な非石油由来原料への転換が必要である。

このような背景から、第5次エネルギー基本計画においても2050年に向けた対応として、温室効果ガス80%削減を目指し、エネルギー転換・脱炭素化への挑戦を謳っており、2050年に向けて化石燃料の利用に伴う二酸化炭素の排出量を大幅に削減する必要がある、あらゆる技術的な選択肢を追求する必要がある。

セルロースナノファイバー（以下、「CNF」という。）は、鋼鉄の1/5の軽さで鋼鉄の5倍以上の強度を有するバイオマス由来の高性能素材である。CNF複合樹脂等を既存の繊維強化樹脂並みのコストまで低減出来れば、軽量・高強度の特性から、幅広い分野へのCNFの活用が加速することが見込まれ、既存の石油由来の素材の代替となることが可能となるうえ、大気中の二酸化炭素を植物が吸収・固着して得られるセルロースを用いることでカーボンリサイクルの一端を担うことができるため、温暖化対策にも資するものとなる。

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO」という。）では、2013年より「非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発」において、木質系バイオマスから化学品までの一貫製造プロセスとして、「高機能リグノセルロースナノファイバーの一貫製造プロセスと部材化技術開発」、「CNF安全性評価手法の開発」、「木質系バイオマスの効果的利用に向けた特性評価」を行い、非可食系バイオマスから得られるCNFを

活用するための技術開発を推進した。

CNFの実用化、用途拡大のためには、CNFの製造コスト低減が重要であるとともに、各製品用途に応じたCNFの利用拡大への加速が必要である。そして、製品用途拡大の技術開発を促進し、社会実装・市場拡大を早期に実現することは、二酸化炭素の排出量削減につながり、エネルギー転換・脱炭素化社会を実現するために、重要である。また、CNFは新しい材料として多様な応用が期待されているが、実用化や普及を加速するためには、CNFの利用にあたっての安全性の確認を強化する必要がある。

2013年度～2019年度に実施した「高機能リグノセルロースナノファイバーの一貫製造プロセスと部材化技術の開発事業」では主に家電筐体や自動車用部材をターゲットとするCNF複合樹脂の製造コスト1,300円/kg(2019年度末)を達成したが、これらの分野で、CNFを本格的に普及させるため、本事業終了時には工業化スケールでの製造が検討可能なコストである700円/kgを目標とし、2030年度末での事業化レベル相当である300円～500円/kg程度までの低減を目指す。また、CNFのなかでも構造部材等において高機能、高付加価値化の領域を狙う高機能性CNF材料は、2019年度末においてCNF複合樹脂に比してはるかに高コストであり、事業化、普及のための技術的課題が多く残されている。そのため本事業終了時には事業化の見通しを得るために、サンプル提供可能とされるコストである従来コストの1/4以下を目標とし、2030年度末までの事業化を可能とするコスト削減を目指す。本プロジェクトでは、高コストの原因となっている生産性や化学処理のプロセスの飛躍的な改良により、大幅にコストを削減する革新的CNF製造プロセス技術の開発を行う。

また、樹脂、ゴム等の基材とCNFの複合化材料を、広く普及させていくために市場の比較的大きい分野での用途開発を促進する、量産効果が期待されるCNF利用技術の開発を行う。新しい複合材料の実用化や普及を加速し支援するため、長期的な利用における信頼性向上や品質管理強化を目的に安全性評価を実施し、多様なCNF製品用途に対する安全性評価書を作成する。

[助成事業(助成率:2/3以内)](2020年度～2024年度)

研究開発項目①「革新的CNF製造プロセス技術の開発」

CNF複合樹脂等の製造コストを2030年度末で300円～500円/kg程度まで低減させるためには、①生産性の大幅な向上による労務費、原動費の削減、②樹脂との相溶性を高めるための化学処理での薬品コストの低減等を含む製造プロセスの大幅な見直しが必要であり、従来の技術の延長ではなく、抜本的な見直しを行った新しい製造プロセス技術の開発を行う。

**【最終目標】**(2024年度)

1. CNF 複合樹脂製造プロセスの抜本的見直し、及び生産性の向上、及び薬品コスト低減により、CNF 複合樹脂等の製造コスト（ペレット価格）を、プロジェクト終了時（2024年）に700円/kg程度（樹脂により500円～900円）まで低減する。

2. 高機能性CNF 材料製造プロセスの抜本的見直し、及び生産性の向上、及び薬品コスト低減により、従来コストの1/4以下で、サンプル提供可能なコストまで低減する。

#### 【中間目標】（2022年度）

1. CNF 複合樹脂製造プロセスの抜本的見直し、及び生産性の向上、及び薬品コスト低減により、CNF 複合樹脂等の製造コスト（ペレット価格）を1000円/kgまで低減するとともに、プロジェクト終了時（2024年）に700円/kg程度（樹脂により500円～900円）まで低減する技術見通しを得る。

2. 高機能性CNF 材料製造プロセスの抜本的見直し、及び生産性の向上、及び薬品コスト低減により、従来コストの1/2以下まで低減するとともに、サンプル提供可能なコストまで低減する技術見通しを得る。

[助成事業（助成率：2/3以内）]（2020年度～2022年度/2021年度～2023年度/2022年度～2024年度）

研究開発項目②「CNF利用技術の開発」

（1）「量産効果が期待されるCNF利用技術の開発」

樹脂、ゴム等の基材とCNFの複合化材料を、広く普及出来る可能性のある自動車、建築資材、土木資材、家電分野等に適用させていくため、各種用途に適した製造技術の開発、成形・加工技術の開発等を行う。

#### 【最終目標】（2022年度/2023年度/2024年度）

自動車、建築資材、土木資材、家電分野等の用途で新たに開発したCNF製品が、競合品に比べ、コスト、性能等の面で総合的に競争力があることを示す。

[委託事業]（2020年度～2024年度）

研究開発項目②「CNF利用技術の開発」

（2）「多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」

多様な用途への拡大が見込まれることから、それら用途に対する安全性評価、及び企業が製品化の際に、各自で簡易的に評価可能な有害性評価手法の開発を行う。

#### 【最終目標】（2024年度）

CNFの多様な用途拡大に対応した有害性評価手法の開発と評価、及び排出・暴露評価を

行い、安全性評価書をまとめる。

#### 【中間目標】（2022年度）

有害性評価手法を確立し、代表的なCNFの用途に対して、有害性評価及び排出・暴露評価を行い、短期の安全性評価の結果をまとめる。

#### 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（以下、「PM」という。）にNEDO材料・ナノテクノロジー部 山本 教勝を任命して、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。

福岡大学 工学部 教授 八尾 滋をプロジェクトリーダー（以下、「PL」という。）とし、以下の研究開発を実施した。

#### 4. 1 2021年度（助成）事業内容

研究開発項目①「革新的CNF製造プロセス技術の開発」

①-1 疎水化 TOCN (TEMPO 酸化セルロースナノファイバー) 及び樹脂複合化の製造 プロセス技術の開発

従来よりも高度に安定性高く樹脂に分散できる TEMPO 酸化セルロースナノファイバー (TOCN) の「新規疎水化技術」のプロセス技術確立を進めている。反応条件探索の結果、改質基の導入効率を維持しながらプロセス工程を簡略化する事ができ、疎水化剤コストは最大で従来条件の約 1/10 まで低減できた。また、TOCN 複合化樹脂中の TOCN のナノ分散状態を TEM より明瞭に観察することが可能となった。修飾種や結合種の違いにより、TOCN の分散状態が異なることが判明した。（実施体制：花王株式会社、共同研究 東京大学）

①-2 CNF/塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立

ターゲットとする分野への CNF/PVC コンパウンドの適用を目指し、CNF/PVC コンパウンドの加工性、成形品物性、パルプの解繊度合いを評価した。

成形加工性評価でパルプの分散不良による外観不良が課題であったが、配合調整や加工方法などによるパルプの解繊を進めることで外観不良が解消されることを確認した。

また、既存の PVC コンパウンド製造技術を京都プロセスに適用させるため混練機の種類やスクリー構成の検討も進め CNF/PVC コンパウンドの製造に適した装置コンビネーションを把握した。

また、PVC 中での CNF の解繊・分散性と補強性の関係の解明についても進め、CNF の解繊、分散性を光学顕微鏡および FE-SEM で評価し、曲げ弾性率や動的粘弾性との関係の調査を進めた。（実施体制：大洋塩ビ株式会社、プラス・テック株式会社、共同研究 YKK AP 株式会社、京都大学、京都市産業技術研究所）

#### ①-3 CNF 強化樹脂 (PA6、PP) の低コスト製造プロセス技術の開発

宇部興産は CNF 強化樹脂 PA6 の低コスト製造プロセス技術の開発に向けた研究を実施し、日本製紙は CNF 強化樹脂 PA6 と CNF 強化樹脂 PP の低コスト製造プロセス技術の開発に向けた研究を実施した。2021 年度は CNF の解繊促進混練プロセスにおける変性パルプの処理条件の検討を行った。また、樹脂との親和促進混練プロセスにおける混練条件の検討を行った。これらから、CNF の解繊性と分散性の向上による物性向上の検討を実施した。実施体制：日本製紙株式会社、宇部興産株式会社、共同研究 三井化学株式会社、京都大学、京都市産業技術研究所)

#### ①-4 伝動ベルトをターゲットとした CNF 複合化クロロプレンゴムの低コスト製造技術開発

小スケールでの実機試作品を共同提案先であるバンドー化学株式会社で評価し、ラボスケール品同等の品質であることを確認した。また、その製造コストを大幅に低減させるための製造プロセス技術の開発として、前年度に蓄積したデータ等をもとに、さらなるスケールアップに向けた仕様検討を行い、中スケールでの実機試作を実施した。(実施体制：東ソー株式会社、バンドー化学株式会社)

#### ①-5 革新的 CNF 複合樹脂ペレットの製造プロセスの開発

CNF 複合樹脂ペレットの一貫製造プロセスを開発について原料から CNF 複合樹脂ペレットまでを一貫生産する技術開発のため、大王製紙にて抄紙設備等の実生産設備を用いた変性原紙の試作を進めるとともに、芝浦機械所有のテスト機にて CNF 複合樹脂の生産性、着色抑制、凝集抑制が可能な混練条件を検証・最適化を進めた。変性のための反応炉、CNF を樹脂と複合化する二軸押出機等をはじめとするパイロット設備を設置し、稼働させた(稼働調整中)。試作物は、物性評価に加え、ユーザー評価のために自動車メーカーティア1 等へのサンプル提供を行い、課題抽出を進めた。(実施体制：大王製紙株式会社、芝浦機械化学株式会社、共同研究 産業技術総合研究所)

#### ①-6 高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発

2020 年度の検討結果を踏まえセルロースナノファイバー複合材料について原料の前処理、疎水変性パルプ製造、ならびに複合化の各工程について、新規に導入・開発する設備を用いたプロセス検討と添加剤の開発を進めた。前処理工程では、処理条件の絞り込みを行い現状よりも生産性が上げられる見通しを得た。変性工程では、高生産性の変性方法を採用することで物性を維持しながら生産性を上げられるとの方向性が見出された。また、複合化工程では混練条件の最適化等により物性を維持しながら生産性を向上する結果が得られた。また、

開発した複合材料について自動車部材としての適用評価を進めた。(実施体制：星光PMC株式会社、共同研究 トヨタ車体株式会社、京都大学)

#### ①-7 ウォータージェット技術を用いた革新的 CNF 製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発

CNF 水分散液の低コスト化のため、①高濃度化(原料タンク、攪拌機、給液ポンプ、熱交換器などの改良)、②省エネ化(少ない衝突回数での CNF 化のための衝突方式検討、原料検討)を実施し、得られた成果を基に、新規 CNF 製造設備を構築した。

また、高付加価値用途向け CNF 乾燥粉末の高効率生産のため、大型の乾燥装置を導入し、最適乾燥条件を検討した結果、大幅な生産量向上、コストダウンを達成した。(実施体制：株式会社スギノマシン、共同研究 富山県立大学)

### 研究開発項目②「CNF 利用技術の開発」

#### (1) 「量産効果が期待される CNF 利用技術の開発」

##### ②(1)-1 CNF 技術を利用した住宅・非住宅用内装建材の開発

セルローズナノファイバー(CNF)を主成分とした製板材の内装建材への適用に向けて、安価な CNF 原料の選定と前処理手法の検討、低分子フェノール樹脂の含浸による耐水・耐湿化技術の検討を進め、内装建材の要求品質を満足する CNF 製板材の仕様を見出した。また、その仕様でのスケールアップ試作を実施し、実寸サイズ、量産を見据えた製造方法の効率化に向けた課題を抽出した。また、CNF 製板材の化粧加工適性や他素材との複合化の検証を進め、CNF 製板材の適用が有望な内装建材のアイテムの探索、調査を実施した。(実施体制：大建工業株式会社、利昌工業株式会社、共同研究 秋田県立大学)

##### ②(1)-2 自動車部品実装に向けた CNF 複合材料開発、成形・加工技術開発

セルローズナノファイバー(CNF)複合材料を自動車部品実装へのに向けた CNF/PP 複合材料の物性向上を進め、材料処方、CNF の高分散・高濃度化に適したコンパウンド技術の開発を行った。また、材料の改良として CNF の化学変性改良、繊維長やゴム添加方法の検証を行い、コンパウンド技術として、可塑化部と混練部などにおけるスクリュウ形状・長さ、混練条件、材料の投入位置の開発検証を実施した。コンパウンド材の CNF 分散性、基礎物性評価などを行い、材料配合とスクリュウ形状を選定した。(実施体制：ダイキョーニシカワ株式会社)

##### ②(1)-3 革新的ガス吸着再生 CNF 複合フィルタを用いた多機能型デシカントフィルタシステムの開発

CNF の高い吸湿性を湿度管理に活用する、デシカントフィルタシステムの製品化を目指し、2021 年度は産業技術総合研究所にて CNF 素材・各種基材の選定とナノ化処理を行った。ま

た、CNF 素材について東京工業大学にて凍結乾燥処理及び物性確認を行い、比表面積およびハンドリングの評価を実施した。さらに、進和テックにて素材における水分除去性能確認、フィルタエレメント形状検討、試作装置導入などを実施し、さらにデシカントフィルタシステムとして評価できるような試験設備の検討、評価用測定機器の選定・導入を実施した。(実施体制：進和テック株式会社、共同研究 産業技術総合研究所、東京工業大学)

① (1) - 4 炭素循環社会に貢献するセルロースエコマテリアル開発および商品適用検証  
セルロースファイバー (CeF) 複合材料の高濃度化、完全バイオ化、パイロットモデル検証を進捗した。高濃度化においては、CeF70%材料において、薄板ダンベルを充填させる流動性向上工法の原理検証を実施し、流動性向上効果を確認した。完全バイオ化においては、CeF+BioPE の複合材料において強度と流動性を両立させるレシピ改善を行い、成形品としての強度確保の目途を確認した。パイロットモデル検証においては、家電製品の実機評価を進捗し、試験途中においては大きな問題がないことを確認した。今年度の開発目標は達成可能な見込み。(実施体制：パナソニック株式会社)

② (1) - 5 CNF 配合エラストマーの製造プロセス低コスト化による製品実装技術開発  
エラストマー向けに最適な繊維形状の CNF を開発し、CNF 配合エラストマーの材料強度とコストを両立する技術確立を目指す。これまで CNF の製造装置や製造条件の最適化との濃縮・固形化プロセスの技術開発に取り組み、従来の TEMPO 酸化 CNF よりコストダウンを可能にした CNF 配合エラストマーをラボスケールで実現した。(実施体制：住友ゴム工業株式会社、日本製紙株式会社、共同研究 東京大学)

#### 2021年度開始事業

② (1) - 6 水性樹脂を用いた環境適合型 CNF 複合樹脂の製法開発と CFRP への適用  
CNF と熱硬化型エポキシ樹脂 (電着液) の混合方法を検討した。弱い攪拌力で混合した場合は、CNF と電着液中のエポキシ樹脂の凝集物が形成され、それが分散しているような状態となった。強い攪拌力で混合した場合には、凝集物が一体化し、分離した。さらに脱水プロセスを検討したところ、強攪拌力で混合したものについては、従来の手法であった自然乾燥だけでなく、ろ過でも脱水が可能であった。また、上述の CNF と電着液の複合シートを熱可塑性ウレタン (TPU) と複合化し、その界面の剥離強度を測定したが、最低目標値である 10 N/cm に及ばないケースも見られた。(実施体制：美津濃株式会社、第一工業製薬株式会社、共同研究先 地方独立行政法人大阪産業技術研究所)

#### 2021年度開始事業

② (1) - 7 CNF を使用したゴム製靴底及びゴムタイルの量産化技術の開発  
靴底、ゴムタイルに適した CNF の検討として、タイプの異なる CNF をゴムに配合す

ることでゴム強度、耐摩耗性について調査した。同じ解繊方法で製作したCNFの場合、パルプ原料よりも相溶化剤(分散剤)によりゴム強度、耐摩耗性が変化することが確認できた。また、CNFゴム靴底の軽量化の取り組みとして、比重1.2のCNF靴底配合に軽量化剤を添加することで、比重1.0で同レベルの耐摩耗性となることをテーブルテストにおいて確認した。(実施体制:株式会社ニチマンラバーテック、共同研究 株式会社スピングルカンパニー、産業技術総合研究所)

#### 4. 2 2021年度(委託)事業内容

研究開発項目②「CNF利用技術の開発」

##### ②(2)「多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」

吸入影響評価を目的とした簡易迅速な培養細胞試験のため、CNFの分散状態や生物汚染などを評価しながら、2種類の細胞を使った培養細胞試験、および肺疾患モデル動物を使った気管内投与試験を行った。中皮腫発生の検証については、2種類のCNFについて動物への腹腔内投与を実施し、経過を観察した。6ヶ月までのデータの取得を終了した。中皮細胞による培養細胞試験では、動物試験と同様の2種類に1種類を加えた合計3種類のCNF試料による試験を実施し、基礎的なデータを取得した。生態毒性試験については、予備試験結果をもとに、1種類のCNFについて、藻類生長阻害試験、ミジンコ遊泳阻害試験、ミジンコ繁殖試験および魚類急性毒性試験の試験条件を決定し、試験を実施した。CNFの排出・暴露評価については、排出・暴露が危惧されるCNF乾燥粉体の取り扱いを模擬した移し替え試験を実施した。

パルプ由来CNFをマウスに自然な呼吸(吸入)や飲水(経口)として体内に取り込ませ、CNFの安全性の評価を行ってきた。また霊長類であるマーモセットについては飲水で与えることでのCNFの安全性評価を実施している。吸入はマウスの飼育ケージ内にCNF(1μm以下)を噴霧させた。飲水ではCNFの0.1~0.2wt%溶液を与えた。マーモセットも同様である。マウスについては短期間の実験では健康状態観察とその後の組織解剖のいずれもCNFによる健康の悪化と組織の炎症は確認されなかった。(実施体制:産業技術総合研究所、福井大学)

#### 4. 3 実績推移

|                    | 2020年度 |     | 2021年度 |     |
|--------------------|--------|-----|--------|-----|
|                    | 委託     | 助成  | 委託     | 助成  |
| 実績額推移<br>需給勘定(百万円) | 150    | 606 | 150    | 597 |
| 特許出願件数(件)          | 0      | —   | 0      | —   |
| 論文発表数(報)           | 0      | —   | 3      | —   |
| フォーラム等(件)          | 8      | 13  | 11     | 58  |



## 5. 事業内容

PMにNEDO材料・ナノテクノロジー部 丸岡 啓子を任命して、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、福岡大学 工学部 教授 八尾 滋をプロジェクトリーダー（以下、「PL」という。）とし、以下の研究開発を実施する。実施体制については、別紙を参照のこと。

### 5. 1 2022年度（助成）事業内容

#### （1）事業方針

<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が大きく川上から川下までの企業間連携を示すサプライチェーンが明確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

###### ・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）

・企業化能力評価

実現性（企業化計画）、生産資源の確保、販路の確保

・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

・社会的目標への対応の妥当性

・海外の研究機関、企業とのパラレル支援等の自国費用自国負担による国際連携

特にNEDOの指定する相手国の公的支援機関の支援を受けている、あるいは受けようとしている相手国研究機関、企業との連携

<助成条件>

①研究開発テーマの実施期間

研究開発項目②（１）は、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

研究開発項目②（１）は、１件当たり５千万円程度／年間を助成金の上限として予算内で採択する。

ii) 助成率

企業規模に応じて、原則、以下の比率で助成する。

・大企業\*：１／２助成

・中堅・中小・ベンチャー企業：２／３助成

\*大企業とは下に定義する中堅企業及び中小・ベンチャー企業を除いた企業

（中堅企業：従業員１，０００人未満又は売上１，０００億円未満の企業であって、中小企業は除く。）

（２）継続事業内容

研究開発項目①「革新的CNF製造プロセス技術の開発」

①－１ 疎水化TOCN（TEMPO酸化セルロースナノファイバー）及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発

実機生産の精製工程に重要な固液分離手法を確立し、22年度内の装置導入に向け検討を進める。さらにそれらプロセス化検討と並行して、TOCN複合化樹脂の更なる物性向上とその物性発現因子のメカニズム解析を東京大学と協業しながら推進する。（実施体制：花王株式会社、共同研究 東京大学）

①－２ CNF／塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立

2021 年度に検討した基本実用配合をベースに実機スケールアップ試作を進め、実機に適応した配合の最適化を進める。

量産化技術の確立については基本実用配合を用いたスケールアップ試作により設備化の課題抽出と対策検討を行い、量産化設備の仕様を決定する。設備導入費用を見積もり、その費用対効果から事業化判断を行う。

製品評価技術の開発では PVC 中での CNF の解繊・分散性、補強性を製品品質と関係づけて簡易評価方法の妥当性を確認する。(実施体制：大洋塩ビ株式会社、プラス・テク株式会社、共同研究 YKK AP 株式会社、京都大学、京都市産業技術研究所)

#### ①-3 CNF 強化樹脂 (PA6、PP) の低コスト製造プロセス技術の開発

革新的 CNF 製造プロセス技術開発のテーマのうち CNF 強化樹脂 PA6 及びの CNF 強化樹脂 PA の低コスト製造プロセス技術の開発に向けた研究を行う。解繊促進混練工程のスケールアップ技術の研究では、これまで検討してきたパルプの選定や前処理方法をスケールアップして実施し、物性を維持しつつ、生産性の向上を目指す。また、ユーザー開拓に関しては、サンプルワークを実施して、市場の情報を入手し、品質向上およびコストダウンの目標レベルの確認を行い、研究に反映させる。実施体制：日本製紙株式会社、宇部興産株式会社、共同研究 三井化学株式会社、京都大学、京都市産業技術研究所)

#### ①-4 伝動ベルトをターゲットとした CNF 複合化クロロプレンゴムの低コスト製造技術開発

前年度に実施した中スケールでの実機試作品の評価を共同提案先であるバンドー化学株式会社で実施する。また、その製造コストを大幅に低減させるための製造プロセス技術の開発のため、前年度に蓄積したデータ等をもとに、中スケールでの実機試作を継続し、更なるスケールアップに向けた実機仕様検討を行う。(実施体制：東ソー株式会社、バンドー化学株式会社)

#### ①-5 革新的 CNF 複合樹脂ペレットの製造プロセスの開発

2021 年度に設置、稼働させた芝浦機械と共同で開発した二軸押出機をはじめとするパイロットプラントの各設備を最適化し、スケールアップ、量産化検討を進める。一貫製造プロセスとして、製造条件の検討を合わせて進め、並行して、コストと CO2 を算出して検証する。試作する CNF 複合樹脂ペレットは、自社評価に加えユーザーにサンプル提供し、各用途への展開を図る。(実施体制：大王製紙株式会社、芝浦機械化学株式会社、共同研究 産業技術総合研究所)

#### ①-6 高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発

2021年度に開発を進めてきたパルプの前処理、疎水変性、ならびに混練・複合化の各工程で導入・開発する新規プロセスや各処理剤について、引き続き改良を進めると共に、これまで個別に並行して開発してきた前処理から複合化工程までの一連のプロセスを通しで行い、現状での生産性と物性を確認する。得られた評価結果を踏まえ、各プロセスや添加剤の改良・最適化を行い、技術目標達成を目指す。

また、2021年度の材料の基礎物性評価と自動車部材としての評価結果を踏まえ、部材形状の最適化も含めた材料開発を進める。(実施体制：星光PMC株式会社、共同研究 トヨタ車体株式会社、京都大学)

#### ①ー7 ウォータージェット技術を用いた革新的 CNF 製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発

2021年度に構築した新規 CNF 製造設備を本格稼働させる。衝突方式についてはまだ検討の余地があるため、繰り返し設計・製造・テストを実施する。また、前後工程を含めた自動化を検討し、さらなる低コスト化を行う。

高付加価値用途向け CNF 乾燥粉末については、様々な応用展開を図る。

低コスト用途向け CNF 乾燥粉末については、最も効率の良い乾燥方法・条件を見出す。(実施体制：株式会社スギノマシン、共同研究 富山県立大学)

#### 研究開発項目②「CNF利用技術の開発」

##### (1) 「量産効果が期待される CNF 利用技術の開発」

#### ② (1) - 1 CNF 技術を利用した住宅・非住宅用内装建材の開発

内装建材向けの CNF 製板材の量産化に向けた効率的な製造方法、二次加工手法を確立させる。また CNF 製板材の物性発現の機構の解明を進め、建材用材料としての CNF 製板材の材料設計の指針を得る。

併せて、CNF の適用が有望な床材、壁材、パーティションなどのアイテムについて、要求性能を満足する製品仕様の確立、実大サイズでの製品試作と品質評価を実施する。次いで実製造ラインでの適性の確認と製造原価の試算、市場性の評価を進め、最終的に CNF 適用内装建材の事業性を見極める。さらに製品ライフサイクル全体を通した LCA を試算し、CO2 削減、環境負荷削減の効果についても評価する。(実施体制：大建工業株式会社、利昌工業株式会社、共同研究 秋田県立大学)

#### ② (1) - 2 自動車部品実装に向けた CNF 複合材料開発、成形・加工技術開発

2022年度は、CNF のさらなる変性改良、CNF/PP の界面向上など物性向上の開発や CNF 複合材料の低コスト開発を行う。また、自動車部品の実型を用いてセルロースナノファイバー複合材料での成形・加工技術の検証を行い、課題抽出と対策案を検討する。

部品適用検証として、自社の自動車部品に対して、量産材と CNF 複合材料の物性値で

CAE を活用した事前検証、部品のスペック評価を実施し、材料面と製品構造面でのアプローチで早期実用化を進める。(実施体制：ダイキョーニシカワ株式会社)

②(1)-3 革新的ガス吸着再生 CNF 複合フィルタを用いた多機能型デシカントフィルタシステムの開発

2022 年度は、産業技術総合研究所において CNF ナノ化処理の量産工程検討を行い、マスコロイダーを用いた量産試作を進和テックで実施した。また、東京工業大学にて CNF の性状評価を行い、強度不足をカバーするため強度増強剤の選定及び分散液製作を行った。進和テックではフィルタエレメント形状検討として、折り込み形状・ハニカム形状・充填型を試作し、さらにデシカントフィルタシステムとして評価を行った。素材としては最終目標値をクリアしており、長期連続試験を行い製品化へつなげる。(実施体制：進和テック株式会社、共同研究 産業技術総合研究所、東京工業大学)

②(1)-4 炭素循環社会に貢献するセルロースエコマテリアル開発および商品適用検証  
引き続き、セルロースファイバー複合材料の高濃度化、完全バイオ化、パイロットモデル検証の具体開発を推進する。

高濃度化と完全バイオ化においては、材料物性の向上、生産性向上、流動性向上の開発を行い、材料の最適レシピと安定生産条件を見極める。

パイロットモデル検証において自社の家電部材への適用可否判断と、製品課題への対策検証を実施する。適用可能な製品群を見極め、製品評価対象を拡大する。(実施体制：パナソニック株式会社)

②(1)-5 CNF 配合エラストマーの製造プロセス低コスト化による製品実装技術開発

2022 年度は、開発した CNF 配合エラストマー材料のスケールアップ検証を行いエラストマー製品試作品での強度を始めとする信頼評価を実施し、製品実装化への検証と課題あれば改善対応を進める。また、開発 CNF 量産時の材料評価方法を構築し、製造プロセスでのオンラインモニタリングが可能な分析手法を検討する。(実施体制：住友ゴム工業株式会社、日本製紙株式会社、共同研究 東京大学)

②(1)-6 水性樹脂を用いた環境適合型 CNF 複合樹脂の製法開発と CFRP への適用

CNF と電着液の混合物の成形(シート化)方法の検討、TPU などの樹脂シートとの積層、CFRP としての強度測定などを実施する。また、熱硬化型エポキシ樹脂だけでなく、CFRTP (炭素繊維強化熱可塑性樹脂) への展開を目指して熱可塑性樹脂エマルジョンとの複合化の検討も行う。具体的には、ウレタン樹脂エマルジョンとカーボンファイバークロスのシートを用いて、熱硬化型樹脂を用いた場合よりも複雑な形状のシューズ部品金型での成形が可能かなどを確認する。(実施体制：美津濃株式会社、第一工業製薬株式会社、共同研究先

地方独立行政法人大阪産業技術研究所)

## ② (1) - 7 CNF を使用したゴム製靴底及びゴムタイルの量産化技術の開発

2022 年度はさらにいろいろな種類の CNF を評価していくことで知見を増やし、靴底、ゴムタイルに適した CNF の開発に取り組み、フィールドテストを進め、実用できるように配合確立していくとともに、さらに軽量化について検討していく。また、2022 年度に量産化のために装置の導入を予定しており、高機能化した CNF ゴム配合によるゴム製靴底の量産化技術の開発に取り組んでいく。(実施体制：株式会社ニチマンラバーテック、共同研究 株式会社スピングルカンパニー、産業技術総合研究所)

## 5. 2 2022 年度 (委託) 継続事業内容

研究開発項目②「CNF 利用技術の開発」

### ② (2) 「多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」

簡易迅速な吸入影響評価手法の開発と評価では、多様な CNF に対応する生物学的影響を評価するため、対象とする CNF や細胞種を増やして培養細胞試験を実施する。中皮腫発生の検討では、前年度に実施した動物への腹腔内投与試験について、引き続き経過観察を行い、1 年後のデータを取得する。また、中皮細胞を用いた培養細胞試験では複数種類の CNF について試験を実施し、データを取得する。これにより、CNF の種類ごとの特異的応答および種類によらない一般的応答の有無を把握する。生態影響の評価では、1 種類の CNF について、藻類生長阻害試験、ミジンコ遊泳阻害試験、ミジンコ繁殖試験および魚類急性毒性試験の試験条件を決定し、試験を実施する。また、魚類初期生活段階毒性試験の検討を開始する。排出・暴露評価では、実用化が進められている CNF 応用製品のうち、排出・暴露の可能性が高いものを抽出し、そのライフサイクルにおける排出・暴露可能性を、模擬試験や現場調査等により評価する。

CNF を摂取したことによる継代によるマウスの遺伝子への影響、マーモセットによる CNF を経口摂取することへの影響の評価を行う。マウスによる CNF 粉じんの吸入による肺への炎症の評価も引き続き長期間の実験を行う。マウス/ラットによる皮下に CNF を埋め込んだ際の炎症の予備試験、ラットへの CNF 人工血管など内臓器官への CNF による血栓や炎症などの影響の予備試験を始めるとともに、3 年間の研究を安全評価書の暫定版にまとめるとともに課題点を検証して対策を立案する。

上記の成果をもとに、CNF の安全性評価書の暫定版を作成する。

(実施体制：産業技術総合研究所、福井大学)

## 5. 3 2022 年度事業規模 (予定)

需給勘定 642 百万円 (委託、助成)

※事業規模については、変動があり得る。

## 6. 事業の実施方式

### 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」で行う他、新聞、雑誌等に掲載する。

#### (2) 公募開始前の事前周知

公募開始の1ヶ月前に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

2022年2月下旬以降に1回行う。

#### (4) 公募期間

原則30日間とする。

#### (5) 公募説明会

新型コロナウイルス感染症による影響を考慮して、公募説明会は中止とする。説明会資料を、後日、ホームページにアップする。

### 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が設置する採択審査委員会（外部有識者（学識経験者、産業界の経験者等）で構成）で評価（技術評価及び事業化評価）を行う。その結果を参考に、NEDOは本事業の目的の達成に有効と認められる事業者を契約・助成審査委員会に附議して事業者を決定する。

なお、提案者に対して、必要に応じてヒアリング等を実施する。また、採択審査委員会は非公開とし、審査経過に関する問い合わせには応じない。

#### (2) 公募締切りから採択決定までの審査等の期間

60日間とする。

#### (3) 採択結果の通知

採択結果については、NEDOから申請者に通知する。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、申請者の名称、研究開発テーマの名称・概要を公表する。

### 7. その他重要事項

#### (1) 評価の方法

NEDOは、技術評価実施規程に基づき、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、プロジェクト評価を実施する。

評価の時期は、5年間の事業においては、中間評価を2022年度、事後評価を2025年度とし、3年間の事業については、2024年度に事後評価を行うこととし、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しするなど、適宜見直すものとする。

また、中間評価結果を踏まえ必要に応じて研究開発の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。

#### (2) 運営・管理

NEDOは、研究開発全体の管理、執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

##### ① 研究開発の進捗把握・管理

PMは、PLや研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者で構成する技術検討委員会を組織し、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握するとともに必要に応じて研究開発の加速・中止を検討する。早期実用化が可能と認められた研究開発については、期間内であっても研究を完了させ、実用化に向けた実質的な研究成果の確保と普及に努める。

##### ② 技術分野における動向の把握・分析

PMは、プロジェクトで取り組む技術分野について、必要に応じて内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し技術の普及方策を分析、検討する。なお、調査の効率化の観点から、本プロジェクトにおいて委託事業として実施する。

##### ③ 研究開発テーマの評価

研究開発を効率的に推進するため、研究開発項目①を対象として、ステージゲート方式を



適用する。

PMは、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、プロジェクト内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、プロジェクト基本計画を見直すなどの対応を行う。

### (3) 複数年度契約の実施

原則として、2020年度開始分は2020年度～2022年度、2021年度開始分は2021～2023年度、2022年度開始分は2022～2024年度の複数年度契約を行う。

### (4) 知財マネジメントに係る運用

「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実施する。

### (5) データマネジメントに係る運用

「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針（委託者指定データを指定しない場合）」に従ってプロジェクトを実施する。

### (6) 標準化施策等との連携

本研究開発で得られた成果については、標準化等との連携を図るため、標準案の提案等を必要に応じて実施する。

## 8. 本年度のスケジュール

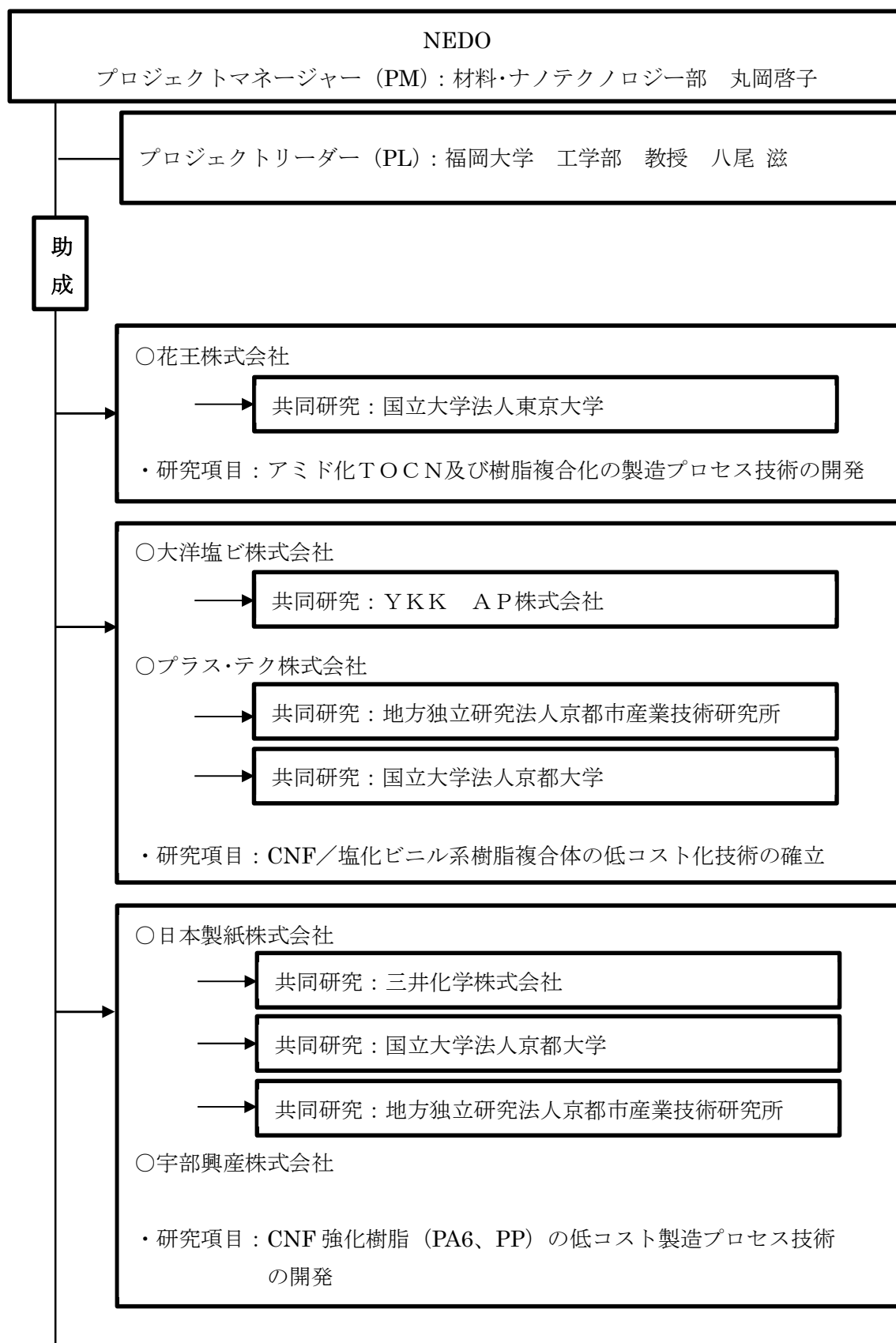
|            |                  |
|------------|------------------|
| 2022年2月下旬頃 | 研究項目②（1）追加公募開始   |
| 2022年3月上旬頃 | 公募説明会資料のホームページ掲載 |
| 2022年3月中旬頃 | 公募締切             |
| 2022年4月中旬頃 | 採択審査委員会          |
| 2022年5月中旬頃 | 契約・助成審査委員会       |
| 2022年6月上旬頃 | 採択決定             |

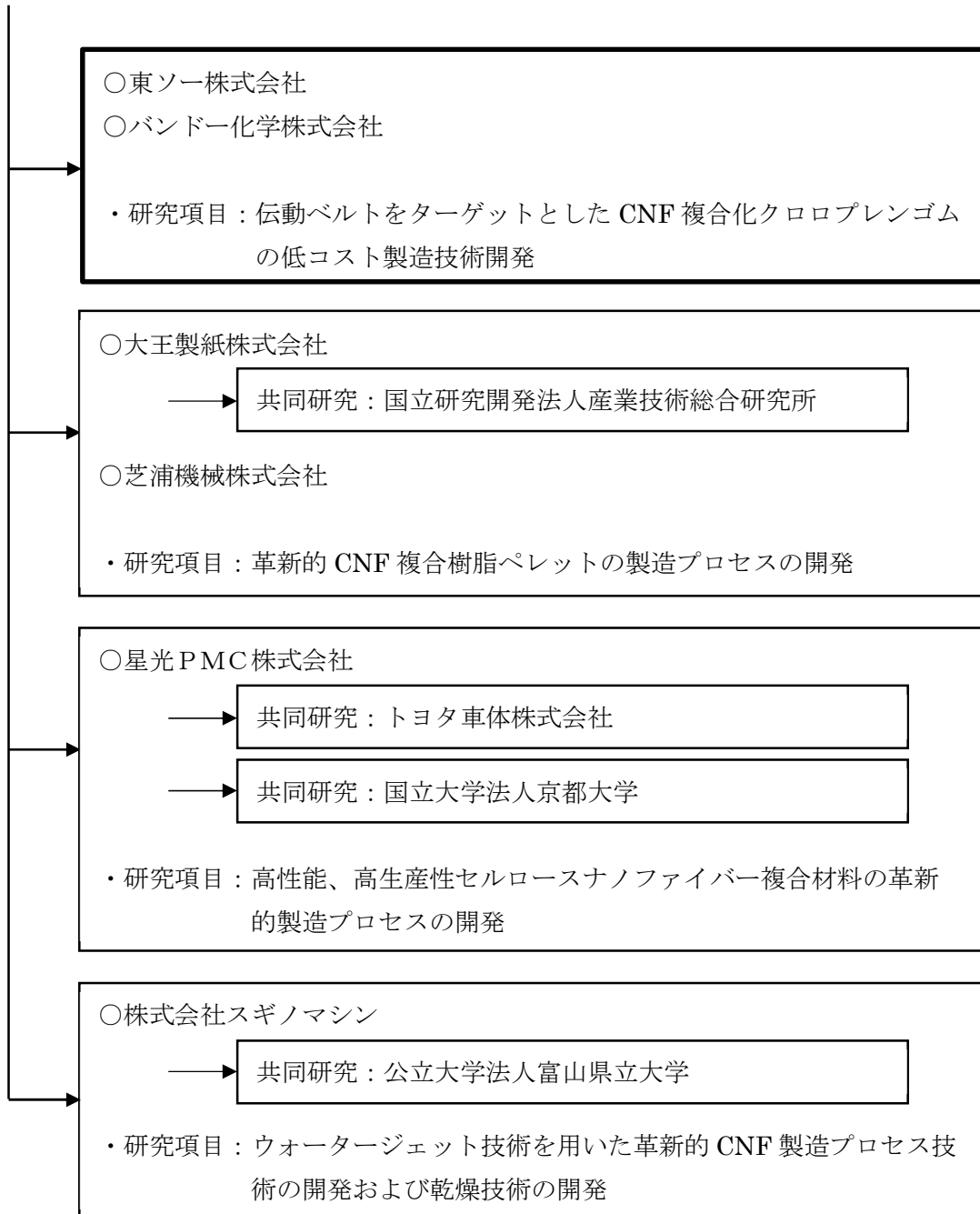
## 9. 実施方針の改定履歴

- (1) 2022年2月、制定
- (2) 2022年8月、プロジェクトマネージャーの変更、背景及び目的・目標の補足追記に伴う改訂

(別紙) 実施体制

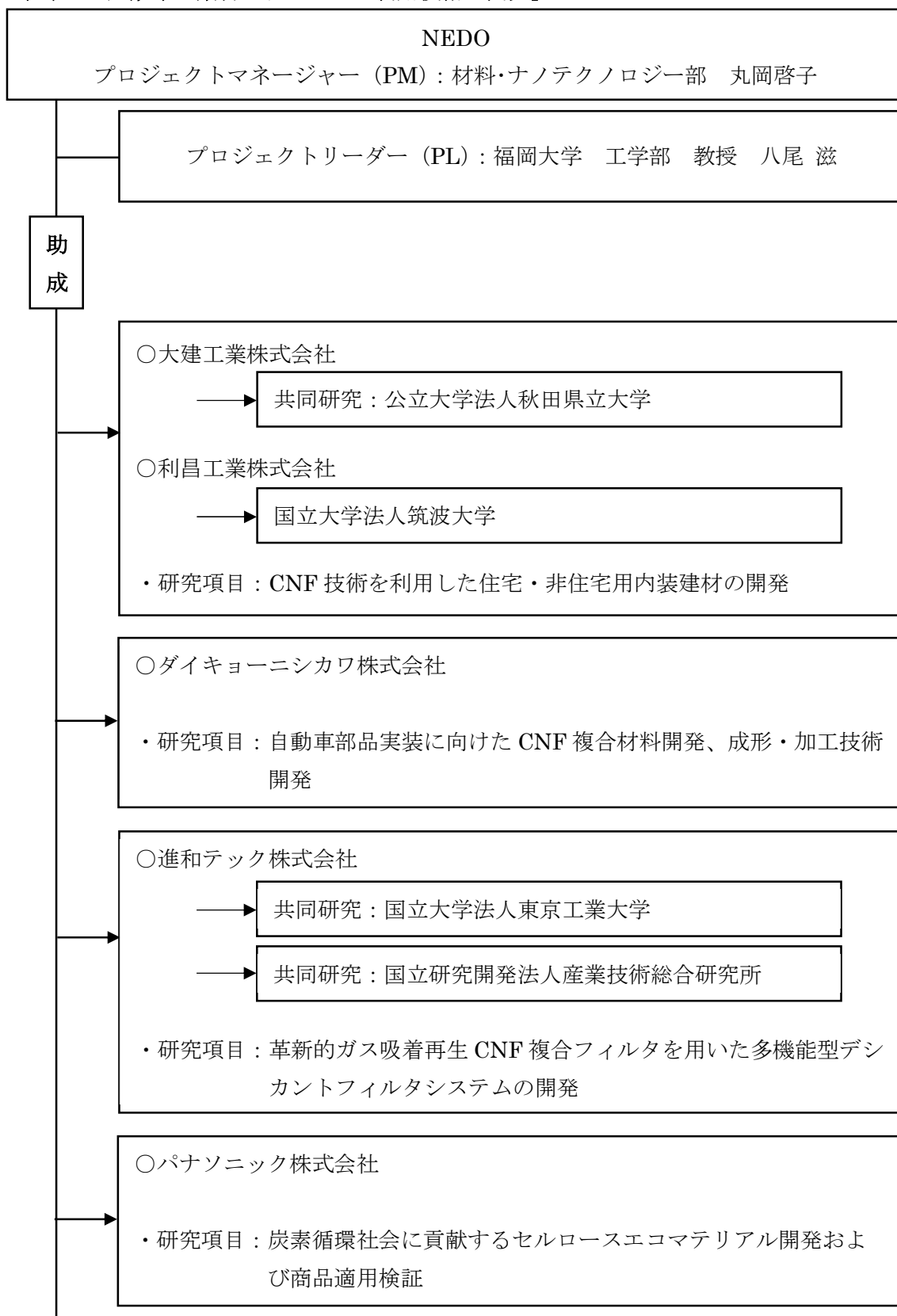
研究開発項目①「革新的CNF製造プロセス技術の開発」

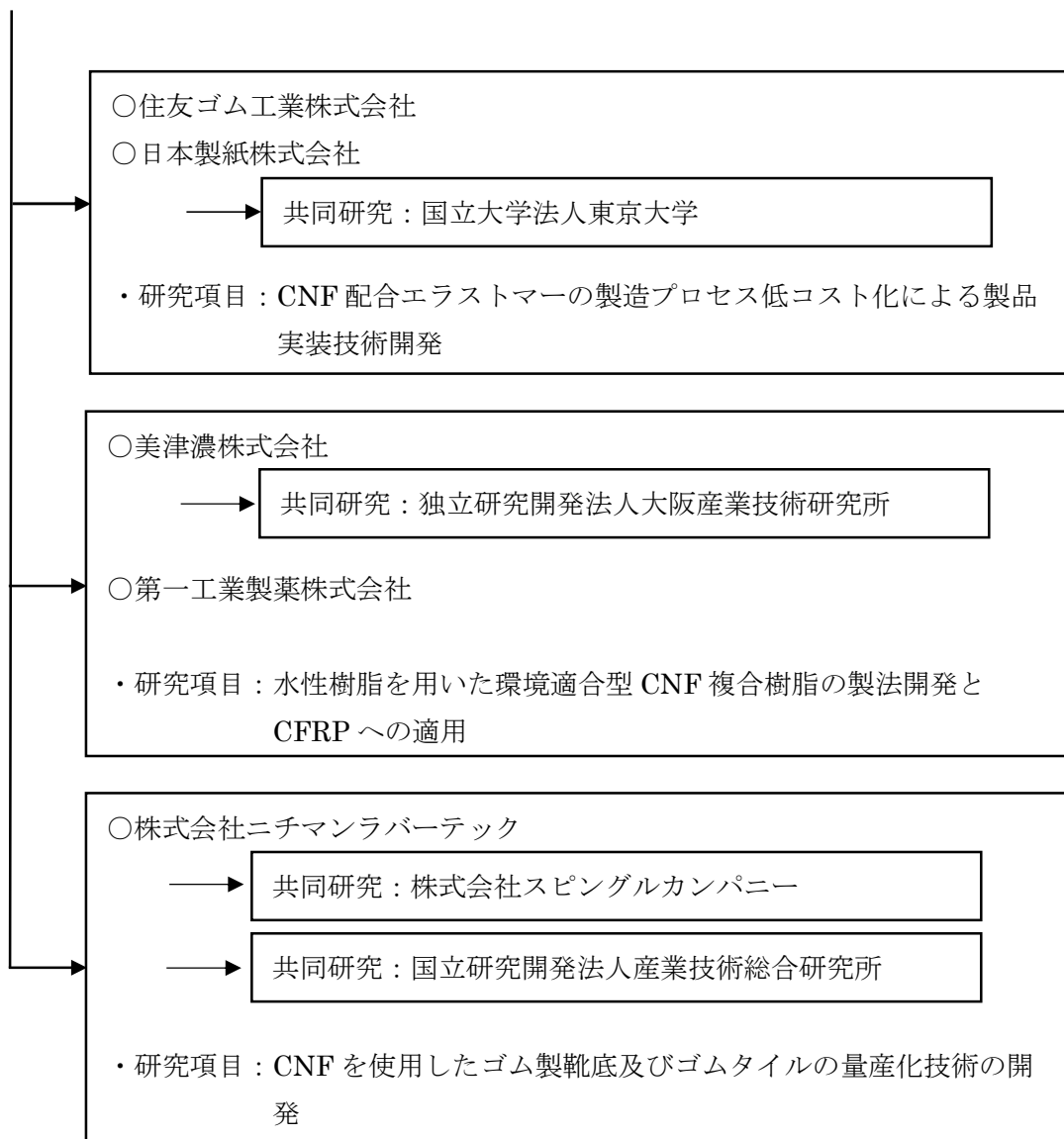




研究開発項目②「CNF利用技術の開発」

(1)「量産効果が期待されるCNF利用技術の開発」





研究開発項目②「CNF利用技術の開発」

(2)「多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」

