

## 平成31年度実施方針

材料・ナノテクノロジー部

## 1. 件名： 非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発

## 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及び第三号

## 3. 背景及び目的・目標

## 3.1 研究開発の背景・目的

我が国の化学品の大半は石油由来の原料から製造されており、現状では石油消費量の約23%を原料として使用する等、化学産業は化石資源を大量に消費している。さらに、我が国の化学品の製造では、産業部門全体の約13%、日本全体の約5%のCO<sub>2</sub>を排出している。

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、非可食性バイオマスの利用等、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、非石油由来原料として、非可食性バイオマスを活用した化学品製造プロセス開発が世界的に活発化してきている。例えば、米国において、平成12年頃から木皮由来フェノールからの木材接着剤の開発等の非可食性バイオマス由来の化学品製造が検討されている。またヨーロッパにおいて、平成20年頃から木材の前処理技術の開発や、木質系バイオマス複合材の開発等の非可食性バイオマス由来の化学品製造が検討されている。

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「グリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術開発」において平成21年度から平成24年度まで、非可食性バイオマスの利活用による化学品製造プロセスを開発した。このプロジェクトにおいては、例えば、木質系バイオマスから抽出したリグニンを活用したリグニン樹脂の開発等、非可食性バイオマスから得られるセルロース、ヘミセルロース、リグニン等を個別に活用する化学品製造プロセスの基盤技術開発を推進した。

国内においては、非可食性バイオマスからの化学品製造プロセス開発は、これまでに、基盤技術開発が進められているものの実用化に達しているものは少ない。

したがって、このような開発を促進し、早期の実用化を加速することは、石油枯渇等の原料リスクを早期に低減するために重要である。

また、再生可能な原料である非可食性バイオマスを利用した省エネルギーな化学品製造プロセスの実現は、二酸化炭素の排出量削減につながり、持続可能な低炭素社会を実現するために重要である。

なお、非可食性バイオマスのうち木質系バイオマスは、原料調達面で安定的に大量入手の可能性があるので、その活用は重要である。しかしながら、その実用化には、石油由来化学品に対してコスト競争力が必要であり、木質系バイオマスから得られるセルロース、ヘミセルロース、リグニンの三成分を無駄なく有効活用できるプロセス等の開発が重要である。また、木質系バイオマスの利用においては前処理技術の難易度が高い等、多くの開発要素が残されている。

さらに、新しい材料として多様な応用が期待されるセルロースナノファイバー（以下「CNF」という。）については、実用化や普及を加速し支援するため、信頼性向上や高機能化・品質管理を強化する必要があり、安全性評価手法の開発や木質系バイオマスの効果的利用に向けた特性評価を実施する必要がある。

### 3.2 研究開発目標

本プロジェクトでは非可食性バイオマスから化学品までの一貫製造プロセスを構築し、石油由来化学品と比較して、性能が同等以上かつコスト競争力のある化学品を開発するために以下を研究開発目標とする。また、非可食性バイオマスの特徴を生かしやすいポリアミドといった高性能プラスチック等の高付加価値品を主なターゲットとする。

[助成事業（助成率：2／3以内）]（平成25年度～平成28年度）

研究開発項目①「非可食性バイオマスから化学品製造までの実用化技術の開発」

前処理技術が簡易で、早期実用化が期待できる、草本系バイオマス等の非可食性バイオマスから化学品までの一貫製造のための実用化技術の開発を助成事業により実施する。

#### 【最終目標】

化学品を一貫製造するための実用化技術（低コスト化、スケールアップを実現するためのプロセス技術等）を開発する。

その知見を活用し、最終的に、非可食性バイオマスから最終化学品までのベンチスケールでの一貫製造プロセスを実証する。

開発した一貫製造プロセスの収率、性能、設備投資や生産性等を踏まえ、一貫製造プロセスが、代替する石油由来化学品と比較して、性能で同等以上かつコスト競争力があることを示す。

[委託事業]（平成25年度～平成31年度）

研究開発項目②「木質系バイオマスから化学品までの一貫製造プロセスの開発」

実験室レベルでの前処理技術や有効成分を無駄なく活用するプロセスの要素技術開発、

それらの要素技術を活用した一貫製造プロセスの構築、実験室レベルからベンチスケールへのスケールアップ技術の開発等、実用化までに時間を要する木質系バイオマスから化学品までの一貫製造プロセス開発を、委託事業により実施する。

**【平成27年度末目標】**

(1) 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

(1) -1 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  
想定される木質系バイオマスから化学品までの一貫製造プロセス構築に向けた実験室レベルの要素技術を開発する。

開発した要素技術から得られる化学品の収率、性能等の実験結果を踏まえ、想定される一貫製造プロセスが、代替する石油由来化学品と比較して、性能で同等以上かつコスト競争力があるとの見通しを得る。

(2) 木質バイオマスから各種化学品原料の一貫製造プロセスの開発

想定される木質系バイオマスから化学品までの一貫製造プロセス構築に向けた実験室レベルの要素技術を開発する。

開発した要素技術から得られる化学品の収率、性能等の実験結果を踏まえ、想定される一貫製造プロセスが、代替する石油由来化学品と比較して、性能で同等以上かつコスト競争力があるとの見通しを得る。

**【平成29年度末目標】**

(1) セルロースナノファイバーを活用した化学品一貫製造プロセスの開発

(1) -1 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  
コスト競争力の見通しが得られた要素技術を活用し、木質系バイオマスから最終化学品までの実験室レベルでの一貫製造プロセスを実証する。

開発した一貫製造プロセスから得られる化学品の収率、性能等の実験結果を踏まえ、一貫製造プロセスが、代替する石油由来化学品と比較して、性能で同等以上かつコスト競争力があることを示す。

(2) 木質バイオマスから各種化学品原料の一貫製造プロセスの開発

コスト競争力の見通しが得られた要素技術を活用し、木質系バイオマスから最終化学品までの実験室レベルでの一貫製造プロセスを実証する。

開発した一貫製造プロセスから得られる化学品の収率、性能等の実験結果を踏まえ、一貫製造プロセスが、代替する石油由来化学品と比較して、性能で同等以上かつコスト競争力があることを示す。

## 【最終目標】

平成29年度までに開発した実験室レベルの一貫製造プロセスの知見を活用し、量産化に向けた技術を開発し、ベンチスケールで一貫製造プロセスを実証する。

開発した一貫製造プロセスから得られる化学品の収率、性能等に加えて、設備投資や生産性等の実験結果を踏まえ、一貫製造プロセスが、代替する石油由来化学品と比較して、性能で同等以上かつコスト競争力があることを示す。

(1) セルロースナノファイバーを活用した化学品一貫製造プロセスの開発

(1) - 1 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

平成29年度までに開発した実験室レベルの一貫製造プロセスの知見を活用し、量産化に向けた技術を開発し、ベンチスケールで一貫製造プロセスを実証する。

開発した一貫製造プロセスから得られる化学品の収率、性能等に加えて、設備投資や生産性等の実験結果を踏まえ、一貫製造プロセスが、代替する石油由来化学品と比較して、性能で同等以上かつコスト競争力があることを示す。具体的には、製造コストを1,300円/kgまで低減する。

(1) - 2 CNF安全性評価手法の開発

CNFの分析及び有害性試験手法の開発では、平成30年度までに開発したCNFの単糖化等の手法による生体への取り込みの把握に必要なレベルのCNFを検出・定量する手法、気管内投与試験のためのCNF試料調製手法及び投与手法、皮膚細胞モデルを使用したCNFの皮膚透過性試験手法について、手法と適用事例をとりまとめた手順書等を策定する。

CNFの排出・暴露評価手法の開発では、CNF粉体及びCNF応用製品の製造・使用・廃棄プロセス等におけるCNFの排出・暴露可能性を現場調査や模擬試験により評価し、確立した計測手法と評価事例をとりまとめた手順書等を策定する。

これら手法について、国際的な機関(OECD、ISO等)の動向を的確に把握し、国際標準化へ向けた取り組みを行っている経済産業省の担当課等、日本の窓口機関と連携し、データ提供等を行う。

(1) - 3 木質系バイオマスの効果的利用に向けた特性評価

国産針葉樹のスギ、カラマツ、トドマツ、コウヨウザン、広葉樹のシラカンバ、ユーカリ、タケを対象にした木質系バイオマスを原料として、木質系バイオマスの特性解析、パルプ特性解析、CNF特性解析、CNF用途適正評価により得られた結果を総合的に解析し、CNF製造メーカーが用途に応じて効率的に高性能CNFを製造できるような原料評価手法を確立する。

CNF製品として、①機能性添加剤、②高機能日用品、③変性リグノCNFを選択する。これら製品における品質を評価する。各製造法におけるCNFを工業原料として使いこなすた

めに、原料・パルプ・CNF・CNF 利用における原料評価手法を開発し、主要な原料の評価結果をまとめる。これらの木質系バイオマスの特性評価の成果は web 等に公開し、展示会・説明会で説明する。

#### (2) 木質バイオマスから各種化学品原料の一貫製造プロセスの開発

平成 29 年度までに開発した実験室レベルの一貫製造プロセスの知見を活用し、量産化に向けた技術を開発し、ベンチスケールで一貫製造プロセスを実証する。

開発した一貫製造プロセスから得られる化学品の収率、性能等に加えて、設備投資や生産性等の実験結果を踏まえ、一貫製造プロセスが、代替する石油由来化学品と比較して、性能で同等以上かつコスト競争力があることを示す。具体的には、木質バイオマスから抽出する主要 3 成分の総合収率 70%を達成する。

### 4. 実施内容及び進捗状況

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 浜田 耕太郎 主査を任命し、プロジェクトの進行全体の企画・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、平成 26 年度から国立大学法人京都大学 工学研究科 教授 前一廣 氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

#### 4. 1 平成 30 年度（委託）事業内容

研究開発項目②「木質系バイオマスから化学品までの一貫製造プロセスの開発」

##### (1) - 1 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

成分分離方法、ナノ解繊技術の検討及び、リグノ CNF 変性技術の検討においては、原料樹種ごとの最適パルプ化、予備解繊、アセチル化条件の解明を行った。並行して高植物度リグノ CNF 材料の製造技術の開発を行った。

リグノ CNF・樹脂複合体製造プロセスの開発では、変性パルプ解繊用膨潤剤の開発、アセチル化 CNF に特化した相溶化剤、疎水化剤の開発を行った。並行して、射出成形体に高圧不活性ガスを含浸して微細発泡させ軽量化を図る方法について検討した。

スケールアップ・社会実装化技術の開発では、リグノ CNF・樹脂複合体製造のスケールアップ技術を開発するとともに、再委託先と連携し用途開拓希望企業（アドバイザー）の評価を反映した樹脂成形体に改良した。また、リグノ CNF・樹脂複合体のブロー成形性、押出成形性について検討した。

社会実装可能な成形体、成形方法の開発では、化学・樹脂会社を再委託先に追加しスケールアップ技術の開発を図るとともに補強樹脂のバリエーション（塩ビ等）を増やした。また、アドバイザーを 15 社から 18 社に増強し部材評価対象分野を拡大した。文献調査およびプロジェクト最新成果等を基に変性パルプ製造コストの試算を行った。さらに、ブロー成形法

への適用検討を行った。

知財委員会において、特許動向等について専門知識を有する人材を中心として、知財戦略を検討した。その知財戦略に基づいて技術開発を進め出願を行った。知財戦略の検討に際し、CNF 補強樹脂複合体と直接的に競合すると考えられる繊維補強樹脂材料に関する国際的動向調査を行った。

(実施体制： 国立大学法人京都大学、王子ホールディングス株式会社、日本製紙株式会社、星光PMC株式会社、地方独立行政法人京都市産業技術研究所、再委託先： 国立大学法人東京大学、高知県紙産業技術センター、宇部興産株式会社、三菱エンジニアリングプラスチック株式会社、大洋塩ビ株式会社)

#### (1) - 2 CNF 安全性評価手法の開発

CNF の分析及び有害性試験手法の開発 (CNF の検出・定量手法の開発、CNF 気管内投与手法の開発、皮膚透過性試験手法の開発)、CNF の排出・暴露評価手法の開発 (排出 CNF の計測手法の確立及び排出・暴露評価事例の集積、CNF 応用製品に対する暴露シナリオによるケーススタディ) を進めた。

CNF の検出・定量手法の開発では、生体や環境中での微量 CNF を検出・定量する手法として、酵素分解や熱分解による手法により、目標の検出精度を達成した。

CNF 気管内投与手法の開発では、染色 CNF の調製手法と肺中の CNF 計測手法を開発し、気管内投与後のラット肺・各葉での CNF の分布確認を確認した。中長期のラット気管内投与試験を実施し、各種 CNF の吸入影響の評価を進めた。

皮膚透過性試験手法の開発では、3次元培養ヒト皮膚細胞モデルによる皮膚刺激性試験を実施し、CNF の皮膚への刺激性の有無を明らかにした。高機能人工合成膜及び3次元培養ヒト皮膚モデルを使った皮膚透過性試験のための染色 CNF や蛍光ラベル化 CNF の開発を進めた。

排出 CNF の計測手法の確立及び排出・暴露評価事例の集積では、既存のナノ材料計測手法の排出 CNF への適用について、適した手順や条件を取得した。また、乾燥粉体の移し替え(5種)、スラリー噴霧(4種)、複合材の切削(6種)、複合材の摩耗(3種)の模擬試験を実施し、評価事例を集積した(計18事例)。

CNF 応用製品に対する暴露シナリオによるケーススタディでは、先行研究を含む文献調査とヒヤリング調査により代表的な製品ケースを抽出した。成形品としてリグノ CNF 複合材の製造段階、混合物として化粧品スプレーを対象に暴露シナリオを作成した。主対象の3種の CNF に加え、変性 CNF の生分解性の評価を行った。

(実施体制： 国立研究開発法人産業技術総合研究所、王子ホールディングス株式会社、第一工業製薬株式会社、大王製紙株式会社、日本製紙株式会社、再委託先： 国立大学法人京都大学)

### (1) - 3 木質系バイオマスの効果的利用に向けた特性評価

木質系バイオマスを原料として、木質系バイオマスの特性解析、パルプ特性解析、CNF特性解析、CNF用途適正評価、CNF原料評価手法の開発を行った。平成29年度に主要な林業樹種であるスギ（茨城県産スギ、富山県産スギ、熊本県産スギ）を対象に実施し、平成30年度は、コウヨウザン、トドマツ、カラマツ、シラカンバを対象とした。それぞれのサンプルについて、未成熟材（材の内部；15・20年輪まで）と成熟材（材の外側；15・20年輪以上）に分類し、チップ化してパルプ用に供するとともに、細胞壁の厚さ、マイクロフィブリル傾角、細胞壁中の空隙、木材の密度（細胞壁の量）、年輪構造（細胞壁の分布）などを測定した。パルプ特性解析では、それぞれの原料をチップ化し、クラフトパルプ法(KP法)、ソーダAQパルプ法(AQ法)でパルプを製造し、化学的特性、物理的特性を解析した。また、CNFに適するKP法の開発のため、過蒸解法、前加水分解法を行い、ボール衝突法でCNF化して物性を確認した。

CNF特性解析では、上記で製造したパルプについて、変性リグノCNF法によるCNF製造及び特性解析、親水性CNF（斜向衝突法、ボール衝突法、グラインダー法、TEMPO触媒酸化法、酵素・湿式法）の製造及び特性解析を行った。

CNF用途適正評価では、機能性添加剤、高機能日用品、変性リグノCNFの3つのグループ分けして用途適正評価を行った。機能性添加剤として、増粘剤（第一工業製薬）、インク（三菱鉛筆）、木材用水性塗料（森林総研）、合板接着剤（森林総研）、高機能日用品として、フィルター（東工大）、フィルム（阪大）、ゴム・エラストマー（産総研）、変性リグノCNFとして、京都プロセスで作製した樹脂複合材（京大）について評価した。

CNF原料評価手法の開発では、原料からCNF製品までの一連の結果をスギについてまとめ、データの相関を明らかにした。また、コウヨウザン、トドマツ、カラマツ、シラカンバについても同様に結果のまとめと、データの相関について、用途毎に関連性を明らかにした。

（実施体制： 国立研究開発法人森林研究・整備機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人京都大学、国立大学法人東京大学、国立大学法人京都工芸繊維大学、国立大学法人大阪大学、国立大学法人東京工業大学、株式会社スギノマシン、第一工業製薬株式会社、三菱鉛筆株式会社）

### (2) 木質バイオマスから各種化学品原料の一貫製造プロセスの開発

平成29年度迄に実施した、木質バイオマスから化成品原料に至る一貫製造プロセス技術の実験室レベルでの検証結果、並びに一貫製造のプロセス全体の評価結果に基づき、ベンチスケールでの一貫製造プロセスの構築と経済性検証を開始した。

実施体制としては、平成29年度迄の原料化技術グループ、各成分利用技術グループの各グループ制を撤廃し、将来の実用化・事業化を目指す企業実施者を中心とし一貫製造プロセスを開発する体制とした。ただし、一貫製造プロセス自体の経済性等の評価並びにリグニン

の品質評価・管理方法の開発については、前記の開発体制とは別に評価グループを設け、推進することとした。これらは相互に連携して開発を推進した。

また、各プロセスで製造する中間製品等の用途開拓等を目的とし、プロジェクト外へのサンプル提供について検討した。

(評価グループ：一貫プロセス・LCA 評価)

一貫プロセス評価及びLCA 評価では、一貫プロセスの各工程における物質収支及び熱エネルギー収支の収集検討を行った。検討結果をもとに、インベントリデータを作成し、環境影響評価を実施するとともに、産業評価用データベースの整備を進めた。

(評価グループ：リグニン評価)

樹脂化利用に適したリグニン品質管理法の開発では、フェノール変性リグニン樹脂の合成における原料リグニンの反応性の評価を進めた。プロジェクト内のリグニン利用技術開発実施者と連携し、原料リグニン及びリグニン由来樹脂の評価(熱分解質量分析法、チオアシドリシス法、酸化分解法等)を進めた。

(一貫製造プロセス開発)

ソーダリグニンの分離、乾燥技術の開発として、成分分離、乾燥条件の最適化を行い、特にリグニンについては黒液からリグニンを単離する処方確立に取り組んだ。これらを行いプロジェクト内の成分利用技術開発実施者へのキログラム規模でのサンプル提供を実施した。

リグニンの品質変動調査として、実工程での品質変動を把握するためクラフトリグニンの分離を行い、その品質を調査した。

フェノール系熱硬化性樹脂合成法の開発では、ベンチスケールにて低コスト化合成条件検討、量産適合性検証等を行った。原料リグニン特性のフェノール変性リグニン樹脂や材料特性への影響を調査し、最終目標達成に必要な原料スペックを検討した。これらの取り組みは必要に応じ評価グループと連携して進めた。

ポリウレタンフォーム化開発においては、ソーダリグニンを含有するポリウレタンフォーム、ポリイソシアヌレートフォームを試作し、発現する特性の評価を進めた。

セルロースからのレブリン酸/エステル開発については、ベンチスケールにて固体セルロースからエンプラ用モノマーまでの一貫製造プロセス構築を実施した。製造触媒の改良、製造工程のシミュレーション解析を実施した。

ヒドロキシメチルフルフラール(HMF)については、セルロース等からのHMF誘導体製造のスケールアップ、並びにHMF誘導体からのモノマー合成のスケールアップを実施した。

セルロース、ヘミセルロースからの糖化については、化学品製造用の糖液をベンチスケールで調製して、各社に対し必要量提供を行い、品質課題を抽出するとともに品質向上のための精製検討を行った。C6画分からのオリゴ糖製造については、オリゴ糖の用途確認を進めた。



DOI からの機能性化学品の開発では、木質バイオマス由来糖液を原料とする DOI 製造、DOI からの THB 製造、THB からの TGB 製造の各プロセスについてキログラムスケールでの製造プロセスを開発した。

糖類からのジオール製造技術の開発においては、木質バイオマス由来糖液から水素化反応によってソルビトールを得るプロセス、ソルビトールを脱水反応によってイソソルビドを得るプロセスの技術開発を継続した。

(実施体制： 日本製紙株式会社、国立研究開発法人森林研究・整備機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所（つくば）、住友ベークライト株式会社、国立大学法人京都大学（工学研究科）、宇部興産株式会社、ユニチカ株式会社、国立大学法人京都大学（生存圏研究所）、東レ株式会社、三井化学株式会社、新潟バイオリサーチパーク株式会社、三菱ケミカル株式会社、再委託： 国立大学法人東京大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所（東北）、国立研究開発法人産業技術総合研究所（つくば）、株式会社 IHI プラントエンジニアリング、DIC 株式会社、学校法人新潟科学技術学園新潟薬科大学、三井化学 SKC ポリウレタン株式会社)

#### 4. 3 実績推移

	平成 25 年度		平成 26 年度		平成 27 年度		平成 28 年度		平成 29 年度		平成 30 年度
	委託	助成	委託	助成	委託	助成	委託	助成	委託	助成	委託
実績額(百万円)											
一般会計	483	69	—	—	—	—	—	—	—	—	—
需給会計	—	—	1030	138	1223	73	948	52	1028	—	1112
特許出願件数 (件)	0	1	12	4	21	6	14	0	3	1	18
論文発表数 (報)	1	—	5	1	8	0	16	3	3	0	13
フォーラム等 (件)	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	12

#### 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 沖 和宏 主査を任命し、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、国立大学法人京都大学 工学研究科 教授 前 一廣 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。実施体制については、別紙を参照のこと。

##### 5. 1 平成 31 年度（委託）事業内容

研究開発項目②「木質系バイオマスから化学品までの一貫製造プロセスの開発」

###### (1) 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

###### (1) - 1 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

成分分離方法、ナノ解繊技術の検討及び、リグノ CNF 変性技術の検討においては、最適原料樹種を使用して、最適パルプ化、予備解繊、アセチル化条件の最適化によるパルプ内部の均一変性技術の開発を行う。並行して高植物度リグノ CNF 材料の製造技術開発を行う。

リグノ CNF・樹脂複合体製造プロセスの開発では、変性パルプ解繊用膨潤剤の開発およびその使用方法の改良ならびに適用樹脂の拡大、アセチル化 CNF に特化した相溶化剤、疎水化剤に加え、結晶核剤の開発、樹脂複合体組成の最適化を行う。並行して、射出成形体に高圧不活性ガスを含浸して微細発泡させ軽量化を図る方法について検討する。

スケールアップ・社会実装化技術の開発では、変性パルプ解繊用膨潤剤等を活用したリグノ CNF・樹脂複合体製造のスケールアップ技術を開発するとともに、用途開拓希望企業（アドバイザー）の評価を反映した樹脂成形体に改良する。アドバイザーを 18 社から 20 社以上に増強し部材評価対象分野を拡大する。また、リグノ CNF・樹脂複合体のブロー成形性、

押出成形性、成形体へのインモールドプリンティングについて検討する。並行して高植物度リグノ CNF 材料製造のスケールアップ技術を開発する。合わせて、文献調査およびプロジェクト最新成果等を基に変性パルプ製造コストの試算を進める。

知財委員会において、特許動向等について専門知識を有する人材を中心として、知財戦略を検討する。その知財戦略に基づいて技術開発を進め出願を行う。知財戦略の検討に際し、必要に応じて調査を行う。

(実施体制： 国立大学法人京都大学、王子ホールディングス株式会社、日本製紙株式会社、星光PMC株式会社、地方独立行政法人京都市産業技術研究所、再委託先： 国立大学法人東京大学、高知県紙産業技術センター、宇部興産株式会社、三菱エンジニアリングプラスチック株式会社、大洋塩ビ株式会社)

#### (1) - 2 CNF 安全性評価手法の開発

前年度に引き続き、CNF の分析及び有害性試験手法の開発 (CNF の検出・定量手法の開発、CNF 気管内投与手法の開発、皮膚透過性試験手法の開発)、CNF の排出・暴露評価手法の開発 (排出 CNF の計測手法の確立及び排出・暴露評価事例の集積、CNF 応用製品に対する暴露シナリオによるケーススタディ) を進める。

CNF の検出・定量手法の開発では、夾雑物存在下における CNF の検出・定量手法を検討する。そして、主対象の 3 種の CNF について、生体や環境中での微量 CNF の把握に必要なレベルの CNF を検出・定量する手法を確立し、「手引き(仮称)」を作成する。

CNF 気管内投与手法の開発では、中長期ラット気管内投与試験による CNF の吸入影響評価したうえで、CNF 気管内投与手法を開発し、「手順書(仮称)」を作成する。

皮膚透過性試験手法の開発では、CNF 微量分析手法、及び染色 CNF や蛍光ラベル化 CNF の調製と検出手法を確立したうえで、皮膚透過性試験手法を開発し、「手順書(仮称)」を作成する。

排出 CNF の計測手法の確立及び排出・暴露評価事例の集積では、CNF の検出・定量手法の開発成果を利用し、感度と選択性を向上させた排出 CNF の計測手法を確立する。現場調査と模擬排出試験により評価事例を集積し、「手引き(仮称)」を作成する。

CNF 応用製品に対する暴露シナリオによるケーススタディでは、他の研究項目や生分解性試験で得られた知見を用いて暴露シナリオの精度を向上させたうえで、排出・暴露シナリオ文書を作成する。

(実施体制： 国立研究開発法人産業技術総合研究所、王子ホールディングス株式会社、第一工業製薬株式会社、大王製紙株式会社、日本製紙株式会社、再委託先： 国立大学法人京都大学)

#### (1) - 3 木質系バイオマスの効果的利用に向けた特性評価

平成 29 年度の各種スギ、平成 30 年度のカラマツ、トドマツ、コウヨウザン、シラカン

バに加え、平成 31 年度はタケ、ユーカリの木質系バイオマスをサンプルとし、木質系バイオマスの特性解析、パルプ特性解析、CNF 特性解析、CNF 用途適正評価を行う。全樹種についてのすべての評価結果をまとめて、CNF 原料評価手法の提示方法や必要な項目をより使いやすいようにする。

木質系バイオマスの特性解析では、CNF 原料である木質系バイオマスの物理特性及び化学特性を解析する際の必要な項目を限定するとともに、実用化につながる指標を選択する。

パルプ特性解析では、クラフト法、ソーダ AQ 法によりパルプ化し、パルプ性能評価、繊維性の分析を行うとともに、製造条件を改良したクラフト法により製造した CNF の評価も実施する。

CNF 特性解析では、上記で製造したパルプについて、疎水化変性法による CNF 製造及び特性解析、親水性 CNF の製造及び特性解析を行うとともに、CNF の品質管理に適する項目を選択し、品質管理法を開発する。

CNF 用途適正評価では、機能性添加剤、高機能日用品、変性リグノ CNF の 3 つのグループ分けして用途適正評価を行う。機能性添加剤として、増粘剤（第一工業製薬）、インク（三菱鉛筆）、塗料（森林総研）、合板接着剤（森林総研）、高機能日用品として、フィルター（東工大）、フィルム（阪大）、ゴム・エラストマー（産総研）、変性リグノ CNF として、京都プロセスで作製した樹脂複合材（京大）について評価する。また、研究開発項目②（1）-1 と連携して行い、特性を向上させる木質系バイオマス因子を探索する。

CNF 原料評価手法の開発では、樹種別、品種別、部位別に原料から CNF 製品までの特性データを系統的に分類し、上記で得られた原料評価手法結果を中心に、CNF 製造・利用のための使いやすいデータベースとしてまとめる。

（実施体制： 国立研究開発法人森林研究・整備機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人京都大学、国立大学法人東京大学、国立大学法人京都工芸繊維大学、国立大学法人大阪大学、国立大学法人東京工業大学、株式会社スギノマシン、第一工業製薬株式会社、三菱鉛筆株式会社）

## （2）木質バイオマスから各種化学品原料の一貫製造プロセスの開発

平成 31 年度は、木質バイオマスから化成品原料に至る一貫製造プロセス技術の実験室レベルでの検証結果及び、一貫製造のプロセス全体の評価結果に基づき、ベンチスケールでの一貫製造プロセスの構築と経済性検証を実施する。

実施体制としては、平成 30 年度と同様に将来の実用化・事業化を目指す企業実施者を中心とし一貫製造プロセスを開発する体制とし、一貫製造プロセス自体の経済性等の評価並びにリグニンの品質評価・管理方法の開発については、前記の開発体制とは別に評価グループを設け推進する。これらは相互に連携して開発を推進する。

（評価グループ：一貫プロセス・LCA 評価）

一貫プロセス評価及び LCA 評価では、一貫プロセスの各工程における最終想定モデルを

決定する。検討結果をもとに、インベントリデータを修正し、環境影響評価の算出に反映するとともに、産業評価用データベースの整備を継続して進める。

(評価グループ：リグニン評価)

樹脂化利用に適したリグニン品質管理法の開発では、リグニン由来樹脂の評価を継続して進める。プロジェクト内のリグニン利用技術開発実施者と連携し、原料リグニン及びリグニン由来樹脂の品質変動評価、品質管理手法の開発を進める。

(一貫製造プロセス開発)

ソーダリグニンの分離技術の開発として、成分分離条件の最適化を行い、特にリグニンについては黒液からリグニンを安定かつ安価に単離する処方確立する。これらを行いプロジェクト内の成分利用技術開発実施者へのキログラム規模でのサンプル提供を実施する。リグニンの品質変動調査として、実工程での品質変動を把握するためクラフトリグニンの分離を行い、その品質を継続調査する。これらを基に量産プロセスの想定と経済性試算を行う。

フェノール系熱硬化性樹脂合成法の開発では、ベンチスケールにて低コスト化合成条件検討、量産適合性検証等を行う。評価グループと連携し原料リグニン特性のフェノール変成リグニン樹脂や材料特性への影響を調査し、最終目標達成に必要な原料スペックを決定する。これらを基に量産プロセスの想定と経済性試算を行う。

ポリウレタンフォーム化開発においては、ソーダリグニンを含有するリグニンポリオールを合理的製造方法、課題抽出と対策の検討を行い、量産プロセスの想定と経済性試算を行う。

セルロースからのエンブラ用モノマー原料開発については、ベンチスケールにて固体セルロースからエンブラ用モノマーまでの一貫製造プロセス構築を実施する。触媒反応プロセスの改良、製造工程のシミュレーション解析を実施する。これらを基に量産プロセスの想定と経済性試算を行う。

フラン系ポリマーへの合成技術開発については、セルロース等からのHMF誘導体製造のスケールアップ、並びにHMF誘導体からのモノマー合成のスケールアップを実施し、量産プロセスの想定と経済性試算を行う。

セルロース、ヘミセルロースからの糖化については、化学品製造用の糖液をベンチスケールで調製して、各社に対し必要量提供を継続する。品質課題については品質向上のための精製検討を行う。C6画分からのオリゴ糖製造については、オリゴ糖の用途確認を進める。これらを基に量産プロセスの想定と経済性試算を行う。

糖類からの機能性化学品の開発では、木質バイオマス由来糖液を原料とするDOI製造、DOIからのTHB製造、THBからのTGB製造の各プロセスについてキログラムスケールでの製造プロセスを開発し、量産プロセスの想定と経済性試算を行う。

糖類からのジオール製造技術の開発においては、木質バイオマス由来糖液から水素化反応によってソルビトールを得るプロセス、ソルビトールを脱水反応によってイソソルビド

を得るプロセスの技術開発を継続し、量産プロセスの想定と経済性試算を行う。

(実施体制： 日本製紙株式会社、国立研究開発法人森林研究・整備機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所(つくば)、住友ベークライト株式会社、国立大学法人京都大学(工学研究科)、宇部興産株式会社、ユニチカ株式会社、国立大学法人京都大学(生存圏研究所)、東レ株式会社、三井化学株式会社、三菱ケミカル株式会社、 再委託： 国立大学法人東京大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所(東北)、国立研究開発法人産業技術総合研究所(つくば)、株式会社 IHI プラントエンジニアリング、DIC 株式会社、三井化学 SKC ポリウレタン株式会社)

## 5. 2 平成 31 年度事業規模(予定)

### 委託事業

需給勘定 1,080 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

NEDO は、(1) 事業の位置付け・必要性、(2) 研究開発マネジメント、(3) 研究開発成果、(4) 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みの 4 つの評価項目について、外部有識者による研究開発の中間評価及び事後評価を実施する。

中間評価は、研究開発項目②(1)－1 及び②(2) を評価の対象とし、平成 27 年度、平成 29 年度に実施した。事後評価は、研究開発項目①及び②を対象とし、研究開発項目①については平成 29 年度に実施した。研究開発項目②については平成 32 年度に実施する。

なお、中間評価等の結果を踏まえ必要に応じプロジェクトの加速・縮小・中止、及び助成事業への移行等の見直しを迅速に行う。評価の時期については、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に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

### (2) 運営・管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有する NEDO は、経済産業省及び研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、本事業の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて設置されるプロジェクト推進委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、随時、プロジェクトの進捗について報告を受けること等により進捗の確認及び管理を行うものとする。また、必要に応じて、ユーザーとの連携を促す等、成果の早期達成が可能になるよう努める。成果の早期達成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、実用化へ向けた実質的な研究成果の確保と普及に努める。

(3) 複数年度契約の実施期間

委託事業

研究開発項目②(1)－1、②(2)：平成25～31年度の複数年度契約を行う。

研究開発項目②(1)－2、②(1)－3：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実施する(研究開発項目②のみ)。

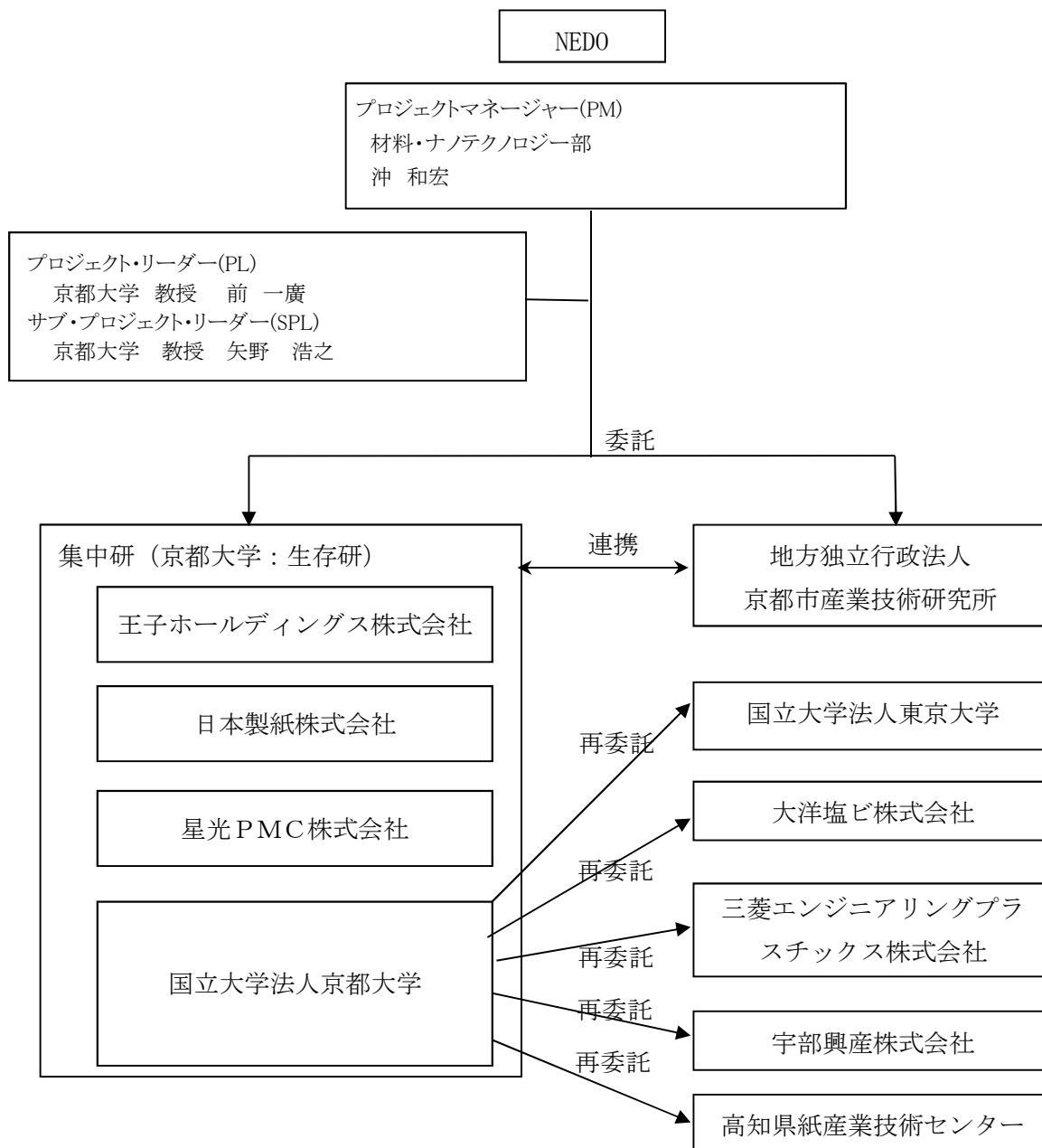
7. 実施方針の改定履歴

(1) 平成31年3月、制定

(別紙) 事業実施体制の全体図

研究開発項目②木質系バイオマスから化学品までの一貫製造プロセスの開発

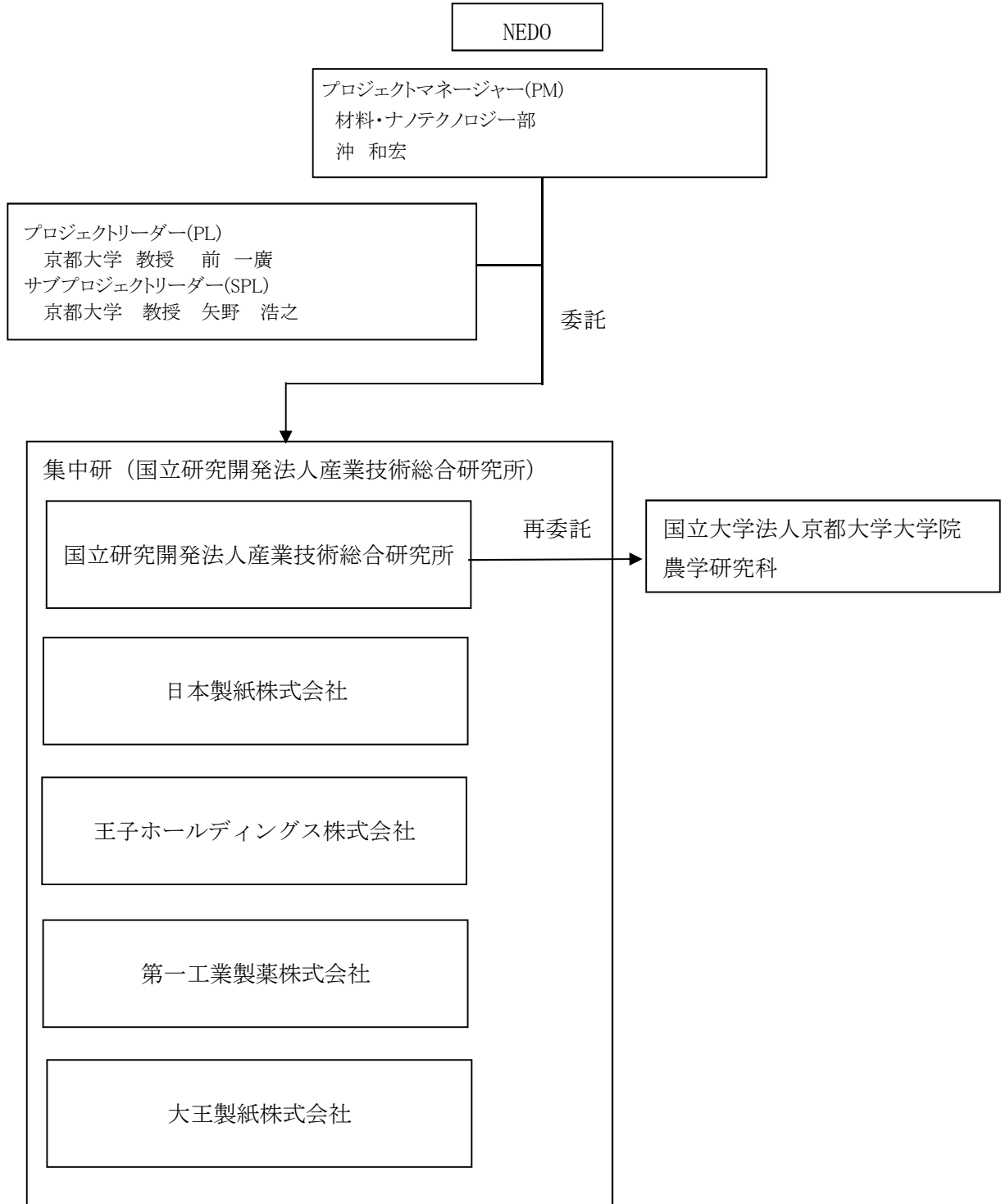
(1) -1 高機能リグノセルロースナノファイバーの一貫製造プロセスと部材化技術開発





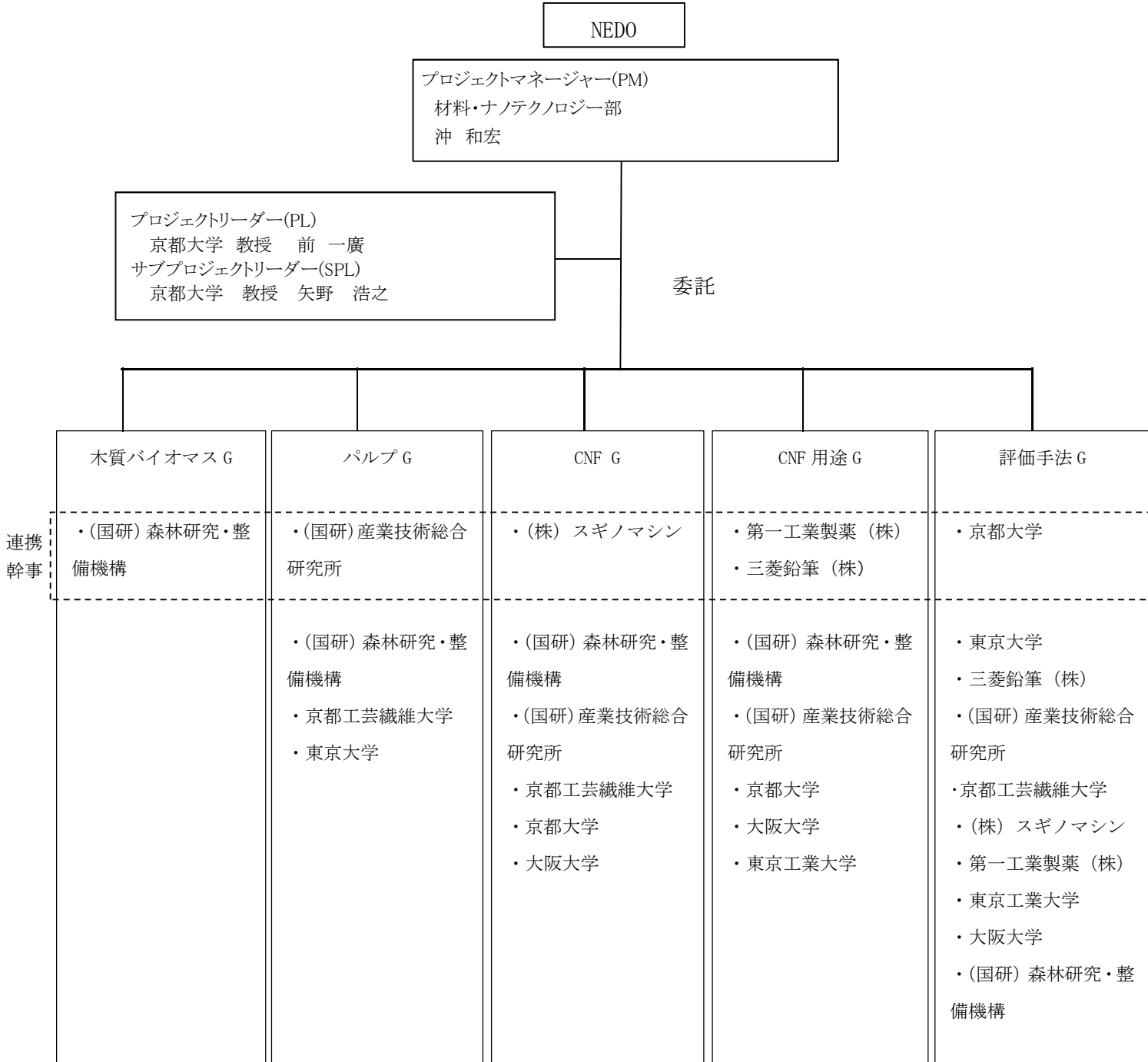
研究開発項目②木質系バイオマスから化学品までの一貫製造プロセスの開発

(1) - 2 CNF 安全性評価手法の開発



研究開発項目②木質系バイオマスから化学品までの一貫製造プロセスの開発

(1) - 3 木質系バイオマスの効果的利用に向けた特性評価



研究開発項目②木質系バイオマスから化学品までの一貫製造プロセスの開発

(2) 木質バイオマスから各種化学品原料の一貫製造プロセスの開発

