

---

革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)  
「超高機能構造タンパク質による素材産業革命」

プログラム・マネージャー  
鈴木 隆領

### 解決すべき課題等

- ・原料を枯渇資源に頼った産業構造からの脱却
- ・圧倒的な強靱性と軽量性を兼ね備えた次世代素材の開発/実用化による日本の産業競争力の飛躍的向上

### PMの挑戦と実現したときのインパクト

#### ・概要・背景

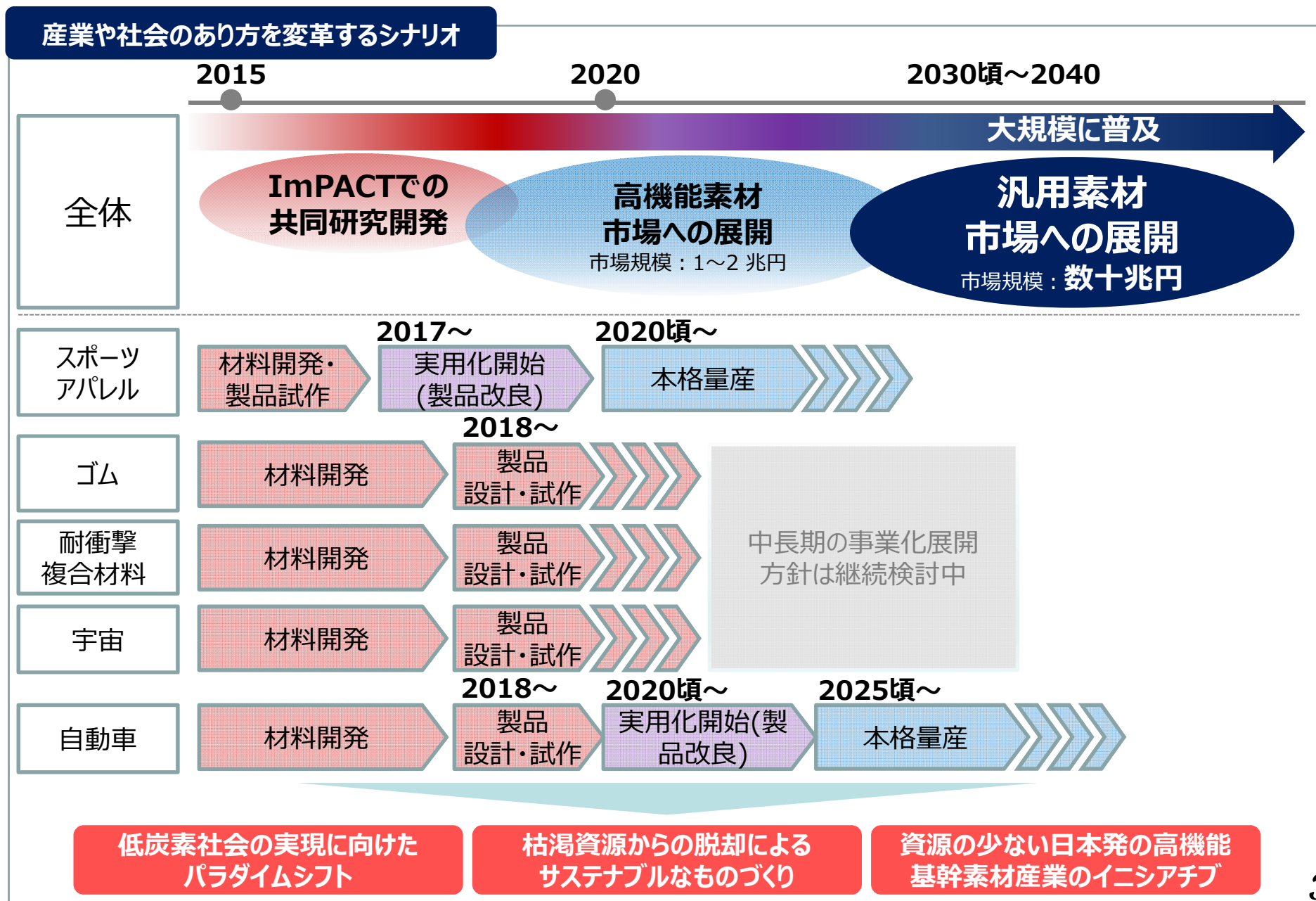
- ✓ クモ糸に代表される異次元の性能を持った構造タンパク質素材の実用化によって、環境対応と高機能を両立する新世紀日本型ものづくりを実現
- ✓ 構造タンパク質素材の実用化を達成するために以下の研究開発に取り組む
  - ・工業用材料利用に適合した天然を超える性能/機能を実現する人工構造タンパク質素材の設計/製造
  - ・既存材料ではなし得ない高性能を実現する構造タンパク質素材に最適化した工業用材料化技術/製品用途の開発

#### ・実現したときに産業や社会に与えるインパクト

- ✓ 構造タンパク質素材・材料・製品の実用化普及を通じて、以下の項目を達成
  - ・低炭素社会の実現に向けたパラダイムシフト
  - ・枯渇資源からの脱却によるサステイナブルなものづくり
  - ・資源の少ない日本発の高機能基幹素材産業のイニシアチブ
- ✓ 構造タンパク質素材を用いた製品の例
  - ・過酷な環境でも壊れない/軽い人工衛星素材
  - ・歩行者に怪我をさせない超衝撃吸収自動車ボディ
  - ・これまでに無い質感を持つアパレル用品
  - ・しなやかで切れないゴム製品

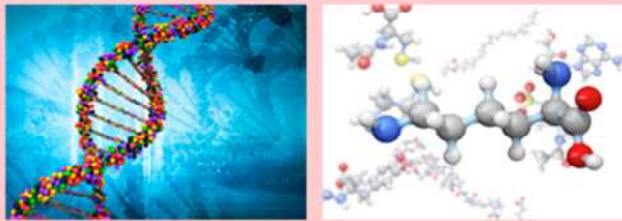
# 研究開発プログラムの出口目標

【追加】



## 非連続イノベーション、リスクの大きさ

### 克服すべき課題

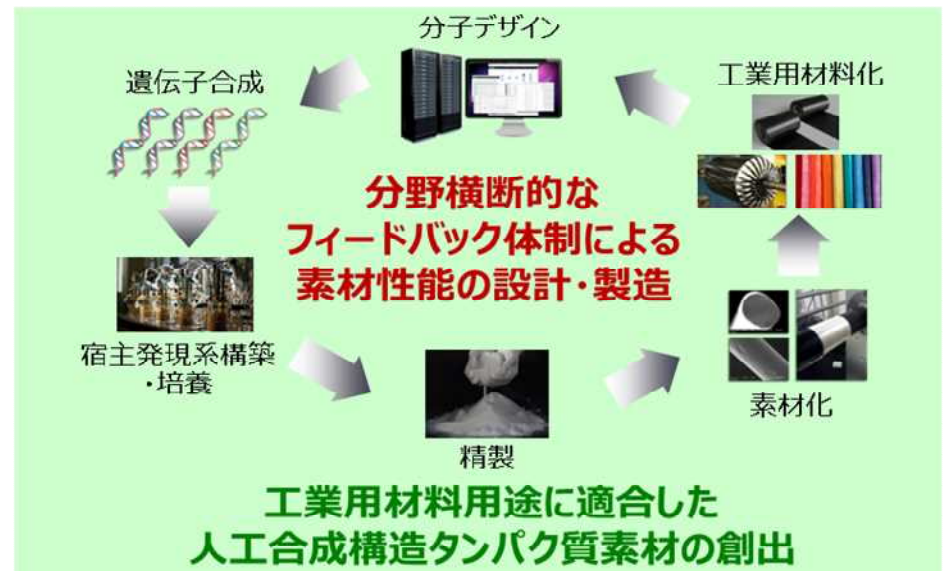
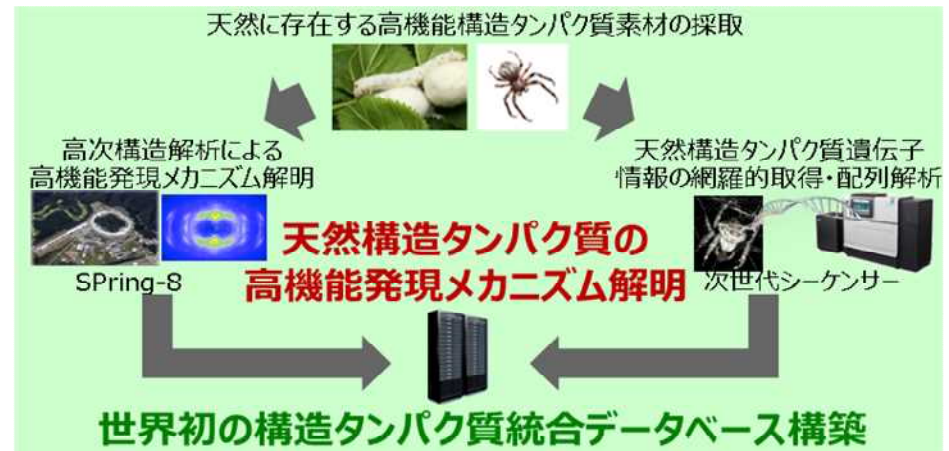


- 「高機能性」と「生産性」を両立する新規構造タンパク質分子の探索空間はあまりに広大であり、個別のトライ&エラーによる探索では現実的に達成困難



- 天然の構造タンパク質は工業用材料としての基本性能(機械的特性・熱的特性)が不十分
  - ➔ 天然ゆえに既存化学繊維と比較して均質性の担保が難しく、抜本的な性能改善も不可能
  - ➔ 安定的な量の確保も困難(ゆえにコストも高くなりやすい)

### ブレークスルーとなるポイント





# 達成目標

## 達成目標（プログラム終了時の具体的アウトプット）

- 数万トン規模の生産・工業用材料として使用可能なコストでの生産が可能であることを説明できるエビデンスを得る
- 天然最高物性（強度1.6 GPa、タフネス 354 MJ/m<sup>3</sup>）を上回る超高タフネス材料を試作実証
- 従来品と比較して軽量且つ耐衝撃性を有する自動車外板用パネルの試作実証

★公開資料であることを踏まえ、デュアルユースに関する記述を削除

## 具体的達成目標の実現に向けた戦略・シナリオ

- ✓ 高機能構造タンパク質を産生する生物から、当該素材及びその遺伝子を網羅的に取得し、基本的な成分分析や構造解析を行いデータベース(DB)化、さらに高機能を発現する分子メカニズムを解明し、それらの知見・データを活用して天然を超える「超高機能タンパク質素材」の創出を試みる。
- ✓ 上記を実現するために、我が国が誇る世界最先端の技術・知見を有する研究開発機関・企業を指名・公募により選定し、それぞれが持つ技術を互いに補完し合いながら、オールジャパン体制で効率的・効果的な共同研究開発を推進する。
- ✓ 構造タンパク質素材を産業的に利用する上で不可欠な要素技術の開発及び既存材料ではなし得ない圧倒的性能を実現する複合材料の試作、及び実現可能性検討を行なう。
- ✓ 構造タンパク質素材の成形加工技術の開発、及びデュアルユースを含めたアプリケーションの開発に主眼を置いて進める一方で、素材の目的用途および将来の事業性も考慮しながら川上分野・上流領域に対して分野横断的にフィードバックする研究開発体制を構築する。

# プログラム構想・全体像の明確化

## 戦略・シナリオを克服すべき課題へブレークダウン

- 【PJ1-①】 天然タンパク質の網羅的解析と高機能発現メカニズムの解明
- 【PJ1-②】 天然を超える超高機能構造タンパク質素材の創出
- 【PJ2-①】 バイオ繊維の工業用材料化技術開発
- 【PJ2-②】 デュアルユースを含めた製品化試作・評価

## 克服すべき課題目標の達成アプローチ

- 【PJ1-①】 クモ類、昆虫類のシルクを中心に、天然に存在する高機能構造タンパク質を実際に収集し、基本的な組成分析や構造解析、物性測定を行なうとともに、対象生物より遺伝子情報を取得し、タンパク質の配列を決定し、データベース化を進める。さらに、高機能発現のメカニズムを解明するためのin-situの分析技術を確立して解析をすすめ、高機能発現のメカニズムを解明する。それらの詳細解析のデータも含めて構造タンパク質の統合データベースを構築し、新素材開発に活用する。
- 【PJ1-②】 PJ1-①で蓄積された知見及び構築されたデータベースの情報を活用し、天然を上回る性能を発揮することが可能な超高機能構造タンパク質素材を創出する。また、PJ1-①で蓄積された多角的な分析手法のノウハウを駆使し、当該高次構造を実現可能な紡糸加工技術を開発するとともに、生産性と高性能を両立する人工遺伝子を設計、合成、分析、評価を繰り返すフィードバックシステムの両輪で開発を進めることで、天然を上回る性能と高い生産性を両立する実現する次世代超高機能素材を開発する。
- 【PJ2-①】 他材料との複合化検討など、構造タンパク質素材を産業的に利用するための基礎となる要素技術の開発を行なう。プロジェクト前半では超高機能タンパク質素材が開発途上であるため、絹糸等類似している既存の構造タンパク質素材などを用いて先行的に技術開発を進める。
- 【PJ2-②】 PJ2-①で開発された基盤技術を活用し、既存材料ではなし得ない圧倒的性能を実現する複合材料の試作、及び実現可能性検討を行なう。全産業に用途開発の公募をかけ、選定されたチームが中核事業体と共同開発契約を結び、構造タンパク質材料の供給を受け、用途別に開発を行う。

★P.7と合わせる形で旧PJ2-②を削除しました

# 研究開発プログラム全体構成

## 【プロジェクト1】

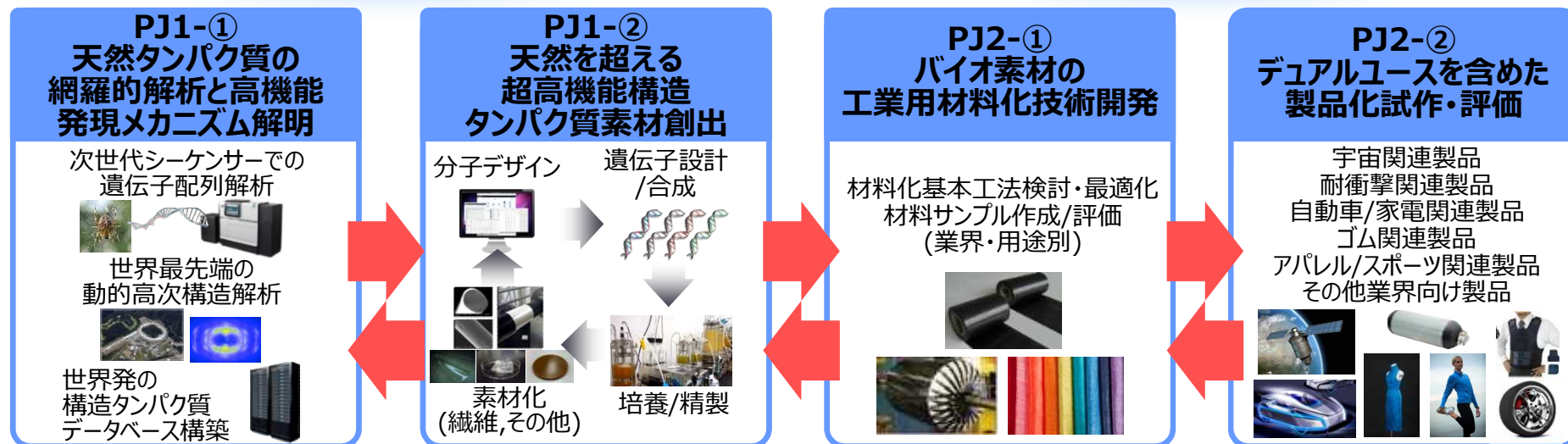
大規模ゲノム情報を活用した超高機能タンパク質の設計・製造

コアテクノロジーの基礎研究・新素材開発

## 【プロジェクト2】

超高機能タンパク質素材の成型加工基本技術の開発

オープンイノベーションによる加工技術・アプリケーション開発



➤ 最先端の高次構造解析技術・CS/IT・遺伝子工学の知見/実績・高い研究遂行力を有する研究者(日本を代表するアカデミア・企業の次世代を担う若手リーダー)を抜擢・結集し、構造タンパク質の遺伝子配列・構造と機能の因果関係を解明する

➤ 現時点で世界最高レベルの構造タンパク質生産技術・大規模生産設備を持つパイパー社をコア研究組織に据え、その一貫通貫プロセスを補強する個別要素技術に強みを持つ研究団体と共同で新素材の実用化に向けた基盤技術を確立する

➤ 既存技術の延長線上に止まらない**尖った生産技術を持つ企業を選抜**し、既存材料ではなし得ない性能を実現する**構造タンパク質素材に特化した複合化及び加工技術**を開発する

➤ 目的用途・各業界での事業性も考慮した素材要件を提案・フィードバックする

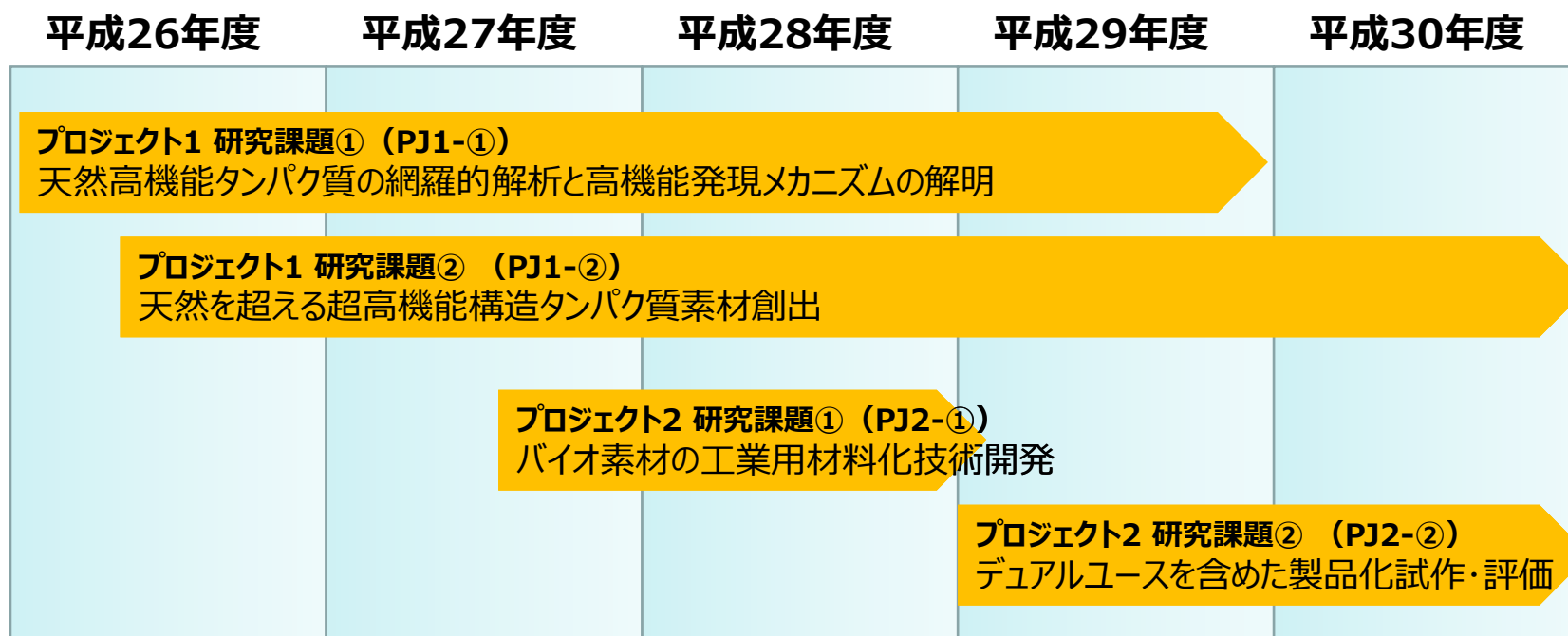
➤ 新素材の事業化・普及加速に最も効果的な業界・用途を選定し、**インダストリーリーダーとなり得る製品メーカーとPJ1-②・PJ2-①参画団体との協業**による製品化に向けた試作・評価を進める

川上分野

超分野横断的フィードバック型研究開発

川下分野

# 研究開発プログラム全体のスケジュール





# 課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方 (PJ1)

## 研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

### PJ1-①：天然高機能タンパク質の網羅的解析と高機能発現メカニズムの解明

- 我が国が誇る世界最先端の高次構造解析技術、CS/IT、遺伝子工学、合成生物学等を集結したオールジャパン体制での研究開発が必要
- PJ1-①で蓄積した知見及び構築したデータベースの情報をPJ1-②で活用していくため、可及的速やかなプロジェクト活動の立上げが必要

## 選定に至る考え方・理由

### ✓ プロジェクト活動を早急にスタートさせるため非公募指名方式で選定

- ◆ 選定方法：非公募指名
  - ・ 理化学研究所
  - ・ 慶應義塾大学
  - ・ Spiber

### PJ1-②：天然を超える超高機能構造タンパク質素材の創出

- 遺伝子設計～培養～繊維化は各プロセスが密接に関連しており、個々に独立して高度化させた場合に個別最適化に陥ってしまう可能性が高いため、横断的に実践及びマネジメントができる組織をコア研究機関として選定が必要
- コア研究機関の技術を補完できる要素技術に強みのある機関/企業を選定が必要

### ✓ プロジェクトに必要な要素技術を持った研究組織を非公募指名方式で選定

- ◆ 選定方法：非公募指名
  - ・ Spiber
  - ・ 北陸先端科学技術大学院大学
  - ・ 奈良先端科学技術大学院大学
  - ・ 東京農工大学
  - ・ 室蘭工業大学
  - ・ テクノハマ
  - ・ 鶴岡高等専門学校
  - ・ 農業・食品産業技術総合研究機構

## PJ1-①非公募指名による研究開発機関の選定ポイント

参画機関	選定理由
理化学研究所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 沼田チームリーダーの専門は構造タンパク質の動的な構造解析であることから、本プロジェクトへの大きな貢献が期待される。また、理化学研究所は高出力の放射線の出力が可能な実験施設 SPring-8を保有しており、沼田氏はSPring-8の活用に関しても実績を持っているだけでなく、機械的試験や熱分析といった構造タンパク質素材の物性評価についても経験を有している。</li> <li>➤ タンパク質素材の採取については、沼田氏を介して、マレーシア・ブラジルをはじめとした外国での遺伝子資源および構造タンパク質の収集に関する契約を締結することが可能であるため、沼田氏が参画することでプロジェクトの推進力強化が期待される。</li> </ul>
慶應義塾大学	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ De novoトランスクリプトーム解析においては、サンプル調整からバイオインフォマティクス解析に至るまでウェットとドライにおける高度な知識が要求されるが、荒川特任准教授はその双方において高い技術を持っている。</li> <li>➤ また、慶應義塾大学先端生命科学研究所では次世代シーケンサーデータのアセンブリーに必須なRAM 6TBのハイメモリ解析サーバ及び約1PBのファイルシステムを有しており、データ解析のためのインフラストラクチャーが整っているため、本プロジェクトへの大きな貢献が期待される。</li> </ul>
Spiber	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 中村マネジャーは多くのタンパク質素材の収集を実施しており、収集した素材の評価、分析を行った実績がある。また、分析結果に関するデータベースをSpiber社内で作成しており、天然タンパク質素材及び人工合成タンパク質素材に関するデータを400種類以上蓄積している。そのため、本プロジェクトを円滑に進める上で中村氏の参画は必須であると考えている。</li> </ul>

## PJ1-②非公募指名による研究開発機関の選定ポイント

参画機関	選定理由
Spiber	<p>➤ <b>技術的優位性</b>            大学発ベンチャーであるスパイバー社はPJ1-②で必要となる以下の要素技術について、<b>基幹となる特許を含む先端技術力</b>を有し、人工合成タンパク質の製造においては、研究所の立ち上げから3年で1,000倍、その後2年間でさらに1,000倍の<b>生産量拡大を達成した実績に裏付けられるスピード感・開発遂行力</b>を有している。本プロジェクトリーダーである菅原氏はスパイバー社創業時から技術責任者を務めており、<b>類い稀なチャレンジ精神・独創性</b>の持ち主である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 遺伝子設計／合成                → 構造タンパク質の遺伝子設計／合成をハイスループットに行う独自の技術を確立し、<b>既に400種類を超える新規の構造タンパク質設計/合成に成功</b>している。</li> <li>• 人工合成タンパク質製造                → 構造タンパク質製造の発酵／精製プロセスについて製造基盤技術を確立しており、<b>数十トンスケールでの発酵タンクによる実証試験にも成功</b>している。</li> <li>• 繊維化                → アカデミアや繊維メーカーOB、装置メーカーと連携しながら、<b>構造タンパク質の繊維化プロセスの独自開発に成功</b>している。繊維化関連の特許取得件数7件。</li> </ul> <p>➤ <b>一貫通貫・大規模生産設備によるプロセス実践力</b>            スパイバー社は<b>世界最大規模（年産最大1トン）の構造タンパク質原料の生産設備</b>を保有し、クモ糸をはじめとするフィブロインなどの構造タンパク質の分子設計から、微生物を用いたタンパク質原料生産、繊維化・樹脂複合化、部品や製品（アプリケーション）の試作評価、そして評価結果の分子設計へのフィードバックを<b>ひとつの拠点で一貫して行える、現時点で世界唯一の組織</b>である。</p> <p>➔ 今後5年間で成果を出す為には、<b>全てのプロセスを一貫通貫で手がけ、プロセスの改善を繰り返すことができる組織の存在が必要不可欠</b>であるため、コア研究組織としてスパイバー社の参画は必須であると考えている。            一方で、スパイバー社をコアとしながら公募により選定される研究機関と共同で基盤技術確立を誘導し、その後は様々な分野への応用展開を図ることで、<b>日本全体の幅広い産業の競争力向上に貢献</b>が期待される。</p>

## PJ1-②非公募指名による研究開発機関の選定ポイント

参画機関	選定理由
北陸先端大	<p>➤ <b>タンパク質素材の劣化解析及び添加剤の検討</b>            寺野教授(副学長)・谷池准教授等は、ポリオレフィンの触媒合成から、劣化解析、物性改良を一貫して行う世界でも極めて稀な研究グループである。今後、構造タンパク質の工業化をするに当たり、<b>タンパク質の劣化解析しこれを制御する技術が最重要課題</b>の一つである。その中で、ポリオレフィンという産業材料の劣化や物性改良に秀でた寺野教授・谷池准教授の実績・経験は経験は本プロジェクトにおいて、欠かせない存在である。また、谷池准教授が推進する<b>多変量解析を用いた構造性能相関解明</b>は、出口となる材料として性能を入り口としての遺伝子工学にフィードバックするうってつけの手段である。</p>
奈良先端大	<p>➤ <b>マイクロ流路を用いた剪断効果の観察</b>            上久保准教授は蛋白質科学・生物物理学分野の専門家であり、<b>X線や中性子を用いた蛋白質の構造評価に関して優れた業績</b>を上げてきている。過去に放射光研究施設で勤務した実績もあり、特にX線小角散乱の装置・解析手法の開発では幅広い知識と経験を有し、日本の同分野の第一人者である。これら一連の実績と経験は、<b>ドーブ溶液中の蛋白質が繊維化する際の構造制御技術の確立に貢献</b>することが期待される。</p>
東京農工大	<p>➤ <b>タンパク質繊維の非晶構造解析</b>            朝倉教授は<b>日本を代表するシルク研究者</b>の一人であり、シルクの基礎と応用に関する34年間の長きにわたる研究経験から、<b>NMRを用いた絹・クモ糸タンパク質の高度な構造解析技術や多くの知見を有するのみならず、国内外に幅広い人的ネットワーク</b>を築いている。本プロジェクトにおいては、NMRによるフィブロインタンパク質の結晶領域・非結晶領域の微視的な構造解明、及び人材紹介や技術情報の提供に大きく貢献することが期待される。</p>
室蘭工大	<p>➤ <b>タンパク質原料の樹脂化検討</b>            平井教授は本来、冶金の専門家であるが、その技術をを応用して、<b>羊毛(ケラチン)の熱的リサイクルを考案しケラチンの樹脂化を検討</b>している。その中で、            1. 選択的イオン回収能を有したタンパク質由来樹脂の開発            2. 金属ナノ粒子が分散したタンパク質由来樹脂/金属ナノコンポジットの開発、            3. 高周波数化に対応した物性測定(誘電率)などの開発を行っており、今後、構造タンパク質の用途を広げるうえで、平井教授の<b>熱的リサイクル技術はタンパク質を樹脂化するための要素技術</b>になり得ると考えている。また、従来の材料に無いイオン特性・電気特性から新たな用途の開拓や金属とのコンポジットへの応用が期待される。</p>

## PJ1-②非公募指名による研究開発機関の選定ポイント

参画機関	選定理由
テクノハマ	<p>➤ <b>技術的優位性</b>            テクノハマ株式会社はPJ1-②で必要となる以下の要素技術について、基幹となる特許を含む幅広い技術開発力を有し、その開発力に対して、一般からも認められる実績を残している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 設備／金型開発力              → 紡糸～フィルム／シート～一般成形品まで、すべての次元の成形体製造設備・金型の開発実績がある、(ほぼ)唯一の企業である。上記すべての設備・金型について内製で完結可能である。樹脂／高分子分野だけでなく、金属塑性加工についても同様の実績を有している。</li> <li>● 新しい分野への積極的取り組み              → 会社規模としては小さいが、小回りのよさと、既成概念にとらわれない開発力から、トヨタ自動車より特に新規生技開発パートナーとして、試作／号口設備・金型の数少ない直接取引メーカーに位置づけられている。具体的には、CFRP成形設備／金型、金属プレスと樹脂成形の融合、加飾成形の同一工程化などであり、特にCFRP分野においては「レクサスRC-Fのルーフ金型(RTM)、超小型EVアイロードの小物部品金型(オートクレーブ)」を受注している。生産設備・金型構造などの特許についても22件の実績を有する(共願含む)。</li> <li>● 外部認知              → 上記技術開発を通じ、経済産業省より「第5回ものづくり日本大賞経済産業大臣賞」、「第4回ものづくり日本大賞特別賞」、プラスチック成形加工学会より「青木固技術賞」、トヨタ自動車殿より「技術開発賞」(複数回)の受賞歴を有する。上記ものづくり日本大賞を受賞した同種設備が、トヨタ産業技術記念館において、デモ機として稼動している。</li> </ul> <p>➤ <b>構造タンパク質素材の共同研究開発実績</b>            トヨタ自動車からの紹介により、テクノハマ株式会社はPJ1-②のコア研究開発組織であるスパイバー社と共同で製造設備や金型の開発を行ってきた実績を有している。</p> <p>➔ 今後4年間で成果を出す為には、</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 構造タンパク質素材の製造プロセスを理解しそれに最適化された製造設備・金型を開発していく必要があり、</li> <li>② コア研究開発組織であるスパイバー社と一体になって開発のスピードアップを図れる</li> </ol> <p>そのためにはエンジニアリング及び加工方法に関する開発力を幅広く有し、スパイバー社との共同研究開発の実績を有するテクノハマの指名が必須と考える。</p>



## PJ1-②非公募指名による研究開発機関の選定ポイント

参画機関	選定理由
鶴岡高等専門学校	<p>➤ <b>機能性イオン液体の設計・製造、及び構造タンパク質素材への複合化技術の開発</b>            構造タンパク質素材のアプリケーション開発を行う上で劣化を防止するための技術開発は必要不可欠である。劣化要因の一つと考えられる水分子の代替因子としてイオン液体を使うことは有効であると考えられることに加え、導電性・耐熱性の向上等、水分子以上の機能を発揮できる可能性が高い。そのため、構造タンパク質に適したイオン液体の設計・製造、及びイオン液体の複合化方法の検討を行うことが必要であると判断した。</p>
農業・食品産業技術 総合研究機構	<p>➤ <b>遺伝子組換えカイコを使った高機能構造タンパク質の製造、及び繊維加工技術開発</b>            近年、遺伝子組換えカイコを用いた構造タンパク質繊維の生産については多くの論文・報告があり、中にはクモ糸とほぼ同等の物性を有した繊維に関する報告もあった。本プログラムにおいても、微生物発酵による構造タンパク質素材の生産に加えて、遺伝子組換えカイコを用いた手法で高物性繊維の創出について検討すると共に、生産した構造タンパク質繊維の構造解析を通じて物性発現メカニズムの解明を行う必要があると判断した。</p>
岡山大学	<p>➤ <b>遺構造タンパク質繊維のマイクロ湿式紡糸基盤技術の開発及び量産化基盤技術の確立</b>            岡山大学の有するマイクロ湿式紡糸プロセスは、低粘度の水溶液をポンプでデバイスに送液するだけで、その場でナノスケールの繊維をモノフィラメントで得ることが可能で、原料溶液に種々のポリマーや機能性素子を溶解させておくだけで、様々な機能化を実現することが可能であるため、構造タンパク質素材（あるいは既存高分子とのコンポジット素材）をPJ2で開発する最終製品に適用可能な様々な高機能素材へと変換することが期待されると同時に、紡糸工程にも応用でき、より配向が進んだもしくは極細の繊維化を達成することが期待できる。</p>

# 課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方 (PJ2)

## 研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

### PJ2-①： バイオ素材の工業用材料化技術開発

- 繊維の加工/複合化のための装置を保有し、既存繊維も含めた要素技術の開発の実績がある機関の参画が必要
- 構造タンパク質素材に適した加工装置 (オーダーメイドのラボ向け小型装置等)の開発を行うことが出来る機関の参画が必要
- 宇宙・ゴム製品・自動車・スポーツアパレル・耐衝撃複合材料の各領域において使用される材料の作製及び評価が可能な機関の参画が必要



## 選定に至る考え方・理由

### ✓ 産業領域ごとに公募による選定を行う

#### 【宇宙】

- ・スーパーレジン工業

#### 【ゴム製品】

- ・バンドー化学

#### 【耐衝撃複合材料】

- ・住友ベークライト

#### 【自動車】

- ・トヨタ紡織
- ・小島プレス工業
- ・内浜化成
- ・TBカワシマ

#### 【スポーツアパレル】

- ・ゴールドウイン
- ・ゴールドウインテクニカルセンター
- ・長谷虎紡績
- ・カジナイロン
- ・カジレーネ
- ・カジニット
- ・小松精練

## PJ2-①公募及び非公募指名による研究開発機関の選定ポイント

参画機関	選定理由
スーパーレジン工業 (公募)	<p>➤ <b>構造タンパク質素材を用いた人工衛星向け工業用材料化技術開発</b>            複合材の成形メーカーは日本国内に複数存在するが、スーパーレジン工業株式会社は其中で樹脂の合成から中間基材であるプリプレグの製造を一貫して事業として行っている唯一の企業である。また、国内の人工衛星プログラムのおよそ60%以上において複合材料部品を供給している実績を持っているため、人工衛星特有の要求仕様に精通し、新規材料に対するニーズを把握している。よって、構造タンパク質素材の宇宙業界向け工業用材料化技術の開発を進める上では当該機関の参画が必要であると判断した。</p>
バンドー化学 (公募)	<p>➤ <b>構造タンパク質素材を用いた産業用ベルト製品の工業用材料化技術開発</b>            バンドー化学株式会社はゴム・エラストマーの加工技術をもとに、伝動ベルト・コンベヤベルトなどをつくり続けてきた長い歴史を持つ産業用ゴムベルト業界のパイオニア且フリーディングカンパニーである。本プログラムにて研究開発を進めるR &amp; Dセンター先端機能材料技術開発部は、ゴム部材の高機能化を主体としたソフトマテリアル技術グループ、繊維・心線との接着技術を研究する接着技術グループ、主にベルトシステム樹脂製品への適用を目的とした樹脂技術グループ、ベルト・部材の性能評価・解析を目的とした評価解析技術グループより構成されており、産業用ゴムベルト開発に必要な技術開発基盤・人材・評価機器等を有しており、構造タンパク質素材の産業用ゴムベルト向け工業用材料化技術の開発に最適な機関であると判断した。</p>
住友ベークライト (非公募指名)	<p>➤ <b>構造タンパク質素材を用いた耐衝撃複合材料技術開発</b>            住友ベークライト株式会社は耐衝撃複合材料に関する製品化ニーズや材料要件(形態・スペック・品質・コスト等)及び産業構造等を深く理解し、これまでに業界・産業を代表するような最終製品メーカーに対して材料の提案・開発・製造販売を進めてきた実績・経験を有している。また、樹脂設計技術(樹脂合成・樹脂選択・配合)、材料化技術(複合化・シート化・フィルム化等)、成形加工技術(立体成型・積層・金型設計)、評価解析技術(一般性能評価・耐弾性能評価)を有しており、開発・設計・生産までの一貫したものづくりが実施可能である。</p>

## PJ2-①公募による研究開発機関の選定ポイント

参画機関	選定理由
トヨタ紡織	<p>➤ <b>構造タンパク質素材を用いた自動車ドアパネルの開発（ドアトリム）</b>            トヨタ紡織株式会社は50年以上の長きにわたり自動車内装品を開発から設計・生産まで一貫して行っている。バイオ素材分野においては世界に先駆けケナフ繊維の自動車部品採用化に取り組み、1999年に量産化／その後、ケナフ繊維を用いた基材開発及び樹脂ブラケット同時成形・表皮同時貼合等の生産技術を開発・量産した実績を有する。また、技術開発力においても、環境・安全・快適に関する差別化技術保有の一指標である特許出願件数（2008-2012）は、国内外自動車内装分野においてトップの実績を有する。</p>
小島プレス工業	<p>➤ <b>構造タンパク質素材を用いた自動車ドアパネルの開発（インパクトビーム・加飾パネル）</b>            小島プレス工業株式会社は自動車部品向けの幅広い設備・装置開発や工法開発の実績・強みを社内に蓄積しており、2013年度にはNEDO「フィブロインファイバーによる天然ガス用高圧タンクの実用化開発」においてSpiber社と共同で構造タンパク質素材による繊維の特徴を生かしたアプリケーション開発と同時に、物性向上、工法・設備開発を進めてきた実績がある。</p>
内浜化成	<p>➤ <b>構造タンパク質素材を用いた自動車ドアパネルの開発（アウターパネル）</b>            内浜化成株式会社は2010年にはレクサスLFAの25部品にもものぼる主に外装向けの樹脂部品生産を請け負い、デザインコンシャスなボディを量産工法で再現することに成功するなど、強化繊維複合化及び成形から塗装までの一貫した開発・生産技術を保有している。特に、熱硬化性樹脂及び熱可塑性樹脂の成形加工方法開発の実績・強みを持っており、近年では熱可塑性樹脂コンパウンドと圧縮成形を組み合わせたLFT-D工法（熔融樹脂をダイレクトで圧縮成形する原料から成形加工まで一貫通貫した最新加工法）により部品開発を実施する等、高い技術力を有している。</p>
TBカワシマ	<p>➤ <b>構造タンパク質素材を用いた自動車ドアパネルの開発（ファブリック）</b>            TBカワシマ株式会社は、国内全自動車メーカーに留まらず航空機・鉄道への納入実績のある内装表皮メーカーであり、企画・デザイン・設計・評価まで一貫した開発体制を有している。TBカワシマ株式会社の前身会社である川島織物セルコン及び龍村美術織物AIは西陣織を起源とする伝統文化を継承し、正絹や羊毛など天然素材の研究開発にも精通しており、2006年に御料車ヘシルク/ウール素材採用、2011年よりバイオPET（ポリエチレンテレフタレート）ファブリックを採用するなど、天然素材・バイオ素材のファブリック研究開発の豊富な実績を有している。</p>

## PJ2-①公募による研究開発機関の選定ポイント

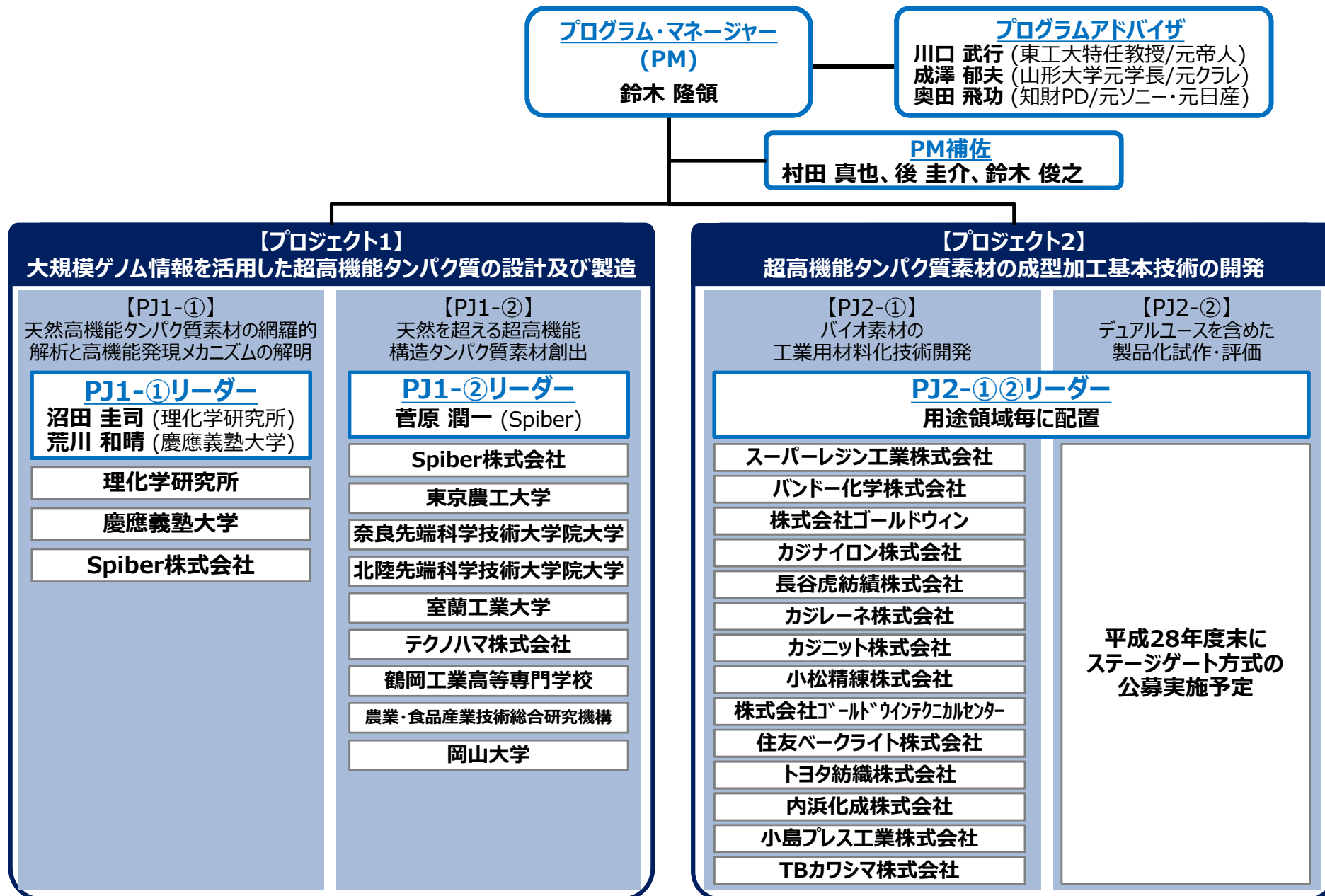
参画機関	選定理由
ゴールドウイン	<p>➤ <b>構造タンパク質繊維を用いたガーメント企画・機能評価</b>            株式会社ゴールドウインはTHE NORTH FACEを筆頭に各スポーツカテゴリでトップクラスのブランドを複数保有し、THE NORTH FACEでの三浦雄一郎氏エベレスト登頂ウェアやHELLY HANSENでの白石康次郎氏の5 Oceansでのヨットレース用ウェアなど<b>極地でのアウトドア用品を開発してきた実績</b>を多数有しており、<b>アウトドア用品に対するニーズと製品化に向けた要件を熟知</b>していると言える。また、全国に100店舗以上の直営を展開しており、販売まで含めた事業化に向けての独自戦略が組める強みも持っている。</p>
ゴールドウイン テクニカルセンター	<p>➤ <b>構造タンパク質繊維を用いたガーメント設計・加工</b>            株式会社ゴールドウインテクニカルセンターは<b>アウトドア用品の設計・製造・開発に対して素材に必要な機能及び物理特性や熱特性条件を知り尽くし</b>、また運動性が高く快適な衣服設計のノウハウ・能力を有している。また、アンダーや水着からテクニカルなアウターウェアまで、<b>ほぼ全てのアイテムが製造できる設備と技能を所有し</b>、一般的な縫製加工だけでなく<b>溶着・接着などの特殊加工</b>を行うための設備とノウハウがある。</p>
長谷虎紡績	<p>➤ <b>構造タンパク質繊維の紡績加工</b>            長谷虎紡績株式会社は1978年より米国の特殊なアクリル繊維の紡績糸を開発し、その後も様々な<b>繊維を紡績する技術と設備</b>（リングトラベラー方式、コアヤーン方式、結束紡方式、中空スピンドルカバリング方式など）を駆使して、特にアウトドアアンダーウェアの要求特性に適合した種々の<b>高機能で高品質な紡績糸を開発してきた実績</b>を有する。短繊維紡績（繊維長38m/mまで）、合繊紡績（繊維長51m/mもしくは64m/m）、梳毛紡績、紡毛紡績が同一工場が可能であり、繊維長25m/mから80m/mまでの紡績も行うことができることに加え、通常の天然繊維、化合繊維の他、ステンレス繊維、パラ系／メタ系アラミド繊維、ノボロイド繊維、バサルト繊維などの<b>特殊繊維を紡績する技術を保有</b>している。</p>



## PJ2-①公募による研究開発機関の選定ポイント

参画機関	選定理由
カジナイロン	<p>➤ <b>構造タンパク質繊維の仮撚・フィラメント糸加工</b>            カジナイロン株式会社は年間5,000t以上の仮撚加工実績があり、最細繊度7dtex/ 5fの極細仮撚糸は現状世界最軽量のアウトドアウェア用の材料となっている。また、2種以上の異素材を仮撚しながら複合する技術及び生産設備を有することに加え、再生繊維キュプラの吸放湿性と接触冷感性とナイロン加工糸のストレッチ性とタフネスを併せ持つ機能複合加工糸の開発生産実績を豊富に有している。</p>
カジレーネ	<p>➤ <b>構造タンパク質繊維の縫製加工</b>            カジレーネ株式会社は年間23万反以上の長繊維織物製造実績があり、主にゴアテックス向けを中心に国内外のアウトドアブランドに採用されている実績を持つ。また、当該機関が生産している織物の約60%はアウトドアウェア用途であることに加え、本用途向けのテキスタイル企画用の生機設計、開発品試織、量産工程化サイクルに取り組んでおり、本研究のテーマを遂行する上で必要となる技術・情報を豊富に有している。</p>
カジニット	<p>➤ <b>構造タンパク質繊維の編立加工</b>            カジニット株式会社は、軽量ストレッチニット製造用のハイゲージ丸編機を主力設備として所有し、ダウンジャケット用の薄地からコンプレッションインナー用途向けのハイモジュラス素材まで、幅広く開発生産対応する技術を蓄積している。また、長繊維だけでなく、綿やレーヨンの短繊維紡績糸を使用したテキスタイル技術を蓄積しており、非常に繊細で切れやすい最細繊度1/120の細番手糸を随時量産・使用している。</p>
小松精練	<p>➤ <b>構造タンパク質繊維の染色・機能性付与加工</b>            小松精練株式会社は年間2億㎡クラスの化学繊維素材の染色・仕上げ加工の生産実績があり、染色・プリント・機能性付与・薄膜製造と積層技術、及びこれらの組み合わせ技術とそれに関連した染料・薬剤情報、工程設備・管理能力を有している。また、染色堅牢性・基本物性・機能性を社内で評価可能であり、さらに新規加工技術(着色、繊維改質による高機能化等)を開発する研究開発部門も社内には保有している。</p>

# 研究開発プログラムの実施体制 (2016年5月時点)



# 研究開発プログラム予算の想定

