
革新的研究開発推進プログラム (ImPACT)
超薄膜化・強靱化「しなやかなタフポリマー」の実現
全体計画について

プログラム・マネージャー

伊藤 耕三

ImPACT Program 超薄膜化・強靱化「しなやかなタフポリマー」の実現



ImPACT Program Manager

伊藤 耕三 Kohzo ITO

1986年 東京大学大学院博士課程修了（工学博士）
1986-1991年 通産省工業技術院繊維高分子材料研究所 研究員
2003年～東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
2005年～アドバンスト・ソフトマテリアルズ(株)取締役

1999年に、架橋点が自由に動く高分子材料（スライドリング・マテリアル：SRM）を発明。同材料の驚異的なタフネス特性に着目し、2005年にアドバンスト・ソフトマテリアルズ(株)を設立。新材料の開発とともに、事業化に向けたマネジメントにも従事。

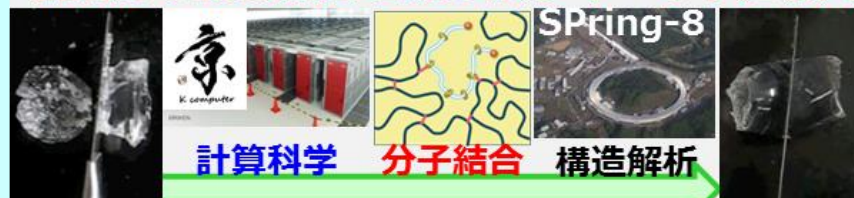
<研究開発プログラムの概要>

従来の限界を超える薄膜化と強靱化を備えた「しなやかなタフポリマー」を実現。究極の安全性・省エネ自動車の実現など、材料から世の中を変える。

<非連続イノベーションのポイント>

日本の最先端施設と最新化学を融合することで、新規分子結合概念を既存ポリマーに低コストで導入。超薄膜化・強靱化に基づく革新的な高性能を事業化する際の限界を突破する。

新規分子結合概念を既存ポリマーの中に導入



薄膜化・強靱化の限界を突破 ← 低コストでしなやかなタフネス → 短期間での事業化が実現

<期待される産業や社会へのインパクト>

高信頼性の証であるマスターブランド「しなやかポリマー」の普及により、自動車を含む産業分野全般を劇的に変革。安全・安心、低環境負荷の社会を実現する。

高安全性・省エネ自動車 「しなやかポリマー」



研究開発プログラム構想

解決すべき課題等

ポリマーのタフネス化は、燃料電池やLI電池のセパレータの超薄膜化を通じて飛躍的な高性能化・軽量化・小型化などに寄与するだけでなく、車体構造やタイヤなどでの強靱化を通じて自動車を始めとする輸送機器の軽量化・信頼性・安全性を飛躍的に向上させる重要な研究開発課題である。また、高分子材料が利用されている様々な産業分野で、省資源、省スペース、省エネルギー、高耐久性、高安全性、メンテナンスフリーなどに広範な影響を及ぼす。タフポリマーが実現すれば、我が国の高分子部材分野の世界トップレベルにある産業競争力の維持・強化に貢献するとともに、従来の常識を超えたタフな高分子部材を用いた革新的製品による新規産業の創出などが予想される。

PMの挑戦と実現したときのインパクト

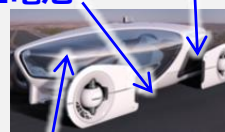
・概要・背景

本プログラムでは、「薄くても破れない」、「硬くてももろくない」、タフでしなやかなポリマーを実現しようとしている。本研究成果は自動車産業のみならず、種々の輸送機器、電子デバイス、医療機器などの最先端で用いられる広範なポリマーへの応用展開および波及効果を通じて、LCAの観点から炭酸ガス排出量の大幅な削減や、高分子材料に対する長期信頼性に基づいた安心・安全と低環境負荷社会の実現への貢献が期待できる。

・実現したときに産業や社会に与えるインパクト

従来の限界を超える薄膜化と強靱化を備えた「しなやかなタフポリマー」を実現することで、究極の安全性・省エネ自動車の実現など、材料から世の中を変える。ポリマーのタフネス化は、燃料電池やLI電池、車体構造、タイヤなどの飛躍的な高性能化に寄与するため、自動車を始めとする輸送機器の軽量化・信頼性・安全性を飛躍的に向上させることに繋がる。高信頼性の証であるマスターブランド「しなやかなポリマー」の普及により、自動車を含む産業分野全般を劇的に変革。安全・安心、低環境負荷の社会を実現する。

高安全性・省エネ自動車
大容量 大出力燃料電池
LI電池



超軽量高強度車体

「しなやかなポリマー」
マスターブランドの普及

超薄膜フィルム
電子機器用樹脂

分離膜
逆浸透膜

自動車以外
へも波及

安全・安心、
低環境負荷社会の実現

出口目標および達成目標（追加は赤字記載）

研究開発プログラムの出口目標（産業や社会のあり方を変革するシナリオ）

本プログラムでは、燃料電池電解質膜・Li電池用セパレータの超薄膜化、車体構造用樹脂・透明樹脂の強靱化及びタイヤの薄ゲージ化を実現する。各プロジェクトで掲げた目標値は、いずれも既存技術の延長線上では到底達成不可能な定量的目標となっており、自動車メーカーとのすり合わせを経て決定した。もし達成できれば非連続イノベーションが実現し、直ちに実用化可能な非常に高い目標値が設定されている。

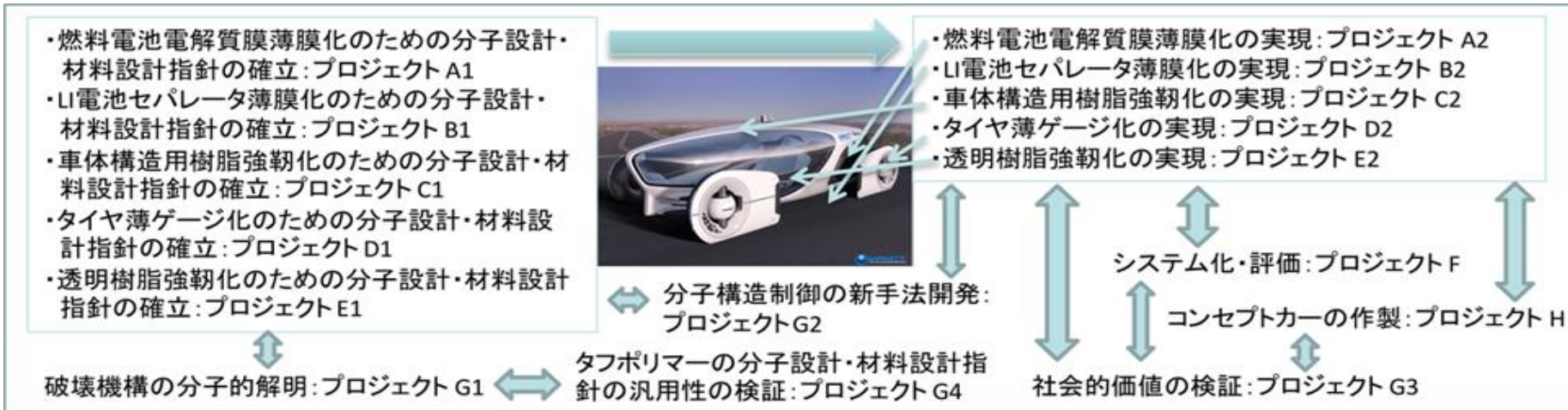
本プログラムでは、材料の物性に関する目標値を達成することとまらず、開発されたタフポリマーを用いて電池や車体構造のプロトタイプを作製し、自動車会社における実証実験で産業適用性を検証する。さらに本プログラムでは、開発されたタフポリマーの社会実装の場としてコンセプトカーというクルマのプロトタイプ製作を行なう。また、車以外の分野でも応用展開を図ることで、材料メーカーにおける開発が加速し、コンセプトカー製作に向けた実証確認の精度が向上するだけでなく、タフポリマーの実用性を早期に国民に提示できる。これに加え、新規テーマ・参画機関を追加して研究開発分野を拡張し、本プログラムでその有効性が検証されたタフポリマー実現のための分子設計・材料設計指針の汎用性を検証することで、本研究成果の産業全体への波及を加速する。その結果として、高分子破壊標準データベースのプロトタイプも構築できる。以上により、本プログラムで得られた非連続イノベーションを具現化するとともに、プログラムの加速と実施期間終了後の短期間での実用化に資する。

実施期間終了後には、各企業で燃料電池、Li電池、車体構造用樹脂などが実用化され、最終的には日産自動車はもちろん他の車メーカーにも搭載されることで、安全性の高い省エネ自動車の実現につながり、炭酸ガス排出量の大幅な削減が期待できる。また本プログラムの成果として「タフポリマー」というマスターブランドを創成し、高信頼性が学術的に裏付けられた新規応用製品として対外的に高い競争力を保持することが可能となる。これにより、諸外国が簡単に真似できない高分子部材であることがアピールされ、社会や産業の変革だけでなく、現在の高い世界シェアを将来にわたって維持・増強することに貢献できる。

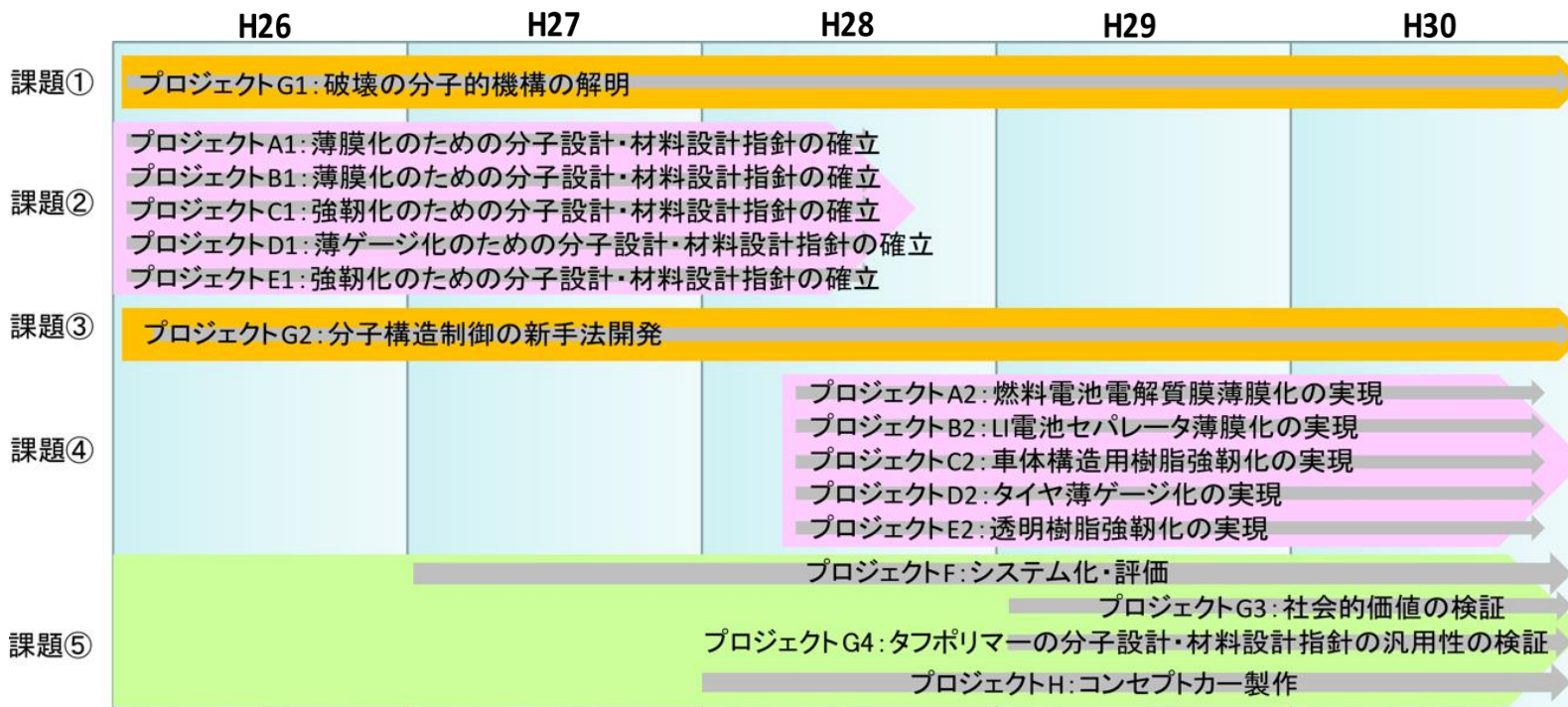
達成目標（プログラム終了時の具体的アウトプット）

- ①燃料電池電解質膜・Li電池用セパレータの超薄膜化、車体構造用樹脂・透明樹脂の強靱化及びタイヤの薄ゲージ化を実現する。
- ②電池や車体構造についてプロトタイプを作製し、自動車メーカーにおける実証実験でシステムとしての総合評価及び耐久性評価を行い、産業適用への適合性を評価する。
- ③破壊の分子的機構解明とタフポリマーを実現するための分子設計・材料設計の指針を確立する。
- ④簡便かつ迅速な強度評価標準試験法と様々な環境下での破壊予知・疲労寿命予測法を開発し、高分子部材の長期信頼性を確立する。
- ⑤開発されたタフポリマーの社会実装の場としてコンセプトカーというクルマのプロトタイプ製作を行なう。また、車以外の分野でも応用展開を図る。
- ⑥タフポリマー実現のための分子設計・材料設計指針の汎用性を検証する。また、高分子破壊標準データベースのプロトタイプを構築する。

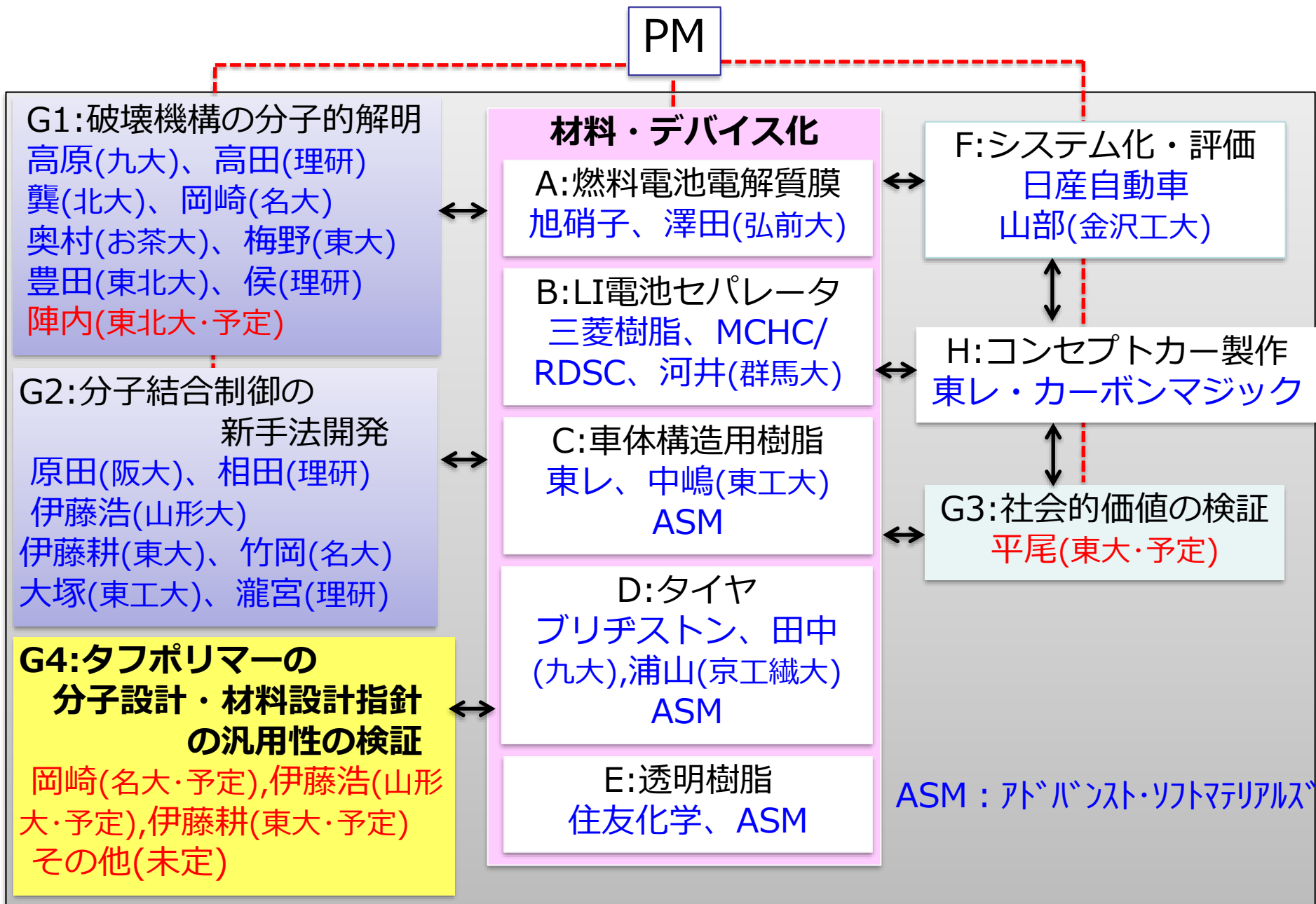
研究開発プログラム全体構成



克服すべき課題の実施時期



研究開発プログラム全体の体制図 (赤字が追加機関)



課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクトA1+A2: 燃料電池電解質膜薄膜化

- ・本プロジェクトでは、燃料電池電解質膜(ゲル膜)をタフ化するための分子設計・材料設計の指針を確立し、薄膜化を実現する。
- ・燃料電池用電解質膜としては、フッ素系、エンブラ系、炭化水素系などがあるが、化学的耐久性という点ではフッ素系ポリマーが圧倒的に優れていることから、フッ素系ポリマーの燃料電池用電解質膜について長年の実績があり、特に化学的耐久性という点で他社にない優れた独自技術を有している企業をプロジェクトリーダーとして選定する。選定にあたっては、化学的耐久性の解決という先端研究力・開発遂行力を特に重視して複数の企業を比較した上で、非公募指名とするのが妥当と判断した。
- ・研究開発課題「合成・プロセス」の「新規構造を有するフッ素系高分子電解質の合成」にあたっては、フッ素系高分子の合成と有機材料/無機材料との複合化技術について長年の実績があり、しかも他にはない優れた独自技術を有する機関を公募により選定する必要がある。



選定に至る考え方・理由

◆選定方法: 非公募指名、研究機関: 旭硝子株式会社

フッ素系電解質膜については、フッ素系モノマーを保有する競合他社でも精力的に研究開発を行なっているが、旭硝子は、電解質材料を含むフッ素系ポリマーの優れた合成技術(例えばクロロアルカリ製造用イオン交換膜用のパーフルオロのアイオノマー製造技術)、独自に開発した燃料電池環境での世界最高の化学劣化防止技術(独自のラディカルスカベンジャー技術)及び、燃料電池としての高度な評価技術を保有している国内企業としては唯一の会社である。化学的耐久性の解決という先端研究力・開発遂行力を特に重視した結果、旭硝子がプロジェクトリーダーとして最適と判断した。

◆選定方法: 公募、研究機関: 弘前大学(澤田英夫)

対象機関は、「フッ素の有機合成化学を扱う技術」及び「ポリマーと有機材料/無機材料との複合化技術」の両方に長年の間従事しており、国内外で他の追随を許さない独自技術を有する。本技術課題を扱う研究機関は国内外で数が少なく、公募申請の中から研究計画が最も本プロジェクトの趣旨に適合しているということで採択した。

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクトB1+B2: Li電池セパレータ薄膜化

- ・本プロジェクトでは、Li電池セパレータ(多孔体)をタフ化するための分子設計・材料設計の指針を確立し、薄膜化を実現する。
- ・Li電池セパレータの製造プロセスには、湿式法、乾式法(一体型、貼合せ型)などがある。生産性も含めた低コスト及び環境低負荷という点では一体型乾式法が圧倒的に優れているが、一方で機械強度が低下するというトレードオフの問題がある。タフネスの向上により一体型乾式法で薄膜化が実現すれば、Li電池の分野の他の製造プロセスに比べ最も大きなインパクトが期待できることから、一体型乾式法について長年の実績があり、製造プロセスについて他社にない優れた独自技術を有している企業をプロジェクトリーダーとして選定する。選定にあたっては、セパレータの開拓想像力・製造技術力を特に重視して複数の企業を比較した上で、非公募指名とするのが妥当と判断した。
- ・研究開発課題「分析・解析」の「Li電池セパレータの破壊過程の観察・分析と破壊エネルギーの計測」にあたっては、「Li電池セパレータの破壊時における局所的な構造解析技術」や「高分解能の3次元多孔構造解析技術」について長年の実績があり、しかも他にはない優れた独自技術を有する機関を公募により選定する必要がある。



選定に至る考え方・理由

◆ 選定方法: 非公募指名、研究機関: 三菱樹脂株式会社

Li電池セパレータについては、三菱樹脂をはじめ競合数社が精力的に研究開発を行なっているが、他社が従来技術の延長による製造プロセスを採用しているのに対し、三菱樹脂は乾式二軸延伸製法という独自のセパレータ製造技術を開発した唯一の会社という実績がある。これは、三菱樹脂がPETなどの二軸延伸製品を従来より手がけてきたことに由来しており、それに関連した特許では、他社を凌駕しており、特に生産性の高さで優位性がある。また、自動車用Li電池セパレータの分野では他社を上回る技術力を有する。乾式二軸延伸製法の開発によるセパレータの製造という開拓想像力・製造技術力を特に重視した結果、三菱樹脂がプロジェクトリーダーとして最適と判断した。

◆ 選定方法: 公募、研究機関: 群馬大学(河井貴彦)、MCHC/RSDC(竹内久雄)

対象機関は、「Li電池セパレータの破壊時における局所的な構造解析技術」あるいは「高分解能の3次元多孔構造解析技術」のそれぞれに長年の間従事してきており、国内外で他の追随を許さない独自技術を有する。公募申請の中から研究計画が最も本プロジェクトの趣旨に適合しているということで採択した。

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクトC1+C2: 車体構造用樹脂強靱化

- ・本プロジェクトでは、車体構造用樹脂(結晶性樹脂)をタフ化するための分子設計・材料設計の指針を確立し、薄膜化を実現する。
- ・熱可塑性の結晶化樹脂では、高剛性と高靱性の両立が一般にきわめて困難である。本課題について長年の研究開発実績があり、他社にない優れた独自技術を用いて解決の方向性が提示できている企業をプロジェクトリーダーとして選定する。選定にあたっては、結晶性樹脂の強靱化における先端研究力・開発遂行力・開拓想像力を特に重視して複数の企業を比較した上で、非公募指名とするのが妥当と判断した。
- ・研究開発課題「分析・解析」の「車体構造用樹脂の破壊エネルギーの計測」にあたっては、「局所的な粘弾性および応力緩和を含むナノ領域での力学測定技術」について長年の実績があり、しかも他にはない優れた独自技術を有する機関を公募により選定する必要がある。また、研究開発課題「理論・シミュレーション」の「車体構造用樹脂の破壊のシミュレーション」にあたっては、「複合材料の微視的構造から積層構造に至るマルチスケールの破壊シミュレーション技術」について長年の実績があり、しかも他にはない優れた独自技術を有する機関を公募により選定する必要がある。さらに、研究開発課題「合成・プロセス」の「新規ポリロタキサンの合成と量産化検討」にあたっては、「ポリロタキサンの合成と量産化」について長年の実績があり、しかも他にはない優れた独自技術を有する機関を公募により選定する必要がある。



選定に至る考え方・理由

◆ 選定方法: 非公募指名、研究機関: 東レ株式会社

高剛性の熱可塑性結晶性樹脂については、化学企業各社が精力的に研究開発を行なっているが、東レは「ナノアロイ®」という独自技術を開発してコンセプト特許を世界で取得した唯一の会社である。またそれを用いて「衝撃吸収プラスチック」の商業化にも成功し、さらに金属代替の自動車軽量化部品での実車搭載試験を実施した実績のある唯一の会社である。本技術に環動ポリマーなどの超分子技術を組み合わせることで、結晶性樹脂における高剛性と高靱性の両立という目標の達成が可能となる。ナノアロイの発明と商品化という先端研究力・開発遂行力・開拓想像力を特に重視した結果、東レがプロジェクトリーダーとして最適と判断した。

◆ 選定方法: 公募、研究機関: 東京工業大学(中嶋健)、東京大学(梅野宣崇)、アドバンス・ソフトマテリアルズ株式会社(林佑樹)

対象機関は、「局所的な粘弾性および応力緩和を含むナノ領域での力学測定技術」、「複合材料の微視的構造から積層構造に至るマルチスケールの破壊シミュレーション技術」あるいは「ポリロタキサンの合成と量産化」のそれぞれに長年の間従事しており、国内外で他の追随を許さない独自技術を有する。公募申請の中から研究計画が最も本プロジェクトの趣旨に適合しているということで採択した。

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクトD1+D2:タイヤ薄ゲージ化

- ・本プロジェクトでは、タイヤ(非晶性エラストマー)をタフ化するための分子設計・材料設計の指針を確立し、薄ゲージ化を実現する。
- ・タイヤの薄ゲージ化について長年の研究開発実績があり、またアカデミアとの協働共同力が高く、他社にない優れた独自技術と製造技術を用いて解決の方向性が提示できている企業をプロジェクトリーダーとして選定する。選定にあたっては、タイヤの薄ゲージ化における先端研究力・協働共同力・製造技術力・分析解析力を特に重視して複数の企業を比較した上で、非公募指名とするのが妥当と判断した。
- ・研究開発課題「分析・解析」の「タイヤの各構成部材の破壊過程の観察・分析」にあたっては、「エラストマー複合体の破壊挙動の測定技術」あるいは「エラストマーにおける亀裂進展モデルの構築」について長年の実績があり、しかも他にはない優れた独自技術を有する機関を公募により選定する必要がある。また、研究開発課題「合成・プロセス」の「新規ポリロタキサンの合成と量産化検討」にあたっては、「ポリロタキサンの合成と量産化」について長年の実績があり、しかも他にはない優れた独自技術を有する機関を公募により選定する必要がある。



選定に至る考え方・理由

◆選定方法:非公募指名、研究機関:株式会社ブリヂストン

タイヤの薄ゲージ化を含めた軽量化について集中した研究開発を行なっている企業は、ブリヂストンと海外タイヤメーカーの2社のみであり、国内ではブリヂストンのみである。ブリヂストンは、ランフラットタイヤ(パンクしても一定距離走行可能)の分野において国内で圧倒的シェアを占めるなど、破壊防止に関する優れた独自技術を有する国内唯一の会社である。タイヤの薄ゲージ化における先端研究力・協働共同力・製造技術力・分析解析力を特に重視した結果、ブリヂストンがプロジェクトリーダーとして最適と判断した。

◆選定方法:公募、研究機関:九州大学(田中敬二)、京都工芸繊維大学(浦山健治)、アドバンスト・ソフトマテリアルズ株式会社(林佑樹)

対象機関は、「エラストマー複合体の破壊挙動の測定技術」、「エラストマーにおける亀裂進展モデルの構築」あるいは「ポリロタキサンの合成と量産化」のそれぞれに長年の間従事しており、国内外で他の追随を許さない独自技術を有する。公募申請の中から研究計画が最も本プロジェクトの趣旨に適合しているということで採択した。

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクトE1+E2:透明樹脂強靱化

- ・本プロジェクトでは、透明樹脂(非晶性樹脂)をタフ化するための分子設計・材料設計の指針を確立し、薄膜化を実現する。
- ・代表的な透明樹脂には靱性に優れたポリカーボネート系と剛性に優れたアクリル系が存在するが、高剛性と高靱性を両立する透明樹脂は存在しない。剛性に優れたアクリル系透明樹脂の研究開発について長年の実績があり、他社にない優れた独自技術及び製造技術を有する企業をプロジェクトリーダーとして選定する。選定にあたっては、アクリル系透明樹脂における製造技術力・開発遂行力を特に重視して複数の企業を比較した上で、非公募指名とするのが妥当と判断した。
- ・研究開発課題「合成・プロセス」の「新規ポリロタキサンの合成と量産化検討」にあたっては、「ポリロタキサンの合成と量産化」について長年の実績があり、しかも他にはない優れた独自技術を有する機関を公募により選定する必要がある。



選定に至る考え方・理由

◆選定方法:非公募指名、研究機関:住友化学株式会社

アクリル系透明樹脂の研究開発は、住友化学をはじめ数社で盛んにおこなわれている。住友化学は、アクリル樹脂のナノコンポジット化の開発を進めており、従来にない高剛性の材料開発の目処がついているだけでなく、アクリル樹脂に関する独自のバルク重合法、熔融押出成形法など数多くの独自技術を有している。この技術に環動ポリマーなどの超分子技術を組み合わせることで、従来にない高靱性を実現するという目標の達成が可能となる。アクリル系透明樹脂における製造技術力・開発遂行力を特に重視した結果、住友化学がプロジェクトリーダーとして最適と判断した。

◆選定方法:公募、研究機関:アドバンス・ソフトマテリアルズ株式会社(林佑樹)

対象機関は、「ポリロタキサンの合成と量産化」に長年の間従事しており、国内外で他の追随を許さない独自技術を有する。公募申請の中から研究計画が最も本プロジェクトの趣旨に適合しているということで採択した。

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクトF:システム化・評価

- ・本プロジェクトでは、プロジェクトA～Eで開発された部材を自動車メーカーの観点からシステム化・評価し、産業適用可能性を評価する。
- ・燃料電池、Li電池、車体構造用樹脂、タイヤ、透明樹脂の自動車用研究開発について長年の実績があり、他社にない優れた独自技術を有する企業をプロジェクトリーダーとして選定する。選定にあたっては、自動車用部材の開発における先端研究力・製造技術力を特に重視して複数の企業を比較した上で、非公募指名とするのが妥当と判断した。
- ・研究開発課題「分析・解析」の「成形・破壊過程の観察・分析」にあたっては、「複合材料の成形過程のその場観察」について長年の実績があり、しかも他にはない優れた独自技術を有する機関を公募により選定する必要がある。選定にあたっては、複数の研究機関を比較した上で、非公募指名とするのが妥当と判断した。



選定に至る考え方・理由

◆ 選定方法:非公募指名、研究機関:日産自動車株式会社

特に電気自動車、燃料電池自動車に代表される電動車両に積極的に取り組んでいる自動車メーカーは国内外に多数あるが、日産自動車は、特に電気自動車に搭載されているLi電池については、材料レベルの要素技術から車両システムまで一貫した技術開発、商品化を行っている唯一の自動車メーカーである。その他の部材のシステム化・評価についても独自技術を有している。自動車用Li電池部材の開発における先端研究力・製造技術力を特に重視した結果、日産自動車がプロジェクトリーダーとして最適と判断した。

◆ 選定方法:非公募指名、研究機関:金沢工業大学(山部昌)

対象機関は、「複合材料の成形過程のその場観察」に長年の間従事してきており、国内外で他の追随を許さない独自技術を有する。また、ICC革新複合材料研究センター内の装置についても精通しており、本プロジェクトへの多大の貢献が期待できる。

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方 (追加は赤字記載)

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクトG1: 横断的共通課題

・「破壊機構の分子的解明」のために、放射光を利用したナノ構造解析や局所的な物性測定、高分子の破壊に関する理論研究と大規模シミュレーションについて長年の実績があり、しかも他にはない優れた独自技術を有する機関を選定する必要がある。選定にあたってコア機関については破壊の構造解析または理論における先端研究力を特に重視して非公募指名で選定し、補完または競合させる機関を公募とするのが適当である。



選定に至る考え方・理由

◆ **選定方法: 非公募指名、研究機関: 九州大学(高原淳)、理研(高田昌樹)、北海道大学(ゲン剣萍)、名古屋大学(岡崎進)、お茶の水女子大学(奥村剛)、豊田光紀(東北大学)、陣内浩司(東北大学・予定)**

九州大学と理研はSpring-8を用いた高分子の局所構造解析・物性測定の研究で長年の実績があり、ナノ構造可視化の分野で最先端技術を有する国内唯一の機関である。北海道大学は、高強度ゲルの開発に成功し、犠牲結合の観点から破壊の研究を進めている世界で唯一の機関である。名古屋大学は京コンピュータを用いた分子動力学法の並列計算で、分子での大規模シミュレーションを可能にしている。お茶の水女子大は、高分子の破壊の理論研究では長年の実績があり、独自の先端技術を有している。東北大学(豊田)は、EUV顕微鏡を開発している世界唯一の機関である。東北大学(豊田)は、極端紫外光を用いた高分子構造解析という他にはない技術を有する。東北大学(陣内)は、高分子の電子顕微鏡観察の世界的な権威であり、3次元透過型電子顕微鏡観察などで他にない独自の技術を有している。の機関については、破壊の構造解析または理論における先端研究力を特に重視した結果、プロジェクトG1の指名機関として最適と判断した。

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方 (追加は赤字記載)

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクトG2: 横断的共通課題

・「分子構造制御の新手法開発」のために、特異な分子構造や超分子を用いた材料開発または高分子のプロセス加工技術について長年の実績があり、しかも他にはない優れた独自技術を有する機関を選定する必要がある。選定にあたってコア機関については超分子材料の合成技術または高分子のプロセス技術に関する先端研究力を特に重視して非公募指名で選定し、補完または競合させる機関を公募とするのが適当である。



選定に至る考え方・理由

◆ **選定方法: 非公募指名、研究機関: 大阪大学(原田明)、理研(相田卓三)、山形大学(伊藤浩志)、東京大学(伊藤耕三)、理研(侯召民)**

大阪大学と東京大学はそれぞれ、環動ポリマーの原料であるポリロタキサンと環動ポリマーを発明した機関であり、独自のポリロタキサン合成技術、環動ポリマー合成・物性制御技術を有する唯一の機関である。ちなみに超分子材料の先端技術である環動ポリマーは、本プログラムにおける共通基盤的なキーテクノロジーとなっている。理研(相田)は、超分子構造を利用して弾力性のある超高吸水性ゲル(アクアマテリアル)を発明した唯一の機関であり、自己修復性を示す超分子材料の合成技術に関する独自の先端技術を多数保有している。山形大学は、高分子のプロセス工学について長年の実績があり、独自に開発したプロセス装置やプロセス技術を有する国内唯一の機関である。理研(侯)は、高分子の合成触媒について独自の技術を有している。以上の機関については、超分子材料またはプロセス技術に関する先端研究力を特に重視した結果、プロジェクトG2の指名機関として最適と判断した。

◆ **公募、研究機関: 東京工業大学(大塚英幸)、名古屋大学(竹岡敬和)、理研(瀧宮和夫)**

対象機関は、「架橋高分子の自己修復技術」、「タフなゲル材料」、「材料の力学的刺激の可視化」に長年の間従事してきており、国内外で他の追隨を許さない独自技術を有する。公募申請の中から研究計画が最も本プロジェクトの趣旨に適合しているということで採択した。

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方 (追加記載は赤枠)

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクトG3: 横断的共通課題

・「社会的価値の検証」については、材料のライフサイクルアセスメントなどの評価手法について他にはない優れた独自技術を有する機関を選定する必要がある。選定にあたっては、複数の研究機関を比較した上で、非公募指名とするのが適当である。



選定に至る考え方・理由

◆ 非公募指名、研究機関: 東京大学(平尾雅彦・予定)

対象機関は、化学産業の製品や生産プロセス、リサイクルシステムを対象とした独自のライフサイクルアセスメント手法の開発を行い、その環境影響評価及び環境配慮設計の研究に長年携わってきた。日本化学工業協会が推進する化学製品のGHG排出削減貢献量の算定ガイドラインの策定への貢献や、自動車メーカーによる環境配慮車両のライフサイクルアセスメントのレビューなども担当して実績がある。したがって、本プロジェクトの担当機関として最適と考えられる。

プロジェクトG4: 横断的共通課題

・「タフポリマーの分子設計・材料設計指針の汎用性の検証」については、本プログラムで開発されたタフポリマーを実現するための分子設計・材料設計の指針の有効性を検証するための優れた独自技術を有する機関と、高分子の破壊の実験、理論、シミュレーションに関して長年の実績があり優れた独自技術を有する機関を選定する。選定にあたっては、複数の研究機関を比較した上で、非公募指名とするのが適当である。



◆ 非公募指名、研究機関: 名古屋大学(岡崎進・予定)、山形大学(伊藤浩志・予定)、東京大学(伊藤耕三・予定)、その他機関(未定)

名古屋大学は京コンピュータを用いた分子動力学法の並列計算で、世界最高のパフォーマンスを引き出すことに成功し、分子での大規模シミュレーションを可能にしている。また、シミュレーション結果を利用したマテリアルインフォマティクスについても、独自技術を有している。山形大学は、高分子のプロセス工学について長年の実績があり、独自に開発したプロセス装置やプロセス技術を用いて、高分子の破壊に関する膨大なデータを保有する国内唯一の大学である。東京大学は、環動高分子の亀裂進展のリアルタイム解析や分子的機構の解明などで長年の研究の実績があり、高分子の破壊測定と解析手法に関する独自技術を有している。

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方 (追加は赤字記載)

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクトH:コンセプトカー製作

・新材料を各種用途に展開しながらコンセプトカーを製作するには、材料特性の把握や新材料を使いこなす工法の開発等に加えて、車の基本設計・詳細設計、デザイン、車両としての評価、制御・動力系を含めた電装系設計と製造など、幅広い技術が要求される。これらの技術すべてを保有する日本企業を調査し、候補として検討した結果、新しい材料の特徴を活かした車両設計を行なうことができる機関を非公募指名で選定するのが適当と判断した。

・新しい材料の特徴が生かせる部位、部品を多く見出し、量産工法の開発に資するプロセス検討を踏まえながら、コンセプトカー用の部品を作製できる機関を非公募指名で選定する必要がある。



選定に至る考え方・理由

◆ 非公募指名、研究開発機関: 東レ・カーボンマジック株式会社

東レ・カーボンマジックは、レース車両等の設計・制作の経験を通じて、カーボンファイバーを中心とする樹脂複合材を使った各種製品(自動車以外も多数経験あり)の設計及び製造では日本でトップの実績を有する。したがって、本プログラムで開発された新材料を適所に用いたコンセプトカーの設計・製作や、新材料の各種用途への展開をすすめる上で最も適した機関である。

◆ 非公募指名、研究開発機関: 東レ、住友化学、ブリヂストン、三菱樹脂、旭硝子

東レ、住友化学、ブリヂストン、三菱樹脂、旭硝子は、本プログラムの参画機関として、それぞれの分野でタフポリマーの開発を行っている。材料開発と工法開発は同時に相互的に進める必要があり、新しい材料による部品の開発は、それぞれの材料を開発する機関で行なうのが好適である。

研究開発プログラム予算の想定-1/2 (変更は赤字記載)

H26	H27	H28	H29	H30
研究費総額: 4850百万円				
324百万円	1346百万円	995百万円	1274万円	911百万円

プロジェクトA1+A2: 燃料電池電解質膜薄膜化 (**453**百万円)

薄膜化電解質膜の開発 (旭硝子)
分析・解析 (九大、理研、北大)
理論・シミュレーション (名大)
合成・プロセス (理研、山形大、弘前大)

プロジェクトB1+B2: Li電池セパレータ薄膜化 (**450**百万円)

薄膜セパレータの開発 (三菱樹脂)
構造解析・物性評価 (九大、理研、東大、群馬大)
理論・シミュレーション (名大、お茶大、MCHC/RDSC)
合成・プロセス (山形大)

プロジェクトC1+C2: 車体構造用樹脂強靱化 (**505**百万円)

強靱化車体構造用樹脂の開発 (東レ)
分析・解析 (九大、理研、東工大)
理論・シミュレーション (名大、お茶大、東大)
合成・プロセス (阪大、山形大、東大、アドバンスト・ソフトマテリアルズ)

研究開発プログラム予算の想定-2/2 (変更は赤字記載)

H26	H27	H28	H29	H30
プロジェクトD1+D2: タイヤ薄ゲージ化(446百万円)				
薄ゲージ化タイヤの開発		(ブリヂストン)		
分析・解析		(九大、理研、北大、京都工繊大)		
理論・シミュレーション		(名大、お茶大)		
合成・プロセス		(東大、アドバンスト・ソフトマテリアルズ)		
プロジェクトE1+E2: 透明樹脂強靱化(456百万円)				
強靱化透明樹脂の開発		(住友化学)		
分析・解析		(九大、理研、北大)		
理論・シミュレーション		(名大)		
合成・プロセス		(阪大、山形大、東大、アドバンスト・ソフトマテリアルズ)		
プロジェクトF: システム化・評価(350百万円)				
自動車用システムとしての性能評価(日産自動車)				
分析・解析		(金沢工大)		
プロジェクトG1+G2+G3+G4: 横断的共通課題(1040百万円)				
破壊機構の分子的解明(九大、理研、北大、名大、お茶大、東北大)				
分子構造制御の手法開発(阪大、理研、山形大、東大、名大、東工大)				
社会的価値の検証(東大・予定)				
タフポリマーの分子設計・材料設計指針の汎用性の検証(名大、山形大、東大・以上予定、その他機関未定)				
プロジェクトH: コンセプトカー製作(1150百万円)				
コンセプトカーの設計及び製作(東レ・カーボンマジック)				
部品の作製(旭硝子、三菱樹脂、東レ、ブリヂストン、住友化学)				

増額に係る研究開発項目と取り組む内容

①コンセプトカー製作（プロジェクトHの増額、8.5億円）

昨年度の推進会議で承認されたコンセプトカーの製作を本格的に推進する。本プログラムで開発されたタフポリマーの社会実装の場としてクルマのプロトタイプ製作を行う。また、車以外の分野でも、オリンピック・パラリンピックで用いられる競技用ブレードやスポーツ用具、ロボット・ドローン等の分野での応用展開を図ることで、材料メーカーにおける開発が加速し、タフポリマーの実用性を早期に国民に提示できる。

②タフポリマーの分子設計・材料設計指針の汎用性の検証（プロジェクトG4、2億円）

企業とアカデミアが一体となったプロジェクト運営により、当初の計画以上に進捗。ImPACT開始前には実現が困難と考えられた数値目標についても、技術的ブレークスルーが次々と発見され、最終目標の達成の見通しが得られている。また、一部の目標についてはすでに達成された結果、さらに高い数値目標の設定や、コストダウンや量産化検討も含めた実用化への展開が進んでいるプロジェクトも出始めてきた。

以上のような各企業プロジェクトの成果に加え、横断的共通課題の成果として、実験・計算・理論の緊密な連携により、「破壊」に関する独自データが集積するとともに、タフポリマー実現に向け、分子設計・材料設計の比類のないプロトコル(指針・方法論・手法)が確立しつつある。ただし現状では、その対象は本プログラムで扱っている一部の樹脂あるいはエラストマーに限られている。

材料の破壊については、金属やセラミック分野に比べて、高分子では古典的な検討で停滞していたが、本プログラムの成果の結果、破壊に関する有用な独自検討手法がプロトコルとして体系化しつつある。そこで、他の樹脂にもプロトコルを適用し、その有用性の汎用性を検証することは、本プログラムの成果の波及の加速という点できわめて重要な意義がある。

具体的には、新規テーマ・参画機関を追加して研究開発分野を拡張することで、プロトコルの検証を他のテーマにも広げる。その結果、様々な高分子材料の破壊に関する体系化された系統的な独自データが集積することになるので、最終的に高分子破壊標準データベースのプロトタイプが構築できる。これにより、本プログラムで開発されるタフポリマーの市場規模の拡大が飛躍的に進むとともに、検査・分析の効率化、疲労・劣化予測等、高分子材料の信頼性確立に貢献することで、Society5.0の推進にも寄与できる。