



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。

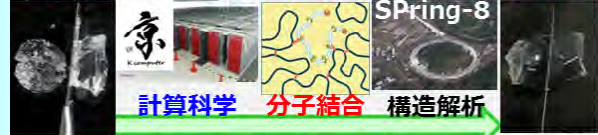
＜研究開発プログラムの概要＞

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



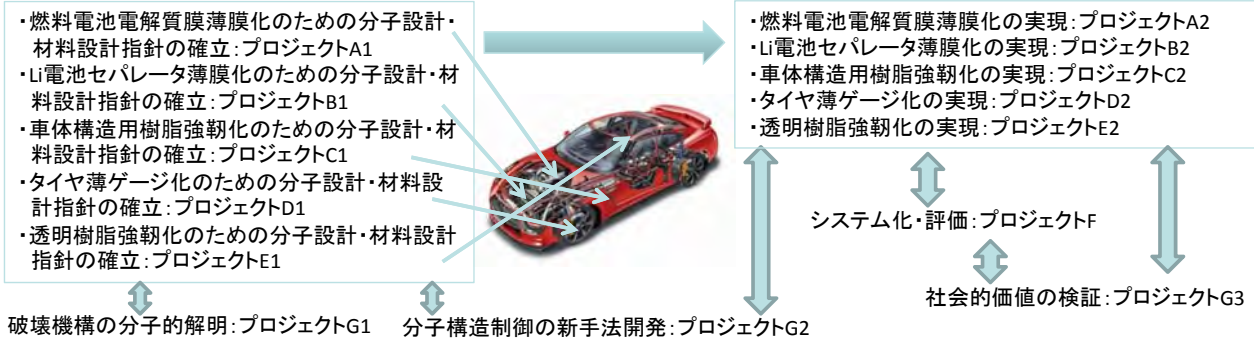
薄膜化・強靱化の限界を突破 ← 低コストでしなやかなタフネス → 短期間での実業化が実現

＜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「タフポリマー」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。



研究開発プログラム全体構成



各克服すべき課題の実施時期

	H26	H27	H28	H29	H30
課題①	プロジェクトG1:破壊の分子的機構の解明				
課題②	プロジェクトA1:薄膜化のための分子設計・材料設計指針の確立				
	プロジェクトB1:薄膜化のための分子設計・材料設計指針の確立				
	プロジェクトC1:強靱化のための分子設計・材料設計指針の確立				
	プロジェクトD1:薄ゲージ化のための分子設計・材料設計指針の確立				
	プロジェクトE1:強靱化のための分子設計・材料設計指針の確立				
課題③	プロジェクトG2:分子構造制御の新技术開発				
課題④	プロジェクトA2:燃料電池電解質膜薄膜化の実現				
	プロジェクトB2:Li電池セパレータ薄膜化の実現				
	プロジェクトC2:車体構造用樹脂強靱化の実現				
	プロジェクトD2:タイヤ薄ゲージ化の実現				
	プロジェクトE2:透明樹脂強靱化の実現				
課題⑤	プロジェクトF:システム化・評価				
	プロジェクトG3:社会的価値の検証				

公募による参画研究開発機関の追加

PJ	タフポリマー材料開発					材料評価	共通課題解決
	燃料電池 電解質膜 薄膜化	Li電池 セパレータ 薄膜化	車体 構造用樹脂 強化	タイヤ 薄ゲージ化	透明樹脂 強化	システム化・ 評価	横断的 共通課題
PL	旭硝子 立松 伸	三菱樹脂 高木 潤	東レ 小林 定之	ブリヂストン 角田 克彦	住友化学 北山 威夫	日産自動車 原田 宏昭	東京大学 伊藤 耕三
破壊機構 の 分子的解明	高原 淳 (九州大学)	○	○	○	○	材料開発企業 との連携を 個別に推進	○
	高田 昌樹 (理化学研究所)	○		○	○		○
	グン 剣萍 (北海道大学)	○			○		○
	岡崎 進 (名古屋大学)	○	○	○	○		○
分子結合制御 の 新手法開発	奥村 剛 (お茶の水女子大学)		○	○	○		○
	原田 明 (大阪大学)		○	○			○
	相田 卓三 (理化学研究所)	○					○
	伊藤 浩志 (山形大学)	○	○	○	○		○
伊藤 耕三 (東京大学)			○	○	○	○	
公募への応募状況 (上:アカデミア,下:企業)	16 2	2 0	2 1	6 1	1 1	公募なし	11 0
(重複応募あり)							
 面接審査: 12 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 採択の 追加機関 11 </div>		<div style="border: 1px solid pink; padding: 2px;"> 沢田 英夫 (弘前大学) </div>	<div style="border: 1px solid pink; padding: 2px;"> 竹内 久雄 (MCHG/RDSC) 河井 貴彦 (群馬大学) </div>	<div style="border: 1px solid pink; padding: 2px;"> 中嶋 健 (東北大学) 梅野 宣崇 (東京大学) </div>	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> 浦山 健治 (京都工芸繊維大学) 田中 敬二 (九州大学) </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; text-align: center;"> 林 祐樹 (アドバンス・ソフトマテリアルズ) </div>	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> 竹岡 敬和 (名古屋大学) </div> <div style="border: 1px solid pink; padding: 2px;"> 瀧宮 和男 (理化学研究所) 大塚 英幸 (東京工業大学) </div>	

- 指名機関の保有していない技術を有する研究開発機関を追加。
- 研究開発機関間の協調・競争を促し、より迅速な目標達成を実現する。

3

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方 (追加機関のみ)

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等	選定に至る考え方・理由
<p>プロジェクトA1: 燃料電池電解質薄膜化のための分子設計・材料設計指針の確立</p> <ul style="list-style-type: none"> プロジェクト目標: 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する。 技術課題: 化学的な耐久性を損なうことなく、従来の電解質膜と同等レベル以上の導電性能を有する「タフポリマーと有機材料/無機材料との複合膜」を創製するための分子設計・材料設計の指針を確立する。 必要な技術: フッ素系ポリマー/無機材料の複合膜において、ポリマーと無機材料の相互作用を制御できる技術、及びフッ素系イオン交換膜への適用を前提として、フッ素系ポリマーの有機合成技術。 	<p>◆ 選定方法: 公募、研究機関: 弘前大学(澤田英夫)</p> <ul style="list-style-type: none"> 保有技術: フッ素系高分子材料との複合化に関する研究実績、Nafion/PPFS/SiO₂ナノコンポジット類及びその誘導体の試作技術、複合膜の提供技術などを保有。 選定根拠: フッ素系ポリマーとシリカ粒子の複合化について高度な独自技術を有しており、公募した技術課題に沿った研究内容及び研究計画を提案してきた。書類審査および面接審査の結果、ペルフルオロモノマーを用いた新規コンポジット開発等、新しいコンポジットの創製を通じて本技術要件を満たす研究開発機関として最適と判断した。
<p>プロジェクトB1: Li電池セパレータ薄膜化のための分子設計・材料設計指針の確立</p> <ul style="list-style-type: none"> 本プロジェクト目標: 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する。 技術課題: Li電池セパレータの引張破壊試験時の多孔構造の変化と、セパレータを形成する高分子鎖の配向状態を主とする高次構造変化の解析手法を確立し、定量化する。 必要な技術: X線散乱法や電子顕微鏡など、高分子鎖の配向状態や結晶形態の解析技術。 	<p>◆ 選定方法: 公募、研究機関: 群馬大学(河井貴彦)</p> <ul style="list-style-type: none"> 保有技術: 放射光X線散乱法を用いて精密解析を行うことで、高分子破壊のメカニズムを解析し、小角散乱からナノスケールの多孔構造、広角回折から高分子鎖の結晶配向状態を定量化できる技術を保有。 選定根拠: 放射光X線散乱法を用いた多孔構造の変化(ナノオーダーサイズの空孔の変化等)の解析および高分子鎖の配向状態や結晶形態の変化の解析に関する高度な独自技術を有しており、公募した技術課題に沿った研究内容及び研究計画を提案してきた。書類審査および面接審査の結果、Li電池セパレータの引張破壊試験時の多孔構造の変化と、セパレータを形成する高分子鎖の配向状態を主とする高次構造変化の解析を通じて本技術要件を満たす研究開発機関として最適と判断した。

4

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方（追加機関のみ）

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等	選定に至る考え方・理由
<p>プロジェクトB1:Li電池セパレータ薄膜化のための分子設計・材料設計指針の確立</p> <ul style="list-style-type: none"> 本プロジェクト目標:同上 技術課題:Li電池セパレータの多孔構造の3次元構造解析結果を元に、有限要素法を主とした破壊時のシミュレーションを行い、同条件下での実験データとシミュレーションの比較から薄膜化時の破壊挙動を予測する。 必要な技術:高分解能の3次元多孔構造解析技術、3次元モデル構築や有限要素法等を用いたシミュレーション技術。 	<p>◆選定方法:公募、研究機関:MCHC/RDSC(竹内久雄)</p> <ul style="list-style-type: none"> 保有技術:Li電池4部材を対象とする3次元構造解析技術、力学応答モデリング技術などについて独自技術を保有するとともに、長年にわたって企業の開発現場で利用してきた実績がある。 選定根拠:電池に関する3次元構造解析技術、力学応答モデリング技術などについて実用的かつ高度な独自技術を有しており、公募した技術課題に沿った研究内容及び研究計画を提案してきた。書類審査および面接審査の結果、Li電池セパレータの多孔構造の3次元構造解析及びシミュレーションによる破壊挙動の予測を通じて本技術要件を満たす研究開発機関として最適と判断した。
<p>プロジェクトC1:車体構造用樹脂強靱化のための分子設計・材料設計指針の確立</p> <ul style="list-style-type: none"> 本プロジェクト目標: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する。 技術課題:シミュレーションにより、複合材料のマクロな破壊現象の機構を解明する。 必要な技術: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。 	<p>◆選定方法:公募、研究機関:東京大学(梅野宣崇)</p> <ul style="list-style-type: none"> 保有技術:複合材料を対象とした有限要素法及び分子動力学法によるシミュレーション技術を保有するとともに、企業との共同研究も含めた長年の研究開発実績を有する。 選定根拠:複合材料に関する有限要素法及び分子動力学法技術などについて実用的かつ高度な独自技術を有しており、公募した技術課題に沿った研究内容及び研究計画を提案してきた。書類審査および面接審査の結果、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を通じて本技術要件を満たす研究開発機関として最適と判断した。
<p>プロジェクトC1:車体構造用樹脂強靱化のための分子設計・材料設計指針の確立</p> <ul style="list-style-type: none"> 本プロジェクト目標:同上 技術課題:ナノ相分離構造を有する樹脂材料について、ナノ領域での局所的な力学特性の差異を明確にする。 必要な技術: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。 	<p>◆選定方法:公募、研究機関:東北大学(中嶋健)</p> <ul style="list-style-type: none"> 保有技術:原子間力顕微鏡を用いた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を保有するとともに、数多くの企業との共同研究の実績がある。 選定根拠:原子間力顕微鏡を用いた局所的な力学測定について実用的かつ高度な独自技術を有しており、公募した技術課題に沿った研究内容及び研究計画を提案してきた。書類審査および面接審査の結果、ナノ領域での部位ごとの力学特性の測定を通じて本技術要件を満たす研究開発機関として最適と判断した。

5

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方（追加機関のみ）

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等	選定に至る考え方・理由
<p>プロジェクトD1:タイヤ薄ゲージ化のための分子設計・材料設計指針の確立</p> <ul style="list-style-type: none"> 本プロジェクト目標: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する。 技術課題:エラストマーの非線形粘弾性の解析からタフネスをもたらす高次構造を特定するとともに、亀裂進展を表現するモデルを構築し、破壊機構を解明する。 必要な技術:エラストマーの非線形粘弾性測定技術、亀裂進展モデルの構築技術。 	<p>◆選定方法:公募、研究機関:京都工繊大学(浦山健治)</p> <ul style="list-style-type: none"> 保有技術:エラストマーの非線形粘弾性の精密測定・解析技術を保有し、企業との共同研究も含めた長年の研究開発実績を有する。 選定根拠:多様な変形モードを用いた非線形粘弾性測定についての高度な独自技術を有しており、公募した技術課題に沿った研究内容及び研究計画を提案してきた。書類審査および面接審査の結果、亀裂進展速度の転移現象の機構解析への取り組みを通じて本技術要件を満たす研究開発機関として最適と判断した。
<p>プロジェクトD1:タイヤ薄ゲージ化のための分子設計・材料設計指針の確立</p> <ul style="list-style-type: none"> 本プロジェクト目標:同上 技術課題:PLまたは他の研究開発機関が提供するモデルサンプルを用いて、ゴム複合体に存在するポリマー/ポリマー、ポリマー/フィラー界面の運動性に関わる詳細な測定を行い、破壊機構を解明する。 必要な技術:エラストマー複合体界面の運動性についての高度な測定技術。 	<p>◆選定方法:公募、研究機関:九州大学(田中敬二)</p> <ul style="list-style-type: none"> 保有技術:エラストマー複合体の界面について、多様な測定・解析技術を保有し、企業との共同研究も含めた長年の研究開発実績を有する。 選定根拠:エラストマー複合体界面の運動性を高精度に測定可能な独自技術を有しており、公募した技術課題に沿った研究内容及び研究計画を提案してきた。書類審査および面接審査の結果、ゴム-フィラー界面、樹脂-フィラー界面の運動性解析を通じて本技術要件を満たす研究開発機関として最適と判断した。

6

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方（追加機関のみ）

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,D1,E1: 車体構造用樹脂強靱化、タイヤ薄ゲージ化、透明樹脂強靱化のための分子設計・材料設計指針の確立

- ・本プロジェクト目標: プロジェクトE1の目標は、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することである(プロジェクトC1,D1の目標は先述の通り)。
- ・技術課題: 車体構造用樹脂及び透明樹脂の耐衝撃強度を向上させるため、マトリックス樹脂と相溶性の高い特殊な環動ポリマーを合成するとともに、コスト低減化可能な環動ポリマーの量産化プロセスを確立する。
- ・必要な技術: 車体構造材に適した超分子の量産化技術、超分子を用いた「タフポリマー」モデル材料の量産化技術、及び透明樹脂用の超分子設計技術及び量産化技術。

選定に至る考え方・理由

◆ 選定方法: 公募、研究機関: アドバンスド・ソフトマテリアル(株)

- ・保有技術: 基本特許の専用実施権を東大より付与され、それに基ついた環動ポリマーの最適化や量産化技術を有し、実用化に成功している唯一の研究開発機関である。企業との共同研究実績も多数ある。
- ・選定根拠: 環動ポリマーの分子設計、配合処方ノウハウ、量産プロセス開発に関して、高度な独自技術を有しており、公募した技術課題に沿った研究内容及び研究計画を提案してきた。書類審査および面接審査の結果、各種材料に適した環動ポリマーの分子設計、量産化、また量産コスト低減検討を通じて本技術要件を満たす研究開発機関として最適と判断した。対象機関は、PMが昨年9月まで取締役を務めるとともにPMと共同研究を行った経験がある。したがって、PMは今回の公募審査にあたり、書類審査及び面接審査において審査には参加していない。それにもかかわらず、対象機関は書類審査及び面接審査の両方についてきわめて高い評価結果となっている。また対象機関は、環動ポリマーについての最適化技術や量産技術の豊富なノウハウを保有している国内外で唯一の機関である。ちなみに環動ポリマーは、樹脂材料の衝撃強度を著しく向上することが論文などで報告されていることから、本プログラムの目標達成に不可欠なキーテクノロジーとなっている。

7

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方（追加機関のみ）

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(分子構造制御の新たな手法開発)

- ・本プロジェクト目標: ポリマーのタフネス化を実現するために、共通基盤的な合成技術を開発するとともに、自己修復など新しいタフネス化の手法を開発し、タフポリマーの分子設計・材料設計の指針を確立する。また、高分子材料の破壊予知・疲労寿命予測法を開発するために、物理的または化学的な疲労・破壊評価法についての新規提案を行い、その有効性を実際の材料で検証する。
- ・必要な技術: 特異な分子構造や超分子を用いた材料開発技術、高分子のプロセス加工技術。

選定に至る考え方・理由

◆ 選定方法: 公募、研究機関: 名古屋大学(竹岡敬和)

- ・保有技術: ゲルのタフネス化、自己修復に関する合成技術、プロセス開発技術を保有するとともに、企業との共同研究も含めた長年の研究開発実績を有する。
- ・選定根拠: 刺激応答性の高分子ゲル材料について実用的かつ高度な独自技術を有しており、公募した技術課題に沿った研究内容及び研究計画を提案してきた。書類審査および面接審査の結果、ポリロタキサンなどの超分子を利用したタフネス化戦略を通じて本技術要件を満たす研究開発機関として最適と判断した。

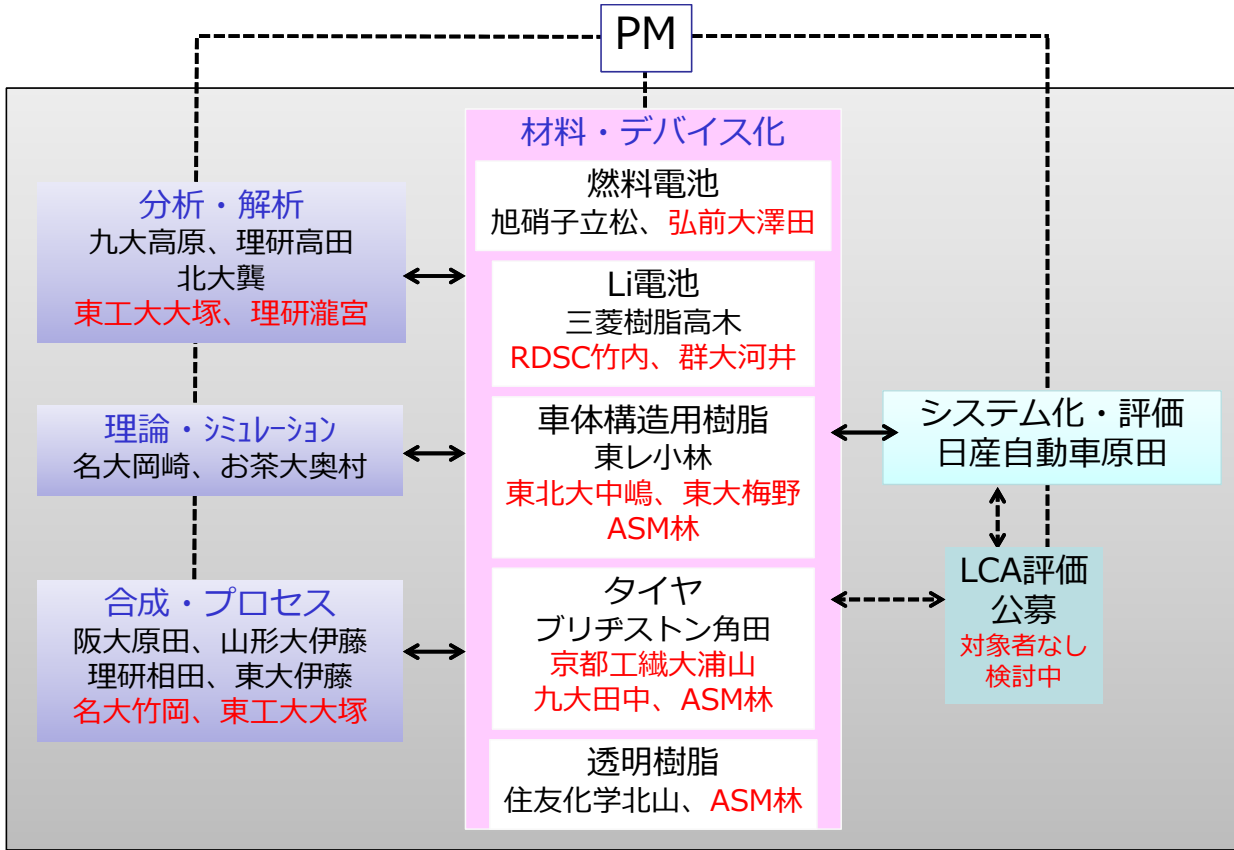
◆ 選定方法: 公募、研究機関: 東工大(大塚英幸)

- ・保有技術: 自己修復性高分子材料の合成技術や可視化による化学的な疲労・破壊を評価する技術を保有するとともに、企業との共同研究も含めた長年の研究開発実績を有する。
- ・選定根拠: 自己修復ユニットとして機能する架橋高分子について実用的かつ高度な独自技術を有しており、公募した技術課題に沿った研究内容及び研究計画を提案してきた。書類審査および面接審査の結果、動的共有結合、ナノファイバー技術などプロジェクトの共通技術への貢献を通じて本技術要件を満たす研究開発機関として最適と判断した。

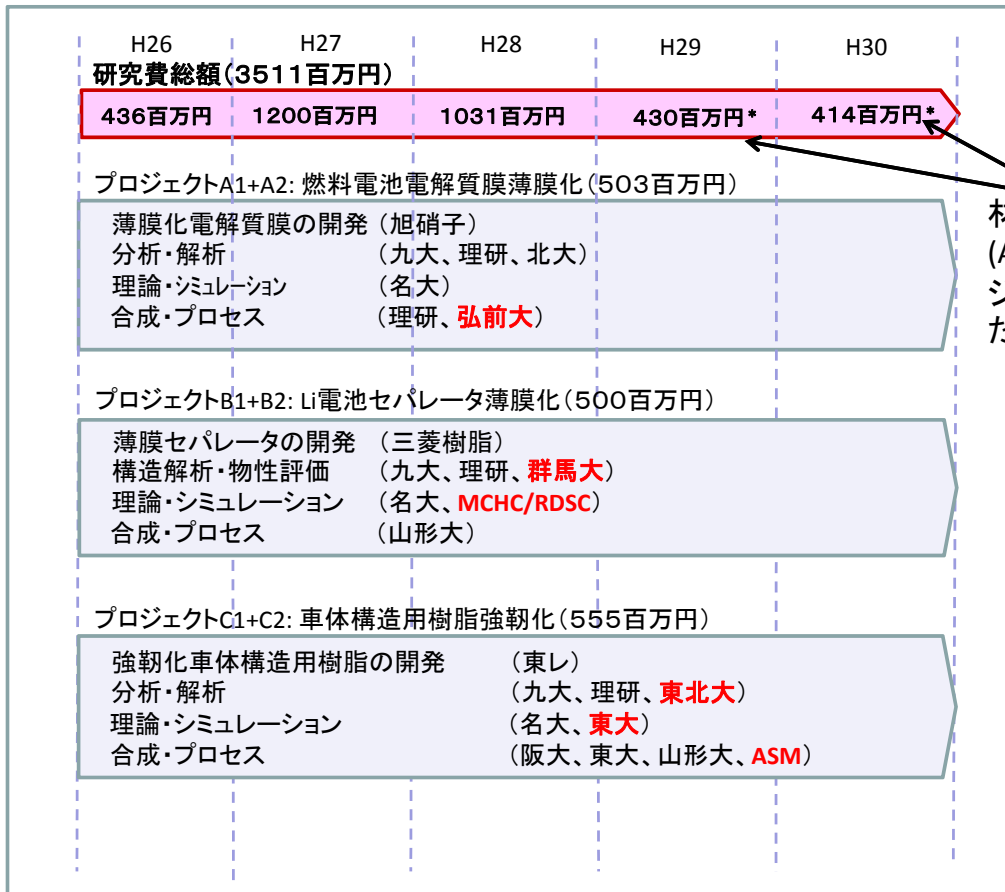
◆ 選定方法: 公募、研究機関: 理化学研究所(瀧宮和男)

- ・保有技術: 有機半導体材料の開発をベースに力学的刺激の可視化を可能とする材料開発技術を保有するとともに、企業との共同研究も含めた長年の研究開発実績を有する
- ・選定根拠: π 電子系の有機分子合成技術をポリマーの疲労・破壊に展開する独自技術を有しており、公募した技術課題に沿った研究内容及び研究計画を提案してきた。書類審査および面接審査の結果、挑戦的な取り組みではあるが大きな貢献の期待できる研究開発機関として選定した。

8



研究開発プログラム予算の想定



材料5プロジェクト(A,B,C,D,E)を3プロジェクトに絞り込んだときの平均値

研究開発プログラム予算の想定

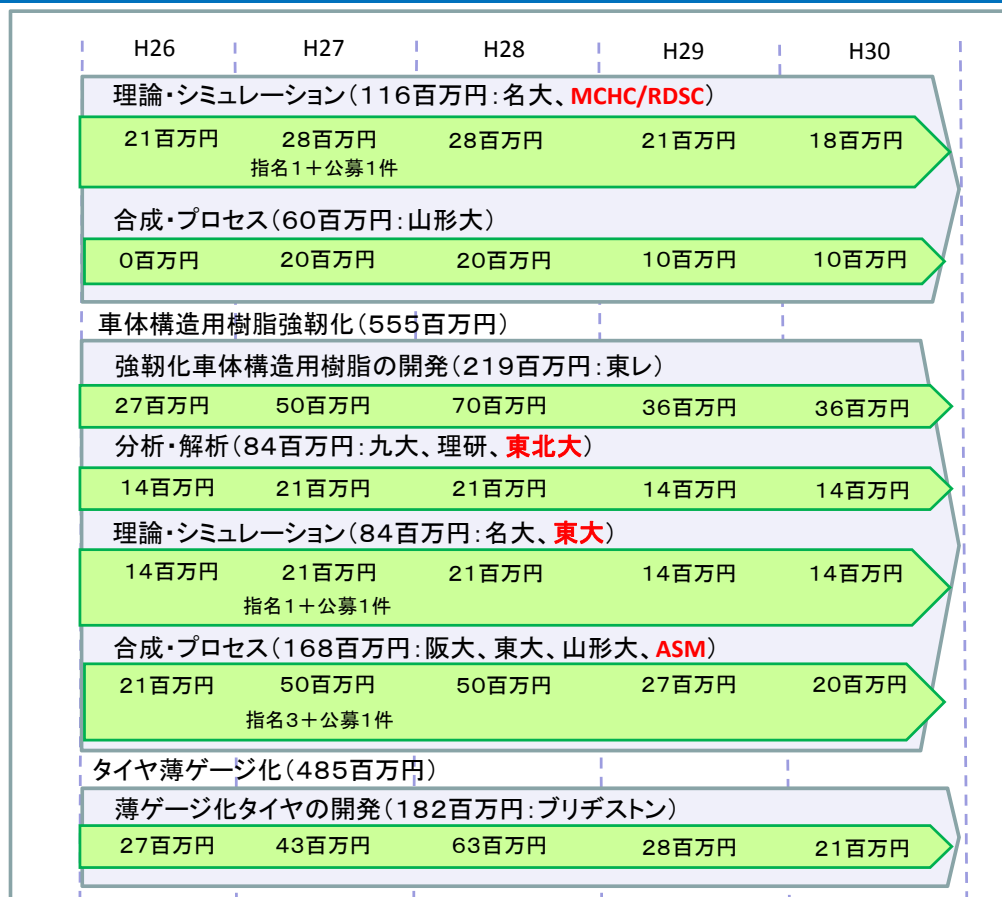
H26	H27	H28	H29	H30
プロジェクトD1+D2: タイヤ薄ゲージ化(485百万円)				
薄ゲージ化タイヤの開発		(ブリヂストン)		
分析・解析		(九大、理研、北大、 京都工繊大、九大)		
理論・シミュレーション		(名大、お茶大)		
合成・プロセス		(東大、 ASM)		
プロジェクトE1+E2: 透明樹脂強靱化(506百万円)				
強靱化透明樹脂の開発		(住友化学)		
分析・解析		(九大、理研)		
理論・シミュレーション		(名大)		
合成・プロセス		(阪大、山形大、東大、 ASM)		
プロジェクトF: システム化・評価(418百万円)				
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		(九大、理研、北大)		
理論・シミュレーション		(名大、お茶大)		
プロジェクトG1+G2+G3: 横断的共通課題(840百万円)				
破壊機構の分子的解明(九大、理研、北大、名大、お茶大、 理研)				
分子構造制御の新技术開発(阪大、理研、山形大、東大、 名大、東工大)				
社会的価値の検証 (公募1件程度)				

研究開発プログラム予算(予定)

H26	H27	H28	H29	H30
研究費総額(3511百万円)				
436百万円	1200百万円	1031百万円	430百万円*	414百万円*
燃料電池電解質膜薄膜化(503百万円)				
薄膜化電解質膜の開発(195百万円:旭硝子)				
27百万円	50百万円	55百万円	36百万円	27百万円
分析・解析(96百万円:九大、理研、北大)				
14百万円	27百万円	27百万円	14百万円	14百万円
指名3件				
理論・シミュレーション(57百万円:名大)				
7百万円	18百万円	18百万円	7百万円	7百万円
合成・プロセス(155百万円:理研、 弘前大)				
27百万円	49百万円	49百万円	15百万円	15百万円
コンペ方式(平均42百万円/約2年)			3年以降1機関に絞り、平均30百万円/2年で継続	
・2研究機関(指名1+公募1件)				
Li電池セパレータ薄膜化(500百万円)				
薄膜セパレータの開発(174百万円:三菱樹脂)				
20百万円	43百万円	48百万円	36百万円	27百万円
構造解析・物性評価(150百万円:九大、理研、 群馬大)				
26百万円	52百万円	52百万円	10百万円	10百万円
コンペ方式(平均26百万円/約2年)			3年以降2機関に絞り、平均10百万円/2年で継続	
・3研究機関(指名2+公募1件)				

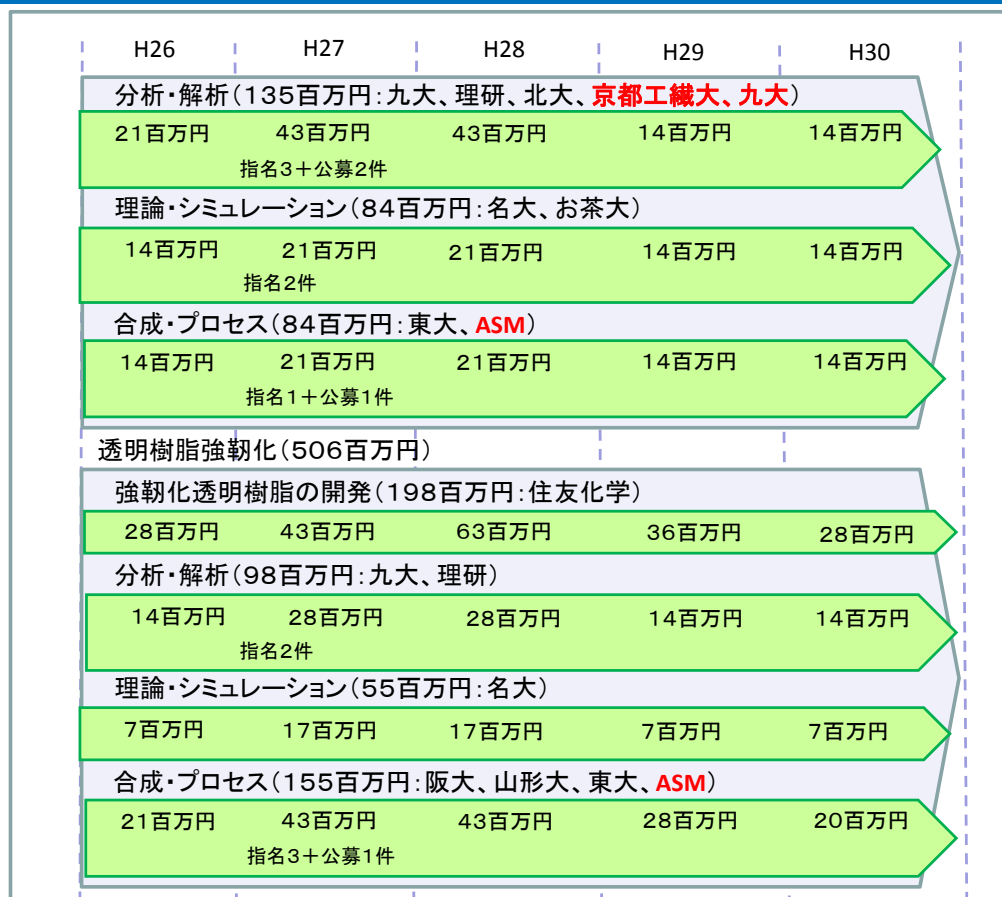
材料5プロジェクトを3プロジェクトに絞り込んだときの平均値

研究開発プログラム予算(予定)



13

研究開発プログラム予算(予定)



14

研究開発プログラム予算(予定)

