

領域略称名：元素ブロック

領域番号：2401

平成30年度科学研究費補助金「新学術領域研究
(研究領域提案型)」に係る研究成果報告書

「元素ブロック高分子材料の創出」

(領域設定期間)

平成24年度～平成28年度

平成29年6月

領域代表者 (京都大学・大学院工学研究科・教授・中條 善樹)

<はしがき>

本書は、平成24年度から平成28年度まで実施された科学研究費補助金新学術領域研究（研究領域提案型）「元素ブロック高分子材料の創出」における成果をまとめたものである。研究体制として本領域では、総括班に加え計画班13件、公募班98件から成る組織を編成し、研究を遂行した。研究費の交付決定額は総額1,512,160,000円（配分額1,163,200,000円）であり、研究発表成果として、論文総数1,532件（内、査読付き国際論文1,368件）、学会発表6559件（内、基調・招待・依頼講演など1305件）、書籍251件を発表した。また、知的財産権の取得に関しては、出願179件、取得65件となり、産業界の活性化にも貢献できたといえる。以下、各項について述べる。

研究組織 (総括：総括班, 計画：総括班以外の計画研究, 公募：公募研究)

研究項目	課題番号 研究課題名	研究期間	代表者氏名	所属機関 部局 職	構成員数
X00 総括	24102001 元素ブロック高分子材料の創出	平成 24 年度 ～ 平成 28 年度	中條 善樹	京都大学・工学研究科・教授	13
A01 計画	24102002 遷移金属酸化物ナノ粒子を利用した元素ブロックの創製	平成 24 年度 ～ 平成 28 年度	菅原 義之	早稲田大学・理工学術院・教授	4
A01 計画	24102003 粒径制御シルセスキオキサン元素ブロック合成法の開拓	平成 24 年度 ～ 平成 28 年度	中 建介	京都工芸繊維大学・分子化学系・教授	2
A01 計画	24102004 金属や半導体のクラスターおよびナノ粒子からなる元素ブロック	平成 24 年度 ～ 平成 28 年度	渡辺 明	東北大学・多元物質科学研究所・准教授	2
A01 計画	24102005 後周期典型元素の特徴を活かした新奇な π 電子系元素ブロックの創製	平成 24 年度 ～ 平成 28 年度	大下 浄治	広島大学・工学研究院・教授	2
A02 計画	24102006 元素ブロック高分子の一次構造精密制御技術の確立	平成 24 年度 ～ 平成 28 年度	國武 雅司	熊本大学・先端科学研究部(工)・教授	2
A02 計画	24102007 高分子反応による多彩な元素ブロック高分子の構築法の開拓	平成 24 年度 ～ 平成 28 年度	富田 育義	東京工業大学・物質理工学院・教授	2
A02 計画	24102008 無機化学的手法に基づく元素ブロック高分子の構築法の開拓	平成 24 年度 ～ 平成 28 年度	郡司 天博	東京理科大学・理工学部工業化学科・教授	2
A03 計画	24102009 元素ブロック高分子材料の表面・積層界面構造制御と物性評価	平成 24 年度 ～ 平成 28 年度	西野 孝	神戸大学・工学研究科・教授	3

A03 計画	24102010 ナノ粒子を含んだ元素 ブロック高分子の階層 制御による機能発現	平成 24 年度 ～ 平成 28 年度	松川 公洋	京都工芸繊維大学・分子化学系・研 究員	2
A03 計画	24102011 元素ブロック高分子の 物性評価、デバイスシミ ュレーションによる光 電デバイス開発	平成 24 年度 ～ 平成 28 年度	内藤 裕義	大阪府立大学・工学研究科・教授	3
A03 計画	24102012 磁性金属元素ブロック の三次元空間制御によ る新機能性高分子の創 成	平成 24 年度 ～ 平成 28 年度	長谷川 靖哉	北海道大学・工学研究院・教授	3
A04 計画	24102013 ホウ素元素の特性を活 かした元素ブロック高 分子材料の創製	平成 24 年度 ～ 平成 28 年度	中條 善樹	京都大学・工学研究科・教授	1
A04 計画	24102014 元素ブロック高分子材 料の分子設計と電子物 性の探索	平成 24 年度 ～ 平成 28 年度	田中 一義	京都大学・福井謙一記念研究センタ ー・研究員	2
統括・支援・計画研究 計 14 件					
A01 公募	25102503 新規 π 共役分子を基盤 とした元素ブロックの 創出と高分子材料への 展開	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	清水 宗治	九州大学・工学研究院・准教授	1
A01 公募	25102507 発光性錯体を元素プロ ックとする機能性高分 子の創製	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	鍋島 達弥	筑波大学・数理物質系・教授	4
A01 公募	25102509 アンチリジンを含む元 素ブロックを用いる機 能性超分子ポリマーの 創製	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	小泉 武昭	東京工業大学・資源化学研究所・准 教授	1
A01 公募	25102511 二官能性金属微粒子を 元素ブロックとする高	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	稲木 信介	東京工業大学・総合理工学研究科・ 准教授	1

	分子材料創製				
A01 公募	25102514 多機能性ジピリン元素 ブロックの創出	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	忍久保 洋	名古屋大学・工学研究科・教授	1
A01 公募	25102516 カルボランをスピン源 とする磁性元素ブロッ クの開発	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	伊藤 彰浩	京都大学・工学研究科・准教授	1
A01 公募	25102520 ジホスファクラウン誘 導体の合成と高分子化 学への展開	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	森崎 泰弘	京都大学・工学研究科・講師	1
A01 公募	25102526 金属間多重結合含有ク ラスタを元素ブロッ クとしたレドックス活 性高分子材料の創出	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	劔 隼人	大阪大学・基礎工学研究科・准教授	1
A01 公募	25102531 ゲルマン-アセチレン 元素ブロックからなる 有機-無機ハイブリッ ド高分子の創出	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	垣内 喜代三	奈良先端科学技術大学院大学・物質 創成科学研究科・教授	1
A01 公募	25102534 嵩高いルイスペアを元 素ブロックとした π 共 役分子の会合制御と機 能性材料の開発	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	小野 利和	九州大学・工学研究院・助教	1
A01 公募	25102537 有機-金属電子相関型 多機能元素ブロックを 基盤とする機能性高 分子の創製	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	八木 繁幸	大阪府立大学・工学研究科・准教授	2
A01 公募	25102538 ホウ素、窒素導入アセン 骨格を元素ブロックと した一次元シート状高 分子の合成	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	鈴木 克規	中央大学・理工学部・助教	2
A01 公募	25102539 魔法数金クラスターの 複合化による新規機能 性無機元素ブロックの	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	根岸 雄一	東京理科大学・理学部・准教授	1

	創製				
A01 公募	25102540 クラウンエーテルを有する π 共役系元素ブロックの構築と電子-イオン混合体の創製	平成25年度 ～ 平成26年度	磯田 恭佑	東京理科大学・理学部・助教	2
A01 公募	25102544 無機ナノ粒子元素ブロックを用いるキラル高分子ハイブリッドナノ空間材料の創製	平成25年度 ～ 平成26年度	藤原 尚	近畿大学・理工学部・教授	3
A01 公募	15H00723 発光性錯体を元素ブロックとする多機能性高分子の創製	平成27年度 ～ 平成28年度	鍋島 達弥	筑波大学・数理物質系・教授	3
A01 公募	15H00724 導電性微粒子の異方的電解修飾に基づいた元素ブロック創製	平成27年度 ～ 平成28年度	稲木 信介	東京工業大学・物質理工学院・准教授	1
A01 公募	15H00725 環状錯体を中間体とする拡張 σ - π 共役オリゴシランブロックの創製	平成27年度 ～ 平成28年度	田邊 真	東京工業大学・科学技術創成研究院・特任准教授	1
A01 公募	15H00726 アンチリジンを含むポリマーを元素ブロックとする超分子二次元シート <small>の</small> 創製と機能開発	平成27年度 ～ 平成28年度	小泉 武昭	東京工業大学・科学技術創成研究院・准教授	1
A01 公募	15H00731 螺旋型元素ブロックを用いた多機能性ポリマーの創出	平成27年度 ～ 平成28年度	廣戸 聡	名古屋大学・工学研究科・助教	1
A01 公募	15H00733 光学活性元素ブロックの合成と材料化学への展開	平成27年度 ～ 平成28年度	森崎 泰弘	関西学院大学・理工学部・教授	1
A01 公募	15H00734 ホウ素クラスターの特性を活かした機能性元素ブロックの構築	平成27年度 ～ 平成28年度	伊藤 彰浩	京都大学・工学研究科・准教授	1

A01 公募	15H00740 14 族元素架橋ビアリアルを元素ブロックとする白色発光材料の開発	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	清水 正毅	京都工芸繊維大学・分子化学系・教授	1
A01 公募	15H00743 同種・異種金属元素ブロックの機能開発と高分子化による高性能触媒材料の創出	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	劔 隼人	大阪大学・基礎工学研究科・准教授	2
A01 公募	15H00750 ゲルマニウムーアセチレンからなる拡張共役環状元素ブロック高分子の創出	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	谷本 裕樹	奈良先端科学技術大学院大学・物質創成科学研究科・助教	1
A01 公募	15H00754 構造多様性ホスフィンブロックを基盤とする機能性高分子の創成	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	林 実	愛媛大学・理工学研究科(工学系)・准教授	1
A01 公募	15H00756 π 共役分子の特性を活かした機能性元素ブロック材料の創出と物性研究	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	清水 宗治	九州大学・工学研究院・准教授	1
A01 公募	15H00757 嵩高いルイスペア、イオンペアを元素ブロックとした光機能性材料の開発	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	小野 利和	九州大学・工学研究院・助教	1
A01 公募	15H00759 りん光性有機金属元素ブロックを核とする dendritic 型高分子電子材料の創製	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	八木 繁幸	大阪府立大学・工学研究科・教授	2
A01 公募	15H00762 ホウ素窒素含有共役系を前駆体とした BCN 元素ブロック材料の創製	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	鈴木 克規	中央大学・理工学部・助教	3
A01 公募	15H00763 高機能無機元素ブロック創製を実現する合金クラスターの原子精度	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	根岸 雄一	東京理科大学・理学部第一部応用化学科・准教授	1

	での精密合成法の確立				
A01 公募	15H00764 イオン伝導部位置換型 π 共役系元素ブロック の構築と電子-イオン混 合体の創製	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	磯田 恭佑	香川大学・工学部・講師	2
A01 公募	15H00769 無機ナノ粒子元素ブロ ックを用いるキラル高 分子ハイブリッドナノ 空間材料の創製	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	藤原 尚	近畿大学・理工学部・教授	3
A02 公募	25I02504 環状シロキサンを元素 ブロックとしたハイブ リッドネットワークポ リマー薄膜の構築	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	三ツ石 方也	東北大学・多元物質科学研究所・教 授	4
A02 公募	25I02508 元素ブロックの配列制 御による光応答性有機 シリカの創製	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	下嶋 敦	早稲田大学・理工学術院・准教授	1
A02 公募	25I02510 円偏光発光性材料に向 けた蛍光性ラセンポリ マーの合成と特性評価	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	小山 靖人	北海道大学・触媒化学研究センター・ 准教授	1
A02 公募	25I02515 不斉触媒機能を有する キラル元素ブロックの 高分子化	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	伊津野 真一	豊橋技術科学大学・工学研究科・教 授	2
A02 公募	25I02517 配位-有機ブロック高 分子材料の創製	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	植村 卓史	京都大学・工学研究科・准教授	1
A02 公募	25I02518 ナノチューブ構造を有 する元素ブロックの空 間を利用した光機能性 材料の創出	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	梅山 有和	京都大学・工学研究科・准教授	1
A02 公募	25I02521 光刺激応答性有機-無 機ハイブリッド材料の 創出	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	田中 一生	京都大学・工学研究科・講師	1

A02 公募	25102525 金属錯体へテロ積層型 超分子を基盤とする特 異な π 電子系の自在構 築	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	森末 光彦	京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・ 助教	1
A02 公募	25102532 超分子元素ブロックポ リマーの開発	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	灰野 岳晴	広島大学・理学研究科・教授	1
A02 公募	25102536 dendリマー型元素ブ ロック高分子の構築と 機能探索	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	小寄 正敏	大阪市立大学・理学研究科・准教授	1
A02 公募	25102541 気相重合による元素ブ ロック共役高分子のド メイン形成と機能展開	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	須賀 健雄	早稲田大学・高等研究所・助教	1
A02 公募	25102547 両親媒性ブロックオリ ゴマーを用いた磁性金 属錯体の高分子的集積 化	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	黒岩 敬太	崇城大学・工学部・准教授	2
A02 公募	15H00719 環状シロキサンを元素 ブロックとしたハイブ リッドネットワークポ リマー薄膜の構築	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	三ツ石 方也	東北大学・多元物質科学研究所・教 授	4
A02 公募	15H00727 パーヒドロポリシラザ ンを元素ブロックとす るナノ複合材料の開発	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	斎藤 礼子	東京工業大学・理工学研究科・准教 授	1
A02 公募	15H00732 キラル元素ブロック高 分子の合成と不斉触媒 機能材料の創成	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	伊津野 真一	豊橋技術科学大学・工学研究科・教 授	2
A02 公募	15H00735 空間秩序型高分子ブロ ック構造の構築	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	植村 卓史	京都大学・工学研究科・准教授	1
A02 公募	15H00736 光感性 POSS を元素 ブロックとした光機能 性ハイブリッド材料の	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	田中 一生	京都大学・工学研究科・准教授	1

	創出				
A02 公募	15H00737 元素ブロックプラットフォームを活用した有機分子会合体構造解明および電荷輸送	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	梅山 有和	京都大学・工学研究科・准教授	1
A02 公募	15H00741 超分子 π 電子積層工学を駆使した創発的機能材料の開発	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	森末 光彦	京都工芸繊維大学・分子化学系・助教	3
A02 公募	15H00751 新規アクセプターを含む有機半導体ポリマーの精密合成と有機薄膜太陽電池への応用	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	西原 康師	岡山大学・異分野基礎科学研究所・教授	2
A02 公募	15H00752 超分子元素ブロックポリマーの開発	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	灰野 岳晴	広島大学・理学研究科・教授	1
A02 公募	15H00755 元素ブロック含有ジアゾ酢酸エステルの精密重合による機能性高分子の合成	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	井原 栄治	愛媛大学・理工学研究科(工学系)・教授	1
A02 公募	15H00765 元素ブロックの配列制御に基づく光応答性有機シリカの創製	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	下嶋 敦	早稲田大学・理工学術院・准教授	1
A02 公募	15H00766 ナノ反応場における気相重合と元素ブロック共役高分子の構造・機能制御	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	須賀 武雄	早稲田大学・理工学術院・専任講師	1
A02 公募	15H00770 両親媒性ブロックオリゴマーを用いた機能性金属錯体の元素ブロック超分子創成	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	黒岩 敬太	崇城大学・工学部・教授	2
A03 公募	25102501 マトリクススパッタリング法による無機元素ブロック包埋機能性ハ	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	米澤 徹	北海道大学・工学研究院・教授	1

	イブリッド樹脂の構築				
A03 公募	25102502 超分子ローター構造を 包含する元素ブロック 高分子の階層化と機能 相関	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	中村 貴義	北海道大学・電子科学研究所・教授	1
A03 公募	25102505 自己組織化元素ブロッ ク高分子の構築と無加 湿プロトン伝導膜への 展開	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	松井 淳	山形大学・理学部・准教授	1
A03 公募	25102506 ユニークな表面機能化 方法を用いた高屈折率 有機・無機ハイブリッド 光学材料の創製	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	川口 正剛	山形大学・理工学研究科・教授	2
A03 公募	25102513 エンプラ型元素ブロッ ク高分子への汎用的感 光性付与法の開発	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	大山 俊幸	横浜国立大学・工学研究院・准教授	1
A03 公募	25102527 金属タンパク質と金属 ナノ粒子の階層化によ るハイブリッド界面の 構築	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	小野田 晃	大阪大学・工学研究科・准教授	2
A03 公募	25102528 超分子科学的アプロー チによる階層制御型機 能性材料の開発	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	山口 浩靖	大阪大学・理学研究科・教授	1
A03 公募	25102529 高分子ナノカプセルの 一次元融合を利用した 元素ブロック高分子ナ ノチューブの創出	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	木田 敏之	大阪大学・工学研究科・准教授	2
A03 公募	25102533 環状シロキサン部位を 有する π 共役液晶の元 素ブロック化による混 合伝導体薄膜の作製	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	舟橋 正浩	香川大学・工学部・教授	1
A03 公募	25102535 元素ブロックによる高	平成 25 年度 ～	田中 敬二	九州大学・工学研究院・教授	4

	分子界面の構造・物性制御	平成 26 年度			
A03 公募	25102542 機能性ドーパントを利用する導電性高分子の構造・機能制御	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	藤井 秀司	大阪工業大学・工学部・准教授	3
A03 公募	25102543 光応答性を示す柔軟な元素ブロック高分子の設計とその表面パターンニング特性	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	宮田 隆志	関西大学・化学生命工学部・教授	2
A03 公募	15H00717 超分子構造を包含する元素ブロック高分子の階層化と機能開拓	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	中村 貴義	北海道大学・電子科学研究所・教授	1
A03 公募	15H00720 両親媒性元素ブロックポリマーの自己組織化構造を用いた電子機能材料の創製	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	松井 淳	山形大学・理学部・准教授	2
A03 公募	15H00721 表面官能基化 ZrO_2 ナノ微粒子を用いた高透明ハイブリッド材料の新展開	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	川口 正剛	山形大学・有機材料システム研究科・教授	2
A03 公募	15H00729 エンブラ／元素ブロック系への汎用的感光性付与法の開発	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	大山 俊幸	横浜国立大学・工学研究院・教授	1
A03 公募	15H00744 異種の高分子ナノカプセル間の一次元融合による元素ブロック高分子ナノチューブの創製	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	木田 敏之	大阪大学・工学研究科・教授	1
A03 公募	15H00745 超分子ブロック形成により自己集積する高分子材料の創製と機能開拓	平成 27 年度	山口 浩靖	大阪大学・理学研究科・教授	1
A03 公募	15H00746 金属タンパク質と合成	平成 27 年度 ～	小野田 晃	大阪大学・工学研究科・准教授	2

	ポリマーから構成される機能性ハイブリッド界面の開発	平成 28 年度			
A03 公募	15H00748 配列化バナジウム錯体を介した反応場・分子認識場の構築	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	大谷 亨	神戸大学・工学研究科・准教授	1
A03 公募	15H00753 環状シロキサン部位を有する π 共役液晶の元素ブロック化による混合伝導体薄膜の作製	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	舟橋 正浩	香川大学・工学部・教授	2
A03 公募	15H00758 元素ブロックによる高分子界面の階層的ダイナミクス制御	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	田中 敬二	九州大学・工学研究院・教授	7
A03 公募	15H00760 白色発光を設計した元素ブロックの鎖状希土類錯体の創成	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	長谷川 美貴	青山学院大学・理工学部・教授	2
A03 公募	15H00767 静電相互作用を利用する元素ブロック高分子微粒子の創出	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	藤井 秀司	大阪工業大学・工学部・准教授	3
A03 公募	15H00768 光応答性元素ブロック高分子の表面パターンニング特性とデバイス応用	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	宮田 隆志	関西大学・化学生命工学部・教授	2
A04 公募	25102512 パーヒドロポリシラザンを元素ブロックとする有機—無機複合材料創成	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	斎藤 礼子	東京工業大学・理工学研究科・准教授	1
A04 公募	25102519 高周期 1 4 族元素間 π 結合架橋 [2] フェロセノファン類の創製と開環重合制御	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	笹森 貴裕	京都大学・化学研究所・准教授	1
A04 公募	25102522 遷移金属元素ブロック	平成 25 年度 ～	三田 文雄	関西大学・化学生命工学部・教授	1

	共役高分子の不斉高次構造制御	平成 26 年度			
A04 公募	25102523 元素ブロック集積高分子自己集合体を用いる腫瘍の可視化	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	三木 康嗣	京都大学・工学研究科・准教授	1
A04 公募	25102524 温度勾配を利用した無機コア／有機シェル型ナノ粒子の空間的秩序配列の配向制御	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	櫻井 伸一	京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・教授	2
A04 公募	25102530 分子ブロックを 1 次元階層ナノ構造体へ変換する汎用的手法の開拓	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	佐伯 昭紀	大阪大学・工学研究科・准教授	1
A04 公募	25102548 元素ブロックのハイブリッド化によるポリシルセスキオキサン薄膜への半導体特性の付与	平成 25 年度 ～ 平成 26 年度	渡瀬 星児	地方独立行政法人大阪市立工業研究所・電子材料研究部・研究主任	1
A04 公募	15H00718 らせんの不斉内孔を利用した光 学活性元素ブロック材料の創製	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	小山 靖人	富山県立大学・工学部・准教授	1
A04 公募	15H00728 機能性無機ナノブロックの配向面・形態・機能の制御	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	松下 伸広	東京工業大学・物質理工学院・准教授	1
A04 公募	15H00730 疎水性相互作用を利用した一次元状ヘテロ金属オリゴマーの合成とスピンドYNAMIX	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	植村 一広	岐阜大学・工学部・准教授	1
A04 公募	15H00738 高周期典型元素間 π 結合架橋 [2] フェロセノファン類の創製と開環重合制御	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	笹森 貴裕	京都大学・化学研究所・准教授	1
A04 公募	15H00739 元素ブロック－高分子複合材料を用いる腫瘍	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	三木 康嗣	京都大学・工学研究科・准教授	1

	の高感度検出と治療				
A04 公募	15H00742 高イオン伝導を達成するための有機シェル／無機コアナノ粒子の最密充填配列手法の構築	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	櫻井 伸一	京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・教授	2
A04 公募	15H00747 有機・無機太陽電池の異種界面ホール輸送材料の探索	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	佐伯 昭紀	大阪大学・工学研究科・准教授	1
A04 公募	15H00771 元素ブロックを組み込んだポリシルセスキオキサン薄膜の半導体素子への応用	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度	渡瀬 星児	地方独立行政法人大阪市立工業研究所・電子材料研究部・研究室長	1
公募研究 計 98 件					

交付決定額（配分額）

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 24 年度	228,700,000	68,610,000	297,310,000
平成 25 年度	232,400,000	69,720,000	302,120,000
平成 26 年度	233,500,000	70,050,000	303,550,000
平成 27 年度	235,100,000	70,530,000	305,630,000
平成 28 年度	233,500,000	70,050,000	303,550,000
総 計	1,163,200,000	348,960,000	1,512,160,000

研究発表

(1) 雑誌論文

原著論文 []内は備考。共同研究には、同一研究グループによるものは含めない。

論文総数 1,532 件 (内、査読付き国際論文 1,368 件)、以下、計 = 計画、公 = 公募

A01・計画研究

1. ◎▲*Ohshita, J.; Tsuchida, T.; Komaguchi, K.; Yamamoto, K.; Adachi, Y.; Ooyama, Y.; Harima, Y.; Tanaka, K. Studies on spherically distributed LUMO and electron-accepting properties of caged hexakis(germasesquioxane)s, *Organometallics* in press. [領域内共同研究：A01・計・大下, A04・計・田中一義] [融合研究論文：化学と数物系科学]
2. ◎▲Takahashi, S.; Hotta, S.; Watanabe, A.; Idota, N.; Matsukawa, K.; *Sugahara, Y. Modification of TiO₂ nanoparticles with oleyl phosphate via phase transfer in the toluene water system and application of modified nanoparticles to cyclo-olefin-polymer-based organic inorganic hybrid films exhibiting high refractive indices, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2017**, 9, 1907-1912. [領域内共同研究：A01・計・菅原, A01・計・渡辺, A03・計・松川]
3. ◎▲Nakamura, M.; Ooyama, Y.; Hayakawa, S.; Nishino, M.; *Ohshita, J. Synthesis of poly(dithienogermole)s, *Organometallics* **2016**, 35, 2233-2338. [島津製作所との共同論文] [融合研究論文：化学と工学]
4. ▲Ishidoshiro, M.; Imoto, H.; Tanaka, S.; *Naka, K. Experimental study on arsoles; structural variation, optical and electronic properties, and emission behavior, *Dalton Trans.* **2016**, 45, 8717-8723. [Front cover に掲載]
5. ◎▲Imoto, H.; Tanaka, S.; Kato, T.; Yumura, T.; Watase, S.; Matsukawa, K.; *Naka, K. Molecular shape recognition by using a switchable luminescent nonporous molecular crystal, *Organometallics* **2016**, 35, 3647-3650. [領域内共同研究：A01・計・中, A03・計・松川, A04・公・渡瀬] [領域間共同研究：感応性化学種] [融合研究論文：化学と数物系科学]
6. ▲Cai, J.; Lv, C.; *Watanabe, A. Cost-effective fabrication of high-performance flexible all-solid-state carbon micro-super capacitors by blue-violet laser direct writing and further surface treatment, *J. Mater. Chem. A* **2016**, 4, 1671-1679. [Hot Paper] [日本経済新聞等で紹介]
7. ▲Tanaka, S.; Imoto, H.; Kato, T.; *Naka, K. A practical method for the generation of organoarsenic nucleophiles towards the construction of a versatile arsenic library, *Dalton Trans.* **2016**, 45, 7937-7940. [Front cover に掲載]
8. ▲Cai, J.; Lv, C.; *Watanabe, A. Laser direct writing of high-performance flexible all-solid-state carbon micro-supercapacitors for an on-chip self-powered photodetection system, *Nano Energy* **2016**, 30, 790-800. [IF (2016) = 11.553]
9. ◎▲Maeda, S.; Fujita, M.; Idota, N.; Matsukawa, K.; *Sugahara, Y. Preparation of transparent bulk TiO₂/PMMA hybrids with improved refractive indices via an in situ polymerization process using TiO₂ nanoparticles bearing PMMA chains grown by surface-initiated atom transfer radical polymerization, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2016**, 8, 34762-34769. [領域内共同研究：A01・計・菅原, A03・計・松川]
10. ◎▲Imoto, H.; Ishida, K.; Sasaki, A.; Irie, Y.; Itoh, H. *Naka, K.; Chujo, Y. Spontaneous formation of gold nanoparticles with octa(3-aminopropyl) polyhedral oligomeric silsesquioxane, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2015**, 88, 653-656. [Selected Paper] [領域内共同研究：A01・計・中, A04・計・中條]
11. ◎▲Ishidoshiro, M.; Matsumura, Y.; Imoto, H.; Irie, Y.; Kato, T.; Watase, S.; Matsukawa, K.; Inagi, S.; Tomita, I.; *Naka, K. Practical synthesis and properties of 2,5-diarylarsoles, *Org. Lett.* **2015**, 17, 4854-4857. [領域内共同研究：A01・計・中, A02・計・富田, A03・計・松川]
12. ◎▲Asai, Y.; Ariake, Y.; Saito, H.; Idota, N.; Matsukawa, K.; Nishino, T.; *Sugahara, Y. Layered perovskite nanosheets bearing fluoroalkoxy groups: their preparation and application in epoxy-based hybrids, *RSC Adv.* **2014**, 4, 26932-26939. [領域内共同研究：A01・計・菅原, A03・計・西野, 松川]
13. ◎▲Kimura, N.; Kato, Y.; Suzuki, R.; Shimada, A.; Tahara, S.; Nakato, T.; Matsukawa, K.; Mutin, P.H.; *Sugahara, Y. Single- and double-layered organically modified nanosheets by selective interlayer grafting and exfoliation of layered potassium hexaniobate, *Langmuir* **2014**, 30, 1169-1175. [領域内共同研究：A01・計・菅原, A03・計・松川]

A01・公募研究

14. ◎▲*Tanimoto, H.; Mori, J.; Ito, S.; Nishiyama, Y.; Morimoto, T.; Tanaka, K.; Chujo, Y.; *Kakiuchi, K. *Chem. Eur. J.* in press. [領域内共同研究：A01・公・谷本, A04・計・中條]
15. ▲Niihori, Y.; Hossain, S.; Sharma, S.; Kumar, B.; Kurashige, W.; *Negishi, Y. Understanding and practical use of ligand and metal exchange reactions in thiolate-protected metal clusters to synthesize controlled metal clusters, *Chem. Rec. (Personal Accounts)* in press. [Invited "Personal Accounts"] [Outside Front Cover に掲載]
16. ◎▲Tanabe, M.; Hagio, T.; *Osakada, K.; Nakamura, M.; Hayashi, Y.; Ohshita, J. Synthesis of 4,4-Dihydrodithienosilole and Its Unexpected Cyclodimerization Catalyzed by Ni and Pt Complexes, *Organometallics* **2017**, 36, 1974-1980. [領域内共同研究：A01・公・田邊, A01・計・大下]
17. ◎▲Ono, T.; Hisaoka, Y.; *Onoda, A.; Oohora, K.; *Hayashi, T. Oxygen-binding protein fiber and microgel: supramolecular myoglobin-poly(acrylate) conjugates, *Chem. Asian J.* **2016**, 11, 1036-1042. [領域内共同研究：A01・公・小野, A03・公・小野田]

18. ◎▲Koizumi, Y.; Shida, N.; Ohira, M.; Nishiyama, H.; Tomita, I.; *Inagi, S. Electropolymerization on Wireless Electrodes towards Conducting Polymer Microfibre Networks, *Nat. Commun.* **2016**, *7*, 10404. [領域内共同研究 : A01・公・小泉, A02・計・富田][新聞に掲載][IF (2015) = 11.3]
19. ▲Ishii, T.; *Suzuki, K.; Nakamura, T.; *Yamashita, M. An Isolable bismabenzene: synthesis, structure, and reactivity, *J. Am. Chem. Soc.* **2016**, *138*, 12787-12790. [領域間共同研究 : 感応性化学種] [IF (2015) = 13.0]
20. ◎▲*Shimizu, S.; Iino, T.; *Saeki, A.; Seki, S.; *Kobayashi, N. Rational molecular design towards vis/NIR absorption and fluorescence using pyrrolopyrrole *aza*-BODIPY and its highly conjugated structures for organic photovoltaics, *Chem. Eur. J.* **2015**, *21*, 2893-2904. [領域内共同研究 : A01・公・清水, A04・公・佐伯]
A02・計画研究
21. ◎▲Hayami, R.; Wada, K.; Sagawa, T.; Tsukada, S.; Watase, S.; *Gunji, T. Preparation and properties of organic-inorganic hybrid polymer films using $[Ti_4(\mu_3-O)(O^iPr)_5(\mu-O^iPr)_3(PhPO_3)_3] \cdot thf$, *Polymer J.* **2017**, *49*, 223-228. [領域内共同研究 : A02・計・郡司, A04・公・渡瀬]
22. ◎▲Matsumura, Y.; Ishidoshiro, M.; Irie, Y.; Imoto, H.; Naka, K.; Tanaka, K.; Inagi, S.; *Tomita, I. Arsole-containing π -conjugated polymer by the post-element-transformation technique, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2016**, *55*, 15040-15043. [領域内共同研究 : A02・計・富田, A01・計・中, A04・計・田中一義][融合研究論文 : 化学と数物系科学][IF (2015) = 11.7]
23. ▲Yamauchi, A.; Shirai, A.; Kawabe, K.; Iwamoto, T.; Wakiya, T.; Nishiyama, H.; Inagi, S.; *Tomita, I. Well-defined polymer microspheres formed by living dispersion polymerization: precisely functionalized cross-linked polymer microspheres from monomers possessing cumulated double bonds, *NPG Asia Mater.* **2016**, *8*, e307. [IF (2015) = 8.8]
24. ▲Sakata, K.; Kashiya, S.; Matsuo, G.; Uemura, S.; Kimizuka, N.; *Kunitake, M. Growth of two-dimensional metal organic framework nanosheet crystals on graphite substrates by thermal equilibrium treatment in acetic acid vapor, *ChemNanoMat* **2015**, *1*, 259-263.
25. ▲Matsumura, Y.; Ueda, M.; Fukuda, K.; Fukui, K.; Takase, I.; Nishiyama, H.; Inagi, S.; *Tomita, I. Synthesis of π -conjugated polymers containing phosphole units in the main chain by reaction of an organometallic polymer having titanacyclopentadiene unit, *ACS Macro Lett.* **2015**, *4*, 124-127.
26. ▲Matsumura, Y.; Fukuda, K.; Inagi, S.; *Tomita, I. Parallel synthesis of photoluminescent π -conjugated polymers by polymer reactions of an organotitanium polymer having titanacyclopentadiene unit, *Macromol. Rapid Commun.* **2015**, *36*, 660-664.
27. ▲Sakata, K.; Taguchi, S.; Uemura, S.; *Kunitake, M.; Kawano, S.; Nishimi, T. Continuous porous poly-n-isopropylacrylamide gels prepared from a bicontinuous microemulsion, *Chem. Lett.* **2014**, *43*, 240-242. [The editor's choice]
28. ◎▲*Gunji, T.; Hirama, K.; Tsukada, S.; Abe, Y. Preparation and properties of a fullerene/polysilsesquioxane hybrid from chemically modified fullerene and polymethoxysilsesquioxane, *J. Sol-Gel Sci. & Tech.* **2014**, *72*, 80-84.
A02・公募研究
29. ◎▲*Morisue, M.; Hoshino, Y.; Shimizu, M.; Nakanishi, T.; Hasegawa, Y.; Hossain, M. A.; Sakurai, A.; Sasaki, S.; Uemura, S.; Matsui, J. Supramolecular polymer of near-infrared luminescent porphyrin glass, *Macromolecules* **2017**, in press. [領域内共同研究 : A02・公・森末, A03・計・長谷川, A03・公・松井, A04・公・櫻井][融合研究論文 : 化学と工学]
30. ▲Tsunoda, Y.; Takatsuka, M.; Sekiya, R.; *Haino, T. Supramolecular graft copolymerization of a polyester by guest-selective encapsulation of a self-assembled capsule, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2017**, *56*, 2613-2618. [IF (2015) = 11.7]
31. ◎▲Sekiya, R.; Uemura, Y.; Naito, H.; Naka, K.; *Haino, T. Chemical functionalisation and photoluminescence of graphene quantum dots, *Chem. Eur. J.* **2016**, *22*, 8198-8206. [領域内共同研究 : A02・公・灰野, A01・計・中, A03・計・内藤] [融合研究論文 : 化学と工学]
32. ◎▲*Morisue, M.; Yumura, T.; Sawada, R.; Naito, M.; Kuroda, Y.; Chujo, Y. Oligoamylose-entwined porphyrin: excited-state induced-fit for chirality induction, *Chem. Commun.* **2016**, *52*, 2481-2484. [領域内共同研究 : A02・公・森末, A04・計・中條]
33. ◎▲*Kuroiwa, K.; Arie, T.; Sakurai, S.; Hayami, S.; Deming, T. J. Supramolecular control of reverse spin transitions in cobalt(II) terpyridine complexes with diblock copolypeptide amphiphiles, *J. Mater. Chem. C* **2015**, *3*, 7779-7783[Front Coverに掲載][Hot Paper 2015] [領域内共同研究 : A02・公・黒岩, A04・公・櫻井]
34. ▲Umeyama, T.; Baek, J.; Sato, Y.; *Suenaga, K.; Abou-Chahine, F.; *Tkachenko, N. V.; Lemmetyinen, H.; *Imahori, H. Molecular interactions on single-walled carbon nanotubes revealed by high-resolution transmission microscopy, *Nat. Commun.* **2015**, *6*, 7732. [The APA Prize for Young Scientist 2015 (The Asian and Oceanian Photochemistry Association)に発展] [国際共同研究] [日刊工業新聞等で紹介] [IF (2015) = 11.3]
35. ◎▲Zhu H.; Yamamoto, S.; Matsui, J.; Miyashita, T.; *Mitsuishi, M. Ferroelectricity of poly(vinylidene fluoride) homopolymer Langmuir-Blodgett nanofilms, *J. Mater. Chem. C* **2014**, *2*, 6727-6731. [領域内共同研究 : A02・公・三ツ石, A03・公・松井][Back Coverに掲載]
A03・計画研究
36. ▲Matsumoto, T.; Nishi, K.; Hongo, C.; *Nishino, T. Molecular weight effect on surface and bulk structure of poly(3-hexylthiophene) thin films, *Polymer* **2017**, *119*, 76-82.

37. ◎▲*Hasegawa, Y.; Sugawara, T.; Nakanishi, T.; Kitagawa, Y.; Takada, M.; Niwa, A.; Naito, H.; Fushimi, K. Luminescent thin films composed of nanosized europium coordination polymers on glass electrodes, *ChemPlusChem* **2016**, *81*, 187–193. [領域内共同研究：A03・計・長谷川, 同・内藤] [Cover に掲載][融合研究論文：化学と工学]
38. ▲Hirai, Y.; Nakanishi, T.; Kitagawa, Y.; Fushimi, K.; Seki, T.; Ito, H.; *Hasegawa, Y. Luminescent Eu^{III} coordination zippers linked with thiophene-based bridges, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2016**, *55*, 12059-12062. [IF (2015) = 11.7]
39. ◎▲Wada, S.; Kitagawa, Y.; Nakanishi, T.; Fushimi, K.; Morisaki, Y.; Fujita, K.; Konishi, K.; Tanaka, K.; Chujo, Y.; *Hasegawa, Y. The connection between magneto-optical properties and molecular chirality, *NPG Asia Materials* **2016**, *8*, e251. [領域内共同研究：A03・計・長谷川, A04・計・中條][融合研究論文：化学と工学] [IF (2015) = 8.8]
40. ▲Kimura, Y.; Nagase, T.; Kobayashi, T.; Hamaguchi, A.; Ikeda, Y.; Shiro, T.; Takimiya, K.; *Naito, H. Soluble organic semiconductor precursor with specific phase separation for high-performance printed organic transistors, *Adv. Mater.* **2015**, *27*, 727-732. [PE ヘッドライン, 2015年1月15日で紹介][企業との共同研究：帝人][融合研究論文：化学と工学][IF (2015) = 19.0]
41. ◎▲Minami, Y.; Murata, K.; Watase, S.; *Matsukawa, K. Preparation of photo-cured hybrid thin films using zirconia nanoparticles modified with dual site silane coupling agent, *J. Photopolym. Sci. Tech.* **2014**, *27*, 261-262.
42. ◎▲*Hasegawa, Y.; Maeda, M.; Nakanishi, T.; Doi, Y.; Hinatsu, Y.; Fujita, K.; Tanaka, K.; Koizumi, H.; Fushimi, K. Effective optical faraday rotations of semiconductor eus nanocrystals with paramagnetic transition metal ions, *J. Am. Chem. Soc.* **2013**, *135*, 2659-2666. [融合研究論文：化学と工学][IF (2013) = 11.4]
- A03・公募研究
43. ◎▲Ono, T.; Hisaoka, Y.; *Onoda, A.; Oohora, K.; *Hayashi, T. Oxygen-binding protein fiber and microgel: supramolecular myoglobin-poly(acrylate) conjugates, *Chem. Asian J.* **2016**, *11*, 1036-1042. [領域内共同研究：A03・公・小野田, A01・公・小野] [Inside front cover に掲載]
44. ◎▲*Yusa, S.; Ohno, S.; Imoto, H.; Nakao, Y.; Naka, K.; Nakamura, Y.; *Fujii, S. Synthesis of silsesquioxane-based element-block amphiphiles and their self-assembly in water, *RSC Adv.* **2016**, *6*, 73006-73012. [領域内共同研究：A03・公・藤井, A01・計・中]
45. ◎▲*Funahashi, M.; Yamaoka, M.; Takenami, K.; Sonoda, A. Liquid-crystalline perylene tetracarboxylic bisimide derivatives bearing cyclotetrasiloxane moieties, *J. Mater. Chem. C* **2013**, *1*, 7872-7878. [融合研究論文：化学と工学] [2014年度日本液晶学会論文賞 A 受賞]
- A04・計画研究
46. ▲Kakuta, T.; Jeon, J.-H.; Narikiyo, H.; *Tanaka, K.; *Chujo, Y. Development of highly-sensitive detection system in ¹⁹F NMR for bioactive compounds based on the assembly of paramagnetic complexes with fluorinated cubic silsesquioxanes, *Bioorg. Med. Chem.* **2017**, *25*, 1389–1393. [日経産業新聞に掲載]
47. ▲Naito, H.; Nishino, K.; Morisaki, Y.; Tanaka, K.; *Chujo, Y. Solid-state emission of the anthracene-o-carborane dyad via twisted-intramolecular charge transfer in the crystalline state, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2017**, *56*, 254–259. [IF (2015) = 11.7]
48. ◎▲Matsumoto, T.; Tanaka, K.; *Tanaka, K.; *Chujo, Y. Synthesis and characterization of heterofluorenes containing four-coordinated group 13 elements: theoretical and experimental analyses and comparison of structures, optical properties and electronic states, *Dalton Trans.* **2015**, *44*, 8697–8707. [領域内共同研究：A04・計・中條, A04・計・田中一義]
49. ▲Yoshii, R.; Hirose, A.; *Tanaka, K.; *Chujo, Y. Functionalization of boron diimines with unique optical properties: multicolor tuning of crystallization-induced emission and introduction into the main-chain of conjugated polymers, *J. Am. Chem. Soc.* **2014**, *136*, 18131–18139. [化学工業日報に掲載]
50. ◎▲Matsumoto, T.; Onishi, Y.; *Tanaka, K.; Fueno, H.; Tanaka, K.; *Chujo, Y. Synthesis of conjugated polymers containing gallium atoms and evaluation of conjugation through four-coordinate gallium atoms, *Chem. Commun.* **2014**, *50*, 15740–15743. [領域内共同研究：A04・計・中條, 同・田中一義]
- A04・公募研究
51. ◎▲Majhi, P. K.; Ikeda, H.; *Sasamori, T.; Tsurugi, H.; Mashima, K.; Tokitoh, N. Inorganic-salt-free reduction in main-group chemistry: synthesis of a dibismuthene and a distibene, *Organometallics* in press. [領域内共同研究：A04・公・笹森, A01・公・剣]
52. ◎▲*Miki, K.; Enomoto, A.; Inoue, T.; Nabeshima, T.; Saino, S.; Shimizu, S.; *Ohe, K. Polymeric self-assemblies with boron-containing near-infrared dye dimers for photoacoustic imaging probes, *Biomacromolecules* **2017**, *18*, 249-256. [領域内共同研究：A04・公・三木, A01・公・鍋島, A01・公・清水宗治] [企業との共同研究] [融合研究論文：化学と生物学, 医学].

総説

1. *Chujo, Y.; Tanaka, K. New polymeric materials based on element-blocks, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2015**, *88*, 633–643. [Back Cover に掲載] [Web of Science 高被引用文献]
2. Tanaka, K.; *Chujo, Y. Chemicals-inspired biomaterials; developing biomaterials inspired by material science based on POSS, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2013**, *86*, 1231–1239. [Back Cover に掲載] [Award acconts] [日本経済新聞で紹介]

3. ©*Matsukawa, K.; Watanabe, M.; Hamada, T.; Nagase, T.; Naito, H. Polysilsesquioxanes for gate insulating materials of organic thin-film transistors, *Int. J. Polym. Sci.* **2012**, *2012*, 852063.[領域内共同研究:A03・計・松川, 同・内藤] [融合研究論文: 化学と工学]

(2) 学会発表

基調講演 (一部)

1. Chujo, Y. New Polymeric Materials Based on Element-Blocks, PC2016, Changchun, China, 2016/9/9.
2. Naito, H. Characterization of opto-electronic properties of inverted organic light emitting diodes, Interdisciplinary Science and Technology Conference – 2016 (iSciTech-2016) “Frontiers in Nanoscience and Nanotechnology”, Belihuloya, Sri Lanka, 2016/4/27.
3. Chujo, Y. Photo-luminescent materials based on element-blocks, AIE International Symposium, Guangzhou, China, 2015/5/16.
4. Tomita, I. π -Conjugated polymers possessing versatile elements-blocks by post-element-transformation technique, IUPAC 12th International Conference on Novel Materials and Synthesis (NMS-XII) Changsha, China, 2014/10/10-15.
5. Hasegawa, Y. Lanthanide complexes with remarkable asymmetric dodecahedron structure, 19th International SPACC symposium, The society of pure and applied coordination chemistry (SPACC), Sapporo, 2012/8/3-4.

総計 6559 件 (内、基調・招待・依頼講演など 1305 件)

(3) 図書

1. 「元素ブロック高分子—有機-無機ハイブリッド材料の新概念—」・シーエムシー出版・H27/12/25
2. 「元素ブロック高分子—元素ブロック材料の創出と応用展開」・シーエムシー出版・H28/6/13
3. Element-Block Materials・Springer Inc・H29 予定
他に、学協会誌での特集号: 「元素ブロック高分子材料～高機能材料への新コンセプト～」・セラミックス誌 特集 (日本セラミックス協会) H28/11/1 ; 「機能性複合材料としての元素ブロックおよび元素ブロック高分子」・粉末および粉末冶金 特集 (粉末粉体冶金協会) H29/3/15 ; 「元素ブロック材料」・化学と工業 特集 (日本化学会) H30/4 予定

書籍 251 件

研究成果による産業財産権の出願・取得状況

出願 179 件、取得 65 件

研究成果

本研究領域では、“元素ブロック高分子材料”という新しい概念に基づく領域を立ち上げ発展させることで、既存の材料では達成できないトレードオフの解消など、従来の有機-無機ハイブリッドの概念を超えた材料を創出し、これまでにない光学材料、電子デバイス材料、磁気材料などへと展開した。また、元素ブロックの新しい概念を広げ、学界のみならず産業界へも強くアピールした。さらに学術的な交流と連携を積極的にマネジメントすることで、若手研究者を中心とした活性なネットワークを構築し、海外へもそれを広げ、加えて新しい概念に基づく材料開発に積極的な若手研究者を育成した。このように、本領域の目標であった学理の確立とそれによる材料開発の基盤を確立し、日本を化学で元気にすることに貢献した。

A01 班では、有機化学的および無機化学的アプローチによる元素ブロックの作製手法の多様化、精緻な構造制御技術の確立と高分子化への展開に向けた構造の最適化を行い、種々の元素ブロック設計指針を確立した。有機化学的アプローチとしてピチオフェンやビピリジルにおいて環構造をヘテロ元素で架橋した元素ブロックを設計し、その一部は重合化の基礎的検討も行なった。この手法は架橋する元素の選択により幅広い機能を有する元素ブロックの作製が可能となるため汎用性が高い。一方、ケイ素-酸素結合からなるカゴ型クラスタを基本骨格とし、有機化学的に様々な官能基を導入することにより種々の機能を有する元素ブロックを作製した。加えて、選択的開環反応により重合性官能基を導入し、クラスタ連結へ道を開いた。無機化学的手法では、酸化ナノ粒子・酸化ナノシート表面に官能基を導入することにより、元素ブロックを作製する手法を発展させた。この手法はナノ粒子、ナノシートの選択により様々な機能材料に展開できる。また、金属ナノ粒子あるいは表面修飾金属ナノ粒子を元素ブロックとして活用し、薄膜化とレーザー照射と組み合わせることにより位置選択的な重合が可能なることを示した。本手法は有機的な高分子化とは異なる重合法であり、元素ブロックの選択の幅を大きく広げることができた。

A01 班では、さらに、公募班員による研究により、特に元素ブロックの作製手法の多様化と機能発現の手法開拓を拡張した。有機化学的手法では、縮合した環構造を有する *N*-heteroacene、アザ BODIPY 類縁体のピロロピロール、有機イリジウム(III)錯体、2,5-ジアミノテレフタル酸ジチオエステル、ヘテロヘリセン環状オリゴマーなどの発光性元素ブロックを見出し、有用な分子設計指針を提案した。また、数種類の元素ブロックを組み合わせることにより機能発現が起こることも見出した。加えて、基礎科学への貢献として、アニオン性アルミナベンゼンの合成を達成した。無機化学的手法では、Au、Pd、Cu から構成される、新規三成分クラスタに成功するとともにサイズの整ったセリアナノ粒子キューブを利用した元素ブロックの作製と配列に成功した。以上の計画班・公募班の研究において、重合手法の開発への展開を主眼に A02 班と連携したが、それに加えて A03 班とは界面・高次構造の設計・制御や物性評価の観点で、A04 班とは計算化学的検討で直接連携し、班員間で議論を重ね共同研究を実施することが重要な役割を果たし、新材料の創出に向けた多様な元素ブロックの設計と合成を様々なアプローチから達成した。

A02 班では、有機化学的および無機化学的手法を駆使した元素ブロックの高分子化と高分子構造の精密制御技術を確立した。有機金属化学的アプローチとして、主鎖に遷移金属-炭素結合を持つ高分子に対して、低原子価金属錯体の反応性を活かし、原子交換反応を含む高分子反応技術を開発した。これにより従来法では合成が困難な 14 族~16 族の多彩な典型元素を π 電子系に組み込むことが可能となった。特異な光・電子特性に立脚した機能材料の開発を可能とするデザインブルな π 共役元素ブロック高分子の守備範囲の大きく拡張することができた。

また剛直で嵩高いナノ元素ブロックを柔軟なソフト鎖で結合したネックレス型元素ブロック高分子の合成技術を確立することで、無機ソフトマテリアルという新しい材料分野を創成した。系統的にネックレス型ポリマーの一次構造を制御する技術を確立するとともに、ナノ構造と基本物性の相関性を明らかにした。ハードセグメントとソフトセグメントの微妙なバランスによって、本来トレードオフな関係にある柔軟さと低線膨張性や耐熱性の両立を可能とする材料開発の設計指針を示すことができた。さらにモノシランから

多様なプリカーサを経て、ポリシルセスキオサンへと階層的かつ高効率に高次構造を有するケイ素系元素ブロックポリマーの合成技術を確認した上で、これらを様々な元素クラスタと複合化し、ハイブリッド元素ブロック高分子とする技術へと発展させた。精密な反応制御と生じたナノ構造の相関性を明確にすることで、無機化学的アプローチによる元素ブロック高分子の高次構造への方法論が明らかとした。

A02 班では、公募班員によってもたらされた成果によって、さらに元素ブロックにおける高分子化手法を拡張した。共有結合に留まらない超分子的高分子化や、気相界面重合、固液界面選択重合など界面を利用した新たな重合法など、有機無機の範疇を超えたさまざまな手法を統合することで、元素置換からナノユニット（クラスタ）の連結によるリニアポリマー化、二次元ナノシート、ハイブリッド三次元架橋体まで、原子レベルから固体材料まで様々な次元およびスケールにおいて元素ブロックを高分子化する技術を体系化した。さらに、A01 班の開発した元素ブロックユニットの高分子化と、A03 班の持つ高次構造制御や特性評価の技術を駆使した幅広い共同研究によって、様々な次元で複合的に元素ブロックをつなぎ、高分子化する技術が体系化された。

A03 班では、元素ブロックならびに元素ブロック高分子を用いた界面および階層制御、そして構造制御による多機能化に関して、基盤となる材料づくりと評価に関する方法論を確認した。表面・界面の構造・物性評価として、元素ブロック高分子のポリチオフェンの構造・物性評価に関する成果が挙げられる。領域の幅広い研究アプローチにより、優れた電気化学特性を有するポリチオフェンの撥水性や力学物性、さらには分子設計に基づいたゴム特性の付与など、元素ブロック高分子の新たな特性を報告してきた。光学・磁性特性を有する元素ブロック高分子として、希土類元素を含有した高分子が挙げられる。希土類元素を3次的に配列制御することで、これまで有機材料や無機材料のみでは達成不可能であった、耐熱性や高発光特性、ファラデー効果、キラル効果など、多様な特性を元素ブロック高分子で初めて達成した。元素ブロックの電気デバイス特性としては、元素ブロックの特異な表面特性を活かした塗布型半導体のプロセス開発が挙げられる。従来では困難であった撥水性基板への半導体デバイスの構築を、元素ブロックを利用することで克服し、さらに電荷移動度が上昇するといった付随効果を見出すに至った。元素ブロック界面制御として、ポリシルセスキオキサンによる元素ブロックの表面改質が挙げられる。A03 班内外で創出された元素ブロックを表面修飾することにより、分散性の向上ひいては屈折率制御や自己修復能など、表面改質・機能化のビルディングブロックとしての優れた性能を見出した。

さらに公募研究や A03 班内外での共同研究による多様な元素ブロック高分子の研究により、生体材料や電子・光学・磁性機能材料への応用研究が飛躍的に進むとともに、分野を横断した多角的な構造・物性の評価が可能となった。また、元素ブロックの界面・階層構造の制御という観点からの A03 班の研究遂行により、元素ブロック機能材料の創出に大きく貢献した。

A04 班では、真に新規性の高い独創的な元素ブロック高分子概念の学理確立とそれに基づく学術領域の創出を目指して、全体の軸となって牽引・支援した。同時にシーズ志向の研究や異分野の手法と考え方を広く取り入れた新規な研究を推進し、発想の突然変異によるブレークスルーを実現するために、班内および班間の相互交流、共同研究、異分野交流などによる新発想の育成を強力に推進した。

計画研究では、ホウ素元素の特徴を活かす設計に基づいて刺激応答性元素ブロック高分子を創製することによって、元素ブロック高分子材料創出のモデルケースを提示し、領域全体の進捗を促す牽引役を努めた。また、低分子・高分子についての高いレベルでの理論的考察に基礎を置く支援により、元素ブロックとしての電子状態・物性制御、ならびにその高分子化による具体的な材料機能発現への理解を助けること、理論的解析を用いた研究展開を牽引し、新たな視点での分子・材料設計指針を提案することによって、元素ブロック概念の確立と定着に努めた。また、新規なソフトマテリアルとして、ヒ素元素やリン元素の特徴を活かした高分子電子化物としての元素ブロックの設計・合成を行い、海外共同研究へと展開させている。

さらに、公募研究では、このような支援体制のもと、個々の研究の進捗に留まらず班内・班間での共同研究、さらには領域外との共同研究が積極的に実施され、「圧力により発光色が変わる珍しい固体発光性機能材料」や「理論的解析を用いて特異な光学物性を示す種々の共役系元素ブロック高分子」、「光音響撮像法用高コントラスト腫瘍造影剤」などの新たな元素ブロックが創出された。また、H25 年度末には A04 班の特徴を活用してメンバーの班間移動を実施し、領域内における相互交流の起点として発想の新陳代謝を促すとともに、自立的発展性の形成に寄与することができた。

このように、A01－A04 班の活発な研究活動と効果的な連携によって有機・無機の特徴の単なる足し合わせではなく、また、従来の有機 - 無機ハイブリッドの概念を超えた新たな付加価値を持つ「元素ブロック」という学理概念を構築するに至った。