

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18H02038

研究課題名（和文）ラジカル重合と重付加反応の融合による超耐熱型マレイミドポリマー材料の創製

研究課題名（英文）Creation of super heat-resistant maleimide polymer materials by fusion of radical polymerization and polyaddition reaction

研究代表者

松本 章一（MATSUMOTO, Akikazu）

大阪府立大学・工学（系）研究科（研究院）・教授

研究者番号：00183616

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,550,000円

研究成果の概要（和文）：ビニルポリマーが持つ高透明性、高靱性、易加工性と重縮合系ポリマーや熱硬化性樹脂が持つ耐熱性や高強度の両方を兼ね備えたポリマー材料を設計するため、ラジカル重合と重付加を融合する高分子合成法を新たに提案した。シークエンス制御が可能なラジカル重合法を活用して、ポリマーに反応性官能基を導入し、得られた反応性ポリマーの後反応や架橋を利用して精密ネットワーク構造を形成し、超耐熱型ポリマー材料設計を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

重縮合系ポリマーや熱硬化性樹脂に匹敵する高耐熱・高強度を有し、かつ高透明性、高靱性、易加工性に優れたポリマー材料を合成するため、本研究ではラジカル重合と逐次的付加反応を組み合わせたポリマー材料設計と高機能化・高性能化の新規手法を提案し、材料作製のためのポリマー合成反応の設計、物性発現に向けたポリマー鎖ならびにネットワーク構造の設計、材料革新に繋がる高耐熱・高強度・高透明ポリマー材料の創製に取り組んでおり、基礎科学ならびに応用面での波及効果は大きいと期待される。

研究成果の概要（英文）：In order to design polymer materials that have both the high transparency, high toughness, and ease processing of vinyl polymers and the heat resistance and high strength of polycondensation and thermosetting resins, we have proposed a new method of polymer synthesis as the fusion of chain radical polymerization and stepwise addition. Utilizing a precisely controlled radical polymerization technique capable of sequence control, a reactive functional group is introduced into the polymer, and a precise network structure is formed by the use of the post-polymerization reaction and cross-linking to provide super heat-resistant polymer materials.

研究分野：高分子化学

キーワード：高分子合成 ラジカル重合 高分子反応 高性能・高機能高分子 耐熱性透明ポリマー ネットワークポリマー 有機無機ハイブリッド マレイミド

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ラジカル重合で容易に合成できるマレイミドポリマーは従来のビニルポリマーに比べて優れた耐熱性を示すが、ラジカル共重合を利用する既存の材料設計法では様々な応用分野での使用に耐えうる高耐熱高強度ポリマー材料を設計することはできない。研究代表者は、交互および AAB 型配列制御ラジカル重合やリビングラジカル重合を活用したマレイミドポリマーの設計や有機無機ハイブリッド材料の開発に関する基礎研究に取り組んできた。ビニルポリマーが本来持っている高透明性、高靱性、易加工性などの利点を生かしつつ、さらに重縮合系ポリマーや熱硬化性樹脂に匹敵する耐熱性や高強度が付与できれば、ガラス代替材料、省エネルギー、航空宇宙材料、エネルギーデバイス分野を含む様々な分野でポリマー材料設計に有用なポリマー合成の指針を与えることができる。そこで、ラジカル重合と重付加を融合した新しいポリマー設計法が有効であると考え、本研究課題の提案に至った。

2. 研究の目的

ビニルポリマーが持つ高透明性、高靱性、易加工性などの利点と重縮合系ポリマーや熱硬化性樹脂が持つ耐熱性や高強度の双方を有効活用するため、研究代表者はラジカル重合と重付加を融合した新しいポリマー材料の設計手法を提案した。シーケンス制御が可能なラジカル重合法を活用して、ポリマーに反応性官能基を導入し、後反応や架橋反応を利用して、精密に制御された高分子反応によるネットワークの形成を行い、従来型の熱硬化性樹脂では実現できなかった機能を発現できる耐熱ポリマー材料設計に取り組んだ。

3. 研究の方法

本研究課題では、シーケンス制御が可能なラジカル重合法を活用して、ポリマーの側鎖等に反応性基を導入し、得られた反応性ポリマーの後架橋などを利用してネットワーク形成を行い、従来型の熱硬化性樹脂では実現できなかったポリマー材料の設計を行った。まず材料合成を中心に研究を開始し、計画全体の方向性の確認に必要となる機械特性の評価を実施し、以降の構造、物性に関する評価を随時合成設計にフィードバックしながら、高耐熱・高強度・高透明マレイミドポリマーの設計と異種材料接合用マレイミド材料の開発を中心に研究を進めた。以下の項目についてそれぞれ詳細な検討を実施した。

- ・ラジカル重合によるシーケンス制御したポリマーの設計
- ・高耐熱・高強度・高透明ポリマーの設計
- ・高耐熱・高強度・高透明ネットワークポリマーの設計
- ・異種材料接合用の高強度ポリマー材料の開発

4. 研究成果

(1) ラジカル重合によるシーケンス制御したポリマーの設計

本研究課題では、シーケンス制御が可能なラジカル重合法を活用して、マレイミドポリマーの側鎖や末端基に反応性基を任意に導入し、得られた反応性ポリマーの後架橋などを利用してネットワーク形成を行い、従来型の熱硬化性樹脂では実現できなかったポリマー材料設計を行った。まず、マレイミドのラジカル共重合系に制御ラジカル重合法を適用し、繰り返し単位の配列構造を精密に制御したマレイミドポリマーを合成した。オレフィンと種々のビニルモノマーのラジカル共重合系で、ランダム、交互、および定序配列重合にリビングラジカル重合を併用し、様々なマレイミドシーケンスを含むポリマーを合成した。マレイミド環構造と剛直ポリ置換メチレン構造は、分解温度の向上などの化学的な耐熱性とガラス転移温度 (T_g) の向上などの物理的な耐熱性に効果的に作用し、N-置換マレイミドとビニルモノマーの共重合によって、交互共重合体、2:1 制御 (AAB 型) 共重合体あるいはランダム共重合体が合成できることを見出した。いずれも優れた耐熱性、光学特性、機械特性をあわせもつ熱可塑性ポリマーであり、N-アルキル置換基の構造に応じて T_g を広い温度範囲で制御できた。

(2) 高耐熱・高強度・高透明ポリマーの設計

N-アリルマレイミド共重合体は側鎖に反応性のアリル基をもつ可溶性のプレポリマーであり、多官能チオール化合物と組みあわせて反応を行うと、側鎖アリル基とメルカプト基間のチオール-エン反応によって効率よく架橋でき、耐熱性や機械特性に優れた透明材料が得られる。マレイミド共重合体のキャストフィルムの光学特性はアクリル樹脂やカーボネートと近い値を示し、波長 589nm での屈折率は 1.50 ~ 1.56、アッペ数

は 38 ~ 52 であった。また、分子間水素結合を導入すると、 T_g 向上とフィルム強靱化に有効なことを実証した。さらに、共重合体の側鎖置換基の組みあわせを最適化することによってシークエンス構造による固有複屈折や光弾性係数の制御が可能であることを明らかにした。ポリマレイミドと同じポリ置換メチレン構造を持つポリフマル酸エステルは、光学フィルムとして優れた耐熱性、機械特性、光学特性をあわせもち、位相差フィルム材料としての利用が期待されている。フマル酸エステルの重合では、リビングラジカル重合によるポリマー構造制御が有効であり、可逆的付加開裂連鎖移動(RAFT)重合を用いた分子量、分子量分布、末端基、シークエンス構造などの制御を行い、1官能性ジチオベンゾエート型あるいは2官能性トリチオカーボネート型RAFT剤によって精密に構造制御されたブロック共重合体を合成し、ポリマー鎖両末端に残存するRAFT末端基の除去によって、透明性90%以上、屈折率1.472、アッベ数55.5の光学特性をもつ透明ポリマー材料を得た。さらに、アクリル酸エステルとのランダム共重合体の動的粘弾性測定によってポリフマル酸エステルの β 緩和が屈曲性ポリマーと異なる特徴を示すこと、ポリフマル酸エステルの貯蔵弾性率や損失弾性率の値は β 緩和温度の前後で1桁近く変動すること、 α 緩和と β 緩和の強度比が熱履歴に強く依存することなどを明らかにした。ポリフマル酸エステルの β 緩和の温度依存性がVFT式に従うことも見出した。かさ高い側鎖エステル部位による緩和と剛直主鎖による緩和が相互に影響するモデルの適用を検討し、ポリマレイミドやポリクロトン酸エステルの分子鎖緩和挙動と機械特性の関係も含めて検討を進めた。

(3) 高耐熱・高強度・高透明ネットワークポリマーの設計

N-アリルマレイミドとアクリル酸2-エチルヘキシルとのランダム共重合体にグリコールウリル系多官能チオール架橋剤を添加して熱硬化すると、短時間の加熱で不溶化率が90%以上に達し、剛直な架橋剤の分子構造が効率よく架橋反応に作用した。5%重量減少温度および最大重量減少温度はそれぞれ349 ~ 352°Cおよび395 ~ 409°Cであり、引張試験においても高弾性率、高破断強度、低破断伸びを示すことが確認できた。架橋点のグリコールウリルの硬い構造が架橋ポリマーの物性に直接影響し、また架橋剤分子中に含まれるエステル結合をエーテル結合に置き換えたチオール架橋剤を用いると耐酸性に優れた硬化物が得られ高温強酸条件下でも架橋密度の低下は初期値の半分に抑えられた。次に、チオール修飾したランダム型シルセスキオキサンとマレイミドとジイソブテンとの2:1シークエンス制御型の共重合体を用いたハイブリッド系の耐熱性、機械特性、光学特性を評価し、折り曲げ可能な熱硬化物フィルムを得た。架橋促進剤であるイソシアヌル酸トリアリの添加量に応じて架橋密度が増大し、弾性率や破断強度に関して数倍程度の性能向上が認められた。柔軟性に富んだアリルマレイミドとアクリル酸エステルのランダム共重合体と反応性SQを用いたチオール-エン反応による熱硬化物の耐熱性や機械特性を明らかにし、従来のマレイミドポリマーの強度や靱性面での欠点をカバーした高透明・高強度フィルムが作製できた。さらに、マレイミド基を含むベンズオキサジン誘導体の反応設計に取り組み、マレイミドとベンズオキサジンおよびアリル基を含むモノマーを設計し、ラジカル重合、マイケル付加、重付加、オキサジン環の開環重合を逐次あるいは同時に制御しながら、異なる機構に基づく反応を複数組みあわせてネットワークポリマーを合成した。マレイミドとベンズオキサジンを含むネットワークポリマーは耐熱性が優れている反面、機械的性質に改善の余地があることが明らかになったため、柔軟な架橋成分を組み合わせた反応を設計して、耐熱性、柔軟性、強度および靱性のいずれもバランスのとれた材料設計を試みた。構造が明確なビルディングブロックを合成し、熱硬化によって制御された架橋構造を持つネットワークの合成法を新たに提案した。硬化物は、芳香環とヘテロ環を含む含窒素ポリマーであり、高透明耐熱材料ならびに高強度接着材料としての物性評価を行った。

(4) 異種材料接合用の高強度ポリマー材料の開発

ラジカル連鎖機構ならびにチオール-エン反応を利用して硬化可能なポリアクリレートネットワークポリマーを設計し、エポキシ骨格をもつネットワークと組み合わせた新規なラジカル重合と重付加の融合型の新規材料設計を行った。エポキシモノリスは連続した網目骨格と空隙を有する高い空隙率と高強度を兼ね備えた有機多孔材料であり、ラジカル連鎖反応と逐次的な付加反応の組み合わせによる材料設計に着目して、エポキシモノリスの特性を活かした異種材料接合法ならびに共連続複合材料の開発に取り組んだ。エポキシモノリスは折り曲げ可能な柔軟なシートとして得られ、モノリスの空隙に柔軟性の高い樹脂を充填すると共強度を示す共連続架橋体を得られた。ポリアクリレートネットワーク構造と機械特性の関係を明らかにし、第1成分のエポキシ樹脂がガラス状態にあり、第2成分がゴム状態をとるときに優れた靱性を示し、第2成分ネットワークがモノリス骨格の一部破壊による塑性変形を抑制していることなどを明らかにした。これら高強度ポリマー材料の異種材料接合への応用を検討し、これら新規複合ポリマー材料の有効性を実証した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 N. Sakata, Y. Takeda, M. Kotera, Y. Suzuki, and A. Matsumoto	4. 巻 36
2. 論文標題 Interfacial Structure Control and Three-Dimensional X-ray Imaging of an Epoxy Monolith Bonding System with Surface Modification	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 10923-10932
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.0c01481	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 S. Dohi, Y. Suzuki, and A. Matsumoto	4. 巻 69
2. 論文標題 One-shot Radical Polymerization of Conjugated and Non-conjugated Monomers Accompanying Spontaneous Delay of Polymerization for the Synthesis of Double Network Hydrogels	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer International	6. 最初と最後の頁 954-963
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pi.6048	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 S. Dohi and A. Matsumoto	4. 巻 46
2. 論文標題 Synthesis of Hydrogels with a Gradient Crosslinking Structure by Electron Beam Radiation to an Aqueous Solution of Poly(sodium acrylate)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Applied Polymer Science	6. 最初と最後の頁 49515
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/app.49515	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 杉本由佳, 鈴木祥仁, 松本章一	4. 巻 56
2. 論文標題 種々のエポキシ樹脂とジアミン硬化剤から得られるエポキシモノリスを用いた金属樹脂接合の耐熱性評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本接着学会誌	6. 最初と最後の頁 303-313
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11618/adhesion.56.303	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 倉崎佑斗, 鈴木祥仁, 松本章一	4. 巻 41
2. 論文標題 エーテル結合を含む多官能チオール架橋剤を用いたN-アリルマレイミド共重合体熱硬化物の特性解析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ネットワークポリマー論文集	6. 最初と最後の頁 100-112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11364/networkedpolymer.41.3_100	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 R. Tominaga, Y. Nishimura, Y. Suzuki, Y. Takeda, M. Kotera, and A. Matsumoto	4. 巻 11
2. 論文標題 Co-continuous Network Polymers Using Epoxy Monolith for the Design of Tough Materials	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1431
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-80978-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 松本章一	4. 巻 69
2. 論文標題 オンデマンド型接着接合: 異種材料接合と易解体性接着の融合に向けて	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 高分子	6. 最初と最後の頁 53-56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松本章一	4. 巻 69
2. 論文標題 アクリル系透明耐熱ポリマーの材料設計	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 工業材料	6. 最初と最後の頁 34-39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 S. Terada and A. Matsumoto	4. 巻 51
2. 論文標題 Role of N-Substituents of Maleimides on Penultimate Unit Effect for Sequence Control during Radical Copolymerization	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 1137-1146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-019-0227-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 N. Tsuji, Y. Suzuki, and A. Matsumoto	4. 巻 51
2. 論文標題 Adamantane-Containing Poly(dialkyl fumarate)s with Rigid Chain Structures	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 1147-1161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-019-0228-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 S. Nagase, K. Miyama, and A. Matsumoto,	4. 巻 57
2. 論文標題 Control of Thermal, Mechanical, and Optical Properties of Three-Component Maleimide Copolymers by Steric Bulkiness and Hydrogen Bonding	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Polymer Science, Part A: Polymer Chemistry	6. 最初と最後の頁 1569-1579
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pola.29421	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Kurasaki, Y. Suzuki, and A. Matsumoto	4. 巻 58
2. 論文標題 Synthesis of Heat-Resistant and High-Strength Polymers by Thiol-Ene Reaction of N-Allylmaleimide Copolymers Using Glycolurea Cross-linkers with Rigid Molecular Structures.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Polymer Science, Part A: Polymer Chemistry	6. 最初と最後の頁 923-931
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pol.20190188	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 S. Nagase and A. Matsumoto	4. 巻 5
2. 論文標題 Thermal, Mechanical, and Optical Properties of Maleimide Copolymers Containing Twisted N-Phenyl Substituents in the Side Chain	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ChemistrySelect	6. 最初と最後の頁 4793-4801
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/slct.202000901	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 R. Oban, K. Matsukawa, and A. Matsumoto	4. 巻 56
2. 論文標題 Heat-Resistant and Transparent Organic and Inorganic Hybrid Materials Composed of N-Allylmaleimide Copolymer and Random-Type SH-Modified Silsesquioxane	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem.	6. 最初と最後の頁 2294-2302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pola.29202	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松本章一	4. 巻 66 (4月号)
2. 論文標題 耐熱性透明ポリマー材料の設計	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 工業材料 特集「透明ポリマー材料と次世代光技術」	6. 最初と最後の頁 38-43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松本章一	4. 巻 18 (7月号)
2. 論文標題 マレイミド共重合体の合成と耐熱ポリマー材料設計への応用	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 マテリアルステージ	6. 最初と最後の頁 51-56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計40件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 松本章一
2. 発表標題 異種材料接着（モノリス接合）と易解体性接着（熱分解性ポリマー）の融合を目指して
3. 学会等名 日本接着学会次世代接着材料研究会Part 第8回例会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本章一
2. 発表標題 エポキシモノリスを用いる高強度共連続架橋体：タフ&フレキシブルポリマー材料の開発
3. 学会等名 イノベーション・ジャパン2020：大学見本市
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 富永 蓮，鈴木祥仁，武田佳彦，小寺 賢，松本章一
2. 発表標題 アクリル硬化物を充填したエポキシ系高強度共連続架橋体CNPの設計
3. 学会等名 第29回ポリマー材料フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本章一
2. 発表標題 高機能ポリマー材料の合成と設計
3. 学会等名 第45回高分子同友会総合講演会『高機能ポリマー材料の合成と設計』（招待講演）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計10件

1. 著者名 松本章一	4. 発行年 2020年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 12
3. 書名 次世代ディスプレイへの応用に向けた材料、プロセス技術の開発動向（透明耐熱ポリマレイミド樹脂のフィルム材料設計と応用）	

1. 著者名 松本章一	4. 発行年 2021年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 14
3. 書名 異種材料の接着・接合技術と応用事例（エポキシモノリス材料を用いた樹脂と金属の接着技術）	

1. 著者名 松本章一	4. 発行年 2019年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 35-50 分担執筆
3. 書名 透明高分子材料の高屈折率化と屈折率制御（透明材料の分子設計による耐熱化）	

1. 著者名 松本章一	4. 発行年 2019年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 46-57 分担執筆
3. 書名 透明耐熱ポリマレイミド樹脂のフィルム材料設計と応用（透明耐熱ポリマレイミド樹脂のフィルム材料設計と応用）	

1. 著者名 松本章一(執筆箇所pp. 78-84)、他57名(分担執筆)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 529
3. 書名 『高耐熱樹脂の開発事例集』(マレイミド共重合体/シルセスキオキサン高透明ハイブリッド材料)	

1. 著者名 松本章一(執筆箇所pp. 23-44)、他21名(分担執筆)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 206
3. 書名 『自動車への展開を見据えたガラス代替樹脂開発』(アクリル系透明耐熱ポリマーの材料設計)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------