

機関名	東北大学	機関番号	11301	拠点番号	B02
1. 機関の代表者 (学長)	(ふりがなくローマ字) さとみ すずむ (Satomi Susumu) (氏名) 里見 進				
2. 申請分野 (該当するものに○印)	A<生命科学> <b>B&lt;化学、材料科学&gt;</b> C<情報、電気、電子> D<人文科学> E<学際、複合、新領域>				
3. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	分子系高次構造体化学国際教育研究拠点 International Center of Research & Education for Molecular Complex Chemistry				
研究分野及びキーワード	<研究分野:複合化学>(合成化学)(金属錯体化学)(生物有機化学)(分子素子)(表面・界面)				
4. 専攻等名	理学研究科化学専攻、工学研究科応用化学専攻、工学研究科バイオ工学専攻、工学研究科化学工学専攻、薬学研究科創薬化学専攻、環境科学研究科環境科学専攻				
5. 連携先機関名 (他の大学等と連携した取組の場合)					
6. 事業推進担当者	計 27 名 ※他の大学等と連携した取組の場合: 拠点となる大学に所属する事業推進担当者の割合 [      %]				
ふりがなくローマ字 氏名(年齢)	所属部局(専攻等)・職名	現在の専門 学位	役割分担 (事業実施期間中の拠点形成計画における分担事項)		
(拠点リーダー)					
やまぐち ままひこ(Yamaguchi Masahiko)	理学研究科化学専攻・教授	有機化学 理学博士	統括責任者(人工高次構造合成)		
山口 雅彦(57)		錯体化学 理学博士	大学院教育(錯体高次構造)		
やました まさひろ(Yamashita Masahiro)	理学研究科化学専攻・教授	天然物合成化学 理学博士	生体高次構造合成(化学合成)		
山下 正廣(57)		電気化学、界面 化学 工学博士	統括分担者(界面機能解析)		
ひらま まさひろ(Hirama Masahiro)	理学研究科化学専攻・教授	生物化学、蛋白 化学 工学博士	キャリアパス形成(生体機能)		
ひらま 正博(64)		分析化学 工学博士	経済支援(生体機能解析)		
いたや きんご(Itaya Kingo)	原子分子材料科学高等研究機構・教授	物理化学 工学博士	語学教育(機能理論解析)		
板谷 謹悟(63)		生物化学 薬学博士	経済支援(生体機能解析)		
くまがい いずみ(Kumagai Izumi)	工学研究科バイオ工学専攻・教授	生物物理化学 工学博士	生体高次構造解析(生体機能)		
熊谷 泉(63)		天然物合成化学 理学博士	人材交流(大分子合成)		
てらまえ のりお(Teramae Norio)	理学研究科化学専攻・教授	有機化学 理学博士	統括分担者		
寺前 紀夫(63)		有機金属化学 理学博士	統括分担者(錯体大分子合成)		
ふくむら ひろし(Fukumura Hiroshi)	理学研究科化学専攻・教授	理学博士 有機化学 博士(農学)	評価担当(生体機能解析)		
福村 裕史(59)		有機化学 博士(理学)	若手研究者交流(人工酵素合成)		
まつえ ともかず(Matsue Tomokazu)	環境科学研究科環境科学専攻・教授	天然物化学博士 (理学)	若手研究者交流(大分子合成)		
末永 智一(58)		生物有機化学 博士(薬学)	大学院教育(大分子合成)		
くりはら かずえ(Kurihara Kazue)	多元物質科学研究所・教授	環境化学工学 工学博士	国際シンポジウム(反応工学)		
栗原 和枝(60)		天然物化学 農学博士	大学院教育(大分子合成)		
ささき まこと(Sasaki Makoto)	生命科学研究所分子生命科学専攻・教授	量子物理化学 博士(理学)	原子分子高次構造(複雑系機能)		
佐々木 誠(51)		糖鎖工学 理学博士	語学教育(酵素合成)		
やまもと よしのり(Yamamoto Yoshinori)	原子分子材料科学高等研究機構・機構長 理学研究科化学専攻・教授(兼務)	材料化学固体化 学 博士(工学)	大学院教育(複合系解析)		
山本 嘉則(69)		化学工学、超臨 界 工学博士	評価担当(複合系解析)		
とびた ひろみ(Tobita Hiromi)	理学研究科化学専攻・教授	機能結晶工学 工学博士	人材交流(複合系解析)		
飛田 博美(57)		光学材料 工学博士	共同研究センター(複合系解析)		
うえだ みのり(Ueda Minoru)	理学研究科化学専攻・教授	生物化学 博士(薬学)	女性支援(生体機能合成)		
うえだ 実(46)		材料化学 工学博士	原子分子高次構造合成(複合系合成)		
てらだ まさひろ(Terada Masahiro)	理学研究科化学専攻・教授	有機化学 工学博士	国際シンポジウム(コンビケム)		
寺田 真浩(48)		有機化学 工学博士			
とくやま ひでとし(Tokuyama Hidetoshi)	薬学研究科創薬化学専攻・教授				
徳山 英利(44)					
いわぶち よしはる(Iwabuchi Yoshiharu)	薬学研究科創薬化学専攻・教授				
岩渕 好治(48)					
スミス リチャード リー(Smith Richard Lee)	環境科学研究科環境科学専攻・教授				
スミス リチャード リー(55)					
くわはら しげふみ(Kuwahara Shigefumi)	農学研究科生物産業創成科学専攻・教授				
桑原 重文(54)					
あさい けいすけ(Asai Keisuke)	工学研究科応用化学専攻・教授				
浅井 圭介(49)					
しょうだ しんいちろう(Shoda Shinichiro)	工学研究科バイオ工学専攻・教授				
正田 晋一郎(58)					
たきざわ ひろつぐ(Takizawa Hirotsugu)	工学研究科応用化学専攻・教授				
滝澤 博胤(49)					
いのまた ひろし(Inomata Hiroshi)	工学研究科化学工学専攻・教授				
猪股 宏(55)					
かじたに つよし(Kajitani Tsuyoshi)	工学研究科応用物理学専攻・教授				
梶谷 剛(64)					
ふじわら たくみ(Fujiwara Takumi)	工学研究科応用物理学専攻・教授				
藤原 巧(52)					
ながつぎ ふみ(Nagatsugi Fumi)	多元物質科学研究所・教授				
永次 史(49)					
きょうたに たかし(Kyotani Takashi)	多元物質科学研究所・教授				
京谷 隆(57)					
どい たかゆき(Doi Takayuki)	薬学研究科創薬化学専攻・教授				
土井 隆行(48)					
(H20. 4. 1追加)					

機関（連携先機関）名	東北大学		
拠点のプログラム名称	分子系高次構造体科学国際教育研究拠点		
中核となる専攻等名	理学研究科化学専攻		
事業推進担当者	（拠点リーダー） 山口 雅彦		外 26 名
<p>[拠点形成の目的]</p> <p>21世紀の科学技術に求められているのは、持続可能な社会構築のための「医療と保健などの生命と生活基盤の確立」、「環境調和した物質利用」、「効率的エネルギーの発生利用」である。この複雑な諸問題を本質的に解決するためには、20世紀までに蓄積された科学技術に立脚し、しかも従来より格段に優れて総合的な高度技術が必要である。化学の学問的特性は、原子・分子レベルの技術革新をもとにして、高度にシステム化するボトムアップ方法論を取りうる点である。これは、身の回りから微細なものに目を向ける医学や建築・土木などの他の多くの学問の方法論（トップダウン）と異なる。先の21世紀COEプログラム「大分子複雑系未踏化学」では「分子から社会へ」の課題に取り組み、通常分子から物質サイズを1桁上げた大分子複雑系化学（物質サイズ1-10nm）の教育研究で高水準の成果をあげた。今回のグローバルCOEプログラム「分子系高次構造体化学国際教育研究拠点」では、化学に対する社会的ニーズである物質による高機能発現をさらに具現化する目的で、物質サイズを上げ（10nm-0.1mm）、大分子複雑系を空間的に制御して配置するとともにその構造体が経時的に変化するプロセスを制御する分子系高次構造体化学の教育研究を行う。あわせて、言及している範囲の物質研究を行うとともに、幅広い物質の高度な研究開発を先端的に担うことのできるユニークな人材を育成する。世界における我が国の化学の特別な位置と特性を十分に活かしながら、理学と工学の連携に薬学を加え、応用物理や農学の支援を受けつつ、欧米やアジア諸国と異なる特徴的かつ世界最高水準の研究教育拠点を形成する。</p> <p>[拠点形成計画及び達成状況の概要]</p> <p>我が国の化学系学生は学部時代には理学部、工学部、薬学部あるいは農学部のカリキュラムによって固有の知識の蓄積を行い、多人数を同一レベルまで到達させる教育を受けている。本拠点の大学院教育ではこれを融合しながら、「他の人ができないことが自分にはできるようになる」ことを推進する。修士課程では専門分野の構築を行うとともに、融合的な知識の充実を行う。博士後期課程では専門の深化とともに、視野の拡大を進め、ポスドクではリーダーシップ、助教では教育実行者の意識を持たせる。この過程で体得した独自性を基礎に国際交流を進め、真に国際的に尊敬される人材を育成する。</p> <p>研究実績の点では、我が国の化学分野博士は欧米よりも高い水準にある。また、化学分野においては、理学、工学、薬学、農学に多様な背景と人脈を有する人材がいるという、世界に例のない特徴がある。これらを活用しながら、我が国の博士人材育成の課題である1)国際化、2)研究の深化と視野の拡大、3)キャリアパス形成に取り組むことによって、大学院教育を実質化する。</p> <p>理学研究科化学専攻、工学研究科応用化学、バイオ工学、化学工学専攻および薬学研究科創薬化学専攻のすべての博士後期課程学生と環境科学研究科、生命科学研究所分子生命科学専攻および農学研究科生物産業創成科学専攻の一部の博士後期課程学生に対して、事業推進担当者全員で育成に当たった。具体的には、複数の指導教員を持つ体制を整備し、研究を前提として企業研修、海外国内あるいは学内短期留学を推進して、異なる研究環境を経験させた。研究文化の違いを認識し尊重した上で、外国の人々とコミュニケーションする力を養うことができた。経済支援を充実して、レクチャーシップや国際会議参加支援などを実施した。以上のプログラムを、本学独自の大学院教育制度である国際高等研究教育機構の目指す学際的融合的な人材育成の方針と関連させて展開した。</p> <p>本プログラムの結果、5年間で170名以上の化学系博士が本拠点より社会に巣立った。多面的な視野を持ち、国際経験を有した優れた人材を輩出した。産業界に関しては化学・製薬・素材産業を始め食品・医療などの広い分野で活躍している。また、大学あるいは研究機関に採用されたものも多い。</p>			

## 6-1. 国際的に卓越した拠点形成としての成果

国際的に卓越した教育研究拠点の形成という観点に照らしてアピールできる成果について具体的かつ明確、簡潔に記入してください。

## ＜分子系高次構造体化学＞

分子系高次構造体化学は物質サイズ10 nmから0.1 mmの物質系を制御して機能発現を行うものであり、このような統合的な研究を理学・工学・薬学・農学系化学の連携で行うアプローチは国内外で例がない。研究成果は、事業推進担当者、若手研究者および博士課程学生による主要雑誌への投稿、国際会議での発表、海外研究機関での講演などによって発信した。特筆すべき例として、上田教授（理学研究科）フランスドイツイTVプログラムに出演して、研究成果をヨーロッパに広く示した。不斉触媒反応に関する寺田教授（理学研究科）の2007年論文は被引用回数が多いことでアメリカ化学会およびISIで紹介された。

研究内容では、単分子量子磁石の開発（山下教授、理学研究科）、ハエトリソウ活性物質の研究（上田教授、理学研究科）、有機触媒反応の開発（寺田教授、理学研究科）、金属内包フラーレンの研究（飛田教授、理学研究科）、酸化ガラス（藤原教授、工学研究科）、空気酸化触媒の開発（岩淵教授、薬学研究科）のような優れた研究成果が得られた。高い研究成果は平成23年度日本学術振興会科学研究費補助金、新学術領域研究「有機分子触媒による未来型分子変換」（寺田教授、理学研究科）および「天然物ケミカルバイオロジーの研究」（上田教授、理学研究科）が採択されたことによく示されている。

本学原子分子材料科学高等研究機構（WPI機構）との連携では、物性物理・材料科学分野と山本機構長、栗原、板谷、末永、山口教授との連携によって、原子分子レベルからボトムアップする材料科学分野の研究を推進した。

医学系研究者との連携が進んだことも本拠点の特筆すべき成果である。医学研究科との連携プログラム「平成23年度最先端研究基盤事業「化合物ライブラリーを活用した創薬等最先端研究・教育基盤の整備」」および「平成24年度研究開発施設共用等促進費補助金（創薬等ライフサイエンス研究支援基盤事業）創薬等支援技術基盤プラットフォーム事業」などが採択されて事業を遂行中である。

## ＜理工薬農オール化学連携＞

本プログラムの特徴として、理学・工学・薬学・農学系化学を統合したことをあげることができる。わが国には理学研究科、工学研究科、薬学研究科、農学研究科などの理系大学院に化学研究者・教育者が在籍している。このことが多様なタイプの化学者を育成することにつながる。一方でこのシステムの問題点も指摘されている。化学者間の連携が少ないことである。本プログラムでは、利点を活かしながら、問題点の克服につとめ、化学者の連携を強化する方針をとった。各研究化の独自性と協力体制を維持しながら緊張感を持った運営実施体制を取った。

## ＜社会連携＞

本プログラム博士課程学生の進路は多様で、企業・大学・研究機関・官庁などに広く活躍している。このことと関連して様々な社会連携を行った。とくに元JT（日本たばこ株式会社）副研究所長である長秀連教授が就任し、民間企業と連携の観点から人材育成に当たったことは特徴である。具体的には、企業見学会を毎年1-2回開催して、研究所と製造所を見学して討論を行った。毎年、企業概要説明会を開催して200名程度の大学院生に化学系企業の説明を行った。学生間では好評であり、薬学研究科事務方の全面的な支援を受けたことは特筆に値する。あわせて特許解説を実施した。

進路に関しては、博士課程修了者のほぼ全員が職を得た。約半数は化学関連製造業に就職した。例えば、化学企業では三菱化学、旭化成、宇部興産、サムソン、LG化学、住友ゴムなど、製薬企業では第一三共、アステラス製薬、塩野義製薬、武田薬品工業、持田製薬、エーザイ、など、食品関連企業で味の素、味覚糖などである。その他に東芝、日産自動車、日立製作所、シャープ、三菱マテリアルなど電気・輸送・材料関連企業をあげることもできる。官庁関係では仙台清掃公社、医薬品機構などに進出した。東北大学、筑波大学、九州大学、大阪大学などの大学、理化学研究所、物質・材料研究機構、産業技術研究所、分子科学研究所、科学技術振興機構などの研究機関にも採用された。また、帰国した留学生もおり、将来、東北大学あるいは日本との架け橋になって活躍してくれるはずである。化学系博士にはきわめて広く需要がある。

社会への情報発信について、東北大学サイエンスカフェ（上田、寺前教授）、市民講座、教師のための化学教育講座（以上、上田教授）、環境フォーラム東北、環境と産業廃棄物を考える全国大会（以上、猪股教授）、高等学校（平間、寺前教授）、産学連携フォーラム（熊谷教授）、東北大学デー（山口教授）などで広報活動を行った。

なお、2011. 3. 11の震災もひとつの教育機会であった。多くの大学院生と教員が本質的で重要なことは見分ける手立て、危機における行動規範などを考えたと思われる。このことを活かして、東北地方から今後優れた人材が出てくることを期待する。

## ＜国際化＞

博士課程学生が外国研究室で、研究活動を行うことが一般的になったことは国際的に見てインパクトがある。ヨーロッパにはエラスムスプロジェクトがあるが、これに匹敵する規模で事業を行った。また、学部生あるいは修士課程学生に対するインパクトが大きい点にある。海外の企業あるいは大学で研究したいという学部学生が増えている。

「グローバルCOEプログラム」（平成19年度採択拠点）事後評価結果

機 関 名	東北大学	拠点番号	B02
申請分野	化学、材料科学		
拠点プログラム名称	分子系高次構造体化学国際教育研究拠点		
中核となる専攻等名	理学研究科化学専攻		
事業推進担当者	(拠点リーダー名)山口 雅彦		外 26 名

◇グローバルCOEプログラム委員会における評価（公表用）

（総括評価）

設定された目的は概ね達成された。

（コメント）

大学の将来構想と組織的な支援について、本プログラムは大学全体の将来構想の中で戦略的に位置付けられるとともに、全学的組織である「国際高等研究教育機構」と有機的に連携しつつ総長と拠点リーダーの統率のもとで不断に推進され、それが有効に機能した結果、設定された目的は十分達成された。

拠点形成全体については、医学系、薬学系の取り込みについて課題は残されているものの、6研究科（理学、薬学、工学、農学、生命科学、環境科学）の壁を超える体制の整備が進み、「国際高等研究教育機構」との連携と人材交流を要とする運営マネジメント体制が構築された結果、5年間で170名以上の博士が誕生し、その内2/3程度が産業界へ巣立ったことは意義深く、設定された目的は概ね達成された。

人材育成面については、大学院学生の共通教育基盤となる「コースワーク」の基本的プログラムの整備が進み、併せてレクチャーシップ派遣といった准教授等の若手研究者を対象とする国際化推進を強く意図した様々なプログラムが実践された結果、複眼的な視野で分子系高次構造体（物質サイズ 10 nm～0.1 mm）を扱うことができる国際経験を積んだ若手研究者および博士課程学生が育成されたことは喜ばしい。その目的は十分達成された。ただし、学生の意識の変革と人材育成プログラムの因果関係をより明確にし、今後の更なる発展に資するための取組が望まれる。

研究活動面については、先導的成果を含む多くの論文が世界的学術雑誌に発表され、加えて研究科の壁を越えた共同研究においても特筆すべき成果が得られるなど、設定された目的は概ね達成された。ただし、「分子系高次構造体化学」というカテゴリーに限れば発信は十分とは言えず、その学理の普遍化とともに継続されることが望まれる。

今後の展望については、本拠点で達成された目的を継承することが全学的に合意され、そのための新たな組織化も計画されており、大いに期待される場所である。ただし、「分子系高次構造体化学国際教育研究拠点」として名実ともに更なるレベルアップを目指すことは重要な課題であり、これからが正念場であると認識し、国からのあるいは全学的な支援などを得ながら目標に向かって注力することが望まれる。