

戦略的創造研究推進事業 CREST  
研究領域「ナノ界面技術の基盤構築」  
研究課題「自己組織化有限ナノ界面の化学」

## 研究終了報告書

研究期間 平成19年10月～平成25年 3月

研究代表者：藤田 誠  
(東京大学大学院工学系研究科 教授)

## § 1 研究実施の概要

### (1) 実施概要

研究代表者は世界に先駆けて、配位結合を活用した自己組織化により、さまざまな構造の巨大中空錯体の自在構築を達成してきた。この独自技術に立脚して、本研究では、自己組織化により定量的に生成するナノメートルスケール中空球状錯体の表面および内面を「一義構造の有限ナノ界面」と捉え、明瞭な構造を持った巨大分子上で有限系の表面化学と内面化学を展開してきた。

はじめに、界面を構築する土台となる巨大中空錯体の合成法を確立するために、構成成分と錯体の立体構造とを考察し、多座配位子の配位角度や、配位部位の柔軟性を精密に分子設計した。その結果、世界最多の構成成分数からなる巨大錯体や二重球殻構造の錯体、動的に配位構造を変化させる錯体など、次々と新しい巨大中空錯体を、あくまで一義構造を堅持して合成できた。

次に、中空錯体を土台に、その表面および内面を選択的に化学修飾し、閉じた有限の界面を構築した。加藤(晃)グループとの共同研究により、親水性糖鎖で被った一義構造のナノ内面に、タンパク質を温和な条件で包みこむ例を初めて示し、また、生体由来の生理活性糖鎖で表面を被って糖鎖クラスターを合成し、生体機能を解明する新手法を樹立するなど、生命科学への展開を示すことが出来た。また、ナノ内面での単分子シリカゲルの合成や、ナノ表面でのシリカ殻合成による金属ナノクラスター合成、ペプチドアプタマーが構成するナノ表面による無機基板の認識など、分野横断的に展開を図ってきた。

また、さまざまな構造の錯体を、溶液から結晶状態に至るまで、目的に応じて適切に使い分け、それぞれの錯体の作り出す独特なナノ内面やナノ空間を駆使して、特異な構造誘起や特異物性の発現、さらには、他の手法では進行しない特異な反応を開発することができた。特に加藤(立)グループとの共同研究により、精密集積された遷移金属イオンに由来するスピン物性を詳細に検討し、本手法でのみ誘起できた世界初のスピン物性を示すことができた。

### (2) 顕著な成果

(CREST 研究で得られた最も顕著な成果を 3 点挙げ、それぞれについて 3 行程度で説明してください。成果は論文、特許、試作品、展示などが挙げられます。)

#### 1. 世界最多の 72 成分からなる自己組織化錯体の合成

"Self-Assembled M24L48 Polyhedra and Their Sharp Structural Switch upon Subtle Ligand Variation"

Q.-F. Sun, J. Iwasa, D. Ogawa, Y. Ishido, S. Sato, T. Ozeki, Y. Sei, K. Yamaguchi, and M. Fujita, *Science* 2010, 328, 1144-1147.

概要: ナノ界面を構築する基盤分子の開発をめざし、構成成分である配位子の精密分子設計によって、世界最多の 72 成分からなる巨大中空錯体の合成を達成した。配位子構造が的確に生成物に反映される自己組織化現象が観測され、*Science* 誌に成果が掲載された。

#### 2. 有限ナノ内面にタンパク質を生け捕り

"Protein encapsulation within synthetic molecular hosts"

D. Fujita, K. Suzuki, S. Sato, M. Yagi-Utsumi, Y. Yamaguchi, N. Mizuno, T. Kumasaka, M. Takata, M. Noda, S. Uchiyama, K. Kato, and M. Fujita, *Nature Commun.* 2012, 3, 1093.

概要: 有限ナノ内面を糖鎖により構築し、この親水性内面に、一分子のタンパク質を丸ごと生け捕りにした。最先端の解析法を適用することで、溶液および固体状態で、タンパク質がナノ内面に安定に保持されている様相が明らかになった。*Nature Commun.* 誌に成果が掲載された。

#### 3. 有限ナノ内面で単分子性シリカナノ粒子を合成

"Template synthesis of precisely monodisperse silica nanoparticles within self-assembled organometallic spheres"

K. Suzuki, S. Sato, and M. Fujita, Nature Chem. 2010, 2, 25-29.

概要:水酸基が密集した有限ナノ内面において、高度に構造制御された金属酸化物超微粒子の調製法を確立した。一義構造をもつ有限ナノ内面の精密構造が転写され、分子性のナノ粒子が得られた。Nature Chem.誌に成果が掲載され、国際特許出願した。

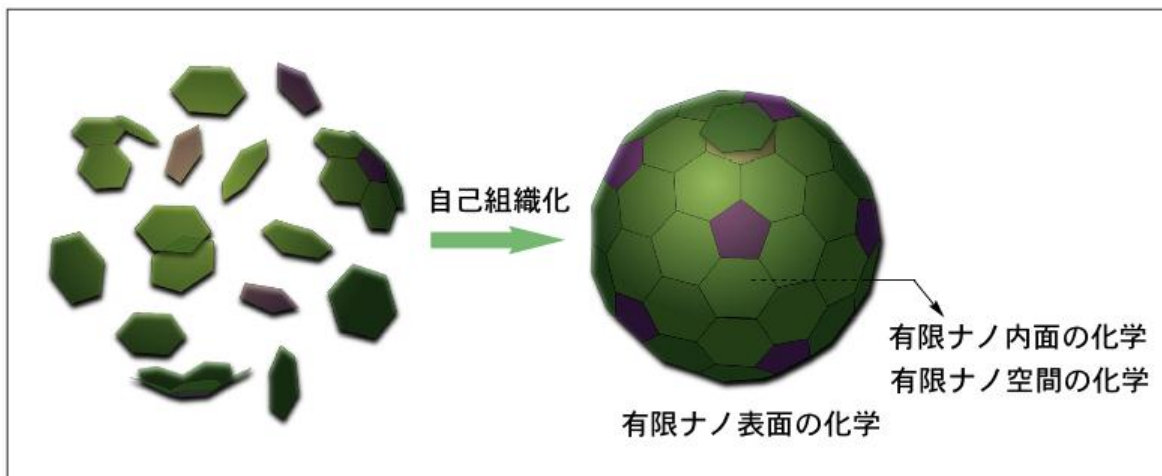
## § 2. 研究構想

### (1) 当初の研究構想

申請者はこれまで、配位結合を活用した自己組織化により、さまざまな巨大中空構造体の自在構築を達成してきた。この独自技術に立脚して、本研究では、自己組織化により定量的に生成するナノメートルスケール中空球状錯体の表面および内面を「一義構造の有限ナノ界面」と捉え、明瞭な構造を持った巨大分子上で有限系の表面化学と内面化学を展開する。このように、通常は明瞭な境界を持たない発散構造の界面を有限系に収束させることで、(1)性質、サイズ、形状が一義的に定まった有限界面を分子設計に基づいて精密構築する。(2)界面の特性に基づく特異な現象を溶液状態で発現させ、通常の溶液系では見られない新機能や新反応を創出する。(3)巨大分子表面での界面現象を NMR、質量分析、結晶構造解析等の溶液化学・結晶化学手法により解析し、複雑な界面現象の本質を明らかにする。例えば一義構造の Si-O ネットワークで球状錯体を被覆した「1 分子シリカゲル」を自己組織化合成し、その表面化学を、触媒・反応場設計等の応用展開を含め「有限ナノ界面の化学」として展開する。

具体的には、本研究は、以下に示す4項目に沿って遂行する(概念図)。

1. 有限界面を提供する巨大中空錯体の精密自己組織化構築
2. 自己組織化有限ナノ表面の化学
3. 自己組織化有限ナノ内面の化学
4. 自己組織化ナノ空間の化学



本研究の概念図。自己組織化でつくられる巨大中空構造を母核に、その表面および内面において、有限ナノ表面・有限ナノ内面・有限ナノ空間の化学を展開する。

### (2) 新たに追加・修正など変更した研究構想

計画当初は想定していなかった新しい展開

- ・ 多数成分自己組織化における構造の幾何学制御:  $M_{12}L_{24}$  立方八面体および  $M_{24}L_{48}$  菱形立方八面体錯体(いずれもおおよそ球状構造)の自己組織化を達成したが、これらの系では幾何学的な制約がはたらいて単一構造への収束が起こることを見抜き、幾何学制御というあたらしい概念の構造制御法を示した。自己組織化の原理にまで遡る研究展開は当初想定していなかった(Science 誌に発表)。

- 有限ナノ界面の概念の拡張: ナノ界面を「バルクでは存在しない新しい相」と捉え、3次元ネットワーク化した中空ケージ内の化学を新たに開拓した(Nat. Chem.誌に発表)。特筆すべき成果として、0.1mm角結晶一粒に痕跡量( $\text{ng} \sim \mu\text{g}$ )ゲスト吸蔵を行い、それを結晶構造解析することで、「試料の結晶化を経ない、痕跡量試料の結晶構造解析」が可能となった(投稿中)。また、ナノ結晶空間における擬溶液反応のX線スナップショット観察が可能となり、短寿命の反応中間体までもX線で構造解析できるようになった(Nature誌に発表)。
- 有限表面の化学に関する新展開: 当初の計画にはなかった中空シリカ合成、中空シリカ内への $\text{Pd}_{12}$ クラスターのカプセル化、ペプチド修飾球状錯体のTi基板固定、そのタンパク固定への応用等を達成した。(Nat. Chem.誌等に発表)
- 有限内面およびナノ空間の化学に関する新展開: 球状錯体内面を鋳型とする無機ナノ粒子の完全単分散合成に成功した(PDI < 1.04)。(Nat. Chem.誌等に発表)

以下、中間評価結果と、それを受けた対応について述べる。

#### 4. 中間評価結果

##### 4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

###### (1) 研究の進捗状況

金属錯体の自己組織化による球面構造の構築により、世界的に類を見ないユニークな有限界面を多数実現し、その界面(特に内面)を巧みに利用することによって、多くの有用な知見を得ている。極めて独創性に富んだ成果は、質の高い国際雑誌に数多く報告され、他の研究者の追従を許さない。国際会議などにおける情報発信でもインパクトの高い活動を続けている。当初の構想に沿って極めて順調に進捗している。

###### (2) 研究体制

目標が明確で、比較的少数のグループによる集中した体制を採っている。リーダーの方針は徹底し、研究チームを完全に掌握しているように感じられる。その他の共同研究も必要に応じて行なわれているが、今後は、物性研究者や理論研究者などと組むことによって、機能面や理論面から、研究のさらなる飛躍に繋がるきっかけが得られるのではないだろうか。

物性関連では、新たに東工大・木口学准教授との共同研究により、自己組織化中空構造体の単分子伝導度測定を行った。中空状態ではほぼ絶縁体、しかし内部空間に芳香族分子が集積すると良好な伝導度が観測され、集積 $\pi$ 電子系の高い単分子導電性が初めて示された。(Angew. Chem. Int. Ed. 2011, 50, 5708) また、理論研究として、巨大中空錯体自己組織化のシミュレーション実験を産総研・米谷慎博士とともに行った。結合の可逆性を表現(ある確率で配位結合を切断)することで、 $\text{M}_6\text{L}_8$ 中空構造まではほぼ完全なシミュレーションが行えた。この実験のパラメータを $\text{M}_n\text{L}_{2n}$ 中空構造( $n = 12, 24$ )の自己組織化に適用したところ、配位子構造のわずかな違いから、 $n=12$ および24が作り分け可能な様子がシミュレーションできた。シミュレーションが予想以上に有効であることが示された。(J. Am. Chem. Soc. 2012, 134, 14401).

##### 4-2. 今後の研究に向けて

自己組織化で得た有限界面を反応場として捉えた研究へと発展しつつある。また、多くの共同研究を推進し当該超分子の特徴を具体的に明らかにしつつある。欲を言えば、より新鮮なアイデアの投入(生体への応用など)により、従来の延長戦上を超える展開も期待したい。そのために、たとえば、異なった分野の研究者との幅広い意見交換(化学の枠を超えた共同研究)は、よりインパクトのある成果に結び付くものと思われる。

加藤晃一グループとは当初の計画(タンパク包接)の範囲を超え、加藤教授はもちろん、山口講師(現理研主任研究員)らとも深い連携を築くことができ、化学および生物のどちらの延長にもない斬新な発想の研究ができた。具体的には、生物の構造解析手法として着目されはじめたRDC(残余双極子)測定にもとづくNMR構造決定手法を初めて小分子に応用した(J. Am. Chem. Soc.

2010, 132, 3670)。細胞膜上で起こる $\alpha\beta$ ペプチドとのGM1糖鎖の相互作用はペプチドのファイバー状集積(アルツハイマー病の原因)の初期過程であるが、その様子を一義構造の有限界面(GM1修飾した球状錯体)でNMR観察し、 $\alpha\beta$ とGM1の相互作用部位の特定に至っている(投稿準備中)。また、癌研・芝清隆博士との共同研究では、芝博士が人工分子進化学で作り出したTi表面結合性ペプチドを有限界面(ペプチド修飾した球状錯体)に精密配置し、ペプチドのクラスター効果でほぼ非可逆的に無機表面に接着する有限界面構築ができた(*Chem. Sci.* 2010, 1, 68-71)。

#### 4-3.総合評価

現状は、極めて優秀。さらに外界面や内-外界面間のコミュニケーションなどへも展開し、特異性のある「有限界面」としての特徴の色づけが成されることを期待する。

プロジェクト後半では、例えば以下に示す研究によって、有限界面としての特徴を色づける研究を行った。球状骨格の外表面と内面にそれぞれ親水基および疎水性長鎖アルキルを導入し、水溶性媒体中、有限界面を境界として内部に一義構造の疎水ナノ相を構築した。ナノサイズ一義構造の極小ミセルの形成である。疎水性指示薬として用いられるナイルレッドは疎水ナノ相内部に溶解し、その吸収波長から内部が疎水ナノ空間であることを示した(投稿準備中)。同様に、有限界面内に構築したカチオン空間では、大きなpHシフトが観測され、内部に閉じ込められたフェノールフタレインは塩基性条件下でも閉環型(無色)であった(投稿準備中)。内部疎水相を形成するアゾベンゼンの光異性化により、内部の親水 ⇄ 疎水スイッチも達成している(*Angew. Chem. Int. Ed.* 2007, 46, 5133-5136)。

### § 3 研究実施体制

#### (1)「藤田 誠」グループ

##### ① 研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
藤田 誠	東京大学	教授	H19.10～
佐藤宗太	東京大学	講師	H19.10～
村瀬 隆史	東京大学	助教	H19.10～
猪熊 泰英	東京大学	助教	H21.4～
澤田 知久	東京大学	助教	H19.10～
荒 由香里	東京大学	技術補佐員	H21.4～
大石 綾乃	東京大学	技術補佐員	H22.4～
山口 典子	東京大学	技術補佐員	H24.11～
Kate Harris	東京大学	外国人研究員	H23.5～
堀内 新之介	東京大学	D3	H20.4～
寧 国宏	東京大学	D3	H22.10～
方 焜	東京大学	D2	H23.4～
池本 晃喜	東京大学	D2	H21.4～
神山 祐	東京大学	D2	H23.4～
荒井 達彦	東京大学	D1	H22.4～
大須賀 孝史	東京大学	D1	H22.4～
竹澤 浩気	東京大学	D1	H22.4～
吉岡 翔太	東京大学	D1	H24.4～
一條 竜也	東京大学	M2	H23.4～
小嶋 和	東京大学	M2	H23.4～
武内 良介	東京大学	M2	H23.4～
田中 龍太	東京大学	M2	H23.4～
久田 隼人	東京大学	M2	H23.4～
有吉 絢子	東京大学	M1	H24.4～
鄭 進宇	東京大学	M1	H24.4～
沼田 恵里	東京大学	M1	H24.4～
松崎 正平	東京大学	M1	H24.4～
松本 麻美	東京大学	M1	H24.4～
吉正 泰	東京大学	M1	H24.4～
河野 正規	東京大学	准教授	H19.10～H21.2
吉沢 道人	東京大学	助教	H19.10～H20.3
Jeremy Klosterman	東京大学	外国人研究員	H19.10～ H22.11
Marti Rujas Javier	東京大学	外国人研究員	H19.10～H21.1
Partha Mahata	東京大学	外国人研究員	H19.10～H23.4
中林 耕二	東京大学	D3	H19.10～H20.3
羽根田 剛	東京大学	D3	H19.10～H20.3
山口 拓実	東京大学	D3	H19.10～H20.5
小野 公輔	東京大学	D3	H19.10～H21.6
小原 一朗	東京大学	D3	H19.10～H22.3
山内 祥弘	東京大学	D3	H19.10～H22.3

鈴木 康介	東京大学	D3	H19.10~H22.7
飯田 淳也	東京大学	M2	H19.10~H20.3
小川 大地	東京大学	M2	H19.10~H20.3
菊池 貴	東京大学	D3	H19.10~H23.3
景山 岳春	東京大学	M2	H19.10~H20.3
西岡 由紀	東京大学	M2	H19.10~H20.3
尾崎 悠介	東京大学	M2	H19.10~H21.3
佐藤 景一	東京大学	M2	H19.10~H22.3
張 関述	東京大学	M2	H19.10~H21.3
Stephane Peschard	東京大学	D1	H21.10~H23.3
石堂 由高	東京大学	M2	H20.4~H22.3
大塚 浩介	東京大学	M2	H20.4~H22.3
奥村 知世	東京大学	M2	H20.4~H22.3
畠山 良幸	東京大学	M2	H20.4~H22.3
福山 真央	東京大学	M2	H20.4~H22.3
池見 昌敏	東京大学	M2	H21.4~H23.3
高尾 清貴	東京大学	M2	H21.4~H23.3
堤 隼人	東京大学	M2	H21.4~H22.3
西島 悠輝	東京大学	M2	H21.4~H23.3
諸原 理	東京大学	M2	H21.4~H23.3
趙 赴英	東京大学	D3	H19.10~H23.9
孫 慶福	東京大学	D3	H22.10~H24.1
岩佐 淳司	東京大学	D3	H19.10~H24.3
藤田 大士	東京大学	D3	H19.10~H24.3
高橋 麻奈	東京大学	M2	H22.4~H24.3
西口 慧	東京大学	M2	H22.4~H24.3

②研究項目

- ・ 自己組織化有限ナノ界面の化学

(2)「加藤 晃一」グループ (岡崎統合バイオサイエンスセンター)

①研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
加藤 晃一	岡崎統合バイオサイエンスセンター	教授	H19.10~
山口 拓実	岡崎統合バイオサイエンスセンター	助教	H20.5~
鈴木 万里子	岡崎統合バイオサイエンスセンター	研究補助員	H20.5~
内海 真穂	岡崎統合バイオサイエンスセンター	特任助教	H19.10~
植草 義徳	岡崎統合バイオサイエンスセンター	博士研究員	H23.4~
西尾 美穂	名古屋市立大学大学院 薬学研究科	D3	H20.4~
Zhang Ying	分子科学研究所	特別共同利用研究員	H24.4~
佐藤 匡史	名古屋市立大学大学院 薬学研究科	准教授	H24.4~
矢木 宏和	名古屋市立大学大学院 薬学研究科	助教	H24.4~
雲井 健太郎	分子科学研究所	特別共同利用研究員	H24.4~
大川 慶祐	分子科学研究所	特別共同利用研究員	H24.4~

稲垣 宏弥	分子科学研究所	特別共同利用研究員	H24.4～
神谷 由紀子	岡崎統合バイオサイエンスセンター	特任助教	H20.4～H24.3
栗本 英治	名城大学 薬学部	准教授	H19.10～H24.3
宇野 剛	分子科学研究所	特別共同利用研究員	H22.4～H24.3
山本 さよこ	分子科学研究所	特別共同利用研究員	H22.4～H24.3
平野 貴志	分子科学研究所	特別共同利用研究員	H22.4～H24.3
良川 須美	分子科学研究所	特別共同利用研究員	H19.10～H21.3
雨宮 瑛子	名古屋市立大学大学院 薬学研究科	M2	H19.10～H21.3
大野 恵里菜	名古屋市立大学大学院 薬学研究科	M2	H19.10～H21.3
遠田 宙	名古屋市立大学大学院 薬学研究科	M2	H19.10～H20.3
岡本 健太	名古屋市立大学大学院 薬学研究科	M2	H19.10～H20.3
神谷 大貴	名古屋市立大学大学院 薬学研究科	M2	H19.10～H20.3

②研究項目

- ・ 自己組織化ナノ内面の化学:タンパク質包接

(3)「加藤立久」グループ(京都大学高等教育研究開発推進機構)

①研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
加藤立久	京都大学高等教育研究開発推進機構	教授	H19.10～
岡本光弘	京都大学高等教育研究開発推進機構	M2	H23.4～
相澤俊博	京都大学高等教育研究開発推進機構	M2	H23.4～
金住 誠	城西大学	M2	H19.10～H20.3
柴田大樹	城西大学	M2	H21.4～H23.3

②研究項目

自己組織化ナノ表面の化学:ナノ超分子磁石



## § 4 研究実施内容及び成果

### 4.1 有限界面を提供する巨大中空錯体の精密自己組織化構築 (東京大学 藤田グループ)

#### (1) 研究実施内容及び成果

#### 世界最多の 72 構成成分からなる $M_{24}L_{48}$ 球状錯体の精密構築

(原著論文 *Science* 2010, 328, 1144-1147. および *Angew. Chem. Int. Ed.* 2012, 51, 3161-3163.)

無限に広がる界面に曲率を導入し、明瞭な構造を有する有限界面を構築するための土台として、ナノメートルスケールの巨大中空錯体を構築する必要がある。そこで、多くの構成成分からなり、かつ構造に分散がない一義構造の巨大錯体の合成法を確立することをめざした。折れ曲がった二座配位子と平面四配位性の遷移金属イオンから得られる錯体は、幾何学的な制約により、 $M_nL_{2n}$  ( $n = 6, 12, 24, 30, 60$ ) に限定され、これらの分子構造は金属を頂点とし配位子を辺とすると多面体であることがわかる。(図 1A)。本研究実施の前には  $n = 6, 12$  の 2 種類の錯体を合成している(図 1C)。本研究では、分子の幾何学的構造を考察し、配位子の分子設計に反映することで、従来の構成成分数を一気に倍にした、世界最多の 72 成分からなる  $M_{24}L_{48}$  錯体の合成を達成することができた(図 1B)。すなわち、中心骨格にチオフェン環を有する二座配位子 **1** を設計し、この配位子と 2 価のパラジウムイオンとを混合して自己組織化することで  $M_{24}L_{48}$  錯体を合成した。その分子構造は NMR、質量分析、放射光による単結晶 X 線構造解析を併用してくまなく明らかにすることができ、斜方立方八面体の多面体構造であることがわかった(図 2)。

中心骨格がチオフェン環である配位子 **1** からは  $M_{24}L_{48}$  錯体が得られ、フラン環である配位子 **3** からは  $M_{12}L_{24}$  錯体得られる。この知見をもとに考察すると、C-S 結合長と C-O 結合長の違いが、二座配位子の配位部位がなす角度の違いに反映され(それぞれ  $149^\circ$  と  $127^\circ$ )、この出発物質の幾何学的な違いが、幾何学的に異なる生成物の多面体構造を決定したと考えられる。そこで、この中間の角度での生成物を調べるために、2 つの配位子を混合して用いた(図 3)。質量分析による解析の結果、**1**:**3** の比が 3:7(平均角度  $133.6^\circ$ ) 以上の時は  $M_{24}L_{48}$  錯体が、2:8(平均角度  $131.4^\circ$ ) 以下の時は  $M_{12}L_{24}$  錯体得られ、原料のわずかな構造の差が生成物に厳格

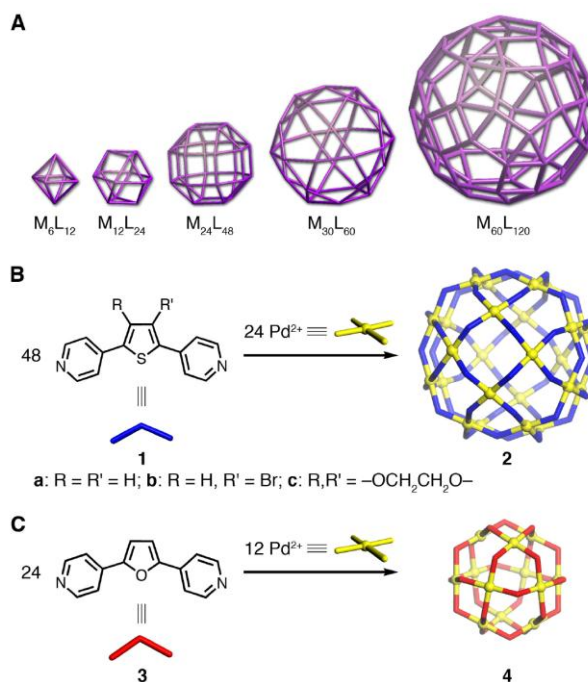


図 1.  $M_nL_{2n}$  型の球状錯体

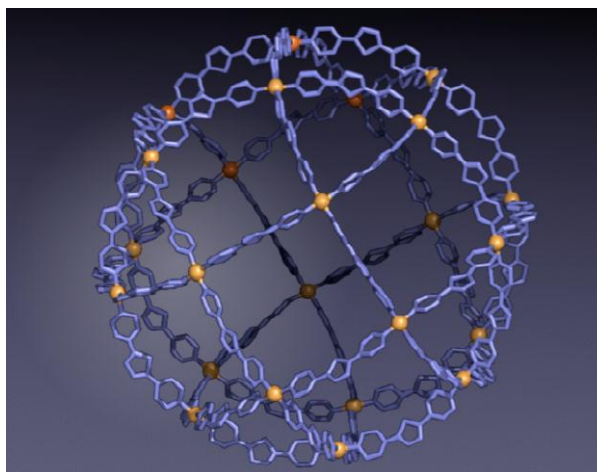


図 2.  $M_{24}L_{48}$  球状錯体の X 線結晶構造

に反映され、単一の生成物だけが得られることがわかった。この幾何学構造が明瞭に作り分けられる現象は、ウイルス殻構造に代表される自然界での自己組織化に見られる現象であり、今回、はじめて人工系の化学合成で再現できたといえる。

さらに、この経験則に基づいて、72 成分からなる巨大錯体を自在に合成することをめざした。通常、構成成分である遷移金属イオンの種類や配位子の構造がわかっても、生成しうる生成物の構造には多くの可能性があり、経験則を使わずに、自己組織化によって得られる多成分錯体の構造を予測することはできない。しかし、上述の経験則に基づけば、角度が 133.6°以上の単一の配位子を用いてパラジウムイオンと自己組織化すれば、 $M_{24}L_{48}$  錯体得られるものと期待される。ピロール環を中心骨格とする、135~147°の角度の配位子を、新たに 3 種類合成し、それぞれパラジウムイオンとの自己組織化を検討したところ、いずれの配位子を用いた場合でも、予測通り、 $M_{24}L_{48}$  錯体得られた。

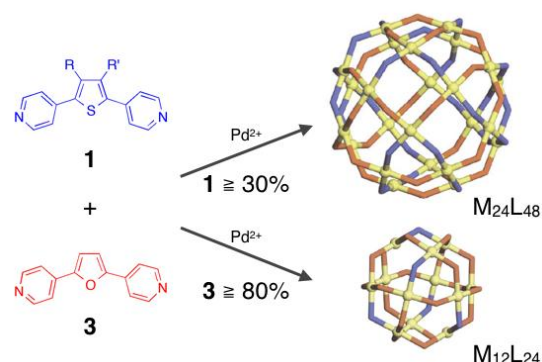


図 3. 配位子の混合比制御による選択的な錯体合成

### 多成分からなる $M_{12}L_{24}$ 球状錯体における弱い結合の相乗効果による錯体の安定化

(原著論文 *J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131*, 6064–6065.)

本研究で多用しているピリジン–パラジウムイオン間の配位結合は単独では弱く、単核錯体では配位子は配位状態と遊離状態との速い平衡にある。しかし、一分子内にこの弱い結合が多数集積することで  $M_nL_{2n}$  錯体は安定化しているものと考えられる。今回、一分子あたり 48 本の配位結合を持つ  $M_{12}L_{24}$  球状錯体の配位子交換反応速度を測定することにより、錯体の安定性を評価した。錯体の安定性に影響を与えないように置換基の構造を少しだけ変えた 2 種類の  $M_{12}L_{24}$ 、 $M_{12}L_{24}$  錯体を混合し、質量分析を行った。その結果、混合した後、23°C で 10 時間放置した後も配位子交換はほとんど進行しておらず、単核錯体と比較しておよそ 5 桁のオーダーで半減期が長いことがわかった。すなわち、 $M_nL_{2n}$  錯体は一度生成すると弱い結合の相乗効果をうけて、その配位結合は可逆性を失って配位子の解離は無視できるようになり、共有結合で構築した分子に匹敵するほど安定であることがわかった。有限界面の土台となる錯体は、動的な視点から鑑みても安定な一義構造をとって振る舞うことが確認できた。

### 安定な $M_{12}L_{24}$ 球状錯体を基盤とする新規骨格の構築

(原著論文 *Nature Chem.* **2012**, *4*, 330–333. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2011**, *50*, 10318–10321. *J. Am. Chem. Soc.* **2011**, *133*, 13317–13319.)

新しい構造を有する錯体合成法の確立は、ナノ界面の鋳型に多様性をもたらす。全く新しい骨格をゼロから作り上げることは難しいが、安定で頑強な構造の  $M_{12}L_{24}$  錯体を基盤にすることで、様々な新規錯体を自在に構築できると考えた。本研究では、(i) 大きな  $M_{12}L_{24}$  錯体の中に小さな  $M_{12}L_{24}$  錯体が組みこまれた二重球構造の錯体の合成、(ii)  $M_{12}L_{24}$  錯体に柔軟な配位部位を導入することで世界初の星形化多面体構造の錯体の合成、また、(iii) 耐酸性の  $Pt_{12}L_{24}$  錯体の新規合成を達成した。

(i) 二重球構造の錯体の合成:  $M_{12}L_{24}$  錯体を構成する配位子は、金属イオンへの配位部位としてピリジル基を二カ所有する、折れ曲がった剛直な二座配位子である。この配位子上に、ピリジル基を追加して化学修飾し三座または四座配位子にすると、配位結合の生成が競合して不定形のオリゴマーやポリマーなどの複数種の生成物の混合物が得られると懸念される。そこで、配位子の剛直性を保ったまま、大小二種類の二座配位子を互いに柔軟なリンカーで接続することで、二重球構造の錯体合成を検討した。大小の配位子を、それぞれパラジウムイオンと自己組織化した場合に

は、大きい  $M_{12}L_{24}$  錯体と小さい  $M_{12}L_{24}$  錯体が得られる。適切な長さのリンカーを介し、共有結合で大小 2 種類の配位子を接続して合成した四座配位子からは、大きい球状錯体の中に小さい球状錯体が入った二重球構造の  $M_{24}L_{24}$  錯体を得られることがわかり、単結晶 X 線構造解析により立体構造を明らかにした(図 4a)。剛直な配位子構造は、配位結合が競合する条件においても、設計どおりに球状錯体を構築することがわかった。

(ii) 世界初の星形化多面体構造の錯体の合成: 一方で、剛直な二座配位子に、柔軟なリンカーを介してピリジル基を追加する様式で、三座配位子を分子設計した。パラジウムイオンとの自己組織化を行うと、剛直な二座配位子部位だけが配位結合を形成して  $M_{12}L_{24}$  錯体を得られ、追加した 24 個のピリジル基は遊離していた。さらにパラジウムイオンを添加すると、全ての遊離のピリジル基が配位結合を形成し、星形化された立方八面体型の錯体を得られた(図 4b)。パラジウムイオンをキレート剤により除去すると、もとの立方八面体分子が可逆的に得られた。この動的に配位部位の遊離状態と配位状態とを制御できる錯体の立体構造は、それぞれの状態において単結晶 X 線構造解析を使って明らかにすることができた。金属イオンを頂点とし、配位子を辺として明確に定義できる星形化多面体の構造を持つ錯体分子は、構造が複雑であるために報告例がなく、配位子の剛直性・柔軟性を活用することで初めて合成に成功した。

(iii)  $Pt_{12}L_{24}$  錯体の合成: パラジウムイオンと白金イオンは、どちらも平面四配位性の配位様式をとるため、 $Pd_{12}L_{24}$  錯体を構築する配位子を用いて白金イオンと自己組織化すれば  $Pt_{12}L_{24}$  錯体を得られると期待できる。しかし、白金イオンはパラジウムイオンよりも強固な配位結合を形成するために、単純にイオン種を代えただけでは自己組織化における配位結合の形成と切断の可逆的過程が効果的に進行せず、不定形のオリゴマーまたはポリマーが得られてしまう。そこで、溶媒として水素結合を強く供与することが知られている 2,2,2-トリフルオロエタノールを添加し、配位部位のピリジル基に対して、配位結合の生成と水素結合の生成とを競合させることで、配位結合を置換活性化することをねらった。この溶媒条件では、自己組織化が問題なく進行して、狙い通りの  $Pt_{12}L_{24}$  錯体を得ることができた。単結晶 X 線構造解析の結果、 $Pd_{12}L_{24}$  錯体と類似の立体構造であることを確認した。配位子の構造がやや柔軟である場合には、速度論的に生成したと考えられる  $Pt_6L_{12}$  錯体を得られる場合もあり、多様な配位結合の強さを使うことで生成物の構造を制御することがわかった。さらに、 $Pt_{12}L_{24}$  錯体を構築した後で、揮発性(沸点 78 °C)の 2,2,2-トリフルオロエタノールを減圧留去すると、白金イオンがもたらす強い配位結合のおかげで、錯体は強酸性条件でも安定であることがわかった。今後、さまざまな応用を展開するにあたって、適用できる pH 条件が酸性側に広げる指針が得られた。

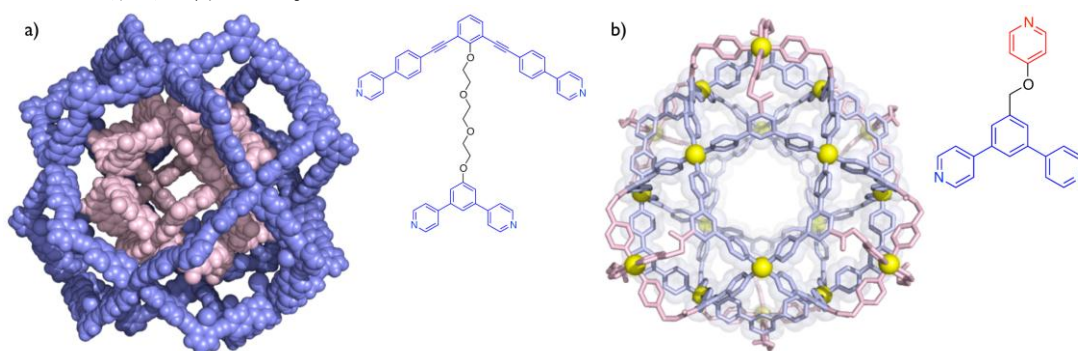


図 4. a)二重球構造の錯体。b) 立方八面体の錯体を経由して合成した星形化多面体錯体

## (2)研究成果の今後期待される展開

従来の合成法においては、分子の立体効果と電子的効果によって構造制御がなされてきた。一方、多成分の自己組織化による巨大分子の合成においては、これらの効果に加えて、幾何学的効果による構造制御が主としてはたらくことを明らかにしてきた。世界最多 72 成分の自己組織化をはじめ、二重球構造や星形化多面体構造など、各種の新規構造分子を多成分の自己組織化によ

て達成してきており、世界的にみても類似の自己組織化合成の研究においてトップの成果を出してきた。今後、構成成分と生成物の幾何学的制約を加味した分子設計を行うことで、より巨大かつ精密に分子制御された構造構築が期待される。従来法では制御が難しい十～数十ナノメートル領域の分子合成が、一義構造を厳密に制御してできるようになれば、生体高分子のサイズ領域の物質の精密制御が人工的に可能になると期待される。

#### 4.2 自己組織化有限ナノ表面の化学 (東京大学 藤田グループ)

##### (1) 研究実施内容及び成果

##### ペプチドアプタマーを利用した無機基板表面への錯体固定

(原著論文 *Chem. Sci.* **2010**, *1*, 68-71.)

錯体を構成する配位子を、あらかじめ化学修飾しておけば、巨大錯体の表面に配位子と同じ数だけの置換基を、位置を制御して導入することができる。この手法によって、有限なナノ表面を産みだし、特異な化学現象を発現させることに成功した。

錯体のナノ表面を、無機基板と親和するように設計し、基板に固定化することを検討した。今回、酸化チタン結合性を示すペプチドアプタマーを表面修飾した  $M_{12}L_{24}$  球状錯体を合成し、酸化したチタン基板への球状錯体の固定化を検討した。酸化チタン結合能が知られている **RKLPDA** の配列の 6 残基ペプチドを連結した配位子をあらかじめ合成し、この配位子と硝酸パラジウム(II)を 2:1 のモル比で混合し、DMSO 中加熱攪拌することで球状錯体を構築した。液中 AFM により、球状錯体が酸化処理した単結晶性チタン基板に対して密集して結合する様子を観察した(図 5)。また、アモルファス酸化チタンを用いた QCM による結合測定から、球状錯体が基板と不可逆的に結合することを確認した。ペプチドアプタマー単体での結合力は弱く、また、集積密度が低い場合には可逆的な結合しか得られない。ペプチドアプタマーが整然とかつ密集して並ぶ有限ナノ表面を利用することで、複数のペプチド鎖の共同的效果が発現し、球状錯体を強固に無機固体表面に担持できることを見いだした。

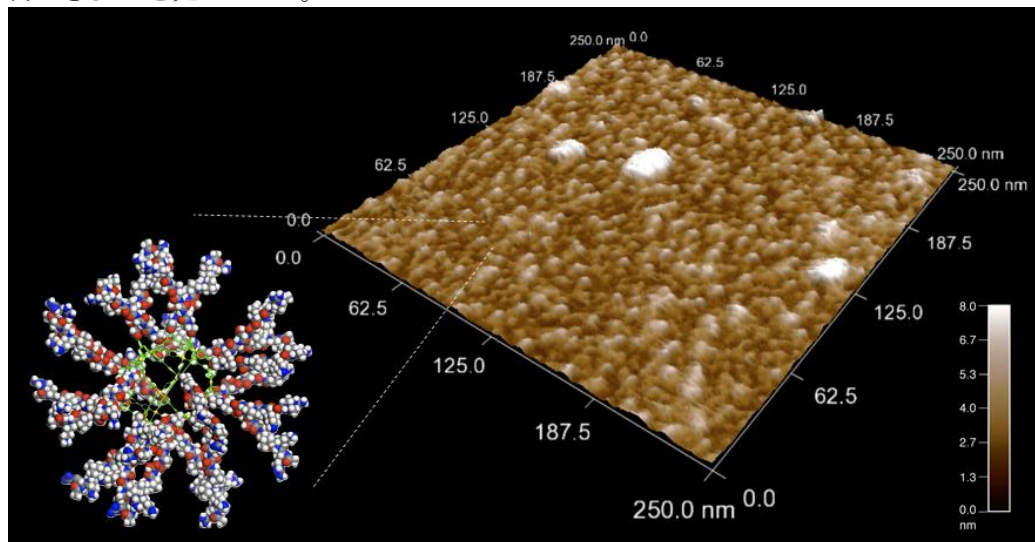


図 5. ペプチドアプタマー界面を持つ錯体の基板固定の AFM 観察像

##### 有限ナノ表面を鋳型とするナノシリカ殻の調製と $(PdO)_n$ および $Pd_n$ クラスターの合成

(原著論文 *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, 5893-5896.)

錯体表面に反応活性な官能基を導入し、この有限ナノ表面を鋳型としたシリカゲルの重合反応によって、均一なナノサイズのシリカ殻を合成した。さらに、焼成と還元操作を行うことで、金属イオンの数が規定された錯体を原料に、シリカ薄膜に保護された金属酸化物および金属のクラスターの合成へと展開した(図 6)。

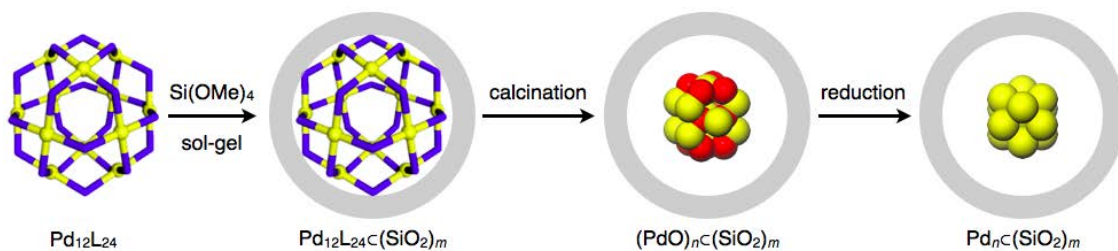


図 6. Pd<sub>12</sub>L<sub>24</sub> 球状錯体をテンプレートとして利用した金属酸化物・金属クラスター合成のスキーム

錯体を構成する配位子に、あらかじめ重合活性のあるトリアルコキシシリル基を導入して M<sub>12</sub>L<sub>24</sub> 錯体を自己組織化合成した。得られた錯体表面には、24 個の重合開始点が高密度に集積され、シリカゲル前駆体であるテトラメトキシシランを加えてゾル-ゲル反応を行ったところ、錯体の有限ナノ表面を鋳型として中空構造のナノシリカ殻を定量的に調製することができた。反応条件を最適化することで、加えるシリカゲル前駆体はすべて錯体表面での重合反応に使われ、その量に応じてシリカ殻の膜厚と外直径が変化した。すなわち、7200 当量の前駆体を用いた場合には、膜厚 2.6 nm、直径 8.8 nm の粒子が、また 2000 当量を用いた場合には、膜厚 2.1 nm、直径 7.8 nm の粒子が精密制御されて得られたことが TEM 観察像の解析によって明らかになった(図 7)。

この中空シリカ粒子の内部には、鋳型として用いた Pd<sub>12</sub>L<sub>24</sub> 錯体が一分子だけ含まれている。そこで、シリカ構造を壊さない温和な条件で焼成し、続いて還元することによって(PdO)<sub>n</sub> および Pd<sub>n</sub> クラスターを調製した(図 8)。Xe ビームによって試料表面を削りながら XPS 測定を行い、Pd 原子と Si 原子の比率を測定したところ、徐々に Pd 原子のモル比が上昇してから一定になったことがわかり、シリカ殻内部にクラスターが保持されていたことが明らかになった。さらに、XAFS 測定を行うことで、シリカ薄膜を通して水素が入り出して還元が進行したことがわかり、また、クラスター数 *n* は、錯体由来する *n* = 12 程度であることが明らかになった。本手法は、錯体に含まれる金属イオンの種類と数によって制御された、金属酸化物および金属ナノクラスターの全く新しい調製法として有用である。

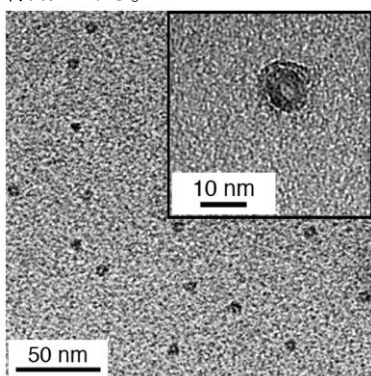


図 7. 中空シリカの TEM 観察像

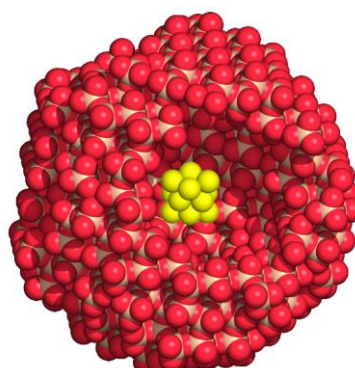


図 8. シリカ殻中で調製したパラジウムクラスター

### 生理活性糖鎖で構築した有限ナノ表面によるアミロイドペプチド認識の観測(藤田・加藤(晃)グループ)

有限ナノ表面を生体現象に適用することをねらい、生理活性を有する糖鎖を錯体表面に化学修飾し、この糖鎖クラスターが認識するアミロイドペプチドとの相互作用の観測を検討した。具体的には、生理活性糖として、GM1 ガングリオシドの糖鎖部分を使い、アミロイドペプチドとして、40 残基からなる Aβペプチドを使って検討した。

細胞膜上において、GM1 ガングリオシドの糖鎖はクラスター化して Aβペプチドを選択的に集積することにより、アルツハイマー病の原因物質となるアミロイド線維が形成されることが知られている。しかし、この認識機構は未解明の部分が多く、糖鎖クラスターのモデルを使った検討が必要とされている。加藤グループでは、lyso-GM1 ガングリオシドが親水性の糖鎖部分と疎水性の脂肪鎖部

分とからなる両親媒性分子であることに着目してミセルを構築した。このミセルに A□ を作用させると、□-ヘリックスが 2 箇所生成し、疎水性のミセル内に埋没して安定化された構造が誘起される機構を明らかにしている。しかし、GM1 ガングリオシドの糖鎖部分がどのように A□ ペプチドを選択認識するのか、その機構は観測できなかった。

本研究においては、藤田グループと加藤(晃)グループで共同して研究を推進し、GM1 ガングリオシドの脂肪鎖部分を切断して、糖鎖部分だけを錯体表面に化学修飾することで、糖鎖有限ナノ表面をつくりだした。分子モデリングを使って考察を行い、高密度に糖鎖が集積されたクラスターである一方、柔軟な糖鎖の動きを保持できる分子設計であることを確認した。疎水性部位が無いために、□-ヘリックスが安定化される環境がなく、認識機構の最初の段階に相当する、糖鎖部分と A□ ペプチドとの相互作用を観測できると期待される。

GM1 ガングリオシドの糖鎖部分を導入した配位子は、還元的アミノ化とオゾン酸化により合成した。生体由来糖鎖であるために、供給量が限られてしまうが、合成スケールを最小化し、かつ効率的な反応条件を開発することで量の問題を解決した。この配位子とパラジウムイオンとを DMSO 中に溶解させ自己組織化させる検討を行った。条件検討の結果、カルシウムイオンの存在下で 70 °C に加熱して 10 時間攪拌することで定量的に錯体を得られることを見いだした(図 9)。得られた錯体は、溶媒を水に置換しても安定であることがわかった。予備的検討において、A□ ペプチドを作用させると、N 末端側を認識することがわかってきた。今後、詳細な機構を明らかにすべく検討を重ねる。

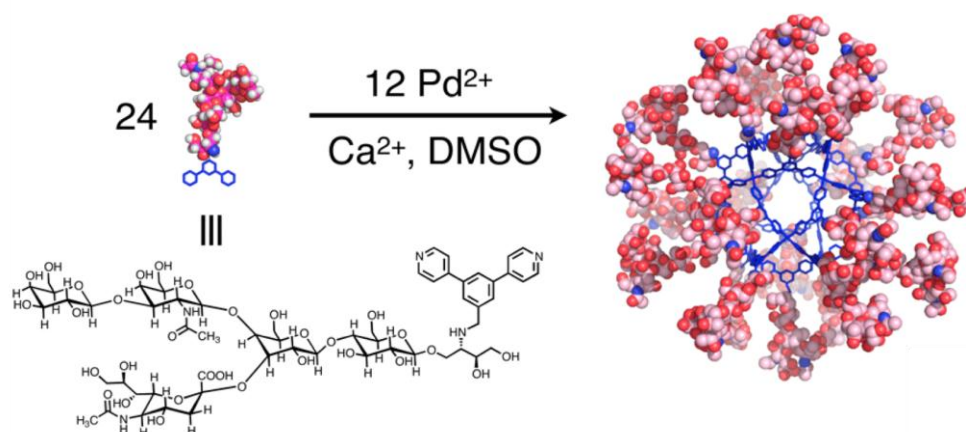


図 9. 生理活性糖鎖ナノ表面の構築

#### 球状錯体を鋳型とした一義構造の DNA 集積界面を使った相補的塩基対の認識

(原著論文 *J. Am. Chem. Soc.* 2010, 132, 15930-15932.)

錯体のナノ表面に修飾した官能基は高密度に配置されることに着目し、DNA 鎖を整然と並べ、完全に一義構造を持った DNA 高密度集積ナノ界面の構築を検討した。本研究においては、1~3 塩基の長さの DNA 鎖をそれぞれ配位子に共有結合を介して修飾し、この配位子とパラジウムイオンとを 2:1 のモル比で混合した DMSO 溶液を加熱攪拌することで球状錯体を構築した(図 10)。得られた DNA ナノ粒子の構造は一義的に定まり、表面の DNA 密度(0.59 chains nm<sup>-2</sup>)は従来法の金ナノ粒子をテンプレートとして構築された DNA ナノ粒子の密度(0.23 chains nm<sup>-2</sup>)よりも 3 倍程度も高いことがわかった。様々な DNA との認識を検討したとこ

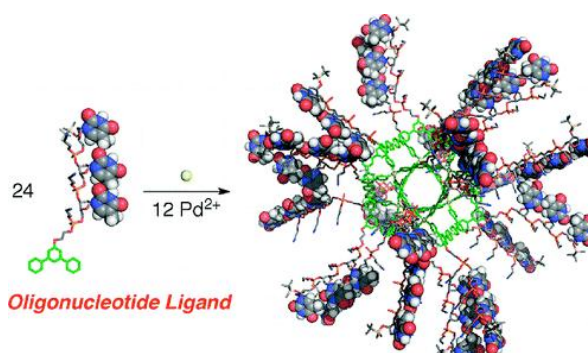


図 10. 高密度 DNA 集積ナノ界面の構築

ろ、相補的塩基対が認識され、特に三塩基からなる相補的DNAを加えた場合には、複数のDNA鎖が共同して相互作用して不溶性の集合体が生成することがわかった。

## (2)研究成果の今後期待される展開

生体高分子サイズの精密界面を創出できたことで、生体分子クラスター表面を構築して生体機能に迫る新しいツールを手にすることができた。生体分子の本来の柔軟性を失わずに精密配置してクラスター化できる全く新しい手法であり、これまでに構造の不確かさから明確な結論を引き出せなかった生体分子の化学に新しい光をもたらすと期待している。

### 4.3 自己組織化有限ナノ内面の化学:タンパク包接

(東京大学 藤田グループ・岡崎統合バイオサイエンスセンター 加藤晃一グループ)

#### (1)研究実施内容及び成果

##### 糖鎖で被ったナノ内面にタンパク質を生け捕る

(原著論文 *Nature Commun.* **2012**, *3*, 1093. *Chem. Lett.* **2012**, *41*, 313-315.)

自然界ではタンパク質やDNAなどの生体分子が、ウイルスの殻などの巨大なカプセル状物質に閉じ込められることで、構造や生理活性が制御されたり、必要とされる時まで貯蔵されたりすることが知られている。一方、人工系では、精密構造をもつカプセル状分子の大きさに限界があるため、タンパク質のような3~10ナノメートルサイズの巨大な分子を閉じ込めることはできなかった。

本研究において、藤田グループと加藤(晃)グループで共同して研究を推進し、 $M_{12}L_{24}$  組成の中空球状錯体内部はタンパク質を包接できるほど巨大であることから、錯体の内面を糖鎖によって親水化し、一分子のタンパク質を包み込むことで安定に包接することを検討した。ユビキチンのC末端にシステインを変異によって導入し、タンパク質の1種であるユビキチンの3次元構造を保持できる穏やかな反応条件で配位子に共有結合を用いて連結することに成功した。あらかじめ糖鎖を化学修飾した配位子と、ユビキチンを化学修飾した配位子とを23:1のモル比で混合し、パラジウムイオンを作用させることで、 $M_{12}L_{24}$  錯体が自己組織化し、その内部にユビキチンを閉じ込めた(図11)。

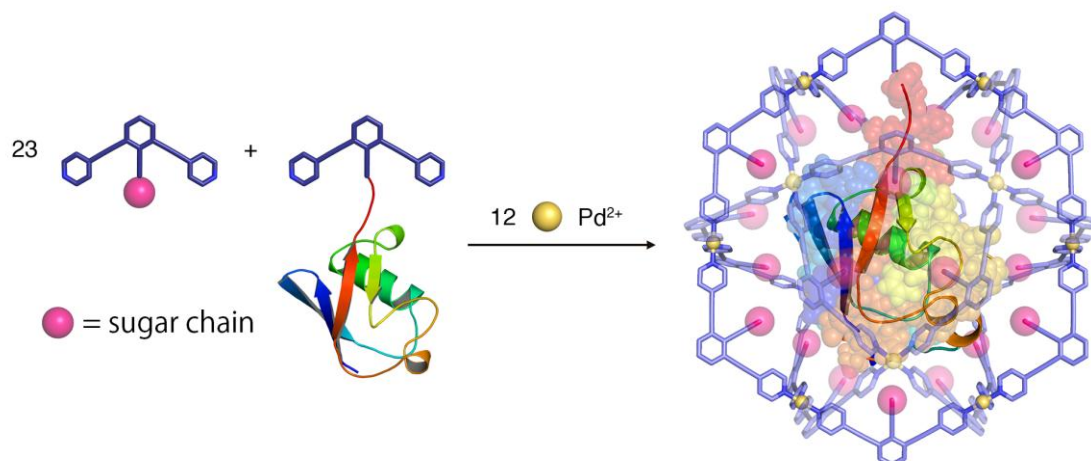


図 11. 糖鎖で構築したナノ内面にユビキチンを包み込んだ錯体の合成

NMR を用いて拡散係数を決定し、また、超遠心分析を用いて分子量を決定することで、1 分子だけのユビキチンが包接された錯体の溶液構造を明らかにした。さらに、放射光と MEM を利用した単結晶構造解析により、世界初の「たんぱく質を丸ごと閉じ込めた人工カプセル」が、用いた原料に対して 100%の効率で生み出されたことを明らかにした。糖鎖で構成される親水性の有限ナノ界面が、閉じ込めたタンパク質を安定に錯体中央部に保持する役割を担ったと考えられる。

## (2)研究成果の今後期待される展開

本成果は、人工系で初めてタンパク質を精密構造のカプセル状分子内に閉じ込めた実施例である。合成によるカプセル分子が、ようやく生体巨大分子に匹敵する大きさにまで巨大化でき、さらに精密な化学修飾ができたことで初めて達成された成果である。今後、本手法を応用することで、新しい生体分子の構造解析法や機能制御法に展開できると期待している。

### 5.4 自己組織化有限ナノ内面の化学 (東京大学 藤田グループ)

#### (1)研究実施内容及び成果

##### 中空錯体の内面にペプチド界面を形成することでキラル空間を構築

(原著論文 *J. Am. Chem. Soc.* **2007**, *129*, 10652-10653.)

自己組織化合成した錯体は中空構造を有するものが多く、特に多成分が自己組織化した  $M_{12}L_{24}$  錯体は外径が数ナノメートルを超え、その内部も内径が 3 ナノメートルを超える巨大な空間である。錯体を構成する折れ曲がった二座配位子の構造を考慮すると、折れ曲がり部位の内側に官能基を結合することで、選択的に錯体内部に官能基を配置することができる。内部空間の大きさが十分にあるため、24 個もの官能基が内面に連結されても、化学修飾された官能基は十分な運動性を保持できるため、本来の性質を示すと期待できる。

上述の手法を使って、アミノ酸由来の不斉環境を錯体内部に構築することを検討した。アミノ酸残基が高密度かつ精密に集積された空間は、酵素の反応場のように高い選択性を有する不斉空間としての利用が興味深い。各種アミノ酸やペプチド鎖を導入した配位子を合成し、パラジウムイオンとの錯形成反応ができることを見いだした。

D-アラニンまたは L-アラニンを修飾した配位子を用いて合成した錯体は単結晶 X 線結晶構造解析に加え、円偏光二色性スペクトルを測定することで、キラルなアミノ酸が集積されたことにより、本来不斉を持たない球状錯体の骨格部位に不斉を誘起できたことがわかった (図 12)。

また、アミノ酸残基の数を増やし、直径 4.5 nm の球状錯体の内部に最大で 96 残基のアミノ酸残基を、アミノ酸残基の数と配列を精密に制御して集積できることを見いだした。この知見を元に、巨大な中空球状錯体の内部にはタンパク質を包接できると考えた。

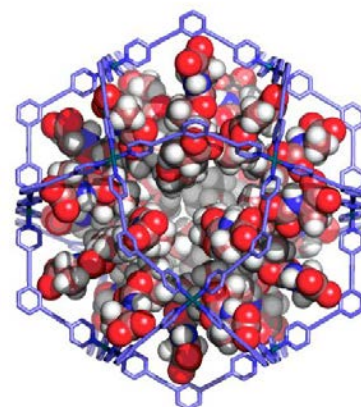
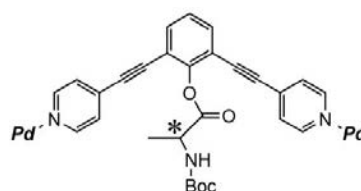


図 12. アミノ酸を修飾し、キラルなナノ内面を構築

#### シリカ超微粒子のナノ内面を鋳型として使った合成

(原著論文 *Nature. Chem.* **2010**, *2*, 25-29. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2011**, *50*, 4858-4861.)

糖鎖で構築したナノ内面は、多数の水酸基が集積した閉じた界面であり、反応場としての利用が興味深い。本研究においては、他の手法では合成することが難しい 5 nm 以下の金属酸化物の粒子の合成を検討した。

シリカはその表面で様々な機能を発現するため、界面化学において最も重要な材料の一つである。特に、シリカナノ粒子の大きさや形状の精密制御は、その性質や機能の制御において重要であるが、粒径の揃った 5 nm 以下の粒子を合成することは困難である。シリカ粒子合成における中間体は親水性表面を有するため、糖鎖がつくる親水性界面を鋳型にすれば、錯体の精密構造が転写された精密な分子性のシリカ超微粒子が得られると期待され



る。

24 個のグルコースを配置した親水性のナノ内面を有する球状錯体を、疎水性のクロロホルムを主成分とする溶媒に溶解し、シリカ前駆体であるテトラメトキシシラン(TMOS)を加えて縮合反応を行ったところ、錯体の内部でだけゾル-ゲル反応が進行したことがわかった。質量分析および電子顕微鏡像を解析した結果、直径 3 nm で、多分散度が 1.01 以下と極めて単分散性が高いシリカナノ粒子が合成できたことがわかった。また、球状錯体の大きさや TMOS の量を変えることにより、生成するシリカナノ粒子の粒径を自在に制御可能であることを見出した。

また、いったんシリカナノ粒子を合成した反応溶液に対して、酸化チタンや酸化ジルコニウムの前駆体を加えて縮合反応を行うと、シリカナノ粒子の表面をこれらの異種金属酸化物で被覆でき、コア-シェル構造を持つ金属酸化物ナノ粒子を合成できることも見いだした。また、ゾル-ゲル反応の反応速度を適切に制御することで、単分散性が高い酸化チタンナノ粒子を調製することがわかった。

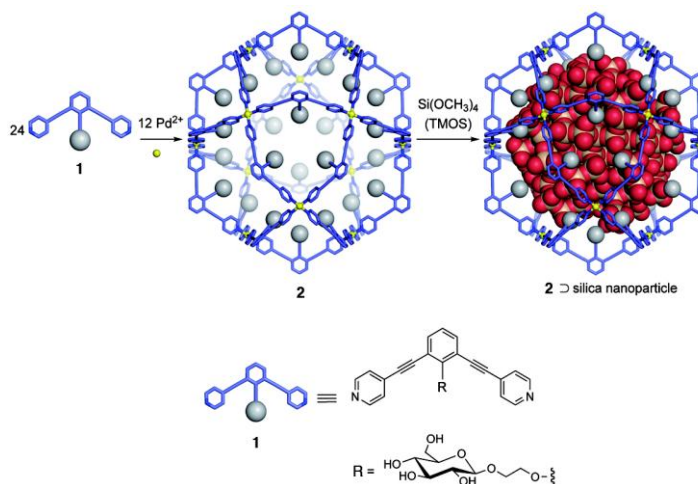


図 13. シリカナノ粒子の合成スキーム

#### ナノ内面の自在設計による錯体内/外の相分離

(原著論文 *J. Am. Chem. Soc.* **2010**, *132*, 2544–2545. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2008**, *47*, 5780-5782.)

巨大な中空錯体の内部空間は、様々な種類の官能基の導入を自在に行うことができる。また、導入された官能基は高密度に集積されているが、運動性は保持されるので、錯体内部に極小の分子性ナノ溶媒を構築できると考えられる。錯体を溶かす溶媒を適切に選択することで、錯体の内/外で相分離がおり、あたかも分液ろうとを使った分液操作のように、溶媒から錯体内のナノ溶媒へと二相間で分子を抽出できると期待される。このような、分子設計できる二相界面を構築し、その分子抽出機能を探索した。

アルキル基を共有結合によって連結した配位子とパラジウムイオンとの自己組織化により、疎水的なナノ内面を持つ  $M_{12}L_{24}$  球状錯体を得た(図 14)。錯体内/外の相分離のために、錯体表面に親水性の官能基も同時に化学修飾し、親水性溶媒への溶解度を改善できる分子設計を行った。単結晶 X 線結晶構造解析により、24 本もの長鎖アルキル鎖が内部に修飾されても、直径数ナノメートルの剛直な球状骨格が構築できたことがわかった。この疎水性ナノ内面は、疎水性分子であるナイルレッドを錯体内部に抽出することがわかり、そのソルバトクロミズム特性から、側鎖を伸長することでより低極性の空間が得られたことを見いだした。柔軟なアルキル基が共同

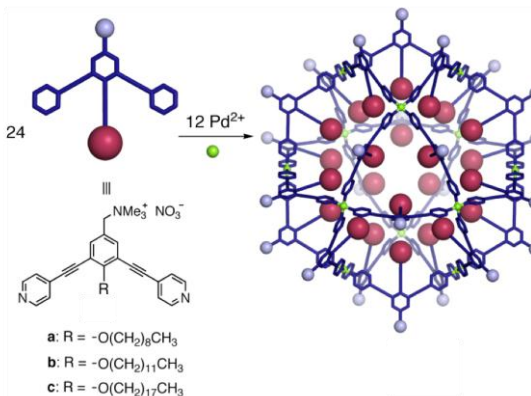


図 14. 長鎖アルキル鎖を集積した疎水性ナノ溶媒

的に作用することにより、高極性の溶媒中においてこのナノ内面は局所的に極性が低いナノ溶媒界面を提供することを見いだした。

より挑戦的な課題として、本来は固体であり、溶媒として使えない大きな $\pi$ 共役平面を持つ芳香族性分子を化学修飾し、バルクでは実現できない芳香族性ナノ溶媒の構築を探索した。融点 438 °C のコロネンを連結した配位子とパラジウムイオンの自己組織化によって合成した  $M_{12}L_{24}$  錯体の NMR 解析を行ったところ、錯体内面に導入した 24 個のコロネンは、非対称化したり極端にブロード化したりすることなく観測され、運動性を保っていることがわかった(図 15)。この錯体溶液に  $C_{60}$  フラーレンを加えて NMR により解析を行ったところ、フルーレンが芳香族性のナノ内面に溶解することで高磁場シフトが観察され、錯体内におけるフルーレンの局所的な濃度は 128 mM に昇ることがわかった。この溶解度はトルエンの 30 倍以上であり、ナノ内面でのみ構築できる特異なナノ溶媒相が示す、高溶解特性を見いだすことができた。

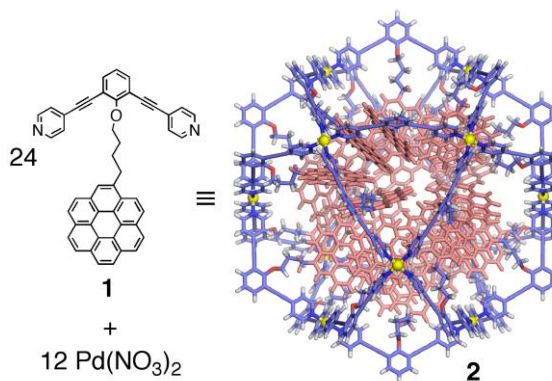


図 15. コロネンを集積した芳香族性ナノ溶媒

#### ナノ内面を活用した特異構造と特異物性の誘起

官能基化によるナノ内面の構築法を上述してきたが、錯体骨格そのものの物性を活かし、中空錯体の内部をナノ内面として活用することも興味深い。(i) □-□スタックによる集積ができるピラー型錯体、(ii) 電子不足な三座配位子を使ったかご状錯体、(iii) ポルフィリン配位子を使ったプリズム型錯体など、さまざまな構造をもつ中空錯体の合成を達成してきており、それらの配位子と遷移金属イオンによって囲まれた錯体内部は、有限構造のナノ内面としてはたらく。ゲスト分子が、ナノ内面に種々の弱い相互作用によってタイトフィッティングすることで、他の手法では実現できない構造誘起を実現できると期待される。また、その構造に由来する興味深い物性の発現が期待される。

#### (i) ピラー型錯体のナノ内面における□-□スタックによる集積

##### 芳香族集積ナノ内面における DNA 塩基対の形成

(原著論文 *Nature Chem.* 2009, 1, 53-56.)

ピラー型錯体は天井と床に相当する部分に広い□共役平面があり、そのナノ内面では、柱に相当する部分の長さによって分子数が制御された□-□スタックによる分子包接が期待される。本研究ではこのナノ内面を活用して、わずか1または2残基からなる極小のヌクレオチド二重鎖構造を安定化した。

3塩基対以下の短いヌクレオチド分子は、エントロピーコストのために単独では水中で二重鎖構造をとることが出来ないことが知られている。しかしながら生体内では、その様なヌクレオチド断片を、タンパク質の疎水性の空孔内に包接することで、小さな二重鎖構造を特異的に作り出し、巧みに遺伝情報の伝達・保存を実現している。本研究では、ピラー型錯体内のナノ内面において、モノヌクレオチド A と U の核酸塩基対を特異的に安定化した。各種 NMR 測定と単結晶 X 線構造解析から、A と U はかご状分子の疎水性空間内で anti-Hoogsteen 型の水素結合対を形成することを明らかにした(図 16)。さらに、柱部分の長さを伸長することで、T-A の配列のジヌクレオチドを2分子包接させた。その際も、A と T の anti-Hoogsteen 型水素結合対により、特異的な二重鎖構造が生成した(図 17)。

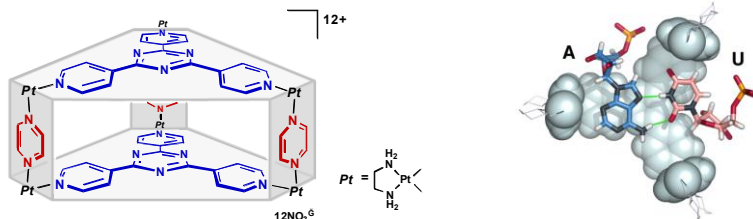


図 16. ピラー型錯体の構造およびナノ内面において安定化された最小の RNA 二重鎖

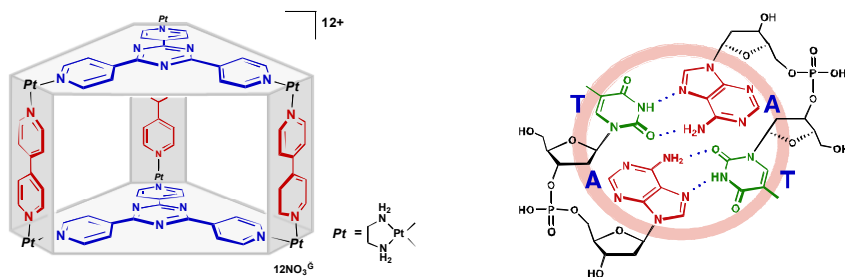


図 17. 縦方向に伸長したピラー型錯体と、その内部で安定化された2塩基対の二重鎖

### 芳香族集積ナノ内面における D-A ペア選択的包接

(原著論文 *J. Am. Chem. Soc.* **2010**, *132*, 7864-7865.)

電子ドナー性分子(D)と電子アクセプター性分子(A)の間に働く電荷移動相互作用は、異なる芳香族分子からなる集積体の構築手法として有力であるが、一般的に交互配列 D-A-D-A...に限定されてしまう。ピラー型錯体を作るナノ内面は、□-□スタックによって集積する分子数を精密制御できるため、多環芳香族分子(D)とナフタレンジイミド(A)をペア選択的に集積し、他の手法では構築することが難しい非対称配列 A-D-A-A を有する 4 重集積体を定量的に構築した(図 18)。この集積体は上下非対称であるため、<sup>1</sup>H NMR を用いた包接ゲストの交換速度を求められ、その値はゲスト分子の対称性に依存することがわかった。錯体の上下のパネル分子と同じ対称性のトリフェニレンが最も安定で、トリフェニレン<ペリレン<ピレンの順に速くなった。

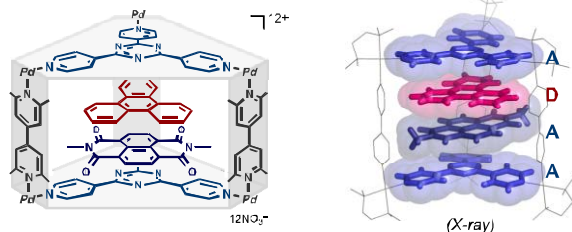


図 18. 非対称な配列の芳香環積層錯体

### 極性をもつ芳香族分子の有限集積

(原著論文 *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* **2009**, *106*, 10435-10437.)

通常、芳香族極性分子であるピレン-4,5-ジオンは結晶中で隣接する2分子が双極子モーメントを相殺するように 180 度ずつ回転しながら□-□スタックして配列し、無限集積構造をとる。本研究においては、この双極子モーメントの相殺効果が、集積数が厳格に定められた場合でも有効に働くか検証した。高さが異なるピラー型錯体のナノ内面を用いることで、それぞれ 2 分子から 5 分子のピレン-4,5-ジオンを、数を制御して集積することに成功した。構造解析の結果、3 分子が集積された場合には 120 度ずつ回転しながら配列していることがわかり、また、いずれの集積数においても、ゲスト分子全体での双極子モーメントが相殺されるようにピレン-4,5-ジオンは水平方向に回転して集積されたことがわかった(図 19)。この相殺効果は結晶中だけではなく、溶液中における有限集積構造を構築する駆動力となることが明らかとなった。

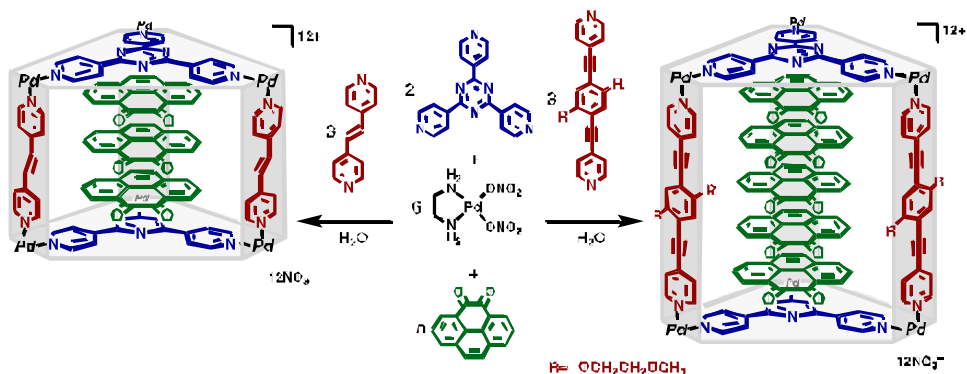


図 19. ピラー型錯体内でのピレン-4,5-ジオンの 3 重および 5 重集積

### 芳香族集積ナノ内面における金属錯体の 3 重集積 (藤田・加藤 (立) グループ)

(原著論文 *Chem. Commun.* **2008**, 2328-2330.)

ピラー型錯体のナノ内面を活用し、有機分子だけではなく、金属錯体を集積することを検討した。藤田グループと加藤 (立) グループで共同して研究を推進し、金属錯体のホモおよびヘテロ 3 重集積構造の構築を行った。

ピラー型錯体 **1** の自己組織化反応において、アザポルフィン銅(II)錯体 **2a** を同時に加え、水中で加熱攪拌することで、同一の金属錯体を 3 分子だけ集積した **1** ⊃ (**2a**)<sub>3</sub> を定量的に得ることに成功した。Cu(II)-Cu(II)-Cu(II) と連なる特異な構造に起因するスピン間相互作用を、ESR スペクトル測定により明らかにした。すなわち、四重項及び半磁場領域に  $\Delta m_s = 2$ 、さらに 1/3 磁場領域には  $\Delta m_s = 3$  の禁制遷移のシグナルを観測した。 $\Delta m_s = 3$  シグナルの観測は金属を用いた系では初めての例である。さらに、電子供与性の強いポルフィン錯体 **3** と相対的に電子受容性のアザポルフィン錯体 **2** を組み合わせることで、異種金属錯体の配列選択的な集積を達成した。その結果、ナノ内面において、Cu(II)-Pd(II)-Cu(II) および Cu(II)-Co(II)-Cu(II) 構造を積み上げることに成功し、これらの異種金属間相互作用を ESR 測定により観測した。

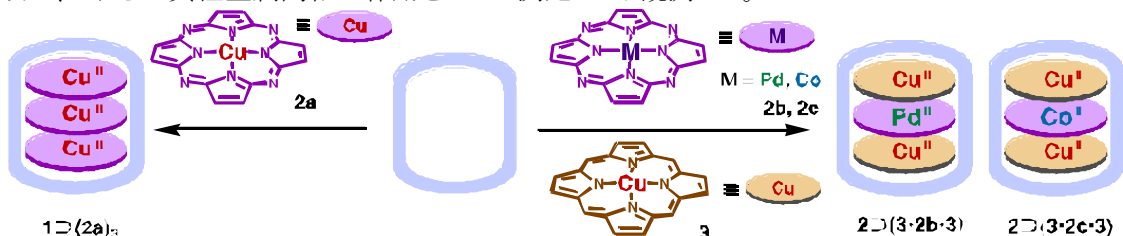


図 20. ホモまたはヘテロ金属錯体の有限集積

### 芳香族集積ナノ内面におけるスピncrossオーバー誘起 (藤田・加藤 (立) グループ)

(原著論文 *J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131*, 2782-2783.)

金属錯体の有限集積の手法を適用することで、遷移金属錯体の d 電子と錯体を構成する芳香環の  $\pi$  電子を集積し、この集積錯体の電子状態を制御することで特異物性を誘起することを試みた。本研究は、藤田グループと加藤 (立) グループで共同して研究を推進した。

平面四配位の *N,N'*-エチレンビス(アセチルアセトイミナト)ニッケル(II)錯体 **2** は赤色を示す反磁性分子である。一方、ピラー型錯体 **1a** 内部に 1 分子包接された包接錯体 **1a** ⊃ **2** は濃緑色を示した。この包接錯体 **1a** ⊃ **2** の磁化率を測定したところ、 $\chi_M T$  の値が 0.16 であり、常磁性であることが明らかになった (図 21a)。また、2 分子集積体 **1b** ⊃ (**2**)<sub>2</sub> も同様な変化を示し、濃緑色を示す常磁性分子であることがわかった。さらに、包接錯体 **1b** ⊃ (**2**)<sub>2</sub> の単結晶 X 線構造解析により内部のニッケル錯体 **2** は平面四配位のジオメトリーを保ったままであることが明らかになった (図 21b)。すなわち、配位環境に因らず、包接による電子状態の制御によってスピncrossオーバーを達成した。

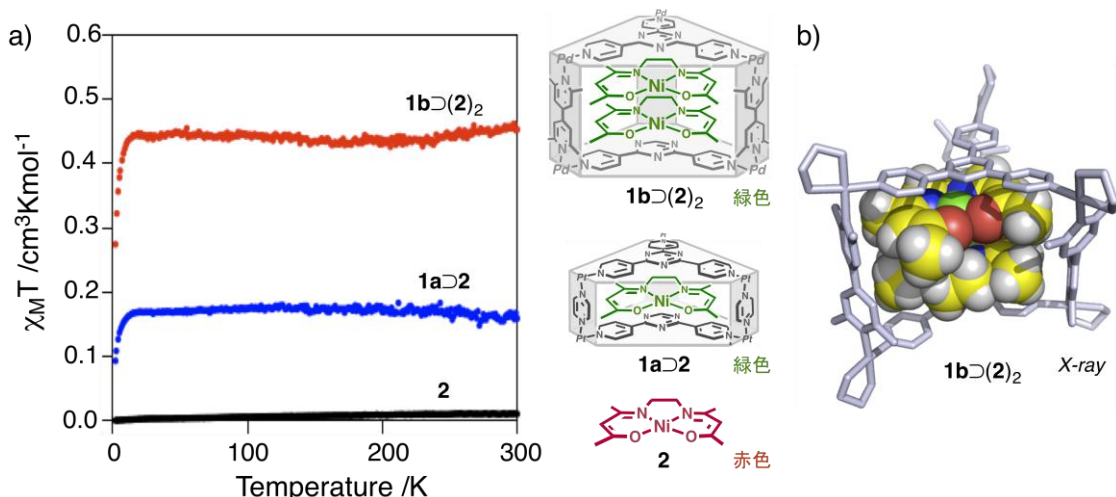


図 21. a) ニッケル錯体 2 と包接錯体 1a(2), 1b(2)<sub>2</sub> の  $\chi_M T$  vs.  $T$  プロット b) 包接錯体 1b(2)<sub>2</sub> の結晶構造

### 芳香族集積ナノ内面を活用した金属イオンクラスターの $[m \times n]$ 行列合成

(*J. Am. Chem. Soc.* **2010**, *132*, 15553-15555.)

単独の金属イオンやバルク金属と異なる性質をもつサブナノ領域のクラスター (2–20 原子) を自在に構築することができれば、特異かつ新規な物性の発現につながる。本研究では、ピラー型錯体のナノ内面に、平面状金属  $m$  核錯体を  $n$  分子集積させることで、サブナノ領域のクラスターを自在に構築する  $[m \times n]$  行列合成を行った。平面状 Au(I) 3 核錯体が 3 分子集積した  $[3 \times 3]$  クラスターの単結晶 X 線構造解析に成功し、三角柱状のクラスター構造および、Au–Au 相互作用を確認した (図 22)。また、Au(I) 3 核錯体が 2 分子集積した  $[3 \times 2]$  クラスターは Ag(I) イオンを不可逆的に取り込み、Au<sub>3</sub>–Ag–Au<sub>3</sub> ヘテロ金属クラスターを与えた。

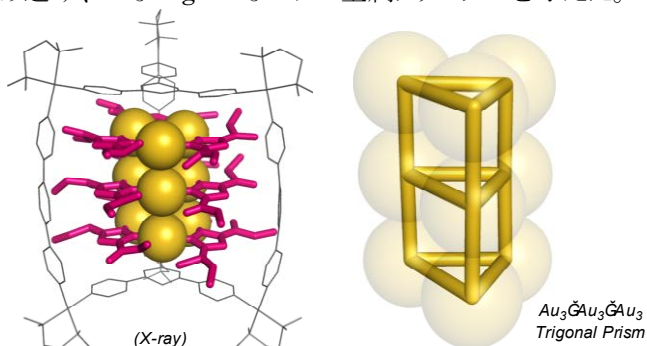


図 22. ナノ内面で合成した  $[m \times n]$  金属イオンクラスター

### (ii) 電子不足な三座配位子を使ったかご状錯体

#### ルテニウム 2 核錯体の単一異性体構造の誘起

(原著論文 *J. Am. Chem. Soc.* **2011**, *133*, 12445-12447.)

ルテニウム 2 核錯体 [LRu(CO)<sub>2</sub>]<sub>2</sub> は、Ru–CO 結合の開裂に伴う Ru–Ru 結合周りの回転により、通常の溶媒中においては、4 種類の異性体の平衡混合物として存在する。しかし、電子受容性の正八面体型 M<sub>6</sub>L<sub>4</sub> かご状錯体のナノ内面に、ルテニウム 2 核錯体の電子供与性配位子部位 (L) の相互作用を使って包接すると、ルテニウム原子が CO 架橋されたシス型の立体配置をとる一つの異性体だけが得られた (図 23)。また、このルテニウム 2 核錯体は光照射で分解し、Ru–Ru 結合の開裂や、CO の解離が進行して多種の混合物を与える。しかし、かご状錯体内に密に充填された [(η<sup>5</sup>-indenyl)Ru(CO)<sub>2</sub>]<sub>2</sub> は、光に対して安定であることを見いだした。一方で、より小さな [CpRu(CO)<sub>2</sub>]<sub>2</sub> を同じかご状錯体に包接した場合、構造が固定されず、光分解した。



図 23. ナノ内面に密に充填されたルテニウム 2 核錯体

(iii) ポルフィリン配位子を使ったプリズム型錯体  
**ナノ内面により誘起されたペプチドのフォールディング**  
 (原著論文 *Angew. Chem. Int. Ed.* 2009, 48, 8695-8698.)

短いペプチド断片はタンパク質とは異なり、水中で特定の立体構造を維持することができない。しかし生理活性ペプチドがタンパク質の疎水ポケット内に認識される際には、特定の立体構造が誘起されることが知られている。本研究においては、3 枚のポルフィリン配位子がプリズム型に自己組織化した錯体の疎水性ナノ内面を使い、3~6 残基のペプチド断片をフォールディングさせることに成功した(図 24)。単結晶 X 線構造解析により、これらのペプチドは通常の  $\alpha$  ヘリックスではなく、 $3_{10}$ ヘリックスと  $\alpha$  ヘリックスが混在した特異な構造を持つことを明らかにした。

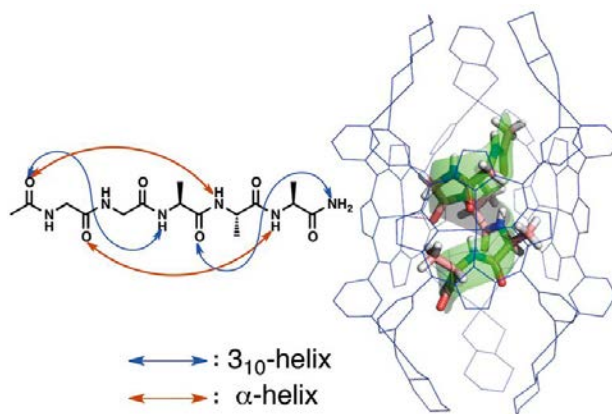


図 24. ペプチドを包接した錯体の構造

### ナノ内面を活用した特異反応の開発

上述のように、ナノ内面を活用することで、独特な分子構造とその構造に由来する独自の物性を引き出すことができる。この内面に、反応性を有する分子を包接することで従来法では進行しない特異な反応開発が期待される。また、基質の溶解性や相互作用の種類などを考慮して、反応の設計を巧みに行うと、ナノ内面を触媒量だけ用いて触媒サイクルを回すことも可能であり、人工酵素とよべる機能発現が期待される。

### 触媒量のナノ内面が触媒する Knoevenagel 縮合反応

(原著論文 *J. Am. Chem. Soc.* 2012, 134, 162-164.)

ナノ内面を活用した特異反応の例として、新たに縮合反応を検討した。電子不足な三座配位子を使ったかご状錯体は、外部に 12+ の正電荷を有するために高い水溶性を示し、疎水性かつ電子供与性の分子を包接するナノ内面をもつ。カチオン性空間には局所的な静電場が生じ、アニオン性基質の安定化や反応促進が期待できる。本研究では、カチオン性錯体内に反応性をもつ芳香族アルデヒドを包接すると、アニオン性中間体を経る Knoevenagel 縮合が促進されることを見出した(図 25)。縮合生成物は錯体に包接されず溶媒に

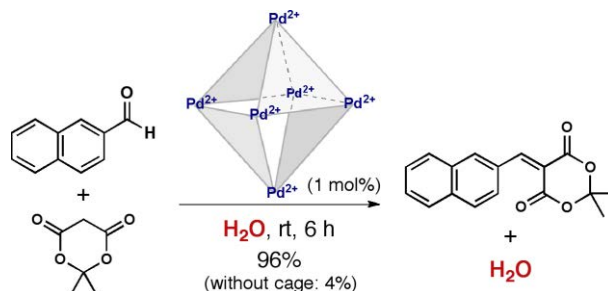


図 25. 触媒量のナノ内面を使った縮合反応

溶け出すために、触媒量の錯体で反応は完結した。

### かご状錯体のナノ内面が制御する環化付加反応

(原著論文 *Chem. Commun.* **2010**, *46*, 3460-3462.)

電子不足な三座配位子を使ったかご状錯体を作るナノ内面は、包接した反応性分子を密に充填して包接するために、閉じ込められた複数の分子は独特の相対配置をとって固定され、かつ互いに接近していることから局所的に濃度が上昇する。そのため、通常では進行しない特異な反応選択性が現れたり、反応不活性な基質が活性化されると期待できる。本研究では、2種類の異なる疎水性ゲスト分子をペアで包接し、この2分子間での特異な反応を検討した。アセアントリレンや1*H*-シクロペンタ[*f*]フェナントレンは、一般には、どちらも反応不活性な芳香族分子である。それぞれの化合物とマレイミド誘導体とをかご状錯体内にペア選択的に取り込み、光または熱反応を行うことで、同じ出発物質から、それぞれ特異的な[2 + 2]、または[4 + 2]環化付加反応が進行した(図26)。本手法は様々な疎水性基質に対して汎用性が高く、また、光および熱反応のいずれに対しても適用できる有用な合成法である。

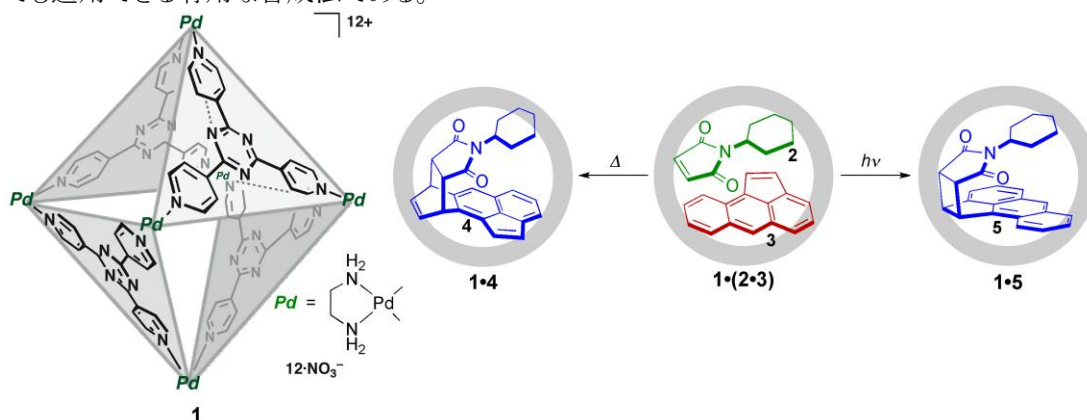


図 26. かご状錯体のナノ内面でアセアントリレンが[2 + 2]または[4 + 2]環化付加反応した

### ナノ内面でのみ進行するシクロファン合成反応

(原著論文 *Chem. Commun.* **2010**, *46*, 5897-5899. *Chem. Soc. Rev.* **2009**, *38*, 1714-1725.)

ナノ内面で重合性官能基を有するピレンを集積化して加水分解し、縮合反応させることで、通常的手法では合成できないシクロファンの合成を達成した。ピラー型錯体と1,8-ビス(トリメトキシシリル)ピレンとを水中で混合し、100 °Cで20時間加熱攪拌することで、2分子の1,8-ビス(トリメトキシシリル)ピレンをナノ内面に閉じ込め、同時に反応を行った。生成物の構造解析の結果、2箇所であらわされた架橋されたシクロファン構造の分子が定量的に生成したことがわかった(図27)。また、基質として、重合性官能基の位置が異なる1,6-ビス(トリメトキシシリル)ピレンを用いた場合にも、同様のシクロファンの合成に成功した。

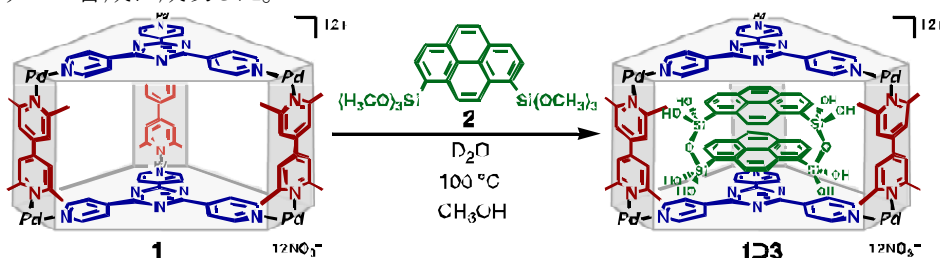


図 27. ナノ内面でのみ進行するシクロファン生成反応

### (2)研究成果の今後期待される展開

官能基や錯体の立体的な形状によって制御された有限ナノ内面を使いこなし、物性制御から反応制御に至るまで、多様かつオリジナリティが高い成果を挙げてきた。研究目的や対象分子に応じ

て錯体骨格を選び、自在に化学修飾を施せる利点を十分に示してきたものと考えている。今後、この手法によって有用かつ他の手法では合成し得ない薬剤等の合成経路を確立できれば、学術的なインパクトのみならず、社会的にも大きな波及効果が期待される。

## 5.5 自己組織化ナノ空間の化学 (東京大学 藤田グループ)

### (1) 研究実施内容及び成果

溶液中で確立してきた、自己組織化によるナノ界面構造の合成およびその化学を、固体に展開した。新しい合成戦略に基づいてナノ界面構造の多様性を広げ、また、単結晶 X 線構造解析によって反応を直接観察するなど、溶液では不可能な化学を生み出した。

### フラーレンや小分子を吸収する結晶性スポンジ

(原著論文 *Nature Chem.* 2010, 2, 780-783.)

$\text{Co}(\text{SCN})_2$  と三座トリアジン配位子 (*p*-TPT) から正八面体型  $\text{M}_6\text{L}_4$  錯体が無限に 3 次元配列したネットワークケージの単結晶を得ることに成功した (図 28)。単結晶 X 線構造解析よりこの錯体は、コバルト(II)イオンを頂点とする正八面体型  $\text{M}_6\text{L}_4$  ユニットが各頂点を共有しながら 3 次元的に連結した構造を有することがわかった。この錯体を TTF など小分子ゲストの溶液に浸すと、結晶性を保ちながら  $\text{M}_6\text{L}_4$  ケージのなすナノ内面に規則正しくゲストを包接できることが結晶構造解析から分かった。また、この細孔性錯体は  $\text{M}_6\text{L}_4$  ユニットに囲まれた空間に  $\text{M}_{12}\text{L}_8$  及び  $\text{M}_{12}\text{L}_{24}$  の構成要素から成る巨大な立方八面体構造のナノ内面を有する。この空間にはフラーレン  $\text{C}_{60}$  や  $\text{C}_{70}$  が大量に包接されることが分かった。フラーレンの飽和溶液に結晶を浸すだけで最大 35 重量%まで単結晶内に取り込むことが出来た。さらに、 $\text{C}_{60}$  と  $\text{C}_{70}$  の混合溶液からは  $\text{C}_{70}$  が選択的に結晶内に取り込まれることも分かった。

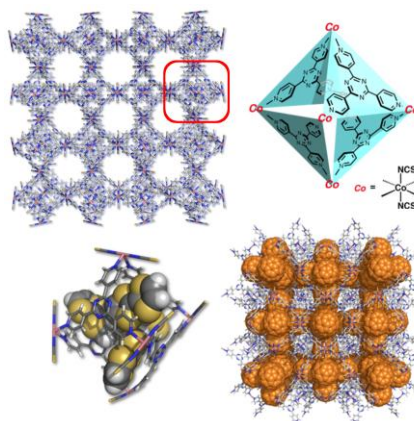


図 28. ネットワークケージの結晶構造 (上)と TTF(左下)や  $\text{C}_{60}$ (右下)を取り込んだ錯体の構造

### 反応活性分子をカプセル化して保存するナノ空間

(原著論文 *Angew. Chem.Int. Ed.* 2010, 49, 8912-8914.)

上述の結晶性スポンジを構成する配位子を分子設計し、*p*-ピリジル基から *m*-ピリジル基に設計変更した三座トリアジン配位子 (*m*-TPT) を用いて  $\text{Co}(\text{SCN})_2$  と自己組織化すると、閉じたナノ内面を有する  $\text{M}_6\text{L}_4$  分子カプセルが 3 次元的にネットワーク化した錯体が得られた (図 29)。このナノ内面は、結晶化に用いた溶媒分子をゲストとして包接することが単結晶 X 線構造解析からわかった。熱量・質量分析により、揮発性溶媒分子が、カプセル化されることで 200 °C という高温でも安定に包接されたままであることがわかった。さらに、室温で容易に Diels-Alder 反応が進行して二量化するシクロペンタジエンをカプセル内に包接すると、加熱条件下においても二量化が抑制されることが単結晶 X 線構造解析からわかった。

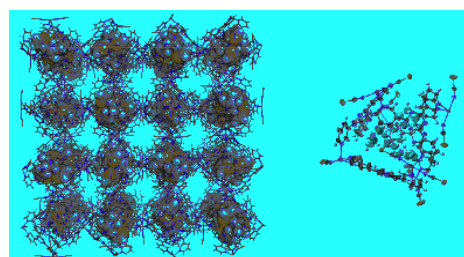


図 29. ネットワーク化された錯体の構造 (左)とシクロペンタジエンを安定にカプセル化したナノ内面の ORTEP 図(右)



### ナノ空間へのカプセル化を利用した基質の連続導入による反応

(原著論文 *Angew. Chem. Int. Ed.* **2010**, *49*, 8912-8914.)

単結晶内での反応はいくつも知られているが、意外にも、通常の合成反応のようにフラスコを用いて溶液反応を行う要領で 2 種類の基質を連続的に導入して反応させた例は殆ど無い。これは、一般に分子の拡散を用いて結晶細孔内に 2 種類の基質を導入する方法では、第二の基質を包接しようとした場合に最初の基質が結晶外に漏れ出てしまうためである。

本研究では、ネットワーク化  $M_6L_4$  分子カプセル結晶のナノ内面がゲスト分子を強固にカプセル化する性質を利用し、異なる基質の連続導入による結晶内 2 分子反応を達成した。すなわち、4-ヒドロキシジフェニルアミンとイソシアン酸エチルを連続導入し、効率的なアシル化反応を結晶内で行うことに成功した(図 30)。また、カプセル内では、求核性が高いアミノ基が立体的に保護されているため、4-ヒドロキシジフェニルアミンの水酸基がアシル化を受けるという特異な反応選択性を実現できた。

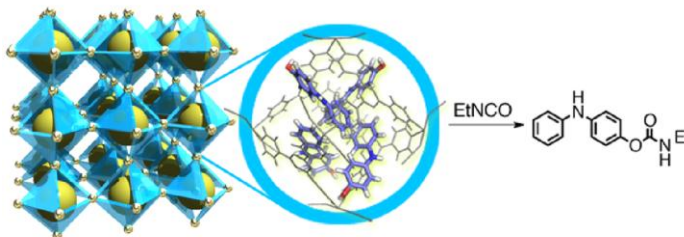


図 30. 基質の連続導入による単結晶内二分子反応

### 揮発性試薬を安定にカプセル化したナノ空間

(原著論文 *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, 2379-2381.)

ネットワーク化  $M_6L_4$  分子カプセル結晶のナノ内面に、あらかじめ揮発性試薬を安定に封入し、基質を導入すると反応が進行するシステムを構築した。カプセル内にイソチオシアン酸メチルを導入することで、単結晶カプセル化試薬の合成を行った(図 31)。カプセル内の試薬分子の構造は単結晶 X 線構造解析により詳細に決定でき、それにより反応性や選択性の解析が容易にできることが分かった。また、カプセル化の効果により、揮発性の高い試薬が空气中で安定に扱えるようになった。このカプセル化試薬の結晶をアニリン誘導体の溶液に浸けたところ、結晶内でチオ尿素が定量的に合成できることが分かった。

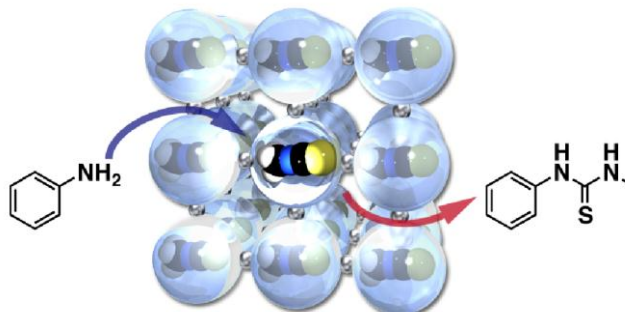


図 31. 揮発性反応試薬を封入したナノ空間を使った合成反応

### カートリッジ合成の戦略によるナノ空間の自在修飾

(原著論文 *J. Am. Chem. Soc.* **2007**, *129*, 15418-15419.)

ナノ空間の性質を積極的に制御するために、設計性が高い細孔内面修飾法を確立した。一般に、錯形成反応は置換基の変化に敏感で、ネットワーク錯体の構成成分である有機配位子に一官能基を導入した場合でも、目的とする結晶構造を予測通りに得ることは困難である。本研究では、トリアジン配位子と  $\pi$ - $\pi$  相互作用により積層しているトリフェニレン分子(カートリッジ分子)に着目し、この分子上への官能基導入を試みた。その結果、ネットワーク錯

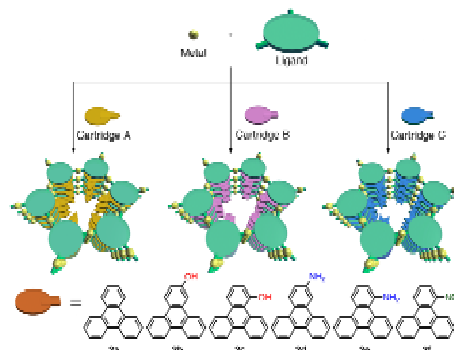


図 32. 官能基化によるナノ空間の修飾

体の基本構造を保持したまま、細孔内を酸性または塩基性官能基で修飾することに成功した(図 32)。さらに、水酸基を導入したネットワーク錯体を用いれば、アルコール分子を選択的に認識できることも見いだした。

### 細孔性ネットワーク錯体内でのヘミアミナル中間体の観測

(原著論文 *Nature* 2009, 461, 633-635.)

剛直かつ安定なネットワーク錯体のナノ空間で反応を行うことで、不安定な中間体であるヘミアミナルを単結晶X線構造解析および IR 分光法によって捉えることに成功した。すなわち、内部をカートリッジ合成法によりアミノ基で修飾した細孔性錯体にアセトアルデヒドをゲストとして流し込む実験を行い、アミノ基とアルデヒドとの反応を検討した。反応温度を厳密に制御することで、一般に単離が困難な、不安定反応中間体であるヘミアミナルを安定に捕捉することができた(図 33)。また、この細孔性錯体の強固な結晶性を活かし、ヘミアミナルの構造解析にも成功した。

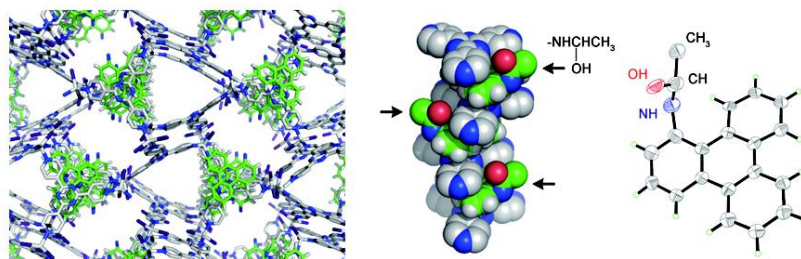


図 33. ナノ空間で生成し、捕捉されたヘミアミナル中間体

### ナノ空間内での有機金属試薬の反応

(原著論文 *Angew. Chem. Int. Ed.* 2010, 49, 5750-5752.)

ホルミル基がナノ空間に配向した構造の錯体をカートリッジ合成し、有機亜鉛試薬 ( $ZnMe_2$  または  $ZnEt_2$ ) の溶液を作用させたところ、アルデヒドへの求核付加反応が進行した。反応は単結晶性を維持したまま室温で進行し定量的に付加体を与えることがわかった。さらに、単結晶 X 線構造解析により、ジメチル亜鉛付加体の構造を直接観測することに成功した(図 34)。

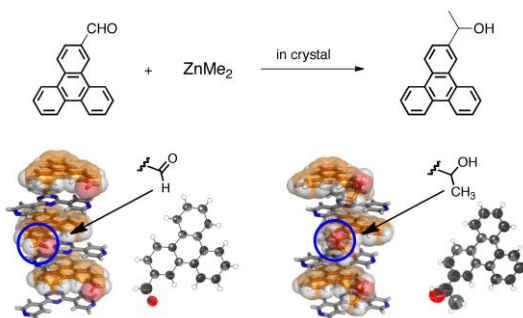


図 34. 単結晶X線構造解析によるナノ空間内での有機亜鉛試薬反応の直接観測

### ナノ空間内での Diels-Alder 反応の逐次追跡

(原著論文 *J. Am. Chem. Soc.* 2011, 133, 16806-16808.)

カートリッジ合成法により芳香族ジエンを組み込んだナノ空間を使い、マレイミド誘導体を包接して Diels-Alder 反応を行った各段階を、直接的に単結晶 X 線構造解析によって観察することに成功した。非対称な構造をもつマレイミド誘導体を包接すると、ジエンと親ジエンが隣接した位置で捕捉された結晶構造が得られ、これら 2 つの基質間の反応が速やかに進行すると期待された。この包接錯体結晶を加熱したところ、基質間の相対配置を保ったまま Diels-Alder 反応が進行し、位置選択的に、予想通りの異性体構造をもつ生成物が高収率で得られた。Diels-Alder 反応に

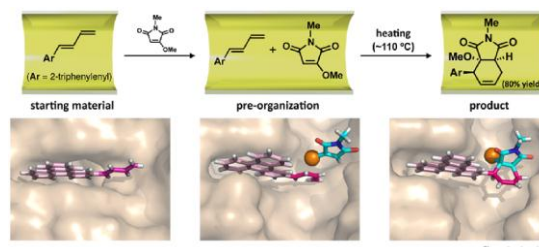


図 35. ナノ空間内 Diels-Alder 反応の段階ごとの X 線結晶構造解析

おける構造変化を詳細に観測することで、位置選択性の発現や反応活性化のメカニズムを明らかにした(図 35)。

### フルオラスナノ空間の選択的分子認識

(原著論文 *Chem. Asian J.* 2009, 4, 1524-1526.)

二座の配位子にフッ素鎖を導入しコバルトイオンと自己組織化させることで、細孔性ネットワーク錯体を得た。単結晶 X 線構造解析の結果、細孔の内部には配位子に置換したフッ素鎖が密集しており、フルオラスナノ空間形成していることが分かった(図 36)。また、錯形成を有機層とフッ素化溶媒層の二相系で行った場合には、TG-mass 解析の結果より、細孔内にフッ素化溶媒が選択的に取り込まれていることが分かった。

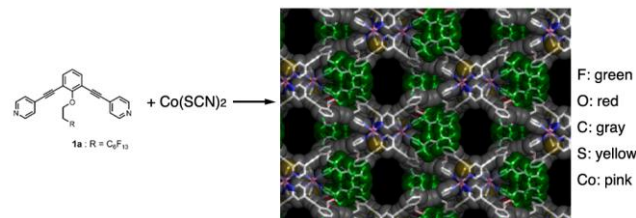


図 36. フッ素性分子を認識するフルオラス空間の構築

### (2)研究成果の今後期待される展開

溶液中で孤立した単分子で展開してきた自己組織化の知見を、結晶性の有限ナノ空間に適用することで、独自の化学を開くことができた。分子の立体構造を可視化できる単結晶 X 線構造解析を併用することで、有限ナノ空間における分子の構造や反応に関して得られる情報が飛躍的に増加した。今後、ナノ空間に閉じ込める試料量を劇的に減らすことで、希少試料を対象に展開できると期待しており、学術的にも、また産業的にも有用な手法に成長するものと考えている。

## 5.6 自己組織化有限ナノ表面の化学:ナノ超分子磁石 (京都大学 加藤立久グループ)

### (1)研究実施内容及び成果

自己組織化球状錯体のナノ表面で 10 個から 100 個またはそれ以上の有機・無機電子スピンを有限に結合させ、1 次元線系、2 次元表面系、3 次元結晶系とは異なる超分子磁性を目指した。この自己組織化球状有限ナノ表面には二つの大きな特徴がある。第一に、高度にサイズが制御された 3 次元的曲率を持つ有限表面であること。第二に、外側と内側という二面性のある有限表面であること。この二つの特徴により、従来からの小分子系の分子磁石や無限結晶系の磁性材料とは全く異なるナノ超分子磁石の創成が可能である。また、タンパク質化学との融合で生物系への応用展開も期待できる。

研究実施方法は下記の通りである。

第一に機能性有限ナノ表面に電子スピンを配列させるために、ナノマテリアル炭素ケージ構造を認識するアミノ酸配列を探索した。適切なアミノ酸配列が見つければ、窒素内包 C<sub>60</sub> フラーレン(N@C<sub>60</sub>)をタンパク質生体分子へ導入して可水溶化することができ、生体内への導入で体内磁性プローブとしての応用を期待した。具体的には、C<sub>60</sub> フラーレン蒸着表面に対するバイオパニング操作実験を行い、まず C<sub>60</sub> 炭素ケージ構造の認識能を持つアミノ酸配列を探索した。次段階として窒素内包 C<sub>60</sub> フラーレン(N@C<sub>60</sub>)、金属内包フルラーレンを認識するアミノ酸配列をスクリーニングする作業へと進んだ。

第二に C<sub>60</sub> フラーレンとシクロデキストリンとの包接分子錯体を形成させて、炭素ケージ構造を可水溶化することを検討した。水溶液中での光応答を調べるために、光応答三重項状態による磁化率を電子スピン共鳴装置で観測・評価した。C<sub>60</sub> フラーレン・シクロデキストリン分子錯体と窒素内包 C<sub>60</sub> フラーレン(N@C<sub>60</sub>)・シクロデキストリン分子錯体が示す光応答性の相違・特徴を比較した。

検討の結果、機能性有限ナノ表面に電子スピンを配列させるため特定スピンをアミノ酸配列によって認識させようとしたが、C<sub>60</sub> フラーレン蒸着表面に対するバイオパニング操作実験における高いスクリーニング収率が得られなかった。そこで、C<sub>60</sub> フラーレンとシクロデキストリンの包接分子

錯体を形成させて、炭素ケージ構造を可水溶化する実験に重点を移した。この実験は当初計画の第二計画案である。C<sub>60</sub> フラーレン粉末とシクロデキストリンパウダーを乾燥窒素雰囲気下・摩砕混合して、固相反応で包接分子錯体合成に成功した。得られた包接分子錯体の水溶液は炭素ケージ構造固有の光吸収スペクトルを示した。飽和水溶液の常温放置で質の良い分子錯体単結晶を得ることができ、この単結晶の X-線結晶回折解析に成功して分子構造・結晶構造を決定できた。包接分子錯体のゲスト分子 C<sub>60</sub> フラーレンを窒素内包 C<sub>60</sub> フラーレン(N@C<sub>60</sub>)に入れ替えて、N@C<sub>60</sub> フラーレン・シクロデキストリン包接分子錯体の合成にも成功し、水溶液中で N@C<sub>60</sub> 由来の ESR 信号を検出した。

## (2)研究成果の今後期待される展開

当初計画では想定されていなかった新たな展開として、C<sub>60</sub> フラーレン粉末とシクロデキストリン水溶液から質の良い分子錯体・単結晶が高収率で得ることができ、この単結晶の X-線結晶回折解析に成功して分子構造・結晶構造を決定できたことが挙げられる。その結果、N@C<sub>60</sub> フラーレン・シクロデキストリン包接分子錯体の ESR 測定で得られた特徴的なスペクトル構造を正確に解析することが可能になった。この解析により、N@C<sub>60</sub> 由来の ESR 信号は周辺のプロトン核スピンの距離情報を敏感に反映することが解った。この結果は、水溶液中での分子錯体の凝集状態を知る強力なプローブへの応用展開を可能にする。今後、N@C<sub>60</sub> を用いて新たに[10] cycloparaphenylene (CPP) 錯体を合成・測定することと、N@C<sub>60</sub> アミノ基 PEG ナノ粒子を合成・測定することで、このプローブとしての有効性を確認しようとしている。

## § 5 成果発表等

(1)原著論文発表 (国内(和文)誌 0件、国際(欧文)誌 119件)

藤田 誠グループ(国内(和文)誌 0件、国際(欧文)誌 80件)

1. M. Kawano and M. Fujita "Direct Observation of Crystalline-State Guest Exchange in Coordination Networks" *Coord. Chem. Rev.* 2007, *151*, 2592-2605. [10.1016/j.ccr.2007.07.022]
2. M. Kawano, T. Kawamichi, T. Haneda, T. Kojima, and M. Fujita "The Modular Synthesis of Functional Porous Coordination Networks" *J. Am. Chem. Soc.* 2007, *129*, 15418-15419. [10.1021/ja0752540]
3. T. Haneda, M. Kawano, T. Kawamichi, and M. Fujita "Direct Observation of the Labile Imine Formation through Single-Crystal-to-Single-Crystal Reactions in the Pores of a Porous Coordination Network" *J. Am. Chem. Soc.* 2008, *130*, 1578-1579. [10.1021/ja7111564]
4. M. Kawano, T. Haneda, D. Hashizume, and M. Fujita "A Selective Instant Synthesis of a Coordination Network and its ab initio Powder Structure Determination" *Angew. Chem. Int. Ed.* 2008, *47*, 1269-1271. [10.1002/anie.200704809]
5. K. Nakabayashi, Y. Ozaki, M. Kawano, and M. Fujita "A Self-Assembled Spin Cage" *Angew. Chem. Int. Ed.* 2008, *47*, 2046-2048. [10.1002/anie.200704924]
6. T. Yamaguchi and M. Fujita "Highly Selective Photomediated 1,4-Radical Addition to o-Quinones Controlled by a Self-Assembled Cage" *Angew. Chem. Int. Ed.* 2008, *47*, 2067-2069. [10.1002/anie.200705139]
7. T. Kikuchi, T. Murase, S. Sato, and M. Fujita "Polymerisation of an Anionic Monomer in a Self-Assembled M12L24 Coordination Sphere with Cationic Interior" *Supramol. Chem.* 2008, *20*, 81-94. [10.1080/10610270701742579]
8. K. Ono, M. Yoshizawa, T. Kato, and M. Fujita "Three-Metal-Center Spin Interactions through the Intercalation of Metal Azaporphines and Porphines into an Organic Pillared Coordination Box" *Chem. Commun.* 2008, 2328-2330. [10.1039/b801701h]
9. Y. Yamauchi, M. Yoshizawa, and M. Fujita "Engineering Stacks of Aromatic Rings by the Interpenetration of Self-Assembled Coordination Cages" *J. Am. Chem. Soc.* 2008, *130*, 5832-5833. [10.1021/ja077783+]
10. Y. Nishioka, T. Yamaguchi, M. Kawano, and M. Fujita "Asymmetric [2+2] Olefin Cross Photoaddition in a Self-assembled Host with Remote Chiral Auxiliaries" *J. Am. Chem. Soc.* 2008, *130*, 8160-8161. [10.1021/ja802818t]
11. K. Suzuki, J. Iida, S. Sato, M. Kawano, and M. Fujita "Discrete and Well-Defined Hydrophobic Phases Confined in Self-Assembled Spherical Complexes" *Angew. Chem. Int. Ed.* 2008, *47*, 5780-5782. [10.1002/anie.200801700]
12. T. Kawamichi, T. Kodama, M. Kawano, and M. Fujita "Single-Crystalline Molecular Flasks: Chemical Transformation with Bulky Reagents in the Pores of Porous Coordination Networks" *Angew. Chem. Int. Ed.* 2008, *47*, 8030-8032. [10.1002/anie.200802545]
13. K. Yamashita, K. Sato, M. Kawano, and M. Fujita "Photo-Induced Self-Assembly of Pt(II)-Linked Rings and Cages via the Photolabilization of a Pt(II)-py Bond" *New J. Chem.* 2009, *33*, 264-270. [10.1039/b817713a]
14. K. Ono, M. Yoshizawa, M. Akita, T. Kato, Y. Tsunobuchi, S. Ohkoshi, and M. Fujita "Spin Crossover by Encapsulation" *J. Am. Chem. Soc.* 2009, *131*, 2782-2783. [10.1021/ja8089894]
15. K. Suzuki, M. Tominaga, M. Kawano, and M. Fujita "Self-assembly of a M6L12

- coordination cube" *Chem. Commun.* 2009, 1638-1640. [10.1039/b822311d]
16. T. Sawada, M. Yoshizawa, S. Sato, and M. Fujita "Minimal Nucleotide Duplex Formation in Water through Enclathration in Self-Assembled Hosts" *Nature Chem.* 2009, *1*, 53-56. [10.1038/nchem.100]
  17. K. Ohara, J. Martí-Rujas, T. Haneda, M. Kawano, D. Hashizume, F. Izumi, and M. Fujita "Formation of a Thermally Stable, Porous Coordination Network via Crystalline-to-Amorphous-to-Crystalline Phase Transitions" *J. Am. Chem. Soc.* 2009, *131*, 3860–3861. [10.1021/ja9005145]
  18. Y. Furutani, H. Kandori, M. Kawano, K. Nakabayashi, M. Yoshizawa, and M. Fujita "In situ Spectroscopic, Electrochemical, and Theoretical Studies on the Photoinduced Host-Guest Electron Transfer that Precedes Unusual Host-mediated Alkane Photooxidation" *J. Am. Chem. Soc.* 2009, *131*, 4764–4768. [10.1021/ja8089075]
  19. S. Sato, Y. Ishido, and M. Fujita "Remarkable Stabilization of M12L24 Spherical Frameworks through the Cooperation of 48 Pd(II)-Pyridine Interactions" *J. Am. Chem. Soc.* 2009, *131*, 6064–6065. [10.1021/ja900676f]
  20. M. Yoshizawa, J. K. Klosterman, and M. Fujita "Functional Molecular Flasks: New Properties and Reactions within Discrete, Self-Assembled Hosts" *Angew. Chem. Int. Ed.* 2009, *48*, 3418-3438. [10.1002/anie.200805340]
  21. J. K. Klosterman, Y. Yamauchi, and M. Fujita "Engineering discrete stacks of aromatic molecules" *Chem. Soc. Rev.* 2009, *38*, 1714–1725. [10.1039/b901261n]
  22. Y. Ozaki, M. Kawano, and M. Fujita "Engineering Non-Covalent Spin-Spin Interactions in an Organic-Pillared Spin Cage" *Chem. Commun.* 2009, 4245-4247. [10.1039/b906674h]
  23. J. K. Klosterman, M. Iwamura, T. Tahara, and M. Fujita "Energy Transfer in a Mechanically Trapped Exciplex" *J. Am. Chem. Soc.* 2009, *131*, 9478–9479. [10.1021/ja901674g]
  24. Y. Yamauchi, M. Yoshizawa, M. Akita, and M. Fujita "Discrete stack of an odd number of polarized aromatic compounds: the importance of net vs. local dipoles" *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* 2009, *106*, 10435-10437. [10.1073/pnas.0810319106]
  25. K. Ono, J. K. Klosterman, M. Yoshizawa, K. Sekiguchi, T. Tahara, and M. Fujita "ON/OFF Red Emission from Azaporphine in a Coordination Cage in Water" *J. Am. Chem. Soc.* 2009, *131*, 12526–12527. [10.1021/ja904875y]
  26. K. Ono, M. Fujita, M. Yoshizawa, and M. Akita "Switchable trans-cis interconversion of an amphiphilic anthracene trimer" J. Iwasa, *Chem. Commun.* 2009, 5746-5748. [10.1039/b912365b]
  27. T. Kawamichi, T. Haneda, M. Kawano, and M. Fujita "X-ray observation of a transient hemiaminal trapped in a porous network" *Nature* 2009, *461*, 633-635. [10.1038/nature08326]
  28. M. Jang, T. Yamaguchi, K. Ohara, M. Kawano, and M. Fujita "Fluorous Pores in Coordination Networks" *Chem. Asian J.* 2009, *4*, 1524-1526. [10.1002/asia.200900293]
  29. Y. Hatakeyama, T. Sawada, M. Kawano, and M. Fujita "Conformational Preferences of Short Peptide Fragments" *Angew. Chem. Int. Ed.* 2009, *48*, 8695-8698. [10.1002/anie.200903563]
  30. K. Suzuki, K. Takao, S. Sato, and M. Fujita "Coronene Nanophase within Coordination Spheres: Increased Solubility of C60" *J. Am. Chem. Soc.* 2010, *132*, 2544–2545. [10.1021/ja910836h]
  31. T. Murase, S. Horiuchi, and M. Fujita "Naphthalene Diels-Alder in a Self-Assembled Molecular Flask" *J. Am. Chem. Soc.* 2010, *132*, 2866-2867. [10.1021/ja9107275]

32. S. Sato, O. Morohara, D. Fujita, Y. Yamaguchi, K. Kato, and M. Fujita "Parallel-Stacked Aromatic Hosts for Orienting Small Molecules in a Magnetic Field: Induced Residual Dipolar Coupling by Encapsulation" *J. Am. Chem. Soc.* 2010, *132*, 3670–3671. [10.1021/ja100325b]
33. T. Kawamichi, Y. Inokuma, M. Kawano, and M. Fujita "Regioselective Huisgen Cycloaddition within Porous Coordination Networks" *Angew. Chem. Int. Ed.* 2010, *49*, 2375-2377. [10.1002/anie.201000018]
34. C. Dolain, Y. Hatakeyama, T. Sawada, S. Tashiro, and M. Fujita "Inducing  $\alpha$ -Helices in Short Oligopeptides through Binding by an Artificial Hydrophobic Cavity" *J. Am. Chem. Soc.* 2010, *132*, 5564-5565. [10.1021/ja100585w]
35. S. Horiuchi, Y. Nishioka, T. Murase, and M. Fujita "Both [2+2] and [2+4] additions of inert aromatics via identical ternary host-guest complexes" *Chem. Commun.* 2010, *46*, 3460-3462. [10.1039/c003191g]
36. T. Sawada and M. Fujita "A Single Watson-Crick G·C Base Pair in Water: Aqueous Hydrogen Bonds in Hydrophobic Cavities" *J. Am. Chem. Soc.* 2010, *132*, 7194–7201. [10.1021/ja101718c]
37. T. Murase, K. Otsuka, and M. Fujita "Pairwise Selective Formation of Aromatic Stacks in a Coordination Cage" *J. Am. Chem. Soc.* 2010, *132*, 7864-7865. [10.1021/ja103109z]
38. M. Ikemi, T. Kikuchi, S. Matsumura, K. Shiba, S. Sato, and M. Fujita "Peptide-coated, Self-assembled M12L24 Coordination Spheres and Their Immobilization onto an Inorganic Surface" *Chem. Sci.* 2010, *1*, 68-71. [10.1039/c0sc00198h]
39. Q.-F. Sun, J. Iwasa, D. Ogawa, Y. Ishido, S. Sato, T. Ozeki, Y. Sei, K. Yamaguchi, and M. Fujita "Self-Assembled M24L48 Polyhedra and Their Sharp Structural Switch upon Subtle Ligand Variation" *Science* 2010, *328*, 1144-1147. [10.1126/science.1188605]
40. K. Ohara, Y. Inokuma, and M. Fujita, "Photosensitizing Porous Coordination Network: The Catalytic, *Z* to *E* One-way Photo-isomerizations of Stilbenes in the Pore" *Angew. Chem. Int. Ed.*, *49*, 5507–5509, 2010 (10.1002/anie.201001902)
41. Y. Yamauchi, Y. Hanaoka, M. Yoshizawa, M. Akita, T. Ichikawa, M. Yoshio, T. Kato, and M. Fujita "m  $\times$  n Stacks of Discrete Aromatic Stacks in Solution" *J. Am. Chem. Soc.* 2010, *132*, 9555-9557. [10.1021/ja103180z]
42. Y. Yamauchi and M. Fujita "Self-assembled cage as an endo-template for cyclophane synthesis" *Chem. Commun.* 2010, *46*, 5897-5899. [10.1039/C0CC00963F]
43. K. Ikemoto, Y. Inokuma, and M. Fujita "The Reaction of Organozinc Compounds with an Aldehyde within a Crystalline Molecular Flask" *Angew. Chem. Int. Ed.* 2010, *49*, 5750-5752. [10.1002/anie.201002053]
44. Y. Inokuma, T. Arai, and M. Fujita "Networked molecular cages as crystalline sponges for fullerenes and other guests" *Nature Chem.* 2010, *2*, 780-783. [10.1038/nchem.742]
45. T. Murase and M. Fujita, "Pericyclic reactions in an aqueous molecular flask", *Chem. Rec.*, *10*, 342-347, 2010 (10.1002/tcr.201000027)
46. T. Osuga, T. Murase, K. Ono, Y. Yamauchi, and M. Fujita, "[m  $\times$  n] Metal Ion Arrays Templated by Coordination Cages", *J. Am. Chem. Soc.*, *132*, 15553-15555, 2010 (10.1021/ja108367j)
47. T. Kikuchi, S. Sato, and M. Fujita, "Well-Defined DNA Nanoparticles Templated by Self-Assembled M<sub>12</sub>L<sub>24</sub> Molecular Spheres and Binding of Complementary Oligonucleotides", *J. Am. Chem. Soc.*, *132*, 15930-15932, 2010 (10.1021/ja108334g)

48. Y. Inokuma, S. Yoshioka, and M. Fujita, "A Molecular Capsule Network: Guest Encapsulation and Control of Diels–Alder Reactivity", *Angew. Chem. Int. Ed.*, **49**, 8912-8914, 2010 (10.1002/anie.201004781)
49. K. Suzuki, S. Sato, and M. Fujita "Template synthesis of precisely monodisperse silica nanoparticles within self-assembled organometallic spheres" *Nature Chem.* **2010**, *2*, 25-29. [10.1038/nchem.446]
50. K. Ohara, M. Kawano, Y. Inokuma, and M. Fujita "A Porous Coordination Network Catalyzes an Olefin Isomerization Reaction in the Pore" *J. Am. Chem. Soc.* **2010**, *132*, 30–31. [10.1021/ja908794n]
51. Y. Yamauchi, M. Yoshizawa, M. Akita, and M. Fujita "Engineering Double to Quintuple Stacks of a Polarized Aromatic in Confined Cavities" *J. Am. Chem. Soc.* **2010**, *132*, 960-966. [10.1021/ja904063r]
52. D. Li, W. Zhou, K. Landskron, S. Sato, C. J. Kiely, M. Fujita, and T. Liu "Viral-Capsid-Type Vesicle-Like Structures Assembled from M<sub>12</sub>L<sub>24</sub> Metal-Organic Hybrid Nanocages" *Angew. Chem. Int. Ed.* **2011**, *50*, 5182-5187. (DOI:10.1002/anie.201007829)
53. T. Murase, S. Peschard, S. Horiuchi, Y. Nishioka, and M. Fujita, "Remote chiral transfer into [2+2] and [2+4] cycloadditions within self-assembled molecular flasks", *Supramol. Chem.* **2011**, *23*, 199-208. (DOI:10.1080/10610278.2010.521833)
54. Y. Inokuma, M. Kawano, and M. Fujita, "Crystalline Molecular Flasks" *Nature Chem.* **2011**, *3*, 349-358. (DOI:10.1038/nchem.1031)
55. K. Suzuki, K. Takao, S. Sato, and M. Fujita, "The Precise Synthesis and Growth of Core–Shell Nanoparticles within a Self-Assembled Spherical Template" *Angew. Chem. Int. Ed.*, **50**, in press, 2011 (10.1002/anie.201006965)
56. Q.-F. Sun, S. Sato, and M. Fujita, "Self-assembled Inverse Dendrimer" *Chem. Lett.* **2011**, *40*, 726-727. (DOI:10.1246/cl.2011.726)
57. M. Kiguchi, T. Takahashi, Y. Takahashi, Y. Yamauchi, T. Murase, M. Fujita, T. Tada, and S. Watanabe, "Electron Transport through Single Molecules of Aromatic Stacks Enclosed in Self-Assembled Cages" *Angew. Chem. Int. Ed.* **2011**, *50*, 5708-5711. [DOI:10.1002/anie.201100431]
58. S. Horiuchi, T. Murase, and M. Fujita, "Diels-Alder Reactions of Inert Aromatic Compounds within a Self-Assembled Coordination Cage" *Chem. Asian J.* **2011**, *6*, 1839-1847. (DOI:10.1002/asia.201000842)
59. S. Horiuchi, T. Murase, and M. Fujita, "Noncovalent Trapping and Stabilization of Dinuclear Ruthenium Complexes within a Coordination Cage" *J. Am. Chem. Soc.* **2011**, *133*, 12445-12447. (DOI:10.1021/ja205450a)
60. D. Fujita, A. Takahashi, S. Sato, and M. Fujita, "Self-assembly of Pt(II) Spherical Complexes via Temporary Labilization of the Metal-Ligand Association in TFE" *J. Am. Chem. Soc.* **2011**, *133*, 13317–13319. (DOI:10.1021/ja2059236)
61. T. Murase, H. Takezawa, and M. Fujita, "Photo-driven anti-Markovnikov alkyne hydration in self-assembled hollow complexes" *Chem. Commun.* **2011**, *47*, 10960-10962. (DOI:10.1039/C1CC14523A)
62. K. Ikemoto, Y. Inokuma, and M. Fujita, "Diels-Alder via Molecular Recognition in a Crystalline Molecular Flask" *J. Am. Chem. Soc.* **2011**, *133*, 16806-16808. (DOI:10.1021/ja2079064)
63. Y. Inokuma, S. Nishiguchi, K. Ikemoto, and M. Fujita, "Shedding Light on Hidden Reaction Pathways in Radical Polymerization by a Porous Coordination Network" *Chem. Commun.* **2011**, *47*, 12113-12115. (DOI:10.1039/C1CC15053G)
64. Q.-F. Sun, T. Murase, S. Sato, and M. Fujita, "A Sphere-in-Sphere Complex by Orthogonal Self-Assembly" *Angew. Chem. Int. Ed.* **2011**, *50*, 10318-10321. (DOI:10.1002/anie.201104670)
65. Y. Inokuma, N. Kojima, T. Arai, and M. Fujita, "Bimolecular Reaction via the



- Successive Introduction of Two Substrates into the Crystals of Networked Molecular Cages" *J. Am. Chem. Soc.* **2011**, *133*, 19691-19693. (DOI:10.1021/ja209290t)
66. T. Murase, Y. Nishijima, and M. Fujita, "Cage-Catalyzed Knoevenagel Condensation under Neutral Conditions in Water" *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, *134*, 162-164. (DOI:10.1021/ja210068f)
  67. T. Murase, Y. Nishijima, and M. Fujita, "Unusual Photoreaction of Triquinacene within Self-Assembled Hosts", *Chem. Asian J.* **2012**, *4*, 826-829. (DOI:10.1002/asia.201101005)
  68. D. Fujita, K. Suzuki, S. Sato, M. Yagi-Utsumi, E. Kurimoto, K. Kato, and M. Fujita, "Synthesis of a Bridging Ligand with a Non-Denatured Protein Pendant: Toward Protein Encapsulation in a Coordination Cage" *Chem. Lett.* **2012**, *41*, 313-315. (DOI:10.1246/cl.2012.313)
  69. Y. Inokuma, G.-H. Ning, and M. Fujita, "Reagent-Installed Capsule Network: Selective Thiocarbamoylation of Aromatic Amines in Crystals with Pre-installed CH<sub>3</sub>NCS" *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, 2379-2381. (DOI:10.1002/anie.201107190)
  70. Q.-F. Sun, S. Sato, and M. Fujita, "An M<sub>18</sub>L<sub>24</sub> stellated cuboctahedron through post-stellation of an M<sub>12</sub>L<sub>24</sub> core" *Nature Chem.* **2012**, *4*, 330-333. (DOI:10.1038/nchem.1285)
  71. J. Bunzen, J. Iwasa, P. Bonakdarzadeh, E. Numata, K. Rissanen, S. Sato, and M. Fujita, "Self-Assembly of M<sub>24</sub>L<sub>48</sub> Polyhedra Based on Empirical Prediction" *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, 3161-3163. (DOI:10.1002/anie.201108731)
  72. K. Takao, K. Suzuki, T. Ichijo, S. Sato, H. Asakura, K. Teramura, K. Kato, T. Ohba, T. Morita, and M. Fujita "Incarceration of (PdO)<sub>n</sub> and Pd<sub>n</sub> Clusters by Cage-Templated Synthesis of Hollow Silica Nanoparticles" *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, 5893-5896. [DOI :10.1002/anie.201201288]
  73. Y. Kohyama, T. Murase, M. Fujita, "A self-assembled cage as a non-covalent protective group: regioselectivity control in the nucleophilic substitution of aryl-substituted allylic chlorides" *Chem. Commun.* **2012**, *48*, 7811-7813. [DOI :10.1039/C2CC33660J ]
  74. M. Yoneya, T. Yamaguchi, S. Sato, and M. Fujita, "Simulation of Metal-Ligand Self-Assembly into Spherical Complex M<sub>6</sub>L<sub>8</sub>" *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, *134*, 14401-14407. [DOI :10.1021/ja303542r]
  75. D. Fujita, K. Suzuki, S. Sato, M. Yagi-Utsumi, Y. Yamaguchi, N. Mizuno, T. Kumasaka, M. Takata, M. Noda, S. Uchiyama, K. Kato, and M. Fujita, "Protein encapsulation within synthetic molecular hosts" *Nature Commun.* **2012**, *3*, 1093. [DOI :10.1038/ncomms2093]
  76. H. Takezawa, T. Murase, M. Fujita, "Temporary and Permanent Trapping of the Metastable Twisted Conformer of an Overcrowded Chromic Alkene via Encapsulation" *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, *134*, 17420-17423. [DOI :10.1021/ja308101a]
  77. S. Horiuchi, T. Murase, M. Fujita "A Remarkable Organometallic Transformation on a Cage-Incarcerated Dinuclear Ruthenium Complex" *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, Early View. [DOI :10.1002/anie.201206325]
  78. T. Osuga, T. Murase, M. Fujita "Triple-Decker Au<sub>3</sub>-Ag-Au<sub>3</sub>-Ag-Au<sub>3</sub> Ion Cluster Enclosed in a Self-Assembled Cage" *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, Early View. [DOI :10.1002/anie.201207619]
  79. Y. Inokuma, S. Yoshioka, J. Ariyoshi, T. Arai, Y. Hitora, K. Takada, S. Matsunaga, K. Rissanen, M. Fujita "X-ray analysis on the nanogram to microgram scale using porous complexes" *Nature*, 2013, *495*, 461-466 (DOI 10.1038/nature11990)

80. Y. Fang, T. Murase, S. Sato, and M. Fujita, "Noncovalent Tailoring of the Binding Pocket of Self-Assembled Cages by Remote Bulky Ancillary Groups" *J. Am. Chem. Soc.* **2013**, *135*, 613-615. [10.1021/ja311373f]

加藤 晃一グループ(国内(和文)誌 0件、国際(欧文)誌 19件)

1. H. Yagi, N. Yasukawa, S.-Y. Yu, C.-T. Guo, N. Takahashi, T. Takahashi, W. Bukawa, T. Suzuki, K.-H. Khoo, Y. Suzuki, and K. Kato, The expression of sialylated high-antennary *N*-glycans in edible bird's nest, *Carbohydr. Res.* **2008**, *343*, 1373-1377.
2. H. Yagi, K. Yamada, E. Ohno, M. Utsumi, Y. Yamaguchi, E. Kurimoto, N. Takahashi, S. Oka, T. Kawasaki, and K. Kato, Development and application of high performance liquid chromatography map of glucuronyl *N*-glycans, *Open Glycoscience* **2008**, *1*, 8-18.
3. S. Miyakawa, Y. Nomura, T. Sakamoto, Y. Yamaguchi, K. Kato, S. Yamazaki, and Y. Nakamura, Structural and molecular basis for hyperspecificity of RNA aptamer to human immunoglobulin G *RNA* **2008**, *14*, 1154-1163.
4. Y. Yamaguchi, M. Wälchli, M. Nagano, and K. Kato, A <sup>13</sup>C-detection NMR approach for large glycoproteins, *Carbohydr. Res.* **2009**, *344*, 535-538.
5. N. Sriwilaijaroen, S. Kondo, H. Yagi, P. Wilairat, H. Hiramatsu, M. Ito, Y. Ito, K. Kato, and Y. Suzuki, Analysis of *N*-glycans in embryonated chicken egg chorioallantoic and amniotic cells responsible for binding and adaptation of human and avian influenza viruses, *Glycoconjugate J.* **26**, 433-443 (2009)
6. H. Dan, Y. Kamiya, K. Totani, D. Kamiya, N. Kawasaki, D. Yamaguchi, I. Matsuo, N. Matsumoto, Y. Ito, K. Kato, and K. Yamamoto, Sugar-binding activity of the MRH domain in ER  $\alpha$ -glucosidase II b subunit is important for efficient glucose trimming, *Glycobiology* **19**, 1127-1135 (2009)
7. M. Utsumi, Y. Yamaguchi, H. Sasakawa, N. Yamamoto, K. Yanagisawa, and K. Kato, Up-and-down topological mode of amyloid  $\beta$ -peptide lying on hydrophilic/hydrophobic interface of ganglioside clusters, *Glycoconjugate J.* **26**, 999-1006 (2009).
8. M. Yagi-Utsumi, T. Kameda, Y. Yamaguchi, and K. Kato, NMR characterization of the interactions between lyso-GM1 aqueous micelles and amyloid  $\beta$ , *FEBS Lett.* **584**, 831-836 (2010).
9. M. Nishio, Y. Kamiya, T. Mizushima, S. Wakatsuki, H. Sasakawa, K. Yamamoto, S. Uchiyama, M. Noda, A. R. McKay, K. Fukui, H.-P. Hauri, and K. Kato, Structural basis for the cooperative interplay between the two causative gene products of combined factor V and factor VIII deficiency, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **107**, 4034-4039 (2010).
10. M. Yagi-Utsumi, K. Matsuo, K. Yanagisawa, K. Gekko and K. Kato, "Spectroscopic characterization of intermolecular interaction of amyloid  $\beta$  promoted on GM1 micelles", *International Journal of Alzheimer's Disease*, **2011**, 925073 (2011), DOI:10.4061/2011/925073
11. Yukiko Kamiya, Sayoko Yamamoto, Yasunori Chiba, Yoshifumi Jigami and Koichi Kato, "Overexpression of a homogeneous oligosaccharide with <sup>13</sup>C labeling by genetically engineered yeast strain", *J. Biomol. NMR*, **50**, 397-401, 2011 (DOI: 10.1007/s10858-011-9525-1).
12. Sayoko Yamamoto, Takumi Yamaguchi, Máté Erdélyi, Christian Griesinger and Koichi Kato, "Paramagnetic lanthanide tagging for NMR conformational analyses of N-linked oligosaccharides", *Chem. -Euro. J.* **17**, 9280-9282, 2011 (DOI: 10.1002/chem.201100856).
13. Y. Kamiya, Y. Uekusa, A. Sumiyoshi, H. Sasakawa, T. Hirao, T. Suzuki, and K. Kato, "NMR characterization of the interaction between the PUB domain of

- peptide:*N*-glycanase and ubiquitin-like domain of HR23," *FEBS Lett.* **586**, 1141-1146, 2012 (DOI: 10.1016/j.febslet.2012.03.027)
14. S. Yamamoto, Y. Zhang, T. Yamaguchi, T. Kameda, and K. Kato, "Lanthanide-assisted NMR evaluation of a dynamic ensemble of oligosaccharide conformations," *Chem. Commun.* **48**, 4752-4754, 2012 (DOI: 10.1039/c2cc30353a)
  15. .L. Mauri, R. Casellato, M. G. Ciampa, Y. Uekusa, K. Kato, K. Kaida, M. Motoyama, S. Kusunoki, and S. Sonnino, "Anti-GM1/GD1a complex antibodies in GBS sera specifically recognize the hybrid dimer GM1-GD1a," *Glycobiology* **22**, 352-360 (2012)DOI: 10.1093/glycob/cwr139
  16. Y. Zhang, S. Yamamoto, T. Yamaguchi, and K. Kato, "Application of paramagnetic NMR-validated molecular dynamics simulation to the analysis of a conformational ensemble of a branched oligosaccharide," *Molecules* **17**, 6658-6671 (2012)DOI: 10.3390/molecules17066658
  17. Koichi Kato, "Structural glycomic approaches to molecular recognition events on cell surfaces", Biochemical Roles of Eukaryotic Cell Surface Macromolecules, Advances in Experimental Medicine and Biology, 2012, in press
  18. T. Yamaguchi, T. Uno, Y. Uekusa, M. Yagi-Utsumi, and K. Kato, "Ganglioside-embedding small bicelles for probing membrane-landing processes of intrinsically disordered proteins," *Chem. Commun.* **49**, 1235-1237 (2013)DOI: 10.1039/C2CC38016A
  19. T. Yamaguchi, Y. Kamiya, Y.-M. Choo, S. Yamamoto, and K. Kato, "Terminal spin labeling of a high-mannose-type oligosaccharide for quantitative NMR analysis of its dynamic conformation," *Chem. Lett.* **in press** (2013)

加藤 立久グループ(国内(和文)誌 0件、国際(欧文)誌 20件)

1. Nanorods of Endohedral Metallofullerene Derivative, T. Tsuchiya, R. Kumashiro, K. Tanigaki, Y. Matsunaga, M. O. Ishitsuka, T. Wakahara, Y. Maeda, Y. Takano, M. Aoyagi, T. Akasaka, M. T. H. Liu, T. Kato, K. Suenaga, J. S. Jeong, S. Iijima, F. Kimura, T. Kimura, and S. Nagase, *J. Am. Chem. Soc.*, **130**, 450-451 (2008)
2. T. Tsuchiya, R. Kumashiro, K. Tanigaki, Y. Matsunaga, M. O. Ishitsuka, T. Wakahara, Y. Maeda, Y. Takano, M. Aoyagi, T. Akasaka, M. T. H. Liu, T. Kato, K. Suenaga, J. S. Jeong, S. Iijima, F. Kimura, T. Kimura and S. Nagase, "Nanorods of Endohedral Metallofullerene Derivative", *J. Am. Chem. Soc.* **2008**, *130*, 450-451.
3. K. Ono, M. Yoshizawa, T. Kato and M. Fujita, "Three-metal-center spin interactions through the intercalation of metal azaporphines and porphyrins into an organic pillared coordination box", *Chem. Commun.* **2008**, 2328-2330.
4. A. Ito, Y. Yamagishi, K. Fukui, S. Inoue, Y. Hirao, K. Furukawa, T. Kato and K. Tanaka, "Trimacrocyclic arylamine and its polycationic states", *Chem. Commun.* **2008**, 6573-6575.
5. A. Ito, S. Inoue, Y. Hirao, K. Furukawa, T. Kato and K. Tanaka, "An N-substituted azal[14]metacyclophane tetracation: a spin-quintet tetradical with four para-phenylenediamine-based semi-quinone moieties", *Chem. Commun.* **2008**, 3242-3244.
6. T. Akasaka, T. Kono, Y. Takematsu, H. Nikawa, T. Nakahodo, T. Wakahara, M. O. Ishitsuka, T. Tsuchiya, Y. Maeda, M. T. H. Liu, K. Yoza, T. Kato, K. Yamamoto, N. Mizorogi, Z. Slanina and S. Nagase, "Does Gd@C<sub>82</sub> Have an Anomalous Endohedral Structure? Synthesis and Single Crystal X-ray Structure of the Carbene Adduct", *J. Am. Chem. Soc.* **2008**, *130*, 12840-12841
7. D. Sakamaki, A. Ito, K. Furukawa, T. Kato and K. Tanaka, "High-spin polycationic states of an alternate meta-para-linked oligoarylamine

- incorporating two macrocycles", *Chem. Commun.* 4524-26 (2009).
8. S. Muratsugu, K. Sodeyama, F. Kitamura, M. Sugimoto, S. Tsuneyuki, S. Miyashita, T. Kato and H. Nishihara, "Two-Electron Reduction of a Rh-Mo-Rh Dithiolato Complex To Form a Triplet Ground State Associated with a Change in CO Coordination Mode", *J. Am. Chem. Soc.* 131, 1388-89 (2009).
  9. A. Ito, D. Sakamaki, H. Ino, A. Taniguchi, Y. Hirao, K. Tanaka, K. Kanemoto and T. Kato, "Polycationic States of Oligoanilines Based on Wurster's Blue", *Eur. J. Org. Chem.* 2009, 4441-50 (2009).
  10. Y. Maeda, S. Sato, K. Inada, H. Nikawa, M. Yamada, N. Mizorogi, T. Hasegawa, T. Tsuchiya, T. Akasaka, T. Kato, Z. Slania and S. Nagase, "Regioselective Exohedral Functionalization of La@C<sub>82</sub> and its 1,2,3,4,5-Pentamethylcyclopentadiene and Adamantylidene Adducts", *Chem. Eur. J.*, 16, pp. 2193-2197(2010). (DOI: 10.1002/chem.200902512).
  11. A. Ito, K. Hata, K. Kawamoto, Y. Hirao, K. Tanaka, M. Shiro, K. Furukawa and T. Kato, " *para*-Phenylene-Bridged Spirobi(triarylamine) Dimer with Four Perpendicularly Linked Redox-Active p Systems", *Chem. Eur. J.*, 16, pp. 10866-10878(2010). (DOI: 10.1002/chem.201000848)
  12. Y. Takano, M. O. Ishitsuka, T. Tsuchiya, T. Akasaka, T. Kato, and S. Nagase, " Retro-reaction of singly bonded La@C<sub>82</sub> derivatives", *Chem. Commun.*, 46, pp. 8035-8036(2010). (DOI: 10.1039/C0CC03005H, Communication).
  13. Wujun Fu, Jianyuan Zhang, Tim Fuhrer, Hunter Champion, Ko Furukawa, Tatsuhisa Kato, James E. Mahaney, Brian G. Burke, Keith A. Williams, Kenneth Walker, Caitlyn Dixon, Jiechao Ge, Chunying Shu, Kim Harich, and Harry C. Dorn\*, "Gd<sub>2</sub>@C<sub>79</sub>N: Isolation, Characterization, and Monoadduct Formation of a Very Stable Heterofullerene with a Magnetic Spin State of S = 15/2." *J. Am. Chem. Soc.*, vol. **133**, pp. 9741-9750, 2011 (DOI: 10.1021 / ja202011u).
  14. Fatin Hajjaj, Kentaro Tashiro, Hidefumi Nikawa, Naomi Mizorogi, Takeshi Akasaka, Shigeru Nagase, Ko Furukawa, Tatsuhisa Kato, and Takuzo Aida, "Ferromagnetic Spin Coupling between Endohedral Metallofullerene La@C<sub>82</sub> and a Cyclodimeric Copper Porphyrin upon Inclusion." *J. Am. Chem. Soc.*, vol. **133**, pp. 9290-9292, 2011 (DOI: 10.1021 / ja203491s).
  15. Yoriko Wada, Tomonari Wakabayashi, and Tatsuhisa Kato, "Photoinduced Reaction of Hydrogen-End-Capped Polyynes with Iodine Molecules." *J. Phys. Chem. B*, vol. **115**, pp. 8439-8445, 2011 (DOI: 10.1021 / jp203074r)
  16. Takatsugu Wakahara, Tatsuhisa Kato, Kun'ichi Miyazawa, Wolfgang Harneit, "N@C<sub>60</sub> as a structural probe for fullerene nanomaterials." *Carbon*, vol. **50**, pp. 1699-1712, 2012 (DOI: 10.1016 / j.carbon.2011.11.046).
  17. Yasuyuki Yamada, Mitsuhiro Okamoto, Ko Furukawa, Tatsuhisa Kato, and Kentaro Tanaka, "Switchable Intermolecular Communication in a Four-Fold Rotaxane." *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, vol. **51**, pp. 709-713, 2012 (DOI: 10.1002 / anie.201107104).
  18. D. Sakamaki, A. Ito, K. Tanaka, K. Furukawa, T. Kato and M. Shiro, "1,3,5-Benzenetriamine Double- and Triple-Decker Molecules ", *Angew. Chem. Int. Ed.*, **51**, pp. 8281-8285(2012). (DOI: 10.1002/anie.201203451)
  19. T. Wakahara, T. Kato, K. Miyazawa and W. Harneit, "N@C<sub>60</sub> as a structural probe for fullerene nanomaterials", *Carbon*, 50, pp. 1699-1712(2012). (DOI: 10.1016/j.carbon.2011.11.046)
  20. Y. Morinaka, S. Sato, A. Wakamiya, H. Nikawa, N. Mizorogi. F. Tanabe, M. Murata, K. Komatsu, K. Furukawa, T. Kato, S. Nagase, T. Akasaka and Y. Murata, "X-ray observation of a helium atom and placing a nitrogen atom inside He@C<sub>60</sub> and He@C<sub>70</sub>", *Nature Communications*, 4, Article Number 1554 (2013). (DOI: 10.1038/ncomms2574)

(2)その他の著作物(総説、書籍など)

藤田 誠グループ

1. 藤田 誠, “解説 自己組織化する分子機械” 日経BPムック東京大学テクノロジー&サイエンス 2008, vol.2, P.67~68

加藤 晃一グループ

1. 神谷由紀子, 加藤晃一, 糖鎖認識を介した糖タンパク質の細胞内運命の決定機構, 生物物理, 49 巻 2 号(2009)
2. 神谷由紀子, 加藤晃一, 糖鎖認識を介した糖タンパク質の細胞内運命の決定機構, 生物物理, 49, 62-69(2009)
3. Y. Kamiya, D. Kamiya, R. Urade, T. Suzuki, and K. Kato, Sophisticated modes of sugar recognition by intracellular lectins involved in quality control of glycoproteins, *Glycobiology Research Trends* (G.Powell and O.McCabe ed.), NOVA Science Publishers (New York), pp.27-40 (2009)
4. H. Yagi and K. Kato, Multidimensional HPLC mapping method for the structural analysis of anionic *N*-glycans, *Trends Glycosci. Glycotech*, 21, 95-104 (2009)
5. 矢木-内海真穂, 加藤晃一, 超高磁場NMR分光法と多次元HPLC法による構造糖鎖生物学への体系的アプローチ, *化学と生物*, 47, 261-268 (2009)
6. 神谷由紀子, 加藤晃一, 糖鎖によるタンパク質社会の秩序維持, *化学工業*, 61, 23-31 (2010)
7. K.Kato, Y.Yamaguchi, and Y.Arata, “Stable-isotope-assisted NMR approaches to glycoproteins using immunoglobulin G as a model system” *Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy* 56, 346-359 (2010), DOI: 10.1016/j.pnmrs.2010.03.001
8. K.Matsuzaki, K.Kato, and K.Yanagisawa, “Ab polymerization through interaction with membrane gangliosides” *Biochim. Biophys. Acta – Molecular and Cell Biology of Lipids* 1801, 868-877 (2010), DOI: 10.1016/j.bbalip.2010.01.008
9. Y.Yamaguchi and K.Kato, “Dynamics and interactions of glycoconjugates probed by stable-isotope-assisted NMR spectroscopy” *Methods in Enzymology* 478, 305-322 (2010), DOI: 10.1016/S0076-6879(10)78015-0
10. Yukiko Kamiya, Maho Yagi-Utsumi, Hirokazu Yagi and Koichi Kato, “Structural and molecular basis of carbohydrate-protein interaction systems as potential therapeutic targets”, *Curr. Pharm. Des.* 17, 1672-1684, 2011.
11. 加藤晃一, “920MHz 超高磁場 NMR 装置を用いた神経変性疾患関連タンパク質の構造解析”, *Nanotech Japan Bulletin*, Vol.4, No.2, 2011.
12. 柳澤勝彦, 松崎勝巳, 加藤晃一, “アミロイド蓄積開始機構の解明と治療薬開発への展開”, *最新医学*, 67, 138-158, 2012.
13. K. Kato, “Structural glycomic approaches to molecular recognition events on cell surfaces,” *Biochemical Roles of Eukaryotic Cell Surface Macromolecules: 2011 ISCSM Proceedings (Advances in Experimental Medicine and Biology)* (P.R.Sudhakaran and A.Surolia ed.), Springer Science+Business Media (New York), pp.15-32 (2012)
14. 加藤晃一, “タンパク質の翻訳後修飾の構造生物学研究,” *薬学雑誌*, 132, 563-573(2012)
15. 矢木真穂, “超高磁場 NMR を用いた糖脂質クラスター上における Aβ の構造研究,” *生物物理*, 53, 32-33 (2013)

### (3)国際学会発表及び主要な国内学会発表

藤田 誠グループ

#### ① 招待講演 (国内会議 42 件、国際会議 95 件)

国内

1. 河野正規、自己集合性ネットワーク錯体の *ab initio* 粉末・放射光構造解析、第5回有機・粉末結晶構造解析研究会(東京大学)、平成 19 年 10 月 9 日
2. 吉沢道人、配位結合を活用した芳香環多重集積体の構築、第 37 回構造有機化学討論会(北海道)、平成 19 年 10 月 28 日
3. 河野正規、X 線回折による光反応の直接観察、第 21 回ナノテク部会勉強会(信州)、平成 19 年 11 月 18 日
4. 藤田誠、ひとりでに組み上がる分子:生命・ナノテクの鍵をにぎる自己組織化の科学、かわさきサイエンス&テクノロジーフォーラム 2007(神奈川サイエンスパーク)、平成 19 年 11 月 22 日
5. 藤田誠、ひとりでに組み上がる分子を求めて:正方形分子の創出から、有機合成化学ミニシンポジウム(千葉大学)、平成 19 年 11 月 26 日
6. 吉沢道人、芳香環多重集積体の精密構築と物性誘起、第9回リング・チューブ超分子研究会シンポジウム(京都大学)、平成 19 年 12 月 10 日
7. 河野正規、配位空間を利用した光反応制御とその場観察、ISCCS 国際会議(淡路島)、平成 19 年 12 月 12 日
8. 藤田誠、自己組織化空間の創造化学、ナノバーチャルラボバイオ系合同公開シンポジウム(ベルサール九段)、平成 20 年 1 月 22 日
9. 藤田誠、自己組織化空間における新現象・新機能、創製光分子科学セミナー(神戸大学)、平成 20 年 3 月 14 日
10. 藤田誠、自己組織化空間の創造化学、日本薬学会第 128 年会(横浜)、平成 20 年 3 月 27 日
11. 藤田誠、自己組織化空間の創造化学、第 55 回有機合成化学協会関東支部シンポジウム(野田シンポジウム)、平成 20 年 5 月 10 日(東京理科大学・野田キャンパス)
12. 藤田誠、自己組織化分子システム、分子研シンポジウム 2008、平成 20 年 6 月 13 日(岡崎統合バイオセンター)
13. 藤田誠、細孔性ネットワーク錯体における空間化学、第 102 回触媒学会協奏機能触媒セッション(名古屋大学)、平成 20 年 9 月 25 日
14. 藤田誠、自己組織化空間の創造化学、第 33 回 JAI セミナー(東京)、平成 20 年 10 月 7 日
15. 藤田誠、自己組織化空間の創造化学、第 34 回 JAI セミナー(大阪)、平成 20 年 10 月 14 日
16. 河野正規、配位空間設計に基づく X 線回折による不安定種の直接観察、第 14 回錯体化学若手の会 中部・東海地区勉強会(名古屋)、平成 20 年 11 月 15 日
17. 藤田誠、自己組織化空間の創造化学、日本化学会第 89 春季年会(千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス)、平成 21 年 3 月 29 日
18. 藤田誠、一義的中空ナノ構造の創発的自己集合、第 56 回応用物理学関係連合講演会(筑波大学)、平成 21 年 3 月 31 日
19. 藤田誠、一義的中空ナノ構造の創発的自己集合:合成・機能・質量分析、第 131 回日本質量分析学会関東談話会(東京)、平成 21 年 5 月 20 日
20. 藤田誠、自己組織化によるナノ空間材料の創成、SORST シンポジウム(4)「ナノ空間材料」その特性と魅力(東京)、平成 22 年 1 月 29 日
21. 藤田誠、構造と機能の自己組織化構築、日本化学会第 90 春季年会シンポジウム特

- 別講演(大阪)、平成 22 年 3 月 26 日
22. 藤田誠、自己組織化によるナノ構造物質創成の先駆的研究、第 7 回江崎玲於奈賞・第 21 回つくば賞授賞式・受賞記念講演会(つくば)、平成 22 年 9 月 27 日
  23. 藤田誠、自己組織化によるナノ構造物質創成、名古屋メダルセミナー2010 特別企画(名古屋)、平成 22 年 10 月 25 日
  24. 藤田誠、自己組織化空間の創造化学、第 42 回有機合成セミナー(大阪)、平成 22 年 10 月 28 日
  25. 藤田誠、質量分析が支える巨大分子自己組織化の科学、(株)ブルカードルトニクス・2010 ユーザーセミナー(横浜,大阪)、平成 22 年 11 月 17 日, 19 日
  26. 藤田誠、SAT10 周年記念 TX テクノロジー・ショーケース in つくば(つくば)、平成 22 年 12 月 25 日
  27. 藤田誠、放射光 X 線解析が支える自己組織化巨大分子の科学、第 24 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム(つくば)、平成 23 年 1 月 8 日
  28. 佐藤宗太、磁場配向を示す多成分の自己組織化錯体、分子研研究会「金属錯体の機能化の現状と将来展望」(岡崎)、平成 23 年 1 月 8 日
  29. 藤田誠、多成分自己組織化における分子レベル創発現象、分子ナノシステムの創発化学第二回公開シンポジウム(東京)、平成 23 年 2 月 4 日
  30. 藤田誠、多数成分自己集合におけるエントロピー支配、第 11 回リング・チューブ超分子研究会シンポジウム(東京)、平成 23 年 3 月 11 日
  31. 藤田誠、自己組織化による化学空間の創出、第 91 回日本化学会春季年会(横浜)、平成 23 年 3 月 26 日
  32. 藤田 誠、「多数成分自己組織化におけるエントロピー支配」、分子ナノシステムの創発化学第 3 回全体会議、大分、平成 23 年 8 月 19 日
  33. 藤田 誠、「自己組織化空間における反応制御、第 37 回反応と合成の進歩シンポジウム」、徳島、平成 23 年 11 月 8 日
  34. 藤田 誠、「自己組織化に魅せられて」、第 22 回万有仙台シンポジウム(仙台)、平成 23 年 12 月 19 日
  35. 佐藤 宗太、「自己組織化構築した球状錯体を 3 次元のテンプレートとする無機合成反応」、大学連携研究設備ネットワーク 研究成果報告会 第 1 回 有機構造体の自己集合とその多面的観測(東京)、平成 24 年 1 月 27 日
  36. 佐藤 宗太、「自己組織化構築した球状錯体を 3 次元のテンプレートとする無機合成反応」、大学連携研究設備ネットワーク 研究成果報告会 第 1 回 有機構造体の自己集合とその多面的観測(東京)、平成 24 年 1 月 27 日
  37. 藤田 誠、「多面体構築と創発化学、分子ナノシステムの創発化学第3回公開シンポジウム」(大阪)、平成 24 年 2 月 3 日
  38. 村瀬 隆史、「空間で二重結合をねじる:四置換オレフィンの包接クロミズム」、新世代の生物有機化学研究会 2012(第 8 回)(神戸)、平成 24 年 6 月 13 日
  39. 藤田誠、「細孔性金属錯体における液相化学:新しい機能の創出に向けて」先端化学・材料技術部会 高選択性反応分科会 講演会(JACI)、平成 24 年 10 月 23 日
  40. 佐藤 宗太、生体分子を化学修飾した巨大カプセル分子の合成と精密構造決定への挑戦、理研シンポジウム「第 13 回 分析・解析技術と化学の最先端」、平成 24 年 12 月 12 日
  41. 藤田誠、自己組織化によるナノスケール物質創成、化学系学協会北海道支部冬季研究発表(北海道)、平成 25 年 1 月 29 日
  42. 藤田 誠、自己組織化と多面体構築、第 13 回リング・チューブ超分子研究会(東京)、平成 25 年 2 月 23 日

国際

1. Makoto Fujita、Metal-directed Self-assembly : Function through Architecture、Nanoscience Days 2007、Finland、平成 19 年 10 月 25 日
2. Makoto Fujita、Metal-Directed Self-Assembly: Function through Architecture、BSOC (Canada)、平成 19 年 11 月 12 日
3. Michito Yoshizawa、Diels-Alder Reaction within Self-Assembled Cages: Unusual Selectivity and Efficient Catalysis、C&FC2007、Singapore、平成 19 年 11 月 19 日
4. Makoto Fujita、Noncovalent Assemblies: Design and Synthesis, Solvay Conference on Chemistry From Noncovalent Assemblies to Molecular Machines、Brussel、平成 19 年 11 月 28 日
5. Makoto Fujita、Metal-directed Self-assembly:Function through Architecture、MTIC-XII、India、平成 19 年 12 月 7 日
6. Makoto Fujita、Reactions in self-assembled hosts、ICREA+ICIQ Conference on Supramolecular Approaches to Catalysis、Barcelona、平成 20 年 3 月 3 日
7. Makoto Fujita、Nanoscopic Self-assembly via Coordination、WMSCI-2008(Orlando)、平成 20 年 6 月 30 日
8. Makoto Fujita、Function through Architecture: New Properties and Reactions in Self-Assembled Coordination Hosts、Scripps 研究所、San Diego、平成 20 年 7 月 2 日
9. Makoto Fujita、Porous Coordination Networks as Single Crystalline Molecular Flasks、UCLA、Los Angeles、平成 20 年 7 月 3 日
10. Makoto Fujita、Single-crystalline Flasks: Chemical Transformations in the Pore of Porous Coordination Networks、CBNM-Chiba、千葉大学、平成 20 年 7 月 11 日
11. Makoto Fujita、MnL<sub>2</sub>n Coordination Spheres: self-Assembly and Peripheral/Endohedral Functionalization、ISMSC、Las Vegas(USA)、平成 20 年 7 月 14 日
12. Makoto Fujita、Reactions in self-assembled organometallic hosts、ICOMC2008、Rennes(France)、平成 20 年 7 月 18 日
13. Makoto Fujita、Self-assembled molecular spheres、ICCC38、Jerusalem(Israel)、平成 20 年 7 月 22 日
14. Makoto Fujita、Coordination Architectures: Design, Self-Assembly, and Functions、4<sup>th</sup> EuCheMS Conference、Garmisch-Partenkirchen(Germany)、平成 20 年 8 月 24 日
15. Makoto Fujita、MnL<sub>2</sub>n Coordination Spheres: Self-assembly and Peripheral/Endohedral Functionalization、Yamada Conference、Osaka、平成 20 年 9 月 2 日
16. Makoto Fujita、Porous Coordination Networks as Crystalline Molecular Flasks、7th JCSMCC、Hokkaido、平成 20 年 10 月 21 日
17. Makoto Fujita、Emulating Enzyme Pockets by Self-Assembled Hosts、Third Asian Summit Symposium on Supramolecular Chemistry、Cambodia、平成 20 年 11 月 5 日
18. Makoto Fujita、Single Crystalline Molecular Flasks: Chemical Transformation with Bulky Reagents in the Pores of Porous Coordination Networks、WMSCI-2008、India、平成 21 年 2 月 26 日
19. Makoto Fujita、Nanoscale, Hollow Coordination Architectures: Design, Self-assembly, and Functions、103<sup>rd</sup> KCS National Meeting、Korea、平成 21 年 4 月 16 日



20. Makoto Fujita, Porous Coordination Networks as Single Crystalline Flasks, EAB Meeting, China, 平成 21 年 4 月 27 日
21. Makoto Fujita, Linked Ring Molecules, ULP Symposium, Swiss, 平成 21 年 5 月
22. Makoto Fujita, Endo-Functionalization of M12L24 Coordination Spheres, JaCCS, Canada, 平成 21 年 7 月 10 日
23. Makoto Fujita, Reactions in Self-Assembled Coordination Hosts, Calix2009, Korea, 平成 21 年 7 月 14 日
24. Makoto Fujita, Creation of New Phases in Self-Assembled Organometallic Spheres, Organometallic Gordon Conference, USA, 平成 21 年 7 月 16 日
25. Makoto Fujita, Crystalline Molecular Flasks: Reactions in Crystalline, Finite and Infinite Coordination Hosts, Chirality and Supramolecular Chemical Synthesis, Birmingham, UK, 平成 21 年 7 月 28 日
26. Makoto Fujita, Chirality enrichment through the heterorecognition of enantiomers in an achiral coordination host, ACS 238th National Meeting (USA), 平成 21 年 8 月 17 日
27. Sota Sato, Reactions in a Hollow of Self-Assembled Nano Capsule, 5<sup>th</sup> Sino-Japanese Symposium on Organic Chemistry for Young Scientists(China), 平成 21 年 10 月 8 日
28. Makoto Fujita, Crystalline Molecular Flasks: Reactions in Crystalline, Finite and Infinite Coordination Hosts, The 14th Japan-Korea Joint Symposium on Organometallic and Coordination Chemistry 平成 21 年 10 月 9 日
29. Makoto Fujita, Crystalline Molecular Flasks, The 14th Japan-Korea Seminar on Organic Chemistry(Shizuoka), 平成 21 年 10 月 23 日
30. Makoto Fujita, Crystalline Molecular Flasks, The 2<sup>nd</sup> Asian Conference on Coordination Chemistry(China), 平成 21 年 11 月 2 日
31. Makoto Fujita, Function through Architecture, Tateshina conference, 平成 21 年 11 月 15 日
32. Makoto Fujita, Function through Architecture, 2009 RSC Supramolecular and Macrocycles Meeting(UK), 平成 21 年 12 月 16 日
33. Makoto Fujita, Crystalline Molecular Flasks: Reactions in Crystalline, Finite and Infinite Coordination Hosts, The 14th Japan-Korea Joint Symposium on Organometallic and Coordination Chemistry(Korea), 平成 22 年 3 月 19 日
34. Makoto Fujita, Crystalline Molecular Flasks, 239th American Chemical Society National Meeting & Exposition(San Francisco, USA), 平成 22 年 3 月 22 日
35. Makoto Fujita, Reaction control in self-assembled coordination hosts, 239th American Chemical Society National Meeting & Exposition(San Francisco, USA), 平成 22 年 3 月 23 日
36. Makoto Fujita, Emergent Self-assembly of Molecular Spheres, 4<sup>th</sup> Asian Summit Symposium on Supramolecular Chemistry(Okinawa), 平成 22 年 4 月 14 日
37. Makoto Fujita, Self-Assembled Molecular Architecture, 2<sup>nd</sup> GMSI international symposium(Tokyo), 平成 22 年 4 月 26 日
38. Makoto Fujita, Nanoscale Coordination Architectures: Self-Assembled Molecular Spheres, Joint Symposium of Post 5th International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry and The 6th Symposium on

- Host-Guest Chemistry(Osaka)、平成 22 年 6 月 12 日
39. Makoto Fujita、Function through Architecture: Self-assembled Molecular Spheres、International Symposium on Nano-Bio Molecular Assembly 2010(Post-ISMSC5) (Seoul,Korea)、平成 22 年 6 月 16 日
  40. Makoto Fujita、Emergent Self-assembly of Molecular Spheres、Inorganic and Materials Chemistry (ISACS3)(Hong Kong, China)、平成 22 年 7 月 22 日
  41. Makoto Fujita、Emergent Self-assembly of Molecular Spheres、9<sup>th</sup> International Conference on Coordination Chemistry(ICCC2010)(Adelaide, Australia)、平成 22 年 7 月 28 日
  42. Makoto Fujita、Nanoscale Coordination Architectures: Self-Assembled Molecular Spheres、2010 Gordon Research Conferences(Boston, America)、平成 22 年 8 月 4 日
  43. Makoto Fujita、Emergent Self-assembly of  $M_{24}L_{48}$  Coordination Spheres、8<sup>th</sup> CJSMCC(Xi'an, China)、平成 22 年 8 月
  44. Makoto Fujita、Non-covalent Assemblies: Design, Synthesis and Function、41<sup>st</sup> CUSO Summer School in Chemistry(Villars sur Ollon, Switzerland)、平成 22 年 8 月 23 日
  45. Makoto Fujita、Function through Architecture、41<sup>st</sup> CUSO Summer School in Chemistry(Villars sur Ollon, Switzerland)、平成 22 年 8 月 24 日
  46. Makoto Fujita、Finite and Infinite Coordination Networks、41<sup>st</sup> CUSO Summer School in Chemistry(Villars sur Ollon, Switzerland)、平成 22 年 8 月 25 日
  47. Makoto Fujita、crystalline molecular flasks、2<sup>nd</sup> International Conference on Metal-Organic Frameworks and Open Framework Compounds(Marseille, France)、平成 22 年 9 月 6 日
  48. Makoto Fujita、Pioneering Study on Self-Assembly Using Coordination Bonds、60<sup>th</sup> JSCC Symposium—60<sup>th</sup> Anniversary Conference on Coordination Chemistry in OSAKA、平成 22 年 9 月 30 日
  49. Makoto Fujita、Self-assembled Coordination Materials、2010The International Institute for Nanotechnology (Evanston, USA)、平成 22 年 10 月 21 日
  50. Makoto Fujita、Crystalline Sponge for Fullerenes、Tateshina Conference on Organic Chemistry(Tateshina, Nagano)、平成 22 年 11 月 12 日~14 日
  51. Makoto Fujita、Self-assembled coordination cages and networks as photoreactors、2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(Honolulu, Hawaii)、平成 22 年 12 月 16 日
  52. Makoto Fujita、Coordination self-assemblies: Design and synthesis、2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(Honolulu, Hawaii)、平成 22 年 12 月 19 日
  53. Makoto Fujita、Emergent Self-assembly of Molecular Spheres、The 3<sup>rd</sup> Japan-Korea Joint Symposium on Transition Metal Complexes(Okinawa)、平成 23 年 2 月 12 日
  54. Makoto Fujita、“Self-assembled Coordination Architectures: Structure and Function, Herbert C. Brown Lectures in Organic Chemistry”, West Lafayette(U.S.A)、平成 23 年 4 月 3 日
  55. Makoto Fujita、The Structure and Function of Self-assembled Coordination Architectures: Lessons from Nature、Organic Chemistry Seminar(The University of Wisconsin)、Madison(U.S.A)、平成 23 年 5 月 5 日
  56. Makoto Fujita、Nanoscale Coordination Architectures: Self-assembled

- Molecular Spheres, AMS Seminar, Pohang(Korea) 、平成 23 年 5 月 20
57. Sota Sato, Discrete, Magnetically Aligning Molecule for RDC Observation, The XXXIII Finnish NMR Symposium, Jyväskylä(Finland) 、平成 23 年 6 月 8 日
  58. Makoto Fujita, Self-assembled Molecular Spheres, 2011 94th Canadian Chemistry Conference, Montreal (Canada) 、平成 23 年 6 月 8 日
  59. Makoto Fujita, Multicomponent Self-Assembly of Giant Spherical Complexes, The 2011 Gordon Research Conference on Physical Organic Chemistry, New Hampshire (U.S.A)、平成 23 年 6 月 26 日
  60. Makoto Fujita, Engineering Discrete Stacks of Aromatic Molecules, The France-Japan Coordination Chemistry Symposium 2011, Renne(France) 、平成 23 年 6 月 30 日
  61. Makoto Fujita, Emergent Self-assembly of Molecular Spheres, 6<sup>th</sup> International Symposium on Macrocyclic & Supramolecular Chemistry, Brighton(U.K) 、平成 23 年 7 月 7 日
  62. Makoto Fujita, Structure and Function of Self-assembled Molecular Spheres, NTU-JSPS JOINT SEMINAR 2011, Singapore, 平成 23 年 8 月 1 日
  63. Makoto Fujita, Crystalline Molecular Flasks, the XXII International Congress and General Assembly of the IUCr, Madrid(Spain)、平成 23 年 8 月 24 日
  64. Makoto Fujita, Emergent Self-assembly of Molecular Spheres, 242nd ACS National Meeting & Exposition, Denver(U.S.A) 、平成 23 年 8 月 30 日
  65. Makoto Fujita, Tripyridyltriazine ligand: miracle component for the self-assembly of discrete and infinite cages, 5th EuCheMS Conference on Nitrogen Ligands, Granada(Spain) 、平成 23 年 9 月 6 日
  66. Makoto Fujita, Coordination Self Assembly: Structure, Mechanism, and Function, 8th Supraphone Meeting, Madeira(Portugal) 、平成 23 年 9 月 9 日
  67. Makoto Fujita, Structure and Function of Self-assembled Molecular Spheres, The 15th Korea-Japan Seminar on Organic Chemistry, Korea, 平成 23 年 10 月 1 日
  68. Makoto Fujita, The Structure and Function of Self-assembled Coordination Architectures: Lessons from Nature, University of British Columbia 3M lectureship, Vancouver(Canada) 、平成 23 年 10 月 4 日
  69. Makoto Fujita, Structure and Function of Self-assembled Molecular Spheres, The 3rd Asian Conference on Coordination Chemistry, New Delhi (India) 、平成 23 年 10 月 18 日
  70. Makoto Fujita, The Structure and Function of Self-assembled Coordination Architectures: Lessons from Nature, 第 2 回学術研究討論会特別講演, Shanghai(China) 、平成 23 年 10 月 27 日
  71. Makoto Fujita, Structure and Function of Self-assembled Molecular Spheres, the Chinese Chemical Society Annual Meeting at NTHU, Taiwan, 平成 23 年 12 月 4 日
  72. Sota Sato, Synthesis of Inorganic Nanoparticles Using Self-Assembled Spheres as Template, 2012 Taiwan-Japan Symposium of Frontier Research on Design and Applications of Fine Chemicals, Taipei(Taiwan) 、平成 24 年 1 月 6 日
  73. Makoto Fujita, Self-assembled Discrete and Infinite Cages: Function through Architecture, 2012 International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry, ISMSC-7, Dunedin(New Zealand) 、平成 24 年 1

月 29

74. Makoto Fujita, Emergent Self-assembly of Coordination Polyhedra, 2<sup>nd</sup> International Symposium on Creation of Functional Materials-Coordination Chemistry at the Front -, Tsukuba, 平成 24 年 2 月 9 日
75. Makoto Fujita, Self-assembled Molecular Spheres as Scaffolds for Molecular Integration, 9th Annual Conference Foundations of Nanoscience (FNANO12) Self-Assembled Architectures and Devices, Snowbird(U.S.A), 平成 24 年 4 月 19 日
76. Makoto Fujita, Emergent Self-Assembly of Giant Coordination Polyhedra, Special Seminar (the University of Utah), Salt lake city (U.S.A), 平成 24 年 4 月 20 日
77. Makoto Fujita, Coordination Self-Assembly: Reaction and Property Control by Self-Assembled Cages, the 2011-2012 Morris S. Kharasch Memorial Lecture Series in the Department of Chemistry at the University of Chicago, Chicago (U.S.A), 平成 24 年 4 月 23 日
78. Makoto Fujita, Emergent Self-Assembly of Giant Coordination Polyhedra, the 2012 Abbott Lecture in Organic Chemistry at the University of Illinois, Illinois (U.S.A), 平成 24 年 4 月 26 日
79. Makoto Fujita, Emergent Self-Assembly of Giant Coordination Polyhedra, the 2011-2012 Morris S. Kharasch Memorial Lecture Series in the Department of Chemistry at the University of Chicago, Chicago (U.S.A), 平成 24 年 4 月 27 日
80. Makoto Fujita, Networking the Molecular Cages and Capsules, the 2011-2012 Morris S. Kharasch Memorial Lecture Series in the Department of Chemistry at the University of Chicago, Chicago (U.S.A), 平成 24 年 5 月 3 日
81. Makoto Fujita, Emergent Self-Assembly of Giant Coordination Polyhedra, Materials Seminar at the Indiana University (U.S.A), 平成 24 年 5 月 7 日
82. Makoto Fujita, Networking the Molecular Cages and Capsules, 95<sup>th</sup> Canadian Chemistry Conference and Exhibition, Calgary (Canada), 平成 24 年 5 月 29 日
83. Makoto Fujita, Emergent Self-Assembly of Giant Coordination Polyhedra, International Workshop on Frontiers of Molecular Science, Beijing (China), 平成 24 年 6 月 1 日
84. Makoto Fujita, The Structure and Function of Self-assembled Coordination Architectures: Lessons from Nature, Supramolecular Chemistry at PoliMI: Where Nano meets Biology, Milano (Italy), 平成 24 年 6 月 28 日
85. Makoto Fujita, Structure and Function of Self-assembled Molecular Spheres, 5th International Conference on Molecular Materials (MOLMAT 2012), Barcelona (Spain), 平成 24 年 7 月 3 日
86. Makoto Fujita, Emergent Self-Assembly of Giant Coordination Polyhedra, 2012 Seminar Program at ICIQ, Tarragona (Spain), 平成 24 年 7 月 5 日
87. Makoto Fujita, Coordination Self-assembly for Creating New Structure and Function on the Nanoscale, The 5th Symposium on Molecular Chirality of Chinese Chemical Society & International Chiral Meeting, Zhangjiajie(China), 平成 24 年 8 月 2 日
88. Makoto Fujita, Reaction and Property Control in Self-assembled Coordination Cages” 4<sup>th</sup> EuCheMS Chemistry Congress, Prague (Czech Republic), 平成 24 年 8 月 27 日

89. Yasuhide Inokuma、Solution-like chemistry in crystals of networked molecular hosts、4<sup>th</sup> EuCheMS Chemistry Congress, Prague (Czech Republic)、平成 24 年 8 月 28 日
90. Makoto Fujita、Structure and Function of Self-assembled Molecular Spheres、40 International Conference on Coordination Chemistry, Valencia (Spain)、平成 24 年 9 月 10 日
91. Makoto Fujita、Molecular Self-assembly for Creating New Structure and Function on the Nanoscale、The 6<sup>th</sup> Takeda Science Foundation Symposium on PharmaSciences, Toyama、平成 24 年 9 月 14 日
92. Makoto Fujita、“Solution Chemistry in the Crystals of Networked Molecular Hosts” The Japanese-German Symposium on Coordination Programming, Munster(Germany)、平成 24 年 10 月 26 日
93. Makoto Fujita、“Emergent Self-assembly of Giant Coordination Polyhedra” Lehn Institute of Functional Materials at Sun Yat-Sen University, Guangzhou(China)、平成 24 年 11 月 8 日
94. Makoto Fujita,“Molecular Self-assembly for Creating New Structure and Function on the Nanoscale: Reaction and Property Control”, the International Symposium on Frontiers of Macrocyclic and Supramolecular Chemistry, Tsinghua University, Beijing(China),平成 24 年 12 月 21 日
95. Makoto Fujita、Self-assembly of Molecular Spheres: Bottom-up Approach to Functional Nanoparticles、Symposium on Size Selected Clusters 平成 25 年 3 月 6 日

② 口頭発表 (国内会議 173 件、国際会議 11 件)

国内

1. ジェラミー クロスターマン、藤田誠、「自己集合性かご状錯体に内包した蛍光分子の物性」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 26 日
2. 山内祥弘、吉沢道人、藤田誠、「有機ピラー型かご状錯体内での芳香環有限集積:ピレンキノンの 2~5 重集積」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 26 日
3. 鈴木康介、河野正樹規、藤田誠、「 $M_nL_{2n}$  組成を有するボックス型およびキューブ型中空錯体の自己組織化」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 26 日
4. 飯田淳也、鈴木康介、佐藤宗太、藤田誠、「 $M_{12}L_{24}$  球状錯体の自己集合を利用したアルキル基集積空間の構築」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 26 日
5. 石堂由高、佐藤宗太、藤田誠、「2 種類の  $M_{12}L_{24}$  球状錯体の配位子交換反応」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 26 日
6. 花岡雄哉、山内祥弘、吉沢道人、藤田誠、「芳香環 7 重集積錯体の 1 次元自己集積化」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 26 日
7. 西岡由紀、山口拓実、吉沢道人、藤田誠、「キラルな自己集合性かご型錯体内でのフルオランテンの不斉[2+2]光環化反応」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 26 日
8. 奥村知世、小川大地、佐藤宗太、藤田誠、「ゾルーゲル反応点を持つ自己集合性球状錯体の構築」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 26 日
9. 山口拓実、藤田誠、「自己集合性かご型錯体内での光誘起ラジカル反応」、日本化

学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 27 日

10. 小原一朗、河野正規、橋爪大輔、藤田誠、「瞬間合成によるネットワーク錯体の選択的合成」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 27 日
11. 澤田知久、吉沢道人、佐藤宗太、藤田誠、「有機ピラー型かご状錯体内での最小ヌクレオチド二重鎖の形成」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 28 日
12. 岩佐淳司、吉沢道人、小野公輔、藤田誠、「アントラセンに囲まれた疎水空間の構築と性質」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 28 日
13. 大塚浩介、吉沢道人、景山岳春、藤田誠、「2つのポケットを有する共有結合性ホストの合成と性質」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 28 日
14. 畠山良幸、澤田知久、稲葉正哲、河野正規、藤田誠、「集合性ポルフィリン中空錯体内でのペプチドの高効率環化反応」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 28 日
15. 村瀬隆史、藤田誠、「二重殻構造をもつ自己集合性球状錯体の構築」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 28 日
16. 河野正規、"Reactions in a pore – Post Modification of a Porous Coordination Network"、日本化学会第 88 春季年会・アジア国際シンポジウム、立教大学、2008 年 3 月 28 日。
17. 小野公輔、吉沢道人、加藤立久、藤田誠、「有機ピラー型かご状錯体内での特異的  $d-\pi$  相互作用の誘起：芳香環に挟まれたコバルト(II)アザポルフィン」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 29 日
18. 張閔述、山口拓実、藤田誠、「フルオロアルキル鎖を有する細孔性ネットワーク錯体の合成とゲスト包接挙動」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 29 日
19. 尾崎悠介、中林耕二、河野正規、藤田誠、「自己集合性中空スピン錯体の磁気的性質」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 29 日
20. 川道赳英、河野正規、藤田誠、「細孔性ネットワーク錯体内での単結晶相アシル化反応」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 30 日
21. 羽根田剛、河野正規、藤田誠、「細孔性ネットワーク錯体内での不安定種の生成と直接観察」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 30 日
22. 吉沢道人、「自己組織化空間制御による精密金属集積と物性誘起」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 30 日
23. 兒玉智己、河野正規、藤田誠、「結晶相反応による細孔性ネットワーク錯体の内面修飾」、日本化学会第 88 春季年会、立教大学、平成 20 年 3 月 27 日
24. 鈴木康介、「 $MnL_2n$  中空錯体の自己集合と溶媒による可逆的構造変換」、第 3 回ホストゲスト化学シンポジウム、東京、平成 20 年 6 月 1 日
25. 村瀬隆史、「自己組織化空間内での特異的な分子構造の誘起」、新世代の生物有機化学研究会 2008(第 4 回)、名古屋、平成 20 年 6 月 28 日
26. 藤田大士、「自己集合性錯体へのユビキチンの内」包、第 3 回バイオ関連化学合同シンポジウム、東京、平成 20 年 9 月 19 日
27. 佐藤宗太、「タンパク質を丸ごと包接した自己集合性錯体の合成」、第 58 回錯体化学討論会、石川、平成 20 年 9 月 20 日
28. 菊池貴、「 $M12L24$  自己集合性球状錯体によるラジカル重合制御」、第 58 回錯体化

- 学討論会、石川、平成 20 年 9 月 20 日
29. 鈴木康介、「巨大球状錯体を用いたナノ相形成」、第 57 回高分子討論会、大阪、平成 20 年 9 月 25 日
  30. 小野公輔、「有機ピラー型かご状錯体内に包接された平面状ニッケルおよびコバルト錯体:特異的 d-p 相互作用による電子状態制御」、第 55 回有機金属化学討論会、大阪、平成 20 年 9 月 28 日
  31. 山内祥弘、「有機ピラー型かご状錯体内におけるピレンジオンの段階的有限集積」、第 19 回基礎有機化学討論会、大阪、平成 20 年 10 月 4 日
  32. 岩佐淳司、「鎖状アントラセンオリゴマーの特異な異性化挙動」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 27 日
  33. 菊池貴、「オリゴヌクレオチドによる M12L24 球状錯体の表面修飾」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 27 日
  34. 石堂由高、「M12L24 球状錯体の動的安定性」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 27 日
  35. 諸原理、「残余双極子相互作用を誘起する磁場配向性錯体」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 27 日
  36. 西島悠輝、「自己組織化空間におけるトリキナセンの特異的光反応」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 27 日
  37. 小原一郎、「細孔性ネットワーク内でのレチナール異性化反応」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 27 日
  38. 高尾清貴、「M12L24 球状錯体の内部空間を利用した芳香族性ナノ相の構築」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 28 日
  39. 小野公輔、「自己組織化空間における平面状金属錯体の精密集積と物性発現」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 28 日
  40. 大塚浩介、「自己組織化空間における芳香環の電荷移動集積」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 28 日
  41. 鈴木康介、「M12L24 球状錯体内でのシリカナノ粒子のゾルゲル合成」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 28 日
  42. 池見昌敏、「M12L24 球状錯体の表面ペプチド修飾」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 28 日
  43. 藤田大士、「M12L24 球状錯体内部への同位体標識化ユビキチンの内包」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 28 日
  44. Klosterman, Jeremy K.、「非共有結合的に捕捉されたエキシプレックスのホスト-ゲスト間エネルギー移動」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 28 日
  45. 尾崎悠介、「自己集合性プリズム型スピン錯体の構築」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 28 日
  46. 奥村知世、「M12L24 球状錯体の内部空間におけるケイ素官能基の精密集積」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 28 日
  47. 山内祥弘、「有機ピラー型かご状錯体内での芳香環集積体の連結反応」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 29 日
  48. 川道赳英、「細孔性錯体内でのヘミアミナール反応中間体の直接観察」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 29 日
  49. 畠山良幸、「自己組織化空間における短鎖ペプチドフォールディング」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 29 日

50. 澤田知久、「自己組織化疎水空間における Watson-Crick 型 G-C 結合対の形成」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 29 日
51. Marti-Rujas, Javier、「アモルファス相を経由する結晶性ネットワーク錯体の熱力学的骨格変換」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 30 日
52. 堀内新之介、「自己組織化空間におけるナフタレンの [2+2] および [2+4] 付加環化反応」、日本化学会第 89 春季年会、千葉・日本大学理工学部船橋キャンパス、平成 21 年 3 月 30 日
53. 村瀬隆史、「自己組織化空間内でのナフタレンの Diels-Alder 反応」、新世代の生物有機化学研究会 2009 (第 4 回)、京都、平成 21 年 5 月 30 日
54. 澤田知久、「自己組織化疎水空間内での生体分子の構造制御」、錯体化学若手の会夏の学校 2009、広島、平成 21 年 8 月 5 日
55. 澤田知久、「人工疎水空間内での極小ヌクレオチド鎖の核酸塩基対形成」、第 24 回生体機能関連化学シンポジウム、広島、平成 21 年 9 月 14 日
56. 菊池貴、「M12L24 球状錯体表面のオリゴヌクレオチド修飾と相補鎖認識」、第 58 回高分子討論会、熊本、平成 21 年 9 月 16 日
57. 鈴木康介、「中空球状錯体を用いた単分散シリカナノ粒子の合成」、第 58 回高分子討論会、熊本、平成 21 年 9 月 17 日
58. 山内祥弘、「芳香環有限集積体の 1 次元自己組織化」、第 59 回錯体化学討論会、長崎、平成 21 年 9 月 25 日
59. 村瀬隆史、「自己集合性中空錯体内で進行する Diels-Alder 反応」、第 20 回基礎有機化学討論会、群馬、平成 21 年 9 月 28 日
60. 佐藤宗太、「磁場配向性錯体による残余双極子相互作用の誘起」、第 48 回 NMR 討論会、福岡、平成 21 年 11 月 10 日
61. 猪熊泰英、「中空 M6L4 ケージを無限配列した細孔性錯体(1): 合成・構造・単結晶—単結晶ゲスト包接」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 26 日
62. 荒井達彦、「M6L4 ケージを無限配列した細孔性錯体(2): フラーレンの >35wt% 包接と高次フルーレン分離」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 26 日
63. 吉岡翔太、「M6L4 カプセルを無限配列した細孔性錯体: ゲストのカプセル化と反応性制御」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 26 日
64. 諸原理、「磁場配向性ホスト錯体によるゲスト分子の磁場方向」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 26 日
65. 池見昌敏、「ペプチドを用いた M<sub>12</sub>L<sub>24</sub> 球状錯体の無機基板への固定」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 26 日 (大阪)
66. 菊池貴、「オリゴヌクレオチド修飾 M12L24 球状錯体による相補配列の認識」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 26 日
67. 竹澤浩気、「自己組織化空間におけるアルキンの光水和反応」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 26 日
68. 西島悠輝、「自己組織化空間におけるテルペノイドの選択的環化反応」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 26 日
69. 鈴木康介、「中空球状錯体をテンプレートとして用いたナノ粒子の精密合成」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 27 日
70. 高尾清貴、「フッ素修飾球状錯体におけるフッ素性分子の溶解挙動」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 27 日
71. 山内祥弘、「側面修飾した芳香環 7 重集積体の 1 次元自己組織化」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 27 日
72. 大塚浩介、「自己組織化空間における芳香族ゲスト分子のペア認識と動的挙動」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 27 日



73. 大須賀孝史、「自己組織化空間を利用した金クラスターの $[m \times n]$ 行列合成」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 27 日
74. 高橋麻奈、「糖鎖修飾による水溶性  $M_{12}L_{24}$  球状錯体の合成」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 28 日
75. 藤田大士、「生理活性糖を精密集積した  $M_{12}L_{24}$  球状錯体の合成」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 28 日
76. 澤田知久、「自己組織化疎水空間を利用した核酸フラグメントの塩基対形成」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 28 日
77. 畠山良幸、「自己組織化疎水空間を利用したオリゴペプチドのヘリックス構造誘起」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 28 日
78. 孫慶福、「巨大中空構造を持つ  $M_{24}L_{48}$  球状錯体の自己組織化構築」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 28 日
79. 岩佐淳司、「 $M_{12}L_{24}$  および  $M_{24}L_{48}$  球状錯体の創発的自己集合:多成分集合における一義構造の獲得」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 28 日
80. ステファン・ペシャール、「キラルな自己集合性かご型錯体内における不斉 $[2+2]$ および $[2+4]$ 付加環化反応」、日本化学会第 90 春季年会、大阪平成 22 年 3 月 28 日
81. 堀内新之介、「エントロピー制御による孤立空間内でのナフタレン Diels-Alder 反応」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 28 日
82. 池本晃喜、「細孔性ネットワーク錯体結晶内における有機亜鉛試薬のアルデヒド付加反応」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 29 日
83. 小原一朗、「細孔性ネットワーク錯体結晶内におけるスチルベンのトランス-シス光異性化」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 29 日
84. 小原一朗、「細孔性ネットワーク錯体結晶内での位置および立体選択的協奏環化反応」、日本化学会第 90 春季年会、大阪、平成 22 年 3 月 29 日
85. 岩佐 淳司、「 $M_{12}L_{24}/M_{24}L_{48}$  球状錯体の創 発的自己組織化:構成成分の微小変化が生み出す劇的構造変化」、第 21 回基礎有機化学討論会、名古屋、平成 22 年 9 月 9 日
86. 高尾 清貴、「 $M_{12}L_{24}$  球状錯体の内部空間を利用したナノサイズ溶媒相の構築」、第 59 回高分子討論会(札幌)、平成 22 年 9 月 17 日
87. 池見 昌敏、「ペプチド修飾  $M_{12}L_{24}$  球状錯体の自己組織化構築と基板表面修飾」、第4回生体関連化学シンポジウム、大阪、平成 22 年 9 月 26 日
88. 諸原理、”Structural Analysis with RDC induced by host-guest chemistry”、第 49 回 NMR 討論会、東京、平成 22 年 11 月 15 日
89. 竹澤 浩気・村瀬 隆史・藤田 誠、「 $M_6L_4$  中空錯体の光応答性を利用したアルキンの anti-Markovnikov 型光水和反応」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 26 日
90. 西島 悠輝・村瀬 隆史・藤田 誠、「カードランを糖認識部位とする水中での高選択的オリゴ糖センシング」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 26 日
91. 菊池 貴・佐藤 宗太・芝 清隆・藤田 誠、「自己集合性球状錯体表面における DNA 認識」、第 91 日本化学会春季年会、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 28 日
92. 藤田 大士・佐藤 宗太・矢木 真穂・山口 拓実・加藤 晃一・藤田 誠、「 $M_{12}L_{24}$  球状錯体への Abeta ペプチドの包接」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 28 日
93. 高橋 麻奈・藤田 大士・佐藤 宗太・藤田 誠、「 $M_nL_{2n}$  白金球状錯体の自己組織化における速度論および熱力学支配」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 28 日
94. 岩佐 淳司・佐藤 宗太・藤田 誠、「 $M_{24}L_{48}$  自己組織化球状錯体の内面官能基修飾」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 28 日

95. 高尾 清貴・鈴木 康介・佐藤 宗太・藤田 誠、「自己組織化球状錯体の表面を利用した中空シリカの合成」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 28 日
96. 一條 竜也・鈴木 康介・高尾 清貴・佐藤 宗太・藤田 誠、「中空球状錯体を鋳型とするチタニアナノ粒子の合成」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 28 日
97. Mahata, Partha・猪熊 泰英・藤田 誠、「3nm の細孔を有するネットワーク錯体へのポルフィリンとフラーレンの取り込み」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 29 日
98. 小嶋 和・猪熊 泰英・藤田 誠、「結晶フラスコでの 2 分子反応:基質の連続導入」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 29 日
99. 諸原 理・藤田 大士・佐藤 宗太・山口 芳樹・加藤 晃一・藤田 誠、「磁場配向性ホストに内包されたオリゴペプチドの RDC 構造解析」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 29 日
100. 池本 晃喜・猪熊 泰英・藤田 誠、「細孔性ネットワーク錯体内でのゲスト認識を介した Diels-Alder 反応」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 29 日
101. 武内 良介・諸原 理・佐藤 宗太・藤田 誠、「側鎖修飾による芳香環集積錯体の 1D クラスター化」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 29 日
102. 池見 昌敏・菊池 貴・南澤 宝美后・松村 幸子・芝 清隆・佐藤 宗太・藤田 誠、「ペプチド修飾球状錯体の高い基板認識能を利用したタンパク質の固定」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 29 日
103. 堀内 新之介・村瀬 隆史・藤田 誠、「 $M_6L_4$  中空錯体への包接を利用したルテニウム 2 核錯体の異性化抑制」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 29 日
104. 大須賀 孝史・小野 公輔・村瀬 隆史・加藤 立久・藤田 誠、「ピラー型中空錯体における平面状ニッケル錯体の包接誘起クロミズム」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 29 日
105. 孫 慶福・村瀬 隆史・佐藤 宗太・藤田 誠、「ウイルスインスパイアード多成分球状錯体の自己組織化構築」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 29 日
106. 荒井 達彦・猪熊 泰英・加藤 立久・藤田 誠、「電子不足な  $M_6L_4$  ケージネットワークへの TTF 分子包接とホスト・ゲスト間電子移動」、第 91 回日本化学会春季年会、横浜、平成 23 年 3 月 29 日
107. 清水 真人・猪熊 泰英・藤田 誠、「無限  $M_6L_4$  ケージネットワークに包接したゲスト分子の酸化反応」、第 91 回日本化学会春季年会(横浜)、平成 23 年 3 月 29 日
108. 寧 国宏・猪熊 泰英・藤田 誠、「 $M_6L_4$  カプセルネットワーク内での高活性試薬の反応性制御」、第 91 回日本化学会春季年会(横浜)、平成 23 年 3 月 29 日
109. 小嶋 和・猪熊 泰英・藤田 誠、「結晶フラスコ内での 2 分子反応」、日本化学会第 5 回関東支部大会 2011、東京、平成 23 年 8 月 31 日
110. 西口 慧・猪熊 泰英・藤田 誠、「細孔性ネットワーク錯体を用いたラジカル重合反応の制御」、日本化学会第 5 回関東支部大会 2011、東京、平成 23 年 8 月 31 日
111. 武内 良介・諸原 理・佐藤 宗太・藤田 誠、「側鎖修飾による芳香環集積錯体の 1D クラスター化」、日本化学会 第 5 回関東支部大会、東京、平成 23 年 8 月 31 日
112. 久田 隼人・池見 昌敏・菊池 貴・佐藤 宗太・藤田 誠、「自己集合性ボウル型錯体を用いたオリゴペプチドのヘリックス構造の誘起」、日本化学会第 5 回関東支部大会 2011、東京、平成 23 年 8 月 31 日
113. 一條 竜也・鈴木 康介・高尾 清貴・佐藤 宗太・藤田 誠、「中空球状錯体を鋳型とするチタニアナノ粒子の合成」、日本化学会第 5 回関東支部大会 2011、東京、平成 23 年 8 月 31 日
114. 猪熊 泰英・小嶋 和・寧 国宏・藤田 誠、「Bimolecular reactions within porous

- coordination networks as crystalline hosts”、錯体化学第 61 回討論会、岡山、平成 23 年 9 月 17 日
115. 堀内 新之介・村瀬 隆史・藤田 誠、Noncovalent Stabilization of Dinuclear Ruthenium-Carbonyl Complexes within a Self-assembled Hollow Cage、錯体化学第 61 回討論会、岡山、平成 23 年 9 月 18 日
  116. 池本 晃喜・猪熊 泰英・藤田 誠、「細孔性ネットワーク錯体内でのディールス-アルダー反応: ゲスト認識による反応性、位置選択性の向上」、錯体化学第 61 回討論会、岡山、平成 23 年 9 月 18 日
  117. 高橋 麻奈・藤田 大士・佐藤 宗太・藤田 誠、Self-assembly of Pt(II) Spherical Complexes via Temporary Labilization of the Metal-Ligand Association in TFE、錯体化学第 61 回討論会、岡山、平成 23 年 9 月 18 日
  118. 村瀬 隆史・西島 悠輝・藤田 誠、「カチオン性中空錯体による 触媒的 Knoevenagel 縮合、第 22 回基礎有機化学討論会」、つくば、平成 23 年 9 月 23 日
  119. 佐藤 宗太、「分子特異点」として官能基を精密配置した M12L24 球状錯体」、第 60 回高分子討論会、岡山、平成 23 年 9 月 30 日
  120. 藤田 大士、「人工合成ホストへのタンパク質の内包」、第 2 回大津会議、滋賀、平成 23 年 10 月 17 日
  121. 佐藤 宗太、「自己組織化を使って合成した巨大な中空錯体の構造解析」、結晶化学研究会「極微小単結晶構造解析 成果報告会、東京、平成 23 年 11 月 2 日
  122. 佐藤 宗太、新学術領域研究「融合マテリアル」第 4 回 公開シンポジウム、大阪、平成 24 年 1 月 30 日
  123. 竹澤 浩気・村瀬 隆史・藤田 誠、「自己組織化中空錯体への包接による四置換アルケンのクロミズム制御」日本化学会第 92 春季年会、神奈川、平成 24 年 3 月 25 日
  124. 神山 祐・村瀬 隆史・藤田 誠、「自己組織化空間によるアリル求核置換反応の位置選択性制御」、日本化学会第 92 春季年会、神奈川、平成 24 年 3 月 25 日
  125. 池本 晃喜・猪熊 泰英・藤田 誠、「細孔性ネットワーク錯体のゲスト認識を用いたジアステレオ選択的 Diels-Alder 反応」、日本化学会第 92 春季年会、神奈川、平成 24 年 3 月 25 日
  126. 寧 國宏・猪熊 泰英・藤田 誠、「試薬内包 M<sub>6</sub>L<sub>4</sub> カプセルネットワーク: CH<sub>3</sub>NCS の内包と芳香族アミンのチオカルバモイル化反応」、日本化学会第 92 回春季年会、神奈川、平成 24 年 3 月 25 日
  127. 荒井 達彦・猪熊 泰英・藤田 誠、「細孔性錯体結晶におけるシクロブテンジオンの熱反応: ビスケテンの生成と酸化的環化反応」、日本化学会第 92 回春季年会、神奈川、平成 24 年 3 月 25 日
  128. 小嶋 和・猪熊 泰英・藤田 誠、「ネットワーク化ケージ結晶内でのシルセスキオキサンの Ship-in-a-Bottle 合成」、日本化学会第 92 回春季年会、神奈川、平成 24 年 3 月 25 日
  129. 有吉 絢子・猪熊 泰英・藤田 誠、「細孔性ネットワーク錯体による極少量天然物の構造決定」、日本化学会第 92 回春季年会、神奈川、平成 24 年 3 月 25 日
  130. 吉正 泰・藤田 大士・佐藤 宗太・矢木 真穂・加藤 晃一・藤田 誠、「セラミド鎖を切断したガングリオシド GM1 の自己組織化による精密クラスター形成」、日本化学会第 92 春季年会、横浜、平成 24 年 3 月 25 日
  131. 藤田 大士・鈴木 康介・佐藤 宗太・矢木 真穂・佐藤 匡史・栗本 英治・山口 芳樹・加藤 晃一・藤田 誠、「自己組織化球状錯体へのタンパク質の内包」、日本化学会第 92 春季年会、横浜、平成 24 年 3 月 25 日
  132. 佐藤 宗太・高尾 清貴・鈴木 康介・一條 竜也・朝倉 博行・寺村 謙太郎・加藤 和男・大場 友則・森田 剛・藤田 誠、「シリカコートした多核錯体を前駆体とする (PdO)<sub>n</sub> および Pd<sub>n</sub> クラスターの合成」、日本化学会第 92 春季年会、横浜、平成 24 年 3

月 25 日

133. 孫 慶福・佐藤 宗太・藤田 誠、「 $M_{12}L_{24}$  錯体を母核とする星形立方八面体構造の  $M_{18}L_{24}$  錯体の合成」、日本化学会第 92 春季年会、横浜、平成 24 年 3 月 25 日
134. 鄭 進宇・岩佐 淳司・佐藤 宗太・藤田 誠、「 $M_{24}L_{48}$  自己組織化球状錯体の内面修飾による重合性官能基の集積」、日本化学会第 92 春季年会、横浜、平成 24 年 3 月 25 日
135. ハリス ケイト・孫 慶福・佐藤 宗太・藤田 誠、「内部に配位サイトを有する球状錯体の自己組織化構築」、日本化学会第 92 春季年会、横浜、平成 24 年 3 月 25 日
136. 一條 竜也・佐藤 宗太・藤田 誠、「中空球状錯体を鋳型とするチタニアナノ粒子の合成」、日本化学会第 92 春季年会、横浜、平成 24 年 3 月 25 日
137. 西口 慧・猪熊 泰英・藤田 誠、「細孔性ネットワーク錯体内でのアルキンと配位不飽和マンガン錯体の反応」、日本化学会第 92 回春季年会、神奈川、平成 24 年 3 月 26 日
138. 宮本 唯未・堀内 新之介・村瀬 隆史・藤田 誠、「自己組織化中空錯体内での 2 核鉄カルボニル錯体の安定化」日本化学会第 92 春季年会、神奈川、平成 24 年 3 月 26 日
139. 堀内 新之介・村瀬 隆史・藤田 誠、「空孔に保護された 2 核ルテニウムルボニル錯体の光アルキン付加反応」日本化学会第 92 春季年会、神奈川、平成 24 年 3 月 26 日
140. 田中 龍太・大須賀 孝史・村瀬 隆史・稲富 純一・木口 学・藤田 誠、「 $Au(I)_3$  核錯体を有限集積した自己組織化錯体の合成と単分子伝導度測定」日本化学会第 92 春季年会、神奈川、平成 24 年 3 月 26 日
141. 大須賀 孝史・村瀬 隆史・藤田 誠、「自己組織化空間内での Au-Ag サンドイッチ型クラスターの合成」日本化学会第 92 春季年会、神奈川、平成 24 年 3 月 27 日
142. 沼田 恵里・岩佐 淳司・佐藤 宗太・藤田 誠、「経験予測に基づいた  $M_{24}L_{48}$  自己組織化球状錯体の合成」、日本化学会第 92 春季年会、横浜、平成 24 年 3 月 28 日
143. 岩佐 淳司・佐藤 宗太・藤田 誠、「 $M_{24}L_{48}$  自己組織化球状錯体の内面 48 官能基化とナノ相構築」、日本化学会第 92 春季年会、横浜、平成 24 年 3 月 28 日
144. 村瀬 隆史、「空間で二重結合をねじる: 四置換オレフィンの包接クロミズム」、新世代の生物有機化学研究会 2012 (第 8 回)、神戸(兵庫)、平成 24 年 6 月 13 日
145. 村瀬 隆史・竹澤 浩気・藤田 誠、「正八面体型中空錯体による四置換アルケンの立体配座変換」、第 23 回基礎有機化学討論会、京都、平成 24 年 9 月 21 日
146. 一條 竜也・佐藤 宗太・藤田 誠、「中空球状錯体を鋳型とするチタニアナノ粒子の合成」、錯体化学会第 62 回討論会、富山、平成 24 年 9 月 21 日
147. 竹澤 浩気・村瀬 隆史・藤田 誠、「Temporary and permanent trapping of a twisted tetrasubstituted alkene via inclusion in a Td-symmetric cage」、錯体化学会第 62 回討論会、富山、平成 24 年 9 月 21 日
148. 佐藤 宗太・高尾 清貴・鈴木 康介・一條 竜也・朝倉 博行・寺村謙太郎・加藤 和男・大場 友則・森田 剛・藤田 誠、「階層的自己組織化による  $(PdO)_n$  および  $Pd_n$  クラスターの中空シリカナノ粒子内合成」、第 61 回高分子討論会、名古屋(愛知)、平成 24 年 9 月 21 日
149. 荒井 達彦・猪熊 泰英・藤田 誠、「ネットワーク化  $M_6L_4$  ケージ錯体中におけるビスケテンの生成と結晶内反応」、錯体化学会第 62 回討論会、富山、平成 24 年 9 月 22 日
150. 寧 國宏・猪熊 泰英・藤田 誠、「Self-assembled  $Ru_6L_4$  capsule: an isostructural solution host to crystalline  $Co_6L_4$  capsule network」、錯体化学会第 62 回討論会、富山、平成 24 年 9 月 22 日
151. 大須賀 孝史・村瀬 隆史・藤田 誠、「 $Au(I)-Ag(I)$  Multi-decker ion clusters within organic-pillared coordination cages」、錯体化学会第 62 回討論会、富山、

平成 24 年 9 月 22 日

152. 佐藤 宗太、吉正 泰、藤田 大士、矢木 真穂、加藤 晃一、藤田 誠「GM-1 ガングリオシドがクラスター化したナノ表面の自己組織化」、第 51 回 NMR 討論会、名古屋(愛知)、平成 24 年 11 月 10 日
153. 佐藤宗太、有機分子-無機分子融合超分子ヒドロゲルの創製、新学術領域研究「融合マテリアル」第 6 回 公開シンポジウム、平成 25 年 1 月 28 日
154. 佐藤宗太、大型籠状錯体とタンパク質合成化学、第 4 回 SANS 解析法研究会開催の第1回「Neutrons in Biology」研究会、平成 25 年 3 月 13 日
155. 佐藤宗太、錯体ナノ空間の生体分子を使った自在修飾、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 22 日
156. 森一晋、自己組織化中空錯体内での芳香族アルケンの立体配座制御、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 23 日
157. 松崎 正平、ネットワーク化  $M_6L_4$  ケージ錯体の大量瞬間合成とクロマトグラフィーへの応用、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 23 日
158. 一條竜也、中空球状錯体を鋳型とするチタニアナノ粒子の合成、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 23 日
159. 武内良介、 $M_{24}L_{48}$  球状錯体の内面修飾によるナノフルオラス相の構築とフッ素性化合物の高効率可溶化、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 23 日
160. 吉正泰、表面に精密配置した糖クラスターとペプチド A-beta の相互作用解析、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 23 日
161. 方 焜、かさ高い遠隔置換基による  $M_6L_4$  中空錯体の空孔収縮とその包接能、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 23 日
162. 大須賀孝史、かご状錯体を鋳型としたトリプルデッカー型  $Au_3-Ag-Au_3-Ag-Au_3$  イオンクラスターの構築、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 23 日
163. 池本 晃喜、化学反応の単結晶 X 線スナップショット観察: 芳香族プロモ化における Pd(II)触媒の構造変化、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 24 日
164. 荒井 達彦、結晶スポンジを用いた液体化合物の単結晶 X 線構造解析、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 24 日
165. 吉岡 翔太、結晶スポンジを用いたナノグラム量の非晶質サンプルの X 線構造解析、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 24 日
166. 有吉 絢子、LC-XRD: 液体クロマトグラフィーと X 線結晶構造解析を融合したフラボン類の構造決定、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 24 日
167. 松本 麻美、澤田知久、藤田 誠、プロリンヘリックスを基盤とする結晶性ネットワーク錯体群の構築、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 25 日
168. 村瀬隆史、孤立空間で分子を固定し反応させる、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 25 日
169. 神山祐、 $M_6L_4$  中空錯体における Pd(II)錯体とアルキンの近接および末端 C-H 結合活性化、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 25 日
170. 竹澤浩気、中空錯体内での化学修飾によるねじれ型四置換アルケンの配座固定、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 25 日
171. 秋葉翔太、自己組織化中空錯体への包接によるフェノールフタレインの構造制御、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 25 日
172. 猪熊 泰英、細孔性結晶を用いたマイクログラムスケールの天然物 X 線結晶構造解析、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 25 日
173. 寧 國宏、Self-assembled  $Ru_6L_4$  molecular capsule as a solution counterpart of  $Co_6L_4$  networked capsules、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 25 日

## 国際

1. 鈴木康介、M12L24 Coordination Spheres: Template for 3 nm-sized monodisperse silica nanoparticles、ISMSC2009(Holland)、平成 21 年 6 月 25 日
2. 佐藤宗太、RDC analysis of a guest accommodated in a magnetic aligning host complex、60th Anniversary Conference on Coordination Chemistry(Osaka, Japan)、平成 22 年 9 月 27 日
3. 猪熊泰英、Synthesis and Guest Inclusion of Networked M6L4 Molecular Cages、60th Anniversary Conference on Coordination Chemistry(Osaka, Japan)、平成 22 年 9 月 28 日
4. 村瀬隆史、Photo-sensitized Alkyne Hydration with Self-Assembled Hollow Complexes、60th Anniversary Conference on Coordination Chemistry(Osaka, Japan)、平成 22 年 9 月 28 日
5. 村瀬隆史、Photo-responsive self-assembled molecular flasks、2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(Honolulu, Hawaii)、平成 22 年 12 月 15 日
6. 猪熊泰英、Networked cages and capsules: Rich host-guest chemistry in a crystal、2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(Honolulu, Hawaii)、平成 22 年 12 月 16 日
7. 佐藤宗太、Synthesis of multi-component self-assembled coordination spheres and biological applications、2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(Honolulu, Hawaii)、平成 22 年 12 月 19 日
8. 佐藤宗太、Magnetic Alignment of a Small Molecule Introduced by an Aligning Host、Third International Symposium for Young Organic Chemists (Ibaraki)、平成 23 年 3 月 3 日
9. Qing-fu Sun, "Virus-Inspired Self-Assembly of Multicomponent Spherical Complexes", 2011 International Symposium on Molecular Systems~Global COE Symposium for Young Researchers~, Fukuoka, 平成 23 年 5 月 11 日
10. Sota Sato, "Protein Encapsulation within Well-Defined Coordination Spheres" 40 International Conference on Coordination Chemistry, Valencia(Spain), 平成 24 年 9 月 10 日
11. Yasuhide Inokuma, Makoto Fujita, "Networked Molecular Cages and Capsules as Crystalline Hosts for Guest Encapsulation and Reactions" MOF2012, Edinburgh(Scotland), 平成 24 年 9 月 17 日

### ③ ポスター発表 (国内会議 75 件、国際会議 73 件)

1. 吉沢道人、山内祥弘、藤田誠、多重多成分自己組織化による芳香環7重・8重・9重集積体の構築、第 54 回有機金属討論会(広島)、平成 19 年 10 月 27 日
2. 菊池貴、村瀬隆史、佐藤宗太、藤田誠、静電相互作用を利用した M12L24 球状錯体内部への官能基集積、第 54 回有機金属討論会(広島)、平成 19 年 10 月 27 日
3. 河野正規、ネットワーク錯体の瞬間合成と非経験的粉末構造解析、2007A 期 SPring-8 重点産業利用課題成果報告会(東京)、平成 20 年 2 月 29 日
4. 小川大地、佐藤宗太、藤田誠、自己組織化による新規  $M_nL_{2n}$  球状錯体の構築、日本化学会第 88 春季年会(立教大学)、平成 20 年 3 月 27 日
5. 景山丘春、吉沢道人、藤田誠、有機ピラー型かご状錯体を利用した芳香環連結分子のフォールディング、日本化学会第 88 春季年会(立教大学)、平成 20 年 3 月 27 日

6. 藤田大士、鈴木康介、佐藤宗太、山口芳樹、栗本英治、加藤晃一、藤田 誠、自己集合性錯体内部への同位体標識化ユビキチンの内包、日本化学会第 88 春季年会(立教大学)、平成 20 年 3 月 27 日
7. 菊池貴、村瀬隆史、佐藤宗太、藤田誠、カチオン性球状錯体上でのラジカル重合反応、日本化学会第 88 春季年会(立教大学)、平成 20 年 3 月 29 日
8. 佐藤景一、山下健一、河野正規、藤田誠、ねじれ骨格を含む配位子を用いた多核白金中空錯体の光誘起自己集合、日本化学会第 88 春季年会(立教大学)、平成 20 年 3 月 29 日
9. 石堂由高、2種類のM12L24 球状錯体の配位子交換反応、第 41 回有機金属若手の会夏の学校(神戸)、平成 20 年 7 月 8 日
10. 畠山良幸、自己集合性錯体を用いたペプチドのフォールディングと反応、第 41 回有機金属若手の会夏の学校(神戸)、平成 20 年 7 月 8 日
11. 奥村知世、ゾルゲル反応点を持つ自己集合性球状錯体の構築、第 41 回有機金属若手の会夏の学校(神戸)、平成 20 年 7 月 8 日
12. 堀内新之介、M<sub>6</sub>L<sub>4</sub>かご状錯体内における特異的 Diels–Alder 反応、第 41 回有機金属若手の会夏の学校(神戸)、平成 20 年 7 月 8 日
13. 小原一朗、瞬間合成によるネットワーク錯体の構造制御、錯体化学若手の会夏の学校(沖縄)、平成 20 年 7 月 30 日
14. 岩佐淳司、テープ状アントラセンオリゴマーの合成と動的構造変化、錯体化学若手の会夏の学校(沖縄)、平成 20 年 7 月 30 日
15. 尾崎悠介、ラジカル性ホスト化合物の自己集合構築、錯体化学若手の会夏の学校(沖縄)、平成 20 年 7 月 30 日
16. 佐藤景一、ねじれ骨格を導入した配位子と白金(II)錯体からなる中空錯体の光誘起自己集合、錯体化学若手の会夏の学校(沖縄)、平成 20 年 7 月 30 日
17. 大塚浩介、自己組織化空間内の分子5重フォールディング錯体化学若手の会夏の学校(沖縄)、平成 20 年 7 月 30 日
18. 澤田知久、自己組織化孤立空間内でのモノおよびジヌクレオチドの二重鎖形成、第 20 回生体機能関連化学若手の会サマースクール(白石)、平成 20 年 8 月 6 日
19. 菊池貴、自己集合性球状錯体の表面修飾によるヌクレオチドの集積、第 20 回生体機能関連化学若手の会サマースクール(白石)、平成 20 年 8 月 6 日
20. 佐藤宗太、自己集合性錯体の動的安定性の評価、分子研研究会(岡崎)、平成 20 年 8 月 7 日
21. 村瀬隆史、配位孤立空間内での分子フォールディング、分子研研究会(岡崎)、平成 20 年 8 月 7 日
22. 藤田大士、自己集合性錯体へのユビキチンの内包、第 25 回有機合成化学セミナー(熊本)、平成 20 年 9 月 8 日
23. 岩佐淳司、テープ状アントラセンオリゴマーの合成と動的構造変化、第 3 回バイオ関連化学合同シンポジウム(東京)、平成 20 年 9 月 20 日
24. 澤田知久、自己組織化錯体空間を用いたヌクレオチドの2分子包接と特異的核酸塩基対形成、第 58 回錯体化学討論会(石川)、平成 20 年 9 月 20 日
25. 尾崎悠介、自己集合性プリズム型スピン錯体の構築、第 58 回錯体化学討論会(石川)、平成 20 年 9 月 20 日
26. 鈴木康介、自己集合性球状錯体を利用した疎水性ナノ液滴空間の構築、第 58 回錯体化学討論会(石川)、平成 20 年 9 月 20 日
27. 村瀬隆史、M<sub>24</sub>L<sub>24</sub>二重殻球状錯体の合成、第 58 回錯体化学討論会(石川)、平成 20 年 9 月 20 日
28. 張関述、フルオロアルキル鎖を有する細孔性ネットワーク錯体の合成とゲスト包接挙

- 動、第 58 回錯体化学討論会(石川)、平成 20 年 9 月 21 日
29. 小原一朗、三次元ネットワーク錯体における特異的レチナル異性化反応、第 58 回錯体化学討論会(石川)、平成 20 年 9 月 21 日
  30. 堤隼人、芳香族分子による有機ピラー型かご状錯体の連結、日本化学会第 89 春季年会、平成 21 年 3 月 29 日(千葉・日本大学工学部船橋キャンパス)
  31. 藤田大士、自己集合性錯体へのユビキチン内包、有機金属若手の会、平成 21 年 7 月 6 日(岐阜)
  32. 堀内新之介、M6L4 かご型錯体内におけるナフタレンの Diels-Alder 反応、有機金属若手の会、平成 21 年 7 月 6 日(岐阜)
  33. 奥村知世、M12L24 球状錯体内部へのケイ素官能基の集積、有機金属若手の会、平成 21 年 7 月 6 日(岐阜)
  34. 石堂由高、M12L23L'球状錯体の構築、有機金属若手の会、平成 21 年 7 月 6 日(岐阜)
  35. 諸原理、残余双曲子相互作用を誘起する磁場配向性錯体、有機金属若手の会、平成 21 年 7 月 6 日(岐阜)
  36. 堤隼人、プリズム型錯体内における芳香族性ゲスト分子の動的挙動、有機金属若手の会、平成 21 年 7 月 6 日(岐阜)
  37. 高尾清貴、M12L24 球状錯体の自己集合を利用した芳香族性ナノ相の構築、有機金属若手の会、平成 21 年 7 月 6 日(岐阜)
  38. 池見昌敏、M12L24 球状錯体の表面ペプチド修飾、有機金属若手の会、平成 21 年 7 月 6 日(岐阜)
  39. 鈴木康介、自己集合性球状錯体内での単分散シリカナノ粒子の合成、錯体化学若手の会夏の学校 2009、平成 21 年 8 月 5 日(広島)
  40. 岩佐淳司、異種配位子からなる M12L24 および M24L48 球状錯体の自己組織化挙動、錯体化学若手の会夏の学校 2009、平成 21 年 8 月 5 日(広島)
  41. 畠山良幸、自己組織化錯体の内部空間におけるペプチドフォールディング、錯体化学若手の会夏の学校 2009、平成 21 年 8 月 5 日(広島)
  42. 池本晃喜、細孔性ネットワーク錯体内での有機金属反応、錯体化学若手の会夏の学校 2009、平成 21 年 8 月 5 日(広島)
  43. 西島悠輝、自己集合性かご状錯体内におけるトリキナセンの特異的光反応、錯体化学若手の会夏の学校 2009、平成 21 年 8 月 5 日(広島)
  44. 小原一朗、細孔性ネットワーク錯体内でのレチナル触媒的位置選択的異性化反応、第 56 回有機金属化学討論会、平成 21 年 9 月 10 日(京都)
  45. 川道赳英、ネットワーク錯体の細孔内での Huisgen 1,3-双極子付加反応、第 59 回錯体化学討論会、平成 21 年 9 月 25 日(長崎)
  46. 堀内新之介、自己集合性かご型錯体内でのナフタレンの Diels-Alder 反応、第 59 回錯体化学討論会、平成 21 年 9 月 25 日(長崎)
  47. 大塚浩介、芳香環有限ヘテロ集積体のゲスト交換挙動、第 59 回錯体化学討論会、平成 21 年 9 月 26 日(長崎)
  48. 澤田知久、人工疎水空間内での短鎖ペプチドフォールディング、第 24 回生体機能関連化学シンポジウム若手フォーラム、平成 21 年 9 月 16 日(福岡)
  49. 藤田大士、自己集合性錯体へのユビキチンの内包、第 58 回高分子討論会、平成 21 年 9 月 16 日(熊本)
  50. 岩佐淳司、アントラセン3量体の可逆的トランス-シス異性化挙動、平成 21 年 9 月 28 日(群馬)
  51. 奥村知世、自己組織化球状錯体を鋳型とする有限シリカネットワークの構築、日本化学会第 90 春季年会、平成 22 年 3 月 27 日(大阪)
  52. 石堂由高、非対称な M<sub>12</sub>L<sub>23</sub>L'球状錯体の合成、日本化学会第 90 春季年会、平成 22 年 3 月 28 日(大阪)



53. 諸原理、Structural Analysis with RDC induced by host-guest chemistry、第 49 回 NMR 討論会(東京)、平成 22 年 11 月 15 日
54. 久田 隼人・池見 昌敏・菊池 貴・佐藤 宗太・藤田 誠、自己集合性ボウル型錯体を用いたオリゴペプチドのヘリックス構造の誘起、第 91 回日本化学会春季年会(横浜)、平成 23 年 3 月 26 日
55. 西口 慧・猪熊 泰英・藤田 誠、細孔性ネットワーク錯体結晶内でのオレフィンの反応、第 91 回日本化学会春季年会(横浜)、平成 23 年 3 月 26 日
56. 佐藤 宗太、階層的自己組織化構築したクラスター錯体の磁場配向、融合マテリアル 第 2 回合同班会議、福岡、平成 23 年 6 月 18 日
57. 岩佐 淳司・佐藤 宗太・藤田 誠、 $M_{24}L_{48}$  球状錯体を骨格とした高密度な化学修飾、錯体化学第 61 回討論会、岡山、平成 23 年 9 月 17 日
58. 大須賀 孝史・村瀬 隆史・藤田 誠、自己組織化中空錯体を利用した金属イオンの三次元配列、錯体化学第 61 回討論会、岡山、平成 23 年 9 月 17 日
59. Qing-Fu Sun, Sota Sato, Takashi Murase, Makoto Fujita, Biomimetic Self-Assembly of Molecular Spheres、錯体化学第 61 回討論会、岡山、平成 23 年 9 月 17 日
60. 竹澤 浩気、村瀬 隆史、藤田 誠、自己組織化中空錯体への包接によるオレフィンの異性化抑制、錯体化学第 61 回討論会、岡山、平成 23 年 9 月 17 日
61. 荒井 達彦・猪熊 泰英・藤田 誠、 $M_6L_4$  ケージネットワークへの電子豊富な分子の包接と酸化反応、錯体化学第 61 回討論会、岡山、平成 23 年 9 月 18 日
62. 寧 國宏・猪熊 泰英・藤田 誠、Selective Thiocarbamylation of Aromatic Amines by Utilizing Reagent-installed  $M_6L_4$  Capsule Network、Chemistry Global COE Final Symposium、東京、平成 24 年 1 月 16 日
63. 佐藤 宗太、自己組織化錯体の中でのナノ粒子のテンプレート合成、融合マテリアル 第 4 回公開シンポジウム、大阪、平成 24 年 1 月 30 日
64. 一條 竜也・佐藤 宗太・藤田 誠、中空球状錯体を鋳型とするチタニアナノ粒子の合成、分子ナノシステムの創発化学 第3回公開シンポジウム、大阪、平成 24 年 2 月 3 日
65. 佐藤 宗太、自己組織化を使って合成した巨大な有機金属錯体の単結晶構造解析、第 29 回 PF シンポジウム、平成 24 年 3 月 15 日
66. 武内 良介・佐藤 宗太・藤田 誠、側鎖修飾による芳香環集積錯体の会合制御、日本化学会第 92 春季年会、横浜、平成 24 年 3 月 25 日
67. 高橋 麻奈・藤田 大士・佐藤 宗太・藤田 誠、水溶性  $M_{12}L_{24}$  球状錯体の内面官能基化、日本化学会第 92 春季年会、横浜、平成 24 年 3 月 25 日
68. 方 焯・村瀬 隆史・藤田 誠、かさ高いキャッピング配位子をもつ自己組織化中空錯体の合成、日本化学会第 92 春季年会、神奈川平成 24 年3月 26 日
69. 方 焯・村瀬 隆史・藤田 誠、 $M_6L_4$  中空錯体の非共有結合修飾とゲスト包接、第23回基礎有機化学討論会、京都、平成 24 年 9 月 19 日
70. 吉正 泰・藤田 大士・佐藤 宗太・矢木 真穂・加藤 晃一・藤田 誠、自己組織化を利用した生理活性糖 GM1 クラスターの構築、錯体化学会第 62 回討論会、富山、平成 24 年 9 月 21 日
71. 沼田 恵里・佐藤 宗太・藤田 誠、経験予測に基づく  $M_{24}L_{48}$  球状錯体の自己組織化、錯体化学会第 62 回討論会、富山、平成 24 年 9 月 21 日
72. 佐藤宗太、藤田大士、鈴木康介、藤田 誠、タンパク質を包み込んだ有限ナノ界面の構築、第2回公開シンポジウム「ナノ界面が生み出す次世代機能」、平成 24 年 12 月 10 日
73. 佐藤 寛、中空ポルフィリンプリズム錯体の内部修飾、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 23 日
74. 杉野 翔、澤田知久、藤田 誠、自己組織化ボウル錯体による L/D-アミノ酸交互配

- 列ペプチドの配列認識、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 23 日
75. 沼田恵里、MnL<sub>2</sub>n 球状錯体の自己集合による幾何学制御: 20・12 面体 M<sub>30</sub>L<sub>60</sub> への挑戦、日本化学会第 93 回春季年会、平成 25 年 3 月 23 日

## 国際

1. 吉沢道人、Engineering Stacks of Aromatic Rings by the Interpenetration of Self-Assembled Coordination Cages、第 7 回蓼科有機化学会議、平成 19 年 11 月 8 日
2. 佐藤宗太、Endohedral Functionalization of Self-Assembled Spherical Complexes、第 7 回蓼科有機化学会議、平成 19 年 11 月 8 日
3. 澤田知久、Minimal Nucleotide Duplex Formation in Water through Enclathration in Self-Assembled Hosts、第 7 回蓼科有機化学会議、平成 19 年 11 月 8 日
4. 佐藤宗太、Synthesis Of Coordination Spherical Complex With 72 Building Units、ISMSC(Las Vegas)、平成 20 年 7 月
5. 小原一朗、Dynamic Synthesis Of 3D-Networks With Self-Assembly、ISMSC(Las Vegas)、平成 20 年 7 月
6. 川道赳英、The Functionalization Of 3D Porous Coordination Networks、ISMSC(Las Vegas)、平成 20 年 7 月
7. 小野公輔、Spatial Electron-State Control of Planar Nickel and Cobalt Complexes by *d-p* Interactions within Organic Pillared Coordination Cages、LXII Yamada Conference(Osaka)、平成 20 年 9 月 3 日
8. 山内祥弘、Selective Isolation of Stacked Pyrene-4,5-dione Assemblies within Organic-Pillared Coordination Cages、L XII Yamada Conference(Osaka)、平成 20 年 9 月 3 日
9. 澤田知久、Formation of Minimal Nucleotide Duplexes via Encapsulation within Self-Assembled Cages、LXII Yamada Conference(Osaka)、平成 20 年 9 月 3 日
10. Jeremy Klosterman、Host-Guest Energy Transfer: Quenching of Bisanthracene Emission within a Self-Assembled Organometallic Cage、Yamada Conference(Osaka)、平成 20 年 9 月 3 日
11. 佐藤宗太、Self-assembly of M<sub>24</sub>L<sub>48</sub> spherical complex、The 8<sup>th</sup> Tateshina Conference on Organic Chemistry(Nagano)、平成 20 年 11 月 8 日
12. 澤田知久、Formation of H-bonding Nucleobase pairs within Artificial Hydrophobic Cavities、The 8<sup>th</sup> Tateshina Conference on Organic Chemistry(Nagano)、平成 20 年 11 月 8 日
13. 藤田大士、Encapsulation of Ubiquitin into a Self-assembled Coordination Sphere、ISMSC2009 (Holland)、平成 21 年 6 月 22 日
14. 石堂由高、Remarkable Stability of M<sub>12</sub>L<sub>24</sub> Spherical Complexes、ISMSC2009 (Holland)、平成 21 年 6 月 22 日
15. 高尾清貴、Construction of aromatic nano phase within M<sub>12</sub>L<sub>24</sub> spherical complex、ISMSC2009 (Holland)、平成 21 年 6 月 22 日
16. 岩佐淳司、Unique cis-trans isomerization behavior of an Anthracene Trimer、ISMSC2009 (Holland)、平成 21 年 6 月 22 日
17. 諸原理、Magnetically Oriented Complexes to Induce Residual Dipolar Coupling、ISMSC2009 (Holland)、平成 21 年 6 月 22 日
18. 西島悠輝、Unusual Photoreaction of Triquinacene within a Self-Assembled Cage、ISMSC2009 (Holland)、平成 21 年 6 月 22 日

19. 小原一郎、Regiospecific Isomerization of Retinal Catalyzed by a Porous Coordination Network、Japan–Canada Coordination Space Symposium 2009、平成 21 年 7 月 10 日
20. 佐藤宗太、Synthesis of self-assembled M24L48 spherical complex、Japan–Canada Coordination Space Symposium 2009、平成 21 年 7 月 10 日
21. 村瀬隆史、Specific Diels-Alder Reactions of Naphthalene Derivatives within a Self-Assembled Cage、Japan–Canada Coordination Space Symposium 2009、平成 21 年 7 月 10 日
22. 澤田知久、Minimal Nucleotide Duplex Formation in Water through Encapsulation in Self-Assembled Hydrophobic Space、Japan–Canada Coordination Space Symposium 2009、平成 21 年 7 月 10 日
23. 藤田大士、Encapsulation of Ubiquitin within a Self-assembled Coordination Sphere、The 9<sup>th</sup> Tateshina Conference on Organic Chemistry、平成 21 年 11 月 14 日
24. 佐藤宗太、Structural Control on Coordination Complexes by Emergent Self-Assembly、The 9<sup>th</sup> Tateshina Conference on Organic Chemistry、平成 21 年 11 月 14 日
25. 澤田知久、Folding of Short Peptide Fragments in a Self-Assembled Hydrophobic Cavity、The 9<sup>th</sup> Tateshina Conference on Organic Chemistry、平成 21 年 11 月 14 日
26. 荒井達彦、Crystalline Molecular Sponge: A Networked Coordination Cage That Absorbs Fullerenes in High Concentration、ISMSC2010(Nara)、平成 22 年 6 月 9 日
27. 藤田大士、Integration of bioactive oligo-saccharides on the surface of an M12L24 spherical complex、ISMSC2010(Nara)、平成 22 年 6 月 9 日
28. 堀内新之介、Diels-Alder Reaction of Naphthalene within a Self-Assembled Cage、ISMSC2010(Nara)、平成 22 年 6 月 9 日
29. 池見昌敏、Peptide-coated, Self-assembled M12L24 Coordination Spheres and Their Immobilization onto an Inorganic Surface、ISMSC2010(Nara)、平成 22 年 6 月 9 日
30. 池本晃喜、Reaction of Organozinc Reagents with an Aldehyde in a Crystalline Porous Network、ISMSC2010(Nara)、平成 22 年 6 月 9 日
31. 菊池貴、DNA-coated, Self-assembled Coordination Nanospheres and Their Recognition Ability for Complementary Strand、ISMSC2010(Nara)、平成 22 年 6 月 9 日
32. Jeremy Klosterman、Directing Energy Transfer in Coordination Cages、ISMSC2010(Nara)、平成 22 年 6 月 9 日
33. 諸原理、Magnetic Orientation by Encapsulation into Magnetically Oriented Host Complex、ISMSC2010(Nara)、平成 22 年 6 月 9 日
34. 西島悠輝、Selective Cyclization of Terpenoids within Self-assembled Cages、ISMSC2010(Nara)、平成 22 年 6 月 9 日
35. 大須賀孝史、[m × n] Matrix Syntheses of Gold Clusters within Organic-Pillared Coordination Cages、ISMSC2010(Nara)、平成 22 年 6 月 9 日
36. 孫慶福、Self-Assembled M24L48 Polyhedra and their Sharp Structural Switch upon Subtle Ligand Variation、ISMSC2010(Nara)、平成 22 年 6 月 9 日
37. 鈴木康介、Synthesis of Monodisperse Silica Nanoparticles with Hollow Coordination Spheres、ISMSC2010(Nara)、平成 22 年 6 月 9 日

38. 高橋 麻奈、Construction of a Water-soluble M<sub>12</sub>L<sub>24</sub> Spherical Complex with Sugar Coating、ISMSC2010(Nara)、平成 22 年 6 月 9 日
39. 高尾 清貴、Construction of Nanoscopic Phases within M<sub>12</sub>L<sub>24</sub> Coordination Spheres、ISMSC2010(Nara)、平成 22 年 6 月 9 日
40. 竹澤 浩気、Anti-Markovnikov Photohydration of Alkynes within a Self-assembled Coordination Cage、ISMSC2010(Nara)、平成 22 年 6 月 9 日
41. 佐藤宗太、Immobilization of Self-Assembled Spheres on an Inorganic Surface through Peptide Coating、Tateshina Conference on Organic Chemistry(Tateshina, Nagano)、平成 22 年 11 月 12 日～14 日
42. 藤田大士、Integration of bioactive oligosaccharides on the surface of an M<sub>12</sub>L<sub>24</sub> spherical complex、Tateshina Conference on Organic Chemistry (Tateshina, Nagano)、平成 22 年 11 月 12 日～14 日
43. 池本 晃喜、Reaction of organozinc reagents with an aldehyde in a porous network crystal、2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(Honolulu, Hawaii)、平成 22 年 12 月 17 日
44. 高尾 清貴、Construction of nanoscopic phases within M<sub>12</sub>L<sub>24</sub> coordination spheres、2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(Honolulu, Hawaii)、平成 22 年 12 月 17 日
45. 荒井 達彦、Crystalline molecular sponge: A networked coordination cage that absorbs fullerenes in high concentration、2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(Honolulu, Hawaii)、平成 22 年 12 月 17 日
46. 池見 昌敏、Peptide-coated, self-assembled M<sub>12</sub>L<sub>24</sub> coordination spheres and their immobilization onto an inorganic surface、2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(Honolulu, Hawaii)、平成 22 年 12 月 18 日
47. 西島 悠輝、Selective cyclization of terpenoids within self-assembled cages、2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(Honolulu, Hawaii)、平成 22 年 12 月 18 日
48. 諸原 理、Induced residual dipolar coupling by encapsulation、2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(Honolulu, Hawaii)、平成 22 年 12 月 18 日
49. 大須賀 孝史、Matrix syntheses of gold ion clusters within self-assembled cages、2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(Honolulu, Hawaii)、平成 22 年 12 月 18 日
50. 竹澤 浩気、Photohydration of alkynes within a self-assembled coordination cage、2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(Honolulu, Hawaii)、平成 22 年 12 月 18 日
51. 高橋 麻奈、Construction of a water-soluble M<sub>12</sub>L<sub>24</sub> spherical complex with sugar coating、2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(Honolulu, Hawaii)、平成 22 年 12 月 18 日
52. Guo-Hong Ning, Yasuhide Inokuma, Makoto Fujita, “Control of the Reactivity of the Active Reagents in the Networked M<sub>6</sub>L<sub>4</sub> Capsules”、2011 International Symposium on Molecular Systems ~ Global COE Symposium for Young Researchers~, Fukuoka、平成 23 年 5 月 10 日
53. Tatsuhiko Arai, Yasuhide Inokuma, Makoto Fujita, “Encapsulation and oxidation of electron-rich molecules in the networked M<sub>6</sub>L<sub>4</sub> cages”, 6<sup>th</sup> International Symposium on Macrocyclic & Supramolecular Chemistry,

- Brighton(U.K), 平成 23 年 7 月 5 日
54. Daishi Fujita, Kosuke Suzuki, Sota Sato, Yoshiki Yamaguchi, Koichi Kato, Makoto Fujita, "Encapsulation of a Protein within a Synthetic Molecular Host", 6<sup>th</sup> International Symposium on Macrocyclic & Supramolecular Chemistry, Brighton(U.K), 平成 23 年 7 月 5 日
  55. Shinnosuke Horiuchi, Takashi Murase, Makoto Fujita, "Noncovalent Immobilization of Cis Dinuclear Ruthenium Complexes within a Self-assembled Coordination Cage", 6<sup>th</sup> International Symposium on Macrocyclic & Supramolecular Chemistry, Brighton(U.K), 平成 23 年 7 月 5 日
  56. Koki Ikemoto, Yasuhide Inokuma, Makoto Fujita, "Diels Alder Reactions in Single Crystals: Enhanced Reactivity and Regioselectivity by Guest Recognition", 6<sup>th</sup> International Symposium on Macrocyclic & Supramolecular Chemistry, Brighton(U.K), 平成 23 年 7 月 5 日
  57. Takafumi Osuga, Kosuke Ono, Yoshihiro Yamauchi, Takashi Murase, Makoto Fujita, "Precise Synthesis of [m × n] Metal Ion Clusters within Self-Assembled Cages", 6<sup>th</sup> International Symposium on Macrocyclic & Supramolecular Chemistry, Brighton(U.K), 平成 23 年 7 月 5 日
  58. Qing-Fu Sun, Takashi Murase, Sota Sato, Makoto Fujita, "Virus-Inspired Multi-Component Self-Assembly of Molecular Spheres", 6<sup>th</sup> International Symposium on Macrocyclic & Supramolecular Chemistry, Brighton(U.K), 平成 23 年 7 月 5 日
  59. Asana Takahashi, Daishi Fujita, Sota Sato, and Makoto Fujita, "Self-assembly of a Platinum Spherical Complex via the Temporary Labilization of the Metal-Ligand Association in TFE Solvent", 6<sup>th</sup> International Symposium on Macrocyclic & Supramolecular Chemistry, Brighton(U.K), 平成 23 年 7 月 5 日
  60. Hiroki Takezawa, Takashi Murase, Makoto Fujita, "Photosensitized Hydration of Alkynes with Highly Electron-Deficient Coordination Cages", 6<sup>th</sup> International Symposium on Macrocyclic & Supramolecular Chemistry, Brighton(U.K), 平成 23 年 7 月 5 日
  61. Horiuchi Shinnosuke, Murase Takashi, Fujita Makoto, "Alkyne Photoaddition of Dinuclear Ruthenium-Carbonyl Complexes Protected by a Self-Assembled Hollow Cage" The " 40 International Conference on Coordination Chemistry" (ICCC40), Valencia(Spain),平成 24 年 9 月 10-13 日
  62. Ikemoto Koki, Inokuma Yasuhide, Fujita Makoto," X-ray Snapshot Observation of Diels–Alder Reactions within a Porous Coordination Netowrk" 40 International Conference on Coordination Chemistry" (ICCC40), Valencia(Spain), 平成 24 年 9 月 10-13 日
  63. Osuga Takafumi, Murase Takashi, Fujita Makoto, "Synthesis of Au–Ag Multi-Decker Ion Clusters within Self-Assembled Coordination Cages" 40 International Conference on Coordination Chemistry" (ICCC40), Valencia(Spain), 平成 24 年 9 月 10-13 日
  64. Hiroki Takezawa, Takashi Murase, Makoto Fujita, "Twisting of a Tetrasubstituted Ole!n via Inclusion in a Td-Symmetric Cage" 40 International Conference on Coordination Chemistry" (ICCC40), Valencia(Spain), 平成 24 年 9 月 10-13 日
  65. Guo-Hong Ning, Yasuhide Inokuma, Makoto Fujita, "CH<sub>3</sub>NCS-installed Capsule Network: A Non-volatile Crystalline Reagent for thocarbamoylation of Amines" 40 International Conference on

- Coordination Chemistry” (ICCC40), Valencia(Spain), 平成 24 年 9 月 10-13 日
66. Tatsuya Ichijo, Sota Sato, Makoto Fujita, “Template synthesis of monodisperse titania nanoparticles within self-assembled spherical complexes” 40 International Conference on Coordination Chemistry” (ICCC40), Valencia(Spain), 平成 24 年 9 月 10-13 日
  67. Nodoka Kojima, Yasuhide Inokuma, Makoto Fujita, “Bimolecular Reaction within the Crystals of Networked Molecular Cages” 40 International Conference on Coordination Chemistry” (ICCC40), Valencia(Spain), 平成 24 年 9 月 10-13 日
  68. Takashi Murase, Shinnosuke Horiuchi, Hiroki Takezawa, and Makoto Fujita, “Anchoring, Twisting, and Reacting a Molecule by Encapsulation” The 6<sup>th</sup> Takeda Science Foundation Symposium on PharmaSciences, Toyama, 平成 24 年 9 月 10-13 日
  69. Tatsuhiko Arai, Yasuhide Inokuma, Makoto Fujita, “Guest encapsulation in the networked cages and capsules for crystalline state reactions” The 6<sup>th</sup> Takeda Science Foundation Symposium on PharmaSciences, Toyama, 平成 24 年 9 月 13 日
  70. Junko Ariyoshi, Shota Yoshioka, Yasuhide Inokuma, Makoto Fujita, ” LC-XRD: Marriage of microgram-scale separation and X-ray crystallography” The 6<sup>th</sup> Takeda Science Foundation Symposium on PharmaSciences, Toyama, 平成 24 年 9 月 13 日
  71. Yu Koyama, Takashi Murase, Makoto Fujita, ” Close Packing of an Organic Substrate with a Pd(II) or Pt(II) Complex within a Coordination Cage” The 6<sup>th</sup> Takeda Science Foundation Symposium on PharmaSciences, Toyama, 平成 24 年 9 月 13 日
  72. Shota Yoshioka, “LC-XRD: Marriage of microgram-scale separation and X-ray crystallography” The Japanese-German Symposium on Coordination Programming, Munster(Germany), 平成 24 年 10 月 25 日
  73. Tomohisa Sawada, “The  $\alpha/\beta/\gamma$ -Peptide Foldamer that Forms an  $\alpha$ -Helix-like Conformations in Water”, Tateshina Conference on Organic Chemistry, Nagano(Japan), 平成 24 年 11 月 10 日

加藤 晃一グループ

① 招待講演 (国内会議 36 件、国際会議 32 件)

国内

1. 加藤晃一、安定同位体標識技術を利用したタンパク質・複合糖質の構造解析、第 2 回新薬創生研究会(東海村)、平成 19 年 10 月 12 日
2. 加藤晃一、細胞表層における糖鎖認識の構造基盤: 超高磁場 NMR と糖鎖ライブラリーによるアプローチ、第 29 回生体膜と薬物の相互作用シンポジウム(仙台)、平成 19 年 11 月 25 日
3. 加藤晃一、翻訳後に多様化するタンパク質への構造生物学的アプローチ、CBRC2007(東京)、平成 19 年 12 月 20 日
4. 加藤晃一、翻訳後に多様化するタンパク質への NMR アプローチ、立命館大学工学研究所シンポジウム、草津、平成 20 年 11 月 29 日
5. 加藤晃一「構造グライコミクスの産業展開」、理研 NMR 利用者懇談会 第 2 回総会・講演会、横浜、平成 21 年 7 月
6. 加藤晃一「アミロイド  $\beta$  とグングリオシドクラスターの相互作用の超高磁場 NMR 解析」、大阪大学蛋白質研究所セミナー「蛋白質立体構造を基盤とするプリオン現

- 象の解明と制御」、吹田、平成 21 年 7 月
7. 加藤晃一「糖鎖構造解析の体系的戦略:プロファイリングから3次元構造解析まで」、「糖鎖新技術が開拓する未踏のバイオ分野とバイオシミラー」2009 分析展 JAIMA コンファレンス、幕張、平成 21 年 9 月
  8. 加藤晃一「糖鎖構造生物学の体系的戦略と産業展開」、千里ライフサイエンス新適塾「未来創薬への誘い」第 8 回会合、豊中、平成 21 年 10 月
  9. K. Kato, “Development and application of strategic methodology of structural glycobiology” 第 8 回統合バイオサイエンスシンポジウム、掛川、平成 21 年 11 月.
  10. 加藤晃一「糖鎖によるタンパク質社会の秩序維持」、GlycoTOKYO 2009 シンポジウム、東京、平成 21 年 11 月
  11. 加藤晃一(岡崎統合バイオサイエンスセンター)、「複合糖質の構造・機能解析の体系的な研究戦略」、蛋白研-統合バイオ合同セミナー、大阪、平成 22 年 4 月 22 日
  12. 加藤晃一、神谷由紀子(岡崎統合バイオサイエンスセンター、名市大院薬)、「真核細胞発現系を用いた糖タンパク質の安定同位体標識」、第 10 回日本蛋白質科学会年会、札幌、平成 22 年 6 月 18 日
  13. 矢木真穂、加藤晃一(名市大院薬、岡崎統合バイオサイエンスセンター)、「ガングリオシドクラスターに結合したアミロイド b の NMR 構造解析」、平成 22 年度生理学研究所研究会 糖鎖機能研究会…分子レベルでの解明を目指して、岡崎、平成 22 年 7 月 1 日
  14. 加藤晃一(岡崎統合バイオサイエンスセンター、名市大院薬、お茶の水女子大糖鎖科学教育研究センター、CREST)、「超高磁場 NMR による複合糖質の動的構造・相互作用解析」、大阪大学蛋白質研究所セミナー、吹田、平成 22 年 7 月 30 日
  15. 加藤晃一(岡崎統合バイオサイエンスセンター)、「複合糖質の構造・機能解析」、岡崎統合バイオサイエンスセンター・サマースクール、岡崎、平成 22 年 8 月 18 日
  16. 加藤晃一、「複合糖質の構造・機能解析の体系的な研究戦略」、蛋白研-統合バイオ合同セミナー、大阪、平成 22 年 4 月 22 日
  17. 加藤晃一、神谷由紀子、「真核細胞発現系を用いた糖タンパク質の安定同位体標識」、第 10 回日本蛋白質科学会年会、札幌、平成 22 年 6 月 18 日
  18. 矢木真穂、加藤晃一、「ガングリオシドクラスターに結合したアミロイド $\beta$  の NMR 構造解析」、平成 22 年度生理学研究所研究会 糖鎖機能研究会…分子レベルでの解明を目指して、岡崎、平成 22 年 7 月 1 日
  19. 加藤晃一、「超高磁場 NMR による複合糖質の動的構造・相互作用解析」、大阪大学蛋白質研究所セミナー、吹田、平成 22 年 7 月 30 日
  20. 加藤晃一、「複合糖質の構造・機能解析」、岡崎統合バイオサイエンスセンター・サマースクール、岡崎、平成 22 年 8 月 18 日
  21. 加藤晃一、「抗体医薬の開発に向けた多次元 HPLC 法および NMR 法による糖鎖解析技術」、技術情報協会セミナー「バイオ/抗体医薬品における特性解析技術と免疫原性評価法」、東京、平成 22 年 1 月 20 日
  22. 加藤晃一、「複合糖質の構造生物学」、岡崎統合バイオサイエンスセンター10 周年記念シンポジウム、岡崎、平成 22 年 2 月 11 日
  23. 矢木真穂、「ガングリオシドクラスターに結合したアミロイド $\beta$  ペプチドの NMR 構造解析」、立命館グローバル・イノベーション研究機構「蛋白質のフォールディングおよびフォールディング病発症機構の解明のための統合研究」セミナー、草津、平成 23 年 3 月 4 日
  24. 加藤晃一、「第3の生命鎖=糖鎖の分子科学」、計算分子科学研究拠点 第 1 回

- 実験化学との交流シンポジウム, 京都, 平成 23 年 11 月 11 日.
25. 矢木真穂, “GM1 クラスターを舞台とするアミロイド B の重合開始機構”, 第 12 回若手 NMR 研究会, 滋賀, 平成 23 年 6 月 24 日.
  26. 加藤晃一, “Molecular mechanisms underlying neurodegenerative disorders as studied by NMR spectroscopy NMR で探る神経変性疾患の分子メカニズム”, 第 8 回原子・分子・光科学(AMO)討論会, 東京, 平成 23 年 6 月 18 日.
  27. 加藤晃一, “糖鎖によるタンパク質の運命と機能の制御”, 第 27 回日本 DDS 学会, 東京, 平成 23 年 6 月 10 日.
  28. 矢木真穂, 加藤晃一, “ガングリオシドクラスターを舞台とするアミロイド B の構造転移と分子間相互作用”, 第 11 回日本蛋白質科学会年会, 大阪, 平成 23 年 6 月 8 日.
  29. 加藤晃一, “天然及び非天然変性状態にあるタンパク質の NMR 研究の実際”, 新学術領域研究「天然変性タンパク質の分子認識と機能発現」第二回若手育成講習会, 大阪, 平成 23 年 4 月 26 日.
  30. 加藤晃一, “糖鎖の生命分子科学”, 基礎生物学研究所・生理学研究所・分子科学研究所-名古屋工業大学 第4回 合同講演会, 岡崎, 平成 24 年 1 月 27 日.
  31. K. Kato, “Structural observations on sugar chains as protein extensions for functional promotion,” 第 12 回日本蛋白質科学会年会, 名古屋, 平成 24 年 6 月 21 日
  32. 加藤晃一, “糖鎖改変による抗体医薬の機能向上の構造基盤,” 第4回糖鎖科学中部拠点研究会, 名古屋, 平成 24 年 10 月 2 日
  33. 矢木真穂, “アミロイド  $\beta$  の構造転移と分子間相互作用,” 大阪大学蛋白質研究所セミナー・包括脳ネットワーク研究会 第3回神経科学と構造生物学の融合研究会, 大阪, 平成 24 年 10 月 5 日
  34. K. Kato, “NMR of glycoproteins,” Pharmaceutical NMR Lecture Series in Osaka, 2012.10.25 (大阪).
  35. 加藤晃一, “生体分子の自己組織化プロセスの精密構造解析,” CREST「ナノ界面技術の基盤構築」研究領域第2回公開シンポジウム「ナノ界面が生み出す次世代機能」, 2012 年 12 月 10 日 (東京)
  36. 加藤晃一, “NMR と SANS によるタンパク質の動的構造解析,” 中性子連携研究会 2013 年 3 月 13 日 (東京)

## 国際

1. 加藤晃一、Stable-isotope-assisted Analyses of Amyloid  $\beta$ -peptide in Association with GM1 Micelles、The 16<sup>th</sup> Triennial Conference for the International Society of Magnetic Resonance (ISMAR2007) Kenting、平成 19 年 10 月 18 日
2. 加藤晃一、Structural Views of Glycoprotein-fate Determination in Cells、23<sup>rd</sup> International Conference on Magnetic Resonance in Biological Systems(San Diego)、平成 20 年 8 月 28 日
3. 加藤晃一、Structural Views of Glycoprotein-fate Determination in Cells、96<sup>th</sup> Indian Science Congress (Shillong)、平成 21 年 1 月 6 日
4. 加藤晃一、Structural Glycomics by Ultra-high Field NMR and Sugar Library Approaches、Bangladesh Chemical Congress 2008 (Dhaka)、平成 21 年 1 月 6 日
5. 加藤晃一、Stable-isotope-assisted Structural Analyses of Post-translationally、Diversified Proteins、ATI International Forum 2009 “Protein Structure Determination and Applications” (東海) 平成 21



年 3 月 10 日

6. K. Kato, "Structural Glycobiology by NMR and Sugar Library Approaches" 3<sup>rd</sup> APNMR 35<sup>th</sup> KMRS Joint Conference, Jeju-City (Korea), 平成 21 年 10 月
7. K. Kato, "Stable-isotope-assisted NMR approaches to structural glycomics" 20<sup>th</sup> International Symposium on Glycoconjugates, San Juan (Puerto Rico), 平成 21 年 11 月
8. Koichi Kato, "NMR characterization of the interactions between amyloid  $\beta$  and gangliosidic micelles", Max Planck Institute for Biophysical Chemistry Seminar, Göttingen, 平成 22 年 7 月 12 日
9. Koichi Kato, "A systematic structural glycobiology by NMR in conjunction with X-ray crystallography and sugar library approaches," The Chinese University of Hong Kong Seminar, Hong Kong (China), 平成 22 年 7 月 15 日
10. Koichi Kato, "A systematic structural glycobiology by NMR in conjunction with X-ray crystallography and sugar library approaches", Hong Kong University Seminar, Hong Kong, 平成 22 年 7 月 16 日
11. Koichi Kato, "STRUCTURAL GLYCOMICS BY NMR AND SUGAR LIBRARY APPROACHES", WCU Special Seminar, Yonsei University (Seoul), 平成 22 年 7 月 22 日
12. Koichi Kato, "A systematic approaches of structural glycobiology based on NMR and sugar library", International Workshop on Glycan Structure Analysis of Therapeutic Recombinant Glycoproteins, The Catholic University of Korea (Bucheon), 平成 22 年 7 月 23 日
13. Koichi Kato, "NMR Characterization of Conformations, Dynamics, and Interactions of Glycoconjugates", The 25<sup>th</sup> International Carbohydrate Symposium, Tokyo, 平成 22 年 8 月 3 日
14. Koichi Kato, "Structural and functional glycomics based on HPLC database, sugar library, and NMR spectroscopy", BIT's 8th Annual Congress of International Drug Discovery Science and Technology (IDDST), Beijing, 平成 22 年 10 月 24 日
15. Koichi Kato, "Structural and Functional Analyses of Post-Translationally Diversified Proteins", The 1<sup>st</sup> Yosei-IMS Joint Workshop, Jeju, 平成 22 年 11 月 6 日
16. Koichi Kato, "Sugar-protein interaction systems as potential therapeutic targets", 98<sup>th</sup> Indian Science Congress, Chennai (India), 平成 23 年 1 月 5 日
17. Takumi Yamaguchi, Sayoko Yamamoto, Mate Erdelyi, Christian Griesinger, Koichi Kato, "NMR conformational analysis of *N*-linked oligosaccharides by paramagnetic tagging", 98<sup>th</sup> Indian Science Congress, Chennai (India), 平成 23 年 1 月 5 日
18. Koichi Kato, "Structural Glycomic Approaches to Molecular Recognition Events on Cell Surfaces", IX<sup>th</sup> International Symposium on "Biochemical Roles of Eukaryotic Cell Surface Macromolecules", Trivandrum (India), 平成 23 年 1 月 28 日
19. Koichi Kato, Hirokazu Yagi, Yukiko Kamiya, Miho Nishio, Takumi Yamaguchi, Sayoko Yamamoto, Maho Yagi-Utsumi, Tsunehiro Mizushima, "A systematic approach to structural glycobiology", Third Korea-Japan Seminar on Biomolecular Sciences-Experiments and Simulations, Jeju-City (Korea), 平成 23 年 2 月 27 日
20. Maho Yagi-Utsumi, "Conformational transition and intermolecular

- interaction of amyloid  $\beta$  molecules promoted on GM1 clusters,” Shenyang Pharmaceutical University Special Seminar, Shenyang (China), 平成 23 年 10 月 25 日.
21. Koichi Kato, “Structural views of functional and pathological roles of sugar chains” The 71<sup>st</sup> Okazaki Conference on “New perspectives on molecular science of glycoconjugates”, Okazaki (Japan), 平成 23 年 10 月 12 日.
  22. Koichi Kato, “A Systematic Approach for Structural Glycoproteomics,” The 23<sup>rd</sup> Annual Meeting of the Korean Society for Molecular and Cellular Biology, Seoul (Korea), 平成 23 年 10 月 7 日.
  23. Koichi Kato, “Structural and molecular basis of carbohydrate-protein interaction systems as potential therapeutic targets,” The 31<sup>st</sup> Naito Conference: Glycan Expression and Regulation [II] Metabolites, Stress Response, Microdomains, and Beyond, Sapporo (Japan), 平成 23 年 9 月 15 日
  24. K. Kato, “Structural Basis for Improved Efficacy of Therapeutic Antibodies by Engineering of their Fc Glycans,” Antibodies Asia 2012 (Shanghai), 平成 24 年 2 月 22 日
  25. \*K. Kato, “Structural views of carbohydrate-protein interaction systems as potential therapeutic targets,” The 26<sup>th</sup> International Carbohydrate Symposium (ICS2012) (Madrid), 平成 24 年 7 月 26 日
  26. K. Kato, “Structural biology of post-translational modifications of proteins,” Seminar in Department of Biochemistry Yonsei University (Seoul), 平成 24 年 10 月 10 日
  27. K. Kato, “Conformational dynamics and interactions of glycoconjugates of therapeutic interest,” Commemorative Symposium on the 20<sup>th</sup> Anniversary of the Mizutani Foundation for Glycoscience, 2012.11.29 (Tokyo)
  28. K. Kato, “Structural Views of Carbohydrate-Protein Interaction Systems as Potential Therapeutic Targets,” Pure and Applied Chemistry International Conference 2013 (PACCON 2013), 2013 年 1 月 24 日 (Chon Buri, Thailand)
  29. T. Yamaguchi, and K. Kato, “NMR approaches to the molecular basis of oligosaccharide functions,” 2013 Asian Core Winter School. 2013 年 1 月 28 日 (Busan, Korea)
  30. M. Yagi-Utsumi, T. Yamaguchi, Y. Uekusa, and K. Kato, “NMR approaches for characterizing molecular recognition process of intrinsically disordered proteins,” Fifth Korea-Japan Seminars on Biomolecular Sciences: Experiments and Simulations, 2013.2.25 (High1 Resort, Korea)
  31. K. Kato, “Conformational dynamics and interactions of oligosaccharides in physiological and pathological contexts,” Fifth Korea-Japan Seminars on Biomolecular Sciences: Experiments and Simulations, 2013.2.25 (High1 Resort, Korea)
  32. K. Kato, “Molecular and structural basis for N-glycan-dependent determination of glycoprotein fates in cells,” Glycobiology Gordon Research Conference, 2013. 3. 4 (Ventura)

② 口頭発表 (国内会議 17 件、国際会議 12 件)

国内

1. 加藤晃一、「薬学への招待:創薬生命科学最前線」構造生物学を基盤とした生命分子工学、名古屋工業大学・名古屋市立大学第 4 回連携セミナー(名古屋)平成 20 年 3 月 7 日
2. 加藤晃一、構造グライコミクスによる創薬支援の可能性、日本薬学会 128 年会「グライコサイエンスから創薬へ」(横浜)、平成 20 年 3 月 26 日
3. 内海真穂、ガングリオシドクラスターの親水性/疎水性境界面におけるアミロイド $\beta$ の高次構造の NMR 解析、第 30 回生体膜と薬物の相互作用シンポジウム(札幌)、平成 20 年 8 月 7 日
4. 矢木-内海真穂、NMR によるアミロイド $\beta$  ペプチドと GM1 ガングリオシドクラスターとの相互作用解析、糖鎖名古屋拠点 第 7 回「若手の力」フォーラム(名古屋)、平成 21 年 9 月 30 日
5. 宇野剛、GM1 ガングリオシドを含有した小型バイセルの調製、日本病院薬剤師会東海ブロック・日本薬学会東海支部 合同学術大会 2009(四日市)、平成 21 年 11 月 23 日
6. 山本さよこ、常磁性タグを用いた糖鎖の NMR による立体構造解析法の開発、日本病院薬剤師会東海ブロック・日本薬学会東海支部 合同学術大会 2009(四日市)、平成 21 年 11 月 23 日
7. 矢木-内海真穂、NMR 法を用いたアミロイド $\beta$  ペプチドとガングリオシドクラスターの相互作用解析、日本薬学会 第 130 年会(岡山)、平成 22 年 3 月 28 日
8. 山口拓実、糖鎖の NMR 構造解析のための新規手法の開発、2009 年度生物物理学会中部支部講演会(岡崎)、平成 22 年 3 月 29 日
9. Maho Yagi, Kameda Tomoshi, Yoshiki Yamaguchi, Katsuhiko Yanagisawa, and Koichi Kato, “NMR analyses of the interactions between ganglioside clusters and amyloid  $\beta$ ”, 日本生物物理学会 第 48 回年会, 仙台, 平成 22 年 9 月 23 日
10. 矢木真穂, “ガングリオシドクラスターを舞台とするアミロイド $\beta$ の重合開始機構”, 第 1 回「認知症研究を知る若手研究者の集まり」, 大府, 平成 23 年 7 月 31 日.
11. 山口拓実, 山本さよこ, Erdélyi Máté, Griesinger Christian, 加藤晃一, “常磁性効果を応用した糖鎖の NMR 立体構造解析法の開発”, 日本化学会第 92 春季年会, 横浜, 平成 24 年 3 月 26 日.
12. Zhang Ying, 山本さよこ, 山口拓実, 加藤晃一, “NMR によるダイナミクス解析のためのガングリオシド糖鎖の常磁性タグ修飾”, 日本化学会第 92 春季年会, 横浜, 平成 24 年 3 月 26 日.
13. 植草義徳, 加藤晃一, “NMR を用いたガングリオシドの糖鎖間相互作用解析”, 日本化学会第 92 春季年会, 横浜, 平成 24 年 3 月 26 日.
14. 宇野剛, 矢木真穂, 山口拓実, 加藤晃一, “糖脂質含有バイセルを用いたガングリオシドと $\alpha$ -シヌクレインとの NMR 相互作用解析”, 日本化学会第 92 春季年会, 横浜, 平成 24 年 3 月 26 日
15. 山口拓実, Zhang Ying, 山本さよこ, 加藤晃一 常磁性 NMR 分光法と分子動力学計算を組み合わせた糖鎖の動的立体構造解析 第 39 回生体分子科学討論会, 仙台, 平成 24 年 6 月 9 日
16. 矢木真穂, 山口拓実, 植草義徳, 加藤晃一、NMR 法による神経変性疾患関連タンパク質とガングリオシドクラスターとの相互作用解析、第 34 回 生体膜と薬物の相互作用シンポジウム, 2012 年 11 月 16 日(京都)
17. Zhang Ying、山口拓実、山本さよこ、植草義徳、矢木真穂、加藤晃一、Paramagnetic NMR approaches for characterization of conformational dynamics and interactions of oligosaccharides、平成 24 年度 生物物理学

国際

1. Maho Yagi-Utsumi, Tomoshi Kameda, Yamagichi Yamaguchi, Katsuhiko Yanagisawa, Koichi Kato, "Interactions between amyloid  $\beta$  and ganglioside clusters as characterized by NMR spectroscopy", 24<sup>th</sup> International Conference on Magnetic Resonance in Biological Systems (ICMRBS), Cairns, 2010年8月24日
2. Maho Yagi-Utsumi, Tomoshi Kameda, Yoshiki Yamaguchi, Katsuhiko Yanagisawa, Koichi Kato, "NMR analyses of the interaction between amyloid  $\beta$  and GM1 clusters", 2<sup>nd</sup> Asian Communications of Glycobiology and Glycotechnology (ACGG) conference, Taipei, 2010年10月29日.
3. Maho Yagi-Utsumi, "NMR analyses of interaction modes of amyloid  $\beta$  with GM1 clusters", The 1<sup>st</sup> Yonsei-IMS Joint Workshop: "Structural Biology and Molecular Function", Jeju, 2010年11月6日.
4. Maho Yagi-Utsumi, Tomoshi Kameda, Yoshiki Yamaguchi, Katsuhiko Yanagisawa, Koichi Kato, "NMR characterization of the interaction between amyloid  $\beta$ -peptide and ganglioside clusters", The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2010), Honolulu, 2010年12月15日
5. Maho Yagi-Utsumi and Koichi Kato, "Conformational transition and intermolecular interaction of amyloid  $\beta$  molecules promoted on ganglioside clusters", The International Symposium on Nuclear Magnetic Resonance 2011 (ISNMR 2011), Yokohama (Japan), 2011年11月16日
6. Maho Yagi-Utsumi, Pornthip Boonsri, Yoshiki Yamaguchi and Koichi Kato, "Spectroscopic characterization of conformational transitions of membrane-binding peptides upon their specific interactions with glycolipids", 4<sup>th</sup> Japan-Korea Seminar on Biomolecular Sciences Experiments and Simulations, Nara (Japan), 2012年1月10日
7. Y. Uekusa, S. Sonnino, and K. Kato, NMR analysis of specific carbohydrate-carbohydrate interaction between gangliosides, The 26<sup>th</sup> International Carbohydrate Symposium (ICS2012), Madrid, 2012年7月25日
8. Y. Zhang, T. Yamaguchi, S. Yamamoto, and K. Kato, Oligosaccharide conformational dynamics analyses by using PCS in conjunction with MD simulation, The 26<sup>th</sup> International Carbohydrate Symposium (ICS2012), Madrid, 2012年7月23日
9. M. Yagi-Utsumi, P. Boonsri, Y. Yamaguchi, and K. Kato, NMR analyses of the conformational transition of the antibacterial peptide Sarcotoxin IA interacting with lipid A, 4<sup>th</sup> Asian Communications of Glycobiology and Glycotechnology (ACGG 2012 Conference), Jeju, 2012年10月29日
10. Y. Zhang, T. Yamaguchi, S. Yamamoto, Y. Uekusa, and K. Kato, Paramagnetic-assisted NMR analyses of conformational dynamics of gangliosides, 4<sup>th</sup> Asian Communications of Glycobiology and Glycotechnology (ACGG 2012 Conference), Jeju, 2012年10月29日
11. M. Yagi-Utsumi, and K. Kato, NMR Spectroscopic Characterization of the Pathogenic Interaction of Amyloid  $\beta$  Peptide with GM1 Clusters, Pure and Applied Chemistry International Conference 2013 (PACCON 2013), 2013年1月24日 (Chon Buri, Thailand)
12. T. Yamaguchi, Y. Zhang, and K. Kato, Paramagnetic Lanthanide-tagging

for NMR Conformational Characterization of Glycolipids, Pure and Applied Chemistry International Conference 2013 (PACCON 2013), 2013年1月24日 (Chon Buri, Thailand)

③ ポスター発表 (国内会議 17 件、国際会議 20 件)

国内

1. 内海真穂、GM1 ミセルの親水性/疎水性境界面におけるアミロイド $\beta$ ペプチドのトポロジーの NMR 解析、第 47 回 NMR 討論会(つくば)、平成 20 年 11 月 12 日
2. 山本さよこ、NMR による糖鎖の立体構造解析への常磁性タグの応用、糖鎖名古屋拠点 第 7 回「若手のカフォーラム」(名古屋)、平成 21 年 9 月 30 日
3. 宇野 剛、GM1 含有小型バイセルの調製、糖鎖名古屋拠点 第 7 回「若手のカフォーラム」(名古屋)、平成 21 年 9 月 30 日
4. 矢木真穂、亀田倫史、山口芳樹、柳澤勝彦、加藤晃一、「ガングリオシドクラスターに結合したアミロイド $\beta$ の NMR 構造解析」、第 74 回日本生化学会中部支部例会、名古屋、平成 22 年 5 月 29 日
5. 山本さよこ、山口拓実、Erdelyi Mate, Griesinger Christian, 加藤晃一、「N 型糖鎖の立体構造解析への常磁性 NMR の応用」、糖鎖科学名古屋拠点 第 8 回「若手のカフォーラム」、名古屋、平成 22 年 9 月 6 日
6. 宇野 剛、矢木真穂、山口拓実、加藤晃一、「糖脂質含有バイセルを用いた糖鎖クラスターの NMR 解析」、糖鎖科学名古屋拠点 第 8 回「若手のカフォーラム」、名古屋、平成 22 年 9 月 6 日
7. 宇野 剛、矢木真穂、山口拓実、加藤晃一、「バイセルを応用した糖脂質クラスターの NMR 解析」、第 59 回高分子討論会、札幌、平成 22 年 9 月 16 日
8. 山口拓実、山本さよこ、宇野 剛、加藤晃一、「NMR による糖鎖の立体構造解析のための新規手法の開発」、岡崎統合バイオサイエンスセンター 10 周年記念シンポジウム、岡崎、平成 23 年 2 月 10 日
9. 神谷由紀子、山本さよこ、千葉靖典、喜多島敏彦、地神芳文、加藤晃一、「遺伝子改変酵母を用いて安定同位体標識を施した高マンノース型糖鎖の超高磁場 NMR 解析」、糖鎖科学名古屋拠点 第 9 回「若手のカフォーラム」、岐阜、平成 23 年 10 月 22 日。
10. 山口拓実、Zhang Ying, 山本さよこ、加藤晃一、「常磁性プローブを用いた糖鎖の NMR 立体構造解析」、糖鎖科学名古屋拠点 第 9 回「若手のカフォーラム」、岐阜、平成 23 年 10 月 22 日。
11. 矢木真穂、加藤晃一、「ガングリオシドクラスターが誘起するアミロイド $\beta$ 重合の開始機構の解明」、第 30 回 日本糖質学会年会、長岡、平成 23 年 7 月 12 日
12. 植草義徳、加藤晃一 NMR を利用したガングリオシド糖鎖間相互作用の観測、糖鎖科学中部拠点 第 10 回「若手のカフォーラム」(静岡)、平成 24 年 9 月 6 日
13. 柳 浩太郎、神谷由紀子、千葉靖典、喜多島敏彦、地神芳文、加藤晃一、超高磁場 NMR 法を用いた高マンノース型糖鎖の構造解析、第 31 回 日本糖質学会年会、平成 24 年 9 月 18 日(鹿児島)
14. 山口拓実、Zhang Ying, 山本さよこ、亀田倫史、Erdélyi Máté, Griesinger Christian, 加藤晃一、常磁性 NMR 法による糖鎖の動的立体構造解析、第 31 回 日本糖質学会年会(鹿児島)、平成 24 年 9 月 18 日
15. 矢木真穂、Pornthip Boonsri, 山口芳樹、加藤晃一、NMR 法を用いたザルコトキシニン IA とリピド A との相互作用解析、第 31 回 日本糖質学会年会(鹿児島)、平成 24 年 9 月 18 日
16. 植草義徳、加藤晃一、NMR 法を用いたガングリオ複合体における特異的な糖質間相互作用の解析、第 31 回 日本糖質学会年会(鹿児島)、平成 24 年 9 月 19 日

17. 山口拓実, Zhang Ying, 山本さよこ, 亀田倫史, 加藤晃一, 常磁性効果を応用した糖鎖の動的立体構造解析, 第 51 回 NMR 討論会(名古屋), 平成 24 年 11 月 10 日

国際

1. 内海真穂、Up-and-Down Topological Mode of Amyloid  $\beta$ -Peptide Lying on Hydrophilic/Hydrophobic Interface of Ganglioside Clusters、23<sup>rd</sup> International Conference on Magnetic Resonance in Biological Systems(San Diego)、2008 年 8 月 28 日
2. M. Yagi-Utsumi, “NMR analyses of interaction mode of amyloid  $\beta$ -peptide with GM1 ganglioside clusters”, 3<sup>rd</sup> APNMR 35<sup>th</sup> KMRS Joint Conference, Jeju-City (Korea), 2009 年 10 月
3. Sayoko Yamamoto, Takumi Yamaguchi, Mate Erdelyi, Christian Griesinger, and Koichi Kato, “Paramagnetic NMR approach to conformational analysis of N-glycans”, Joint EUROMAR 2010 and 17<sup>th</sup> ISMAR Conference, Florence, 2010.7.5
4. Koichi Kato, Yukiko Kamiya, and Yoshiki Yamaguchi, “A systematic approach to NMR-based structural glycobiochemistry”, Joint EUROMAR 2010 and 17<sup>th</sup> ISMAR Conference, Florence, 2010 年 7 月 6 日
5. Maho Yagi-Utsumi, Tomoshi Kameda, Yoshiki Yamaguchi, Katsuhiko Yanagisawa, and Koichi Kato, “Structural basis of the interaction between ganglioside clusters and amyloid- $\beta$  peptide”, Joint EUROMAR 2010 and 17<sup>th</sup> ISMAR Conference, Florence, 2010 年 7 月 8 日
6. Takumi Yamaguchi, Sayoko Yamamoto, Mate Erdelyi, Christian Griesinger, and Koichi Kato, “Paramagnetic-tagging approach for NMR characterization of N-linked oligosaccharides”, 2<sup>nd</sup> Asian Communications of Glycobiology and Glycotechnology (ACGG) conference, Taipei, 2010 年 10 月 27 日
7. Takumi Yamaguchi, Sayoko Yamamoto, Mate Erdelyi, Christian Griesinger, Koichi Kato, “NMR spectroscopic approaches to the conformational characterization of N-linked oligosaccharides by introducing paramagnetic tags”, The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2010), Honolulu, 2010 年 12 月 16 日
8. Sayoko Yamamoto, Takumi Yamaguchi, Ying Zhang, Máté Erdélyi, Christian Griesinger and Koichi Kato, “Application of paramagnetic NMR to analyses of conformations and dynamics of oligosaccharides”, The International Symposium on Nuclear Magnetic Resonance 2011 (ISNMR 2011), Yokohama (Japan), 2011 年 11 月 16 日.
9. Yukiko Kamiya, Sayoko Yamamoto, Yasunori Chiba, Yoshifumi Jigami and Koichi Kato, “Development of metabolic isotope-labeling techniques for NMR spectroscopic analyses of highmannose-type oligosaccharides”, The International Symposium on Nuclear Magnetic Resonance 2011 (ISNMR 2011), Yokohama (Japan), 2011 年 11 月 16 日.
10. Ying Zhang, Takumi Yamaguchi, Sayoko Yamamoto and Koichi Kato, “NMR Study of the Conformation and Dynamics of GM3 Sugar Moiety by Paramagnetic-tagging”, 3<sup>rd</sup> Asian Communications of Glycobiology and Glycotechnology (ACGG 3<sup>rd</sup> Conference), Shanghai (China), 2011 年 10 月 27 日.
11. Maho Yagi-Utsumi and Koichi Kato, “NMR characterization of interaction modes of amyloid  $\beta$  with ganglioside clusters”, 3<sup>rd</sup> Asian

- Communications of Glycobiology and Glycotechnology (ACGG 3<sup>rd</sup> Conference), Shanghai (China), 2011 年 10 月 27 日
12. Maho Yagi-Utsumi and Koichi Kato, "NMR spectroscopic characterization of the pathogenic interaction of amyloid  $\beta$  peptide with ganglioside clusters", The 71<sup>st</sup> Okazaki Conference on "New perspectives on molecular science of glycoconjugates", Okazaki (Japan), 2011 年 10 月 13 日
  13. Yukiko Kamiya, Sayoko Yamamoto, Yasunori Chiba, Yoshifumi Jigami and Koichi Kato, "Development of metabolic  $^{13}\text{C}$ -labeling techniques for NMR analyses of high-mannose-type oligosaccharides using genetically engineered yeast strains", The 71<sup>st</sup> Okazaki Conference on "New perspectives on molecular science of glycoconjugates", Okazaki (Japan), 2011 年 10 月 13 日
  14. Sayoko Yamamoto, Takumi Yamaguchi, Máté Erdélyi, Christian Griesinger and Koichi Kato, "Paramagnetic NMR approach to analyses of conformations and dynamics of oligosaccharides in solution", The 71<sup>st</sup> Okazaki Conference on "New perspectives on molecular science of glycoconjugates", Okazaki (Japan), 2011 年 10 月 13 日
  15. Ying Zhang, Takumi Yamaguchi, Sayoko Yamamoto and Koichi Kato, "Application of lanthanide ions for NMR characterization of oligosaccharides", SOKENDAI Asian Winter School "Basics and Frontiers in Molecular Science", Okazaki (Japan), 2012 年 1 月 11 日
  16. Y. Zhang, T. Yamaguchi, S. Yamamoto, and K. Kato, Oligosaccharide conformational dynamics analyses by using PCS in conjunction with MD simulation, The 26<sup>th</sup> International Carbohydrate Symposium (ICS2012), Madrid, 2012 年 7 月 23 日 \* 口頭発表と同演題で行いました
  17. M. Yagi-Utsumi, P. Boonsri, Y. Yamaguchi, and K. Kato, NMR analyses of the conformational transition of the antibacterial peptide Sarcotoxin IA interacting with lipid A, 4<sup>th</sup> Asian Communications of Glycobiology and Glycotechnology (ACGG 2012 Conference), Jeju, 2012 年 10 月 29 日
  18. Y. Zhang, T. Yamaguchi, S. Yamamoto, Y. Uekusa, and K. Kato, Paramagnetic-assisted NMR analyses of conformational dynamics of gangliosides, 4<sup>th</sup> Asian Communications of Glycobiology and Glycotechnology (ACGG 2012 Conference), Jeju, 2012 年 10 月 29 日
  19. K. Yanagi, Y. Kamiya, T. Kitajima, T. Yamaguchi, Y. Chiba, and K. Kato, Comparative conformational analysis of high-mannose-type oligosaccharides using high-field NMR spectroscopy combined with  $^{13}\text{C}$ -labeling technique, 4<sup>th</sup> Asian Communications of Glycobiology and Glycotechnology (ACGG 2012 Conference), Jeju, 2012 年 10 月 29 日
  20. T. Yamaguchi, Y. Zhang, K. Kato, NMR spectroscopic approaches to the conformational dynamics of oligosaccharides by paramagnetic tagging, The First International Symposium on Biofunctional Chemistry (ISBC2012). 2012 年 11 月 28-29 日 (東京)

加藤 立久グループ

① 招待講演 (国内会議 1 件、国際会議 0 件)

1. 加藤立久、少し大きい分子の分子磁性、第4回福井センターセミナー(京都大学福井謙一記念研究センター)、京都、平成 19 年 11 月 2 日

② 口頭発表 (国内会議 1 件、国際会議 0 件)

1. 和田資子<sup>\*1</sup>、若林知成<sup>\*1</sup>、加藤立久 (\*1 近畿大院・理), 「ポリイン・ヨウ素錯体の光誘起反応」, 第 4 回分子科学討論会 2010(大阪大学), 大阪, 平成 22 年 9 月 14 日~17 日

③ ポスター発表 (国内会議 16 件、国際会議 1 件)

国内

1. 加藤立久(城西大)、長田良一(城西大)、枝松徹(城西大)、Michael Scheloske(ベルリン自由大)、Wolfgang Harneit(ベルリン自由大)、若原孝次(物材研)、宮澤薫一(物材研)、「N@C60/C60 ナノユイスカーの ESR 測定」、第 35 回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、東京工業大学(東京)、平成 20 年 8 月 27 日~29 日
2. 和田資子(近畿大)、若林知成(近畿大)、長田良一(城西大)、加藤立久(城西大)、「ポリイン・ヨウ素混合溶液における禁制遷移の増強効果」、第 2 回分子科学討論会、福岡国際会議場(福岡)、平成 20 年 9 月 24 日~27 日
3. 和田資子<sup>\*1</sup>、長田良一、槐靖範、若林知成<sup>\*1</sup>、加藤立久 (\*1 近畿大理工)、「溶液中におけるポリイン・ヨウ素錯体の光誘起生成」、第 37 回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム(つくば国際会議場)、平成 21 年 9 月 1 日~3 日
4. 高野勇太<sup>\*1</sup>、山田道夫<sup>\*1</sup>、二川秀史<sup>\*1</sup>、Zdenek Slanina<sup>\*2</sup>、溝呂木直美<sup>\*1</sup>、生沼みどり<sup>\*1</sup>、土屋敬広<sup>\*1</sup>、前田優<sup>\*3</sup>、赤阪健<sup>\*1</sup>、加藤立久、永瀬茂<sup>\*2</sup> (\*1 筑波大 TARA センター, \*2 分子研, \*3 学芸大理)、「常磁性金属内包フラーレンの分子変換と物性開拓」、第 37 回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム(つくば国際会議場)、平成 21 年 9 月 1 日~3 日
5. 佐藤悟<sup>\*1</sup>、前田優<sup>\*2</sup>、稲田浩司<sup>\*1</sup>、二川秀史<sup>\*1</sup>、山田道夫<sup>\*1</sup>、溝呂木直美<sup>\*1</sup>、長谷川正<sup>\*1</sup>、土屋敬広<sup>\*1</sup>、赤阪健<sup>\*1</sup>、加藤立久、Zdenek Slanina<sup>\*2</sup>、永瀬茂<sup>\*2</sup> (\*1 筑波大 TARA センター, \*2 学芸大理, \*3 分子研)、「金属内包フラーレンの位置選択的な二段階修飾」、第 37 回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム(つくば国際会議場)、平成 21 年 9 月 1 日~3 日
6. 槐靖範、加藤立久、和田資子<sup>\*1</sup>、若林知成<sup>\*1</sup> (\*1 近畿大理工)、「溶液内での光誘起によるポリイン・臭素錯体形成」、第 37 回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム(つくば国際会議場)、平成 21 年 9 月 1 日~3 日
7. 安倍学<sup>\*1</sup>、中村岳史<sup>\*1</sup>、前田倫<sup>\*1</sup>、古川貢<sup>\*2</sup>、加藤立久 (\*1 広島大院理, \*2 分子研)、「テトララジカルのスピン整列に及ぼす置換基効果」、SEST2009 第 48 回電子スピンサイエンス学会年回(神戸大学)、平成 21 年 11 月 10 日~12 日
8. Fatin Hajjaj<sup>\*1</sup>、田代健太郎<sup>\*2</sup>、二川秀史<sup>\*3</sup>、赤阪健<sup>\*3</sup>、古川貢<sup>\*4</sup>、加藤立久、相田卓三<sup>\*1</sup> (\*1 東大院工, \*2 物材機構, \*3 筑波大 TARA センター, \*4 分子研)、「施錠可能なホストに包接されるフラーレンゲストの電子スピンスイッチング」、SEST2009 第 48 回電子スピンサイエンス学会年回(神戸大学)、平成 21 年 11 月 10 日~12 日
9. 加藤立久、古川貢<sup>\*1</sup>、Wujun Fu<sup>\*2</sup>、Harry Dorn<sup>\*2</sup> (\*1 分子研, \*2 Virginia Tech.)、「内包フラーレン Gd<sub>2</sub>@NC<sub>79</sub> のスピン状態」、第 39 回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム(京都大学)、平成 22 年 9 月 5 日~7 日
10. 加藤立久、柴田大樹<sup>\*1</sup>、若林知成<sup>\*2</sup>(\*1 城西大・理, \*2 近畿大院・理)、シクロデキストリンに包接された N@C<sub>60</sub> 水溶液の ESR 測定、第 40 回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム、名城大学、平成 23 年 3 月 8 日~10 日
11. 和田資子<sup>\*1</sup>、若林知成<sup>\*1</sup>、加藤立久(\*1 近畿大院・理)、無極性溶媒中におけるポリイン・ヨウ素錯体の電子スペクトル、第 41 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シ



- ンポジウム, 首都大学東京, 平成 23 年 9 月 5 日～7 日
12. 相澤俊博(京大院人環), 赤阪健(筑波大 TARA センター), 栗原広樹(筑波大 TARA センター), 加藤立久(京大高等教育機構・京大院人環)、“ $\text{La}_2\text{@C}_{80}\text{-C}_3\text{N}_3\text{Ph}_2$  と  $\text{La}_2\text{@C}_{80}$  アニオンの ESR スペクトル”、第 42 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム、東京大学、平成 24 年 3 月 6 日～8 日
  13. 岡本光弘(京大院人環), 高橋弘樹(京大院人環), 河野正規(Pohang Univ.), 金折賢二(京都工繊大), 古川貢(分子研), 加藤立久(京大高等教育機構・京大院人環)、“ $\text{N@C}_{60}$  ガンマシクロデキストリン包接体水溶液の ESR 測定”、第 42 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム、東京大学、平成 24 年 3 月 6 日～8 日
  14. 岡本光弘(京大院人環), 岩本貴寛(京大化研), 山子茂(京大化研), 加藤立久(京大高等教育機構・京大院人環)、“溶液中で[10]Cycloparaphenylene と共存する  $\text{N@C}_{60}$  の ESR 測定”、第 44 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム、東京大学、平成 25 年 3 月 11 日～13 日.
  15. 香山貴彦(京大院人環), 茅原栄一(京大化研), 山子茂(京大化研), 加藤立久(京大高等教育機構・京大院人環)、“[n]Cycloparaphenylene カチオンラジカルの ESR 測定”、第 44 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム、東京大学、平成 25 年 3 月 11 日～13 日.
  16. 相澤俊博(京大院人環), 堀口諭吉(筑波大院・数物系), 長崎幸夫(筑波大院・数物系), 篠原久典(名大院・理), 加藤立久(京大高等教育機構・京大院人環)、“水溶液中の  $\text{Gd@C}_{82}\text{-PEG-b-PAMA}$  錯体ナノパーティクルが示す磁性”、第 44 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム、東京大学、平成 25 年 3 月 11 日～13 日

#### 国際

1. 加藤立久、Metal Porphine Oligomers on Organic-Pillared Coordination Cages、ISESS-SEST 2007(A Joint Conference of the International Symposium on Electron Spin, Science and the 46<sup>th</sup> Annual Meeting of the Society of Electron Spin Science and Technology)、静岡県コンベンションアーツセンター、平成 19 年 11 月 6～9 日

#### (4)知財出願

- ①国内出願 (9 件)
- ②海外出願 (3 件)

#### (5)受賞・報道等

##### ①受賞

##### 藤田 誠グループ

- (1) 吉沢道人、東京大学 GCOE 海外レクチャーシップ賞、平成 19 年 2 月
- (2) 菊池 貴、応用化学専攻修士論文発表優秀賞、平成 19 年 3 月
- (3) 西岡由紀、応用化学専攻修士論文発表優秀賞、平成 19 年 3 月
- (4) 奥村知世、応用化学専攻卒業論文発表最優秀賞(工学部長賞)、平成 19 年 3 月
- (5) 畠山良幸、応用化学専攻卒業論文発表優秀賞、平成 19 年 3 月
- (6) 花岡雄哉、応用化学専攻卒業論文発表優秀賞、平成 19 年 3 月
- (7) 澤田知久、第 58 回錯体化学討論会ポスター賞、平成 19 年 9 月
- (8) 鈴木康介 第 58 回錯体化学討論会ポスター賞、平成 19 年 9 月
- (9) 尾崎悠介 平成 20 年度応用化学専攻修士論文発表最優秀賞(工学系研究科長賞)、

平成 20 年 3 月

- (10) 河野正規 第 26 回日本化学会学術賞、平成 20 年 3 月
- (11) 藤田誠、文部科学大臣表彰科学技術賞(研究部門)、平成 20 年 4 月
- (12) 佐藤宗太、有機合成化学協会 三井化学研究企画賞、平成 20 年 12 月
- (13) 荒井達彦、Poster Award、ISMSC2010、平成 22 年 6 月
- (14) 池本晃喜、Poster Award、ISMSC2010、平成 22 年 6 月
- (15) 澤田知久、学生講演賞、日本化学会第 90 春季年会、平成 22 年 7 月
- (16) 藤田誠、第7回江崎玲於奈賞、財団法人茨城県科学技術振興財団、平成 22 年 9 月 27 日
- (17) 藤田誠、平成 22 年度錯体化学会賞、Pioneering Study on Self-assembly Using Coordination Bonds、平成 22 年 9 月 29 日
- (18) 諸原理、最優秀賞(藤嶋賞)、東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻修士論文発表、平成 23 年 3 月 15 日
- (19) 藤田 誠、Purdue University H. C. Brown Lecturer 賞、平成 23 年 4 月 30 日
- (20) 孫 慶福、6th International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry ポスター賞、平成 23 年 7 月 7 日
- (21) 大須賀 孝史、錯体化学第 61 回討論会ポスター賞、平成 23 年 9 月 19 日
- (22) 藤田 誠、University of British Columbia 3M Lectureship Award、平成 23 年 10 月 4 日
- (23) 堀内 新之介、錯体化学会第 61 回討論会学生講演賞、平成 23 年 10 月 14 日
- (24) 藤田 誠、トムソン・ロイター第3回リサーチフロントアワード、平成 24 年 2 月 21 日
- (25) 猪熊 泰英、東京大学 GCOE レクチャーシップ賞、平成 24 年 2 月
- (26) 藤田 誠、M. S. Kharasch Lectureship (Chicago University)、平成 24 年 4 月
- (27) 藤田 誠、Abbott Lectureship (Illinois University) 平成 24 年 4 月
- (28) 有吉絢子、6th Takeda Science Foundation Symposium ポスター賞、平成 24 年 9 月 14 日
- (29) 竹澤浩気、40 International Conference on Coordination Chemistry ポスター賞、平成 24 年 9 月 13 日
- (30) 藤田誠、Arthur C. Cope Scholar Awards、平成 24 年 9 月 18 日
- (31) 吉岡翔太、船越 龍・鶴代賞、平成 24 年 9 月 25 日
- (32) 竹澤浩気、第 62 回錯体化学討論会学生講演賞、平成 24 年 10 月 14 日
- (33) 吉岡翔太、Japanese-German Symposium on Coordination Programming ポスター賞、平成 24 年 10 月 28 日
- (34) 神山祐、第2回 CSJ 化学フェスタ優秀ポスター賞、平成 24 年 11 月 13 日
- (35) 方煜、第2回 CSJ 化学フェスタ優秀ポスター賞、平成 24 年 11 月 13 日
- (36) 猪熊 泰英、第 7 回 PCCP Prize、平成 25 年 2 月 8 日
- (37) 藤田 誠、第 65 回日本化学会賞、平成 25 年 2 月 8 日
- (38) 藤田 誠、ACS 2013 National Award、平成 25 年 2 月 8 日

加藤 晃一グループ

- (1) 矢木真穂、奨励賞、第 74 回日本生化学会中部支部例会、2010 年 5 月
- (2) 加藤晃一、日本薬学会学術振興賞、2011 年 3 月
- (3) 山口拓実、日本化学会第 92 春季年会優秀講演賞(学術)、2012 年 3 月
- (4) Ying Zhang、平成 24 年度総合研究大学院大学学長賞、2012 年 4 月
- (5) 佐藤匡史、平成 24 年度(第 15 回)日本糖質学会奨励賞、2012 年 9 月

② マスコミ(新聞・TV等)報道

- 1) 化学工業日報、2008 年 4 月 7 日「ナノ単結晶フラスコ開発」
- 2) 日経産業新聞、2009 年 2 月 23 日「塩基対3対の DNA 世界初、東大が作製 複

- 製仕組み解明に道」
- 3) 産経新聞、2009年3月23日「分子が勝手に“整列” ナノの構造体を作る」
- 4) 化学反応時の分子の構造変化をスナップショット観察、結晶内空間で達成：新反応開発に役立つ画期的成果
- ・ プレス発表、2009年10月1日  
(<http://www.jst.go.jp/pr/announce/20091001/index.html>)
- 概要：周期構造（結晶性）を持つ無数の微細な空孔が開いた物質（細孔性物質）の細孔に反応剤を注ぐことで、結晶の周期構造を維持したまま化学反応を進行させ、原料から非常に不安定な反応中間体（ヘミアミナール）を経て、最終生成物に至るまでの各反応ステップを単結晶構造解析で直接観察することに成功した。X線結晶構造解析の手法と結晶性フラスコ概念を合わせることで、化学反応のスナップショット撮影を実現した。
- 5) 均一構造のナノシリカ粒子カプセル状分子の中で達成：画期的なナノ粒子合成法を開発
- ・ プレス発表、2009年11月23日  
(<http://www.jst.go.jp/pr/announce/20091123/index.html>)
- 概要：カプセル状配位錯体の内部をテンプレートとして、分子レベルで構造制御した無機ナノ粒子の合成手法を開発した。自己組織化を使うことで厳密に制御して構築した錯体の構造を、内部での反応生成物に厳密に転写することに成功した。今回、シリカナノ粒子の合成を検討し、従来法では作ることが難しかった5ナノメートル以下の大きさの粒子を、非常に均一な構造を持つ球状粒子として得た。構造均一性の指標となる多分散度は、1.01以下という驚くべき結果が得られた。この手法により、分子量では5千～3万1千、直径では2～4ナノメートルの範囲内で、ねらった通りのシリカゲルを精密に合成できることを見いだした。
- 6) 72成分からひとりでに組み上がる精密な球状物質 — ウイルス殻生成のしくみを実験的に検証 —
- ・ プレス発表、2010年4月30日  
(<http://www.u-tokyo.ac.jp/public/pdf/220430.pdf>)
- 概要：人工的に巨大な球構造を、世界最多72成分の自己組織化によって100%の効率で作出した。この物質は、構成成分をわずかに変化させると、あるしきい値を境に、劇的に異なる一義構造に変化する。ウイルス殻構造などの生物構造の自己組織化が同じ仕組みによって、ただ一つの構造のみをとるしくみを実験的に検証できた。
- ・ 日刊工業新聞、2010年4月30日「東大、金属イオンでウイルスのたんぱく質構造を再現」
  - ・ 日経産業新聞、2010年4月30日「金属イオン・有機化合物72個 混ぜると微細粒子に」
  - ・ 科学新聞、2010年5月14日「72成分を人工的に自己組織化」
- 7) 「結晶スポンジ」：フラーレンを35wt%吸蔵する細孔性の結晶材料
- ・ プレス発表、2010年7月26日  
(<http://www.jst.go.jp/pr/announce/20100726/index.html>)
- 4つの三角形有機分子と6つのコバルトイオンから成る正八面体カゴ型錯体を各頂点を共有することで無限に配列し、細孔性錯体にすることに成功した。このカゴ型ユニットは単結晶中においても溶液から選択的にゲスト分子を取り込むことができ、その様子はX線結晶構造解析により容易に観測できた。また、この錯体の細孔は非常に大きな立方八面体型のカゴからできており、このカゴはフラーレンを35重量%までとりこむことが分かった。さらに、C<sub>60</sub>とC<sub>70</sub>の混合溶液からはC<sub>70</sub>の選択的取り込みが起こることが分かった。
- 8) 藤田誠、江崎玲於奈賞受賞

- ・ 北日本新聞、2010年8月21日「化学から切り込めてうれしい」(“けさの人”欄)
  - ・ 日本海新聞、2010年8月21日「今年の江崎玲於奈賞に決まった化学者の東京大教授 藤田誠さん」(“人”欄)
  - ・ 福井新聞、2010年8月21日「「できてしまう」ものづくりに気付いた」(“ひと”欄)
  - ・ 四國新聞、2010年8月21日「「できてしまう」ものづくりに気付いた」(“時の人”欄)
  - ・ 茨城新聞、2010年8月23日「今年の江崎玲於奈賞に決まった化学者の東京大教授 藤田誠さん」(“時の人”欄)
  - ・ 新潟新聞、2010年8月23日「今年の江崎玲於奈賞に決まった化学者の東京大教授 藤田誠さん」(“きょうの人”欄)
  - ・ 神戸新聞、2010年8月26日「ことしの江崎玲於奈賞に決まった東京大教授 藤田誠さん」(“人”欄)
  - ・ 高知新聞、2010年8月27日「物理の世界に化学から切り込めてうれしい」(“ひと”欄)
  - ・ 東京新聞、2010年8月29日「今年の江崎玲於奈賞に決まった化学者の東京大教授 藤田誠さん」(“この人”欄)
  - ・ 山陰中央新聞、2010年8月29日「ことしの江崎玲於奈賞に決まった化学者の東京大教授 藤田誠さん」(“顔”欄)
  - ・ 讀賣新聞、2010年9月28日「江崎玲於奈賞授賞式」
  - ・ 讀賣新聞、2010年10月1日「藤田誠さん」(“顔”欄)
- 9) 讀賣新聞、2010年9月28日「江崎玲於奈賞授賞式」
- 10) 毎日新聞、2011年1月4日「フロンティア 世界を変える研究者⑬ 脱「力づく」で分子多様に」
- 11) 半正多面体から星形多面体をかたちづくる 一ひとりでに組み上がり形状変換できる立体分子—

概要: 自己組織化を使った合成では、多面体構造を持つ分子が得られることが多い。金属イオンを頂点、有機配位子を辺と定義すると、さまざまな種類の多面体の報告例があるが、星形多面体の構造を持つ分子は、構造の複雑さから合成例が無い。今回、半正多面体を形作る錯体骨格に、柔軟なリンカーを介して新たな配位部位を導入したところ、金属イオンを添加することで、段階的に自己組織化がすすみ、半正多面体から星形多面体に形状変換できた。また、この2段階目の反応は可逆であることも見いだした。

・ プレス発表、2012年3月12日

概要: 自己組織化により、中空の巨大分子の内面に親水性の糖鎖界面を構築し、その内部にタンパク質を丸ごと生け捕りにした。生体環境を模倣した内面がタンパク質を中心部分に包み込むことで、安定に溶液状態および固体状態において、タンパク質を閉じ込めた錯体の構造決定をすることができた。巨大な生体分子を、人工的に合成した精密な中空構造に閉じ込めた初めての例であり、新しい生体分子の機能や構造制御法、構造解析手法に展開されると期待される。

東京大学

(<http://www.t.u-tokyo.ac.jp/epage/release/2012/12031201.html>)

Spring-8([http://www.spring8.or.jp/ja/news\\_publications/press\\_release/2012/120312\\_2](http://www.spring8.or.jp/ja/news_publications/press_release/2012/120312_2))

KEK(<http://pfwww.kek.jp/indexj.html>)

- ・ 日刊工業新聞、2012年3月12日「東大、星形多面体化合物の合成に成功—薬物送達への応用期待」

- 12) 読売新聞、2012年6月14日「100超す新たな分子合成」(“探求”欄)
- 13) 人工カプセルでたんぱく質の生け捕りに成功
- ・ プレス発表、2012年10月4日  
JST(<http://www.jst.go.jp/pr/announce/20121003/index.htm>)  
分子科学研究所(<http://www.ims.ac.jp/topics/2012/121001.html>)  
Spring-8(<http://www.ims.ac.jp/topics/2012/121001.html>)
  - ・ 時事通信 (<http://www.jiji.com/jc/zc?k=201210/2012100300061>) 他、  
Yahoo!ニュース・Livedoor News・@nifty ニュース・goo ニュース・excite ニュース・BIGLOBE ニュース、2012年10月3日「たんぱく質を丸ごと生け捕り=分子の「かご」で—新薬開発の応用期待も・東大など」
  - ・ 日刊工業新聞、2012年10月3日「たんぱく質1分子 人工カプセルで包む」
  - ・ 化学工業日報、2012年10月3日「人工ナノカプセル たんぱく質を閉じ込め」
  - ・ 日経産業新聞、2012年10月3日「たんぱく質丸ごと包む」
  - ・ MSN 産経ニュース、2012年10月3日「タンパク質を球状のかごに閉じ込め創薬への応用に期待」
  - ・ 時事通信、2012年10月3日「たんぱく質を丸ごと生け捕り=分子の「かご」で—新薬開発の応用期待も・東大など」  
(<http://www.jiji.com/jc/zc?k=201210/2012100300061>)
  - ・ 東大工学部 web サイト、2012年10月3日「人工カプセルでたんぱく質の生け捕りに成功 -自己組織化によって合成したカプセル分子内にたんぱく質を丸ごと閉じ込め-： 応用化学専攻 藤田誠教授、佐藤宗太講師」  
(<http://www.t.u-tokyo.ac.jp/epage/release/2012/12100301.html>)、
  - ・ 北國新聞、2012年10月5日「かごの中にタンパク質」
  - ・ Todai Research、2012年10月25日「人工カプセルでたんぱく質の生け捕りに成功」  
(<http://www.u-tokyo.ac.jp/ja/todai-research/research-information/take-n-alive/>)
  - ・ 週刊東京大学新聞、2012年10月30日「意図通りに操作可能に」

### ③ その他

- ・ 2007-10 研究室の論文 ("Coordination Assemblies from a Pd(II)-Cornered Square Complex")が、ACS の"Hot paper"に選出される。
- ・ 2008-01 研究室の論文("The Modular Synthesis of Functional Porous Coordination Networks")が、Nature の NEWS & VIEWS で取り上げられる。 *Nature*, 451, 410-411 (2008)
- ・ 2008-05-01 藤田研究室の論文"Three-Metal-Center Spin Interactions through the Intercalation of Metal Azaporphines and Porphines into an Organic Pillared Coordination Box"が *Chem. Comm.* の "Hot Article"に選出される。
- ・ 2008-05-02 藤田研究室の論文"Engineering Stacks of Aromatic Rings by the Interpenetration of Self-Assembled Coordination Cages"が、Nature Chemistry の Research Highlight で取り上げられる。
- ・ 2008-08-24 藤田研究室の論文 "Endohedral Peptide Lining of a Self-Assembled Molecular Sphere To Generate Chirality-Confined Hollows" が、Nature Nanotechnology の Research Highlights で取り上げられる。
- ・ 2009-02-28 藤田研究室の論文"Minimal nucleotide duplex formation in

water through enclathration in self-assembled hosts" が、Nature Chemistry の News and Views で取り上げられる。

- 2009-10-1 藤田研の研究が東大 GCOE ブログで紹介される。
- 2009-10-1 藤田研の最新成果が Nature 誌 News and Views 欄および Authors 欄で紹介される。
- 2009-10-1 藤田研の最新成果が Nature 誌に掲載される。
- 2009-12-25 藤田研の最新成果が Nature Chemistry 誌の表紙(January 2010, Volume 2 No 1 pp1-66)に選ばれ、News and Views 欄で紹介される。
- 2010-1 単結晶フラスコー化学反応のスナップショット観察が可能になった—現代化学 1 月号 p.34-39
- 2010-05-28 藤田研の最新成果が Science 誌 Perspectives 欄で紹介される。
- 2010-06-16 藤田研の研究が東大 GCOE ブログと PROTEOPEDIA で紹介される。
- 2010-07-26 藤田研究室の論文 "Networked Molecular Cages as Crystalline Sponges for Fullerenes and Other Guests"が、Chemical & Engineering News 誌の Science & Technology 欄で取り上げられる。
- 2010-08-25 藤田研の最新成果が現代化学誌(2010年9月号)に掲載される。“自己組織化で形態京成を支配するものとは？”現代化学 2010年9月号 p.14
- 2010-09-30 藤田研の研究が高エネルギー加速器研究機構(KEK)のハイライト「72成分からひとりでに組み上がる巨大な球状分子」で紹介されました。
- 2011-06-09 佐藤宗太講師が、Nature Chemistry Blog の Reactions 欄で紹介されました。
- 2012-10-03 藤田研の最新成果 (JST-CREST) "Protein encapsulation within synthetic molecular hosts"が Nature Commun 誌に掲載され、Featured image に選ばれました。 *Nature Commun.* **2012**, *3*, 1093.

## (6)成果展開事例

### ①実用化に向けての展開

中間評価のヒアリングの場で、今後の新たな展開として、ナノ界面を「バルクでは存在しない新しい相」と捉え、3次元ネットワーク化した中空ケージ内の化学を新たに開拓したいと述べた。その土台となったネットワーク化中空錯体の研究(Nat. Chem.誌(2012)に発表)から、まったく予期せぬ展開が生まれた。すなわち、ネットワーク化中空錯体が、X線結晶構造解析を革新するマイクログラム分析ツールとなった。特筆すべき成果として、0.1mm角の錯体結晶一粒に痕跡量(ng~ $\mu$ g)のゲスト吸蔵を行い、その後に錯体の結晶構造解析を行うことで、吸蔵されたゲストの構造を含む結晶構造が明瞭に観察できる点である。このことによりX線結晶構造解析に以下の革新が生まれた。

- X線結晶構造解析のボトルネックであった「試料の結晶化」を必要としない。試料は結晶性である必要はなく、油状あるいは揮発性物質でも構造解析ができる。
- 痕跡量試料(ng~ $\mu$ g)で結晶構造解析ができる。標準的な試料は~5 $\mu$ g。僅か80ngからの構造解析にも成功している。
- HPLC分析とXRD分析を組み合わせたLC-XRD分析のプロトタイプを構築できた。
- 稀少海洋天然物の構造決定に成功したことから、天然物化学にも革新をもたらす。
- ホスト骨格に含まれる重原子のX線異常散乱を利用し、キラル化合物をいっさい化学修飾することなく、その絶対配置を決定できた。
- 要約すると、X線結晶構造解析が、感度、精度、情報量(不斉を含む)、測定時間、簡便さ等

の点で、NMR を圧倒的に凌駕する分子構造解析手法に生まれ変わった。

以上の成果は現在、特許出願中(特願 2012-197911)、および論文投稿中であるが、9月中旬に開催された薬科学シンポジウム(武田科学財団)にて、一度だけ情報を流したところ、数社の問い合わせが殺到する大きな反響が得られた。現在、X線業者もしくは分析業者をコアとする委託測定事業の開始および製薬企業への技術移転の話が進行中である。

この技術は、5-10年後に、誰もが使える技術として産学界に広く普及させたい。仮に有機化学研究に携わる研究者が汎用の卓上X線装置との組み合わせで、自前の装置でこの測定を行うようになると、世界中でNMRの1/10程度であった単結晶X線装置の台数がNMRと同等以上の台数で普及することになる。学術的にも実用的にも革新的な技術になるものと予感している。

## §6 研究期間中の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2010年6月 10-8日	ISMSC2010	奈良県新公会堂	国内外から400名程	ナノ界面化学の研究成果の合同シンポジウムを、VISMSC 2010の開催中の2日を利用して開催

## §7 結び

本プロジェクトはナノ界面領域に対して、「一義構造で定義できる有限のナノ界面」という着想で「有限系の表面化学と内面化学を展開する」ことを提案し採択いただいた。この研究構想の範囲内ではほぼ満足のいく成果が得られ、達成度の高いプロジェクト研究になったと自負している。特に、一義構造界面内で、無機ナノ粒子の精密合成(PDI<1.01)やタンパク包接等の挑戦的課題に成功したこと、生体膜表面を模倣する有限ナノ界面が生体分子特異的に相互作用すること、世界最大となるM24L48巨大中空骨格の構築に成功したこと、その過程で「幾何学制御」という新しい概念の物質構築原理を提唱できたこと等々、採択時の計画を上回る数々の成果を挙げる事ができた。

中間評価時点で、プロジェクト後半においてもあたらな挑戦に取り組みたく、「ナノ界面=バルクでは存在しない新しい相と捉える」という概念拡張のもと、結晶空間を活用した新たな方向性の研究に着手した。その結果、まったく思いもよらぬ成果として、結晶空間を分析ツールとして利用し、試料の結晶化としない、微量化合物のX線構造解析技術の開発に至った。本技術は、現在X線装置メーカーを交えた実用化の検討段階に入っている。

今後の展開として、(1)自己組織化技術の更なる構造(物質構築の底力をあげる)、(2)タンパク包接にもとづくタンパクの構造と機能制御(創薬への応用)、(3)X線構造解析技術の革新(合成研究者の汎用な構造解析技術への転換)等を目指したい。

共同研究に関しては、領域の方針(領域内外との共同研究を推奨)は特に意識しなかった。しかし本研究では、有限ナノ界面と生体分子との表面、内面での相互作用( $\alpha\beta$ との糖鎖表面の相互作用、親水性内面へのタンパク安定包接等)が研究目標の一つであったため、バイオ関連の研究者との共同研究が不可欠であった。物性面でも我々が思いもよらない機能が物性研究者から提案頂くことが多く、結果として多数の共同研究が進行した。共同研究は推奨されて行くものではない。しかし、新しい構想に挑めば、必然的に必要となる。共同研究の多さは、構想の新しきや挑戦の尺度になると思う。

プロジェクト運営に関しては、オンキャンパスのメリットを最大限に活かし、研究室スタッフ、大学院生の活力をフルに活用した。私の経験では、目標が明確に定まった博士課程学生はポスドクよりは

るかに力を発揮してくれる。期間中、20名の博士課程学生のプロジェクト参加により、結果的に、ポストドクを採用することはほとんどなかった。あらためて、本プロジェクトのチームリーダーとして活躍してくれた研究室スタッフ(吉沢道人助教=現東工大准教授、河野正規准教授=現 POSTECH 教授、佐藤宗太講師、村瀬隆史主席研究員、猪熊泰英助教、澤田知久助教)、および博士課程・修士課程大学院生に感謝を申し上げたい。また、共同研究を通じてプロジェクトを協力推進して戴いた加藤晃一教授、加藤立久教授、また両教授の研究室メンバーの方々に深謝する。

最後に、プロジェクト推進にあたり、適宜適切なご指導を戴いた新海征二研究統括ならびにアドバイザーの諸先生方に厚く御礼申し上げます。



研究室集合写真 (平成 24 年 4 月撮影)