2014年10月16日、第12回　積水化学　自然に学ぶものづくりフォーラム（イイノホール＆カンファレンスセンター）　SEKISUI 積水化学工業株式会社

オパールを模倣したナノ周期配列構造による ソフトな高分子レーザー

古 海　誓 一　（東京理科大学 理学部第一部 応用化学科）

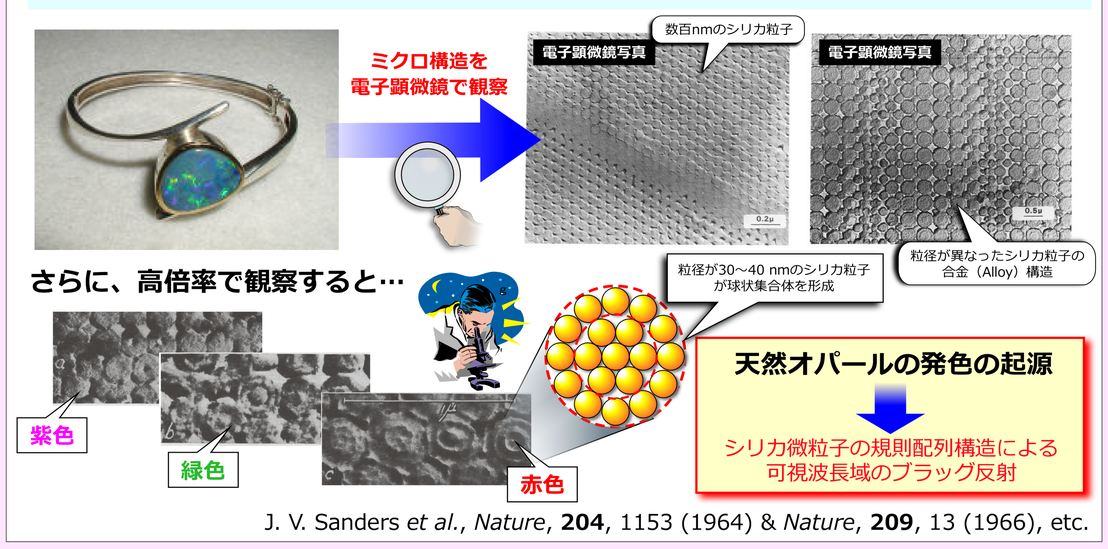
東京理科大学

【本研究の背景と目的】

本研究の目的は、宝石の一種であるオパールを模倣した数百nmの微粒子の周期配列構造、すなわちコロイド結晶構造をボトムアップ的に集積して、高分子材料の特長を最大限に引き出した新しいレーザー光源を創製することである。

コロイド結晶に関する研究の端緒

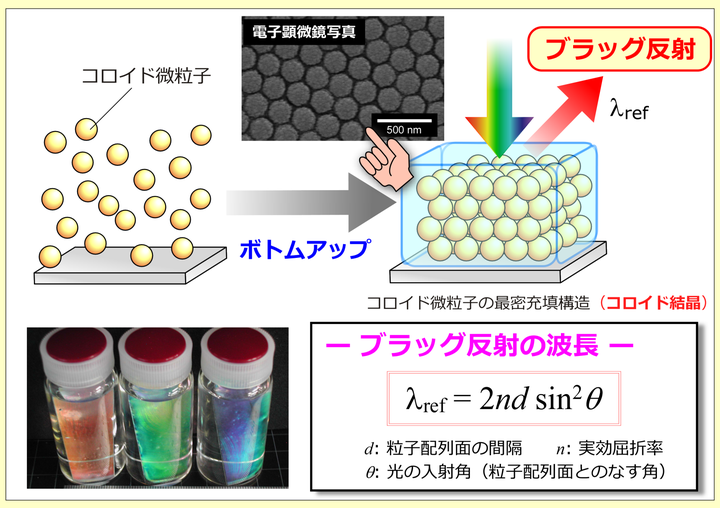
天然オパールの発色に起源に関する研究 (オーストラリア・J. V. Sanders先生)



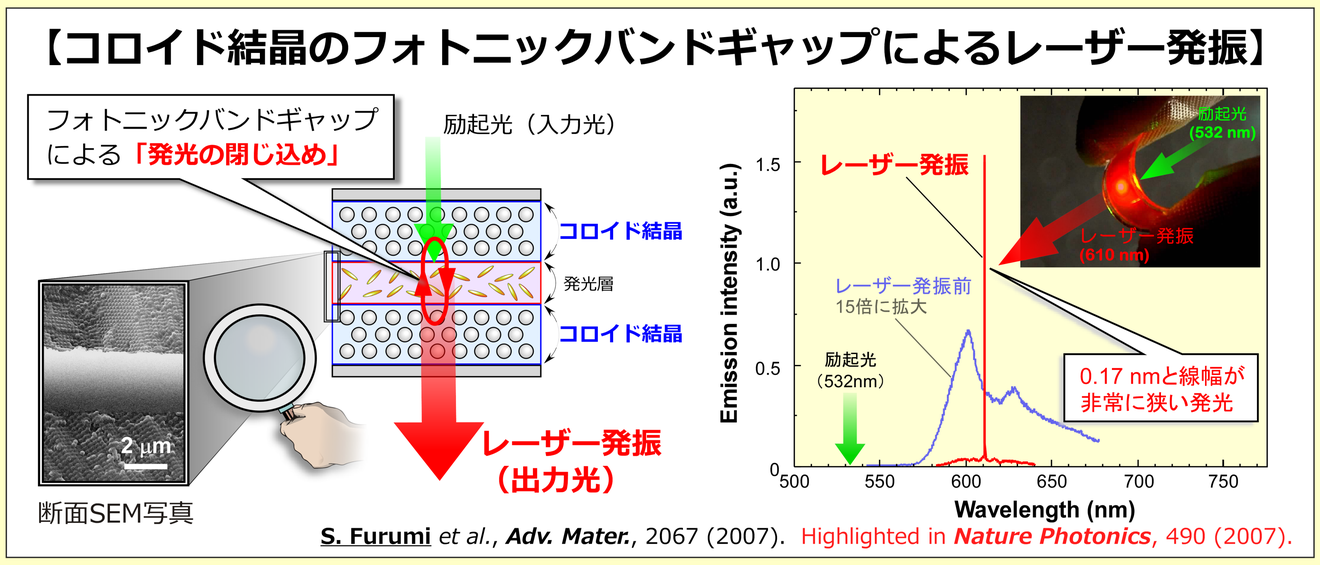
J. V. Sanders *et al.*, *Nature*, **204**, 1153 (1964) & *Nature*, **209**, 13 (1966), etc.

【これまでの成果】

最近、「フォトニック結晶」の一種である「コロイド結晶」が注目されている。サスペンション中で働く単分散コロイドの静電相互作用を利用すると、微粒子は規則的に配列したコロイド結晶構造を自己組織的に形成する。コロイド結晶は微粒子の大きさや間隔、屈折率に依存したブラッグ反射を示す。これまでコロイド結晶に関する研究は、微粒子間隔を外場制御し、ブラッグ反射の波長変化による「光学センサー」の開発が主であった。

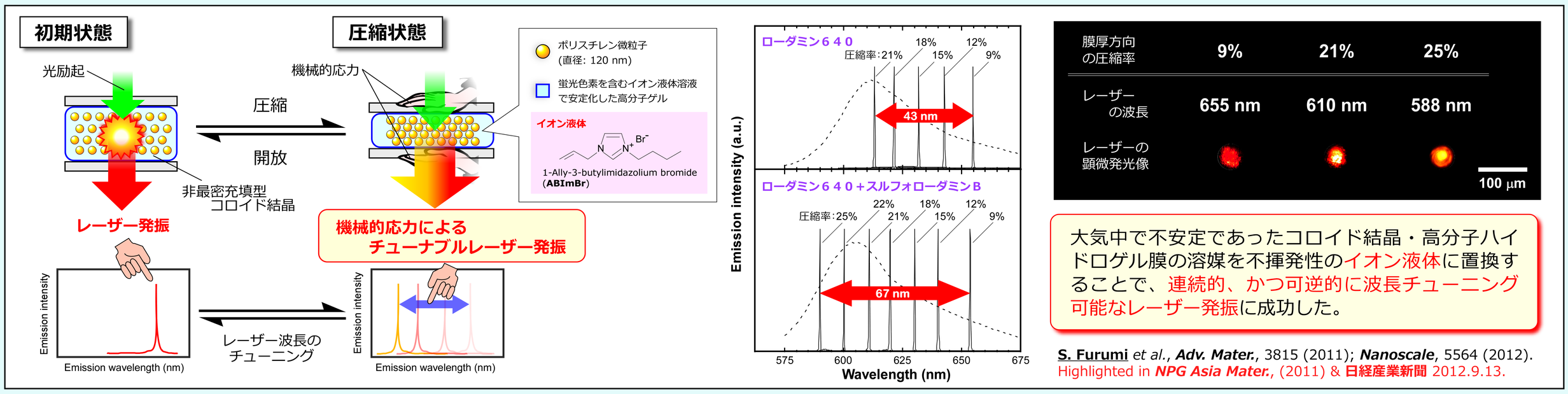


【コロイド結晶のフォトニックバンドギャップによるレーザー発振】



S. Furumi *et al.*, ***Adv. Mater.***, 2067 (2007). Highlighted in ***Nature Photonics***, 490 (2007).

【イオン液体で安定化したコロイド結晶・高分子ゲル膜による波長可変レーザー】

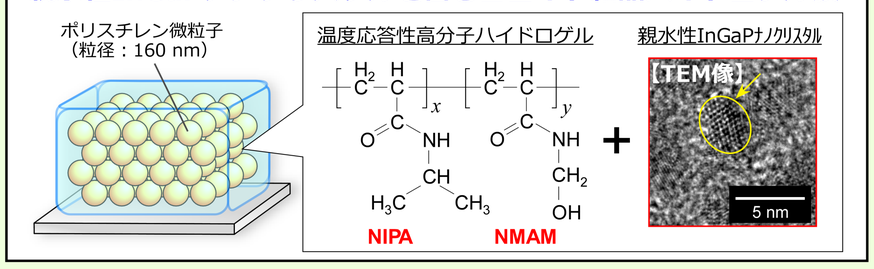


S. Furumi *et al.*, ***Adv. Mater.***, 3815 (2011); ***Nanoscale***, 5564 (2012).
Highlighted in ***NPG Asia Mater.***, (2011) & **日経産業新聞** 2012.9.13.

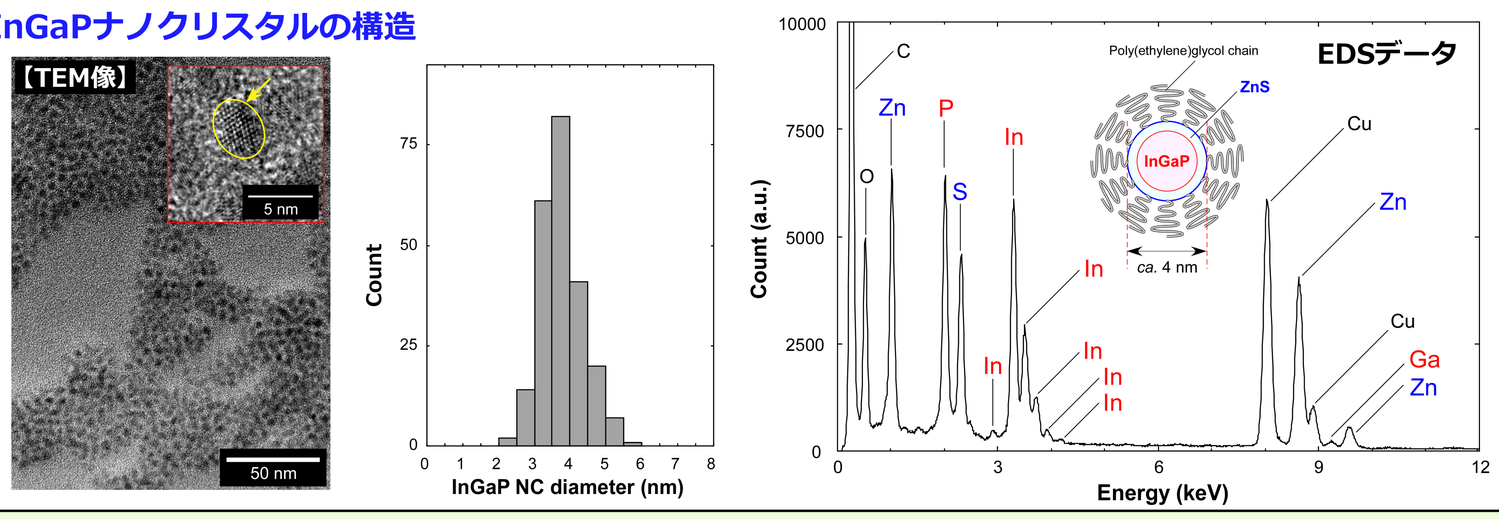
【高分子ゲルの膨潤・収縮を利用した半導体ナノクリスタル波長可変レーザー】

これまで、発光材料として有機色素を使用してきた。今回、Cdなど有毒元素を含まず、かつ高い発光量子収率を示す無機ナノ材料（親水性InGaPナノクリスタル）を用い、高分子ハイドロゲルの体積相転移現象を利用した波長可変なレーザー発振を実証した。

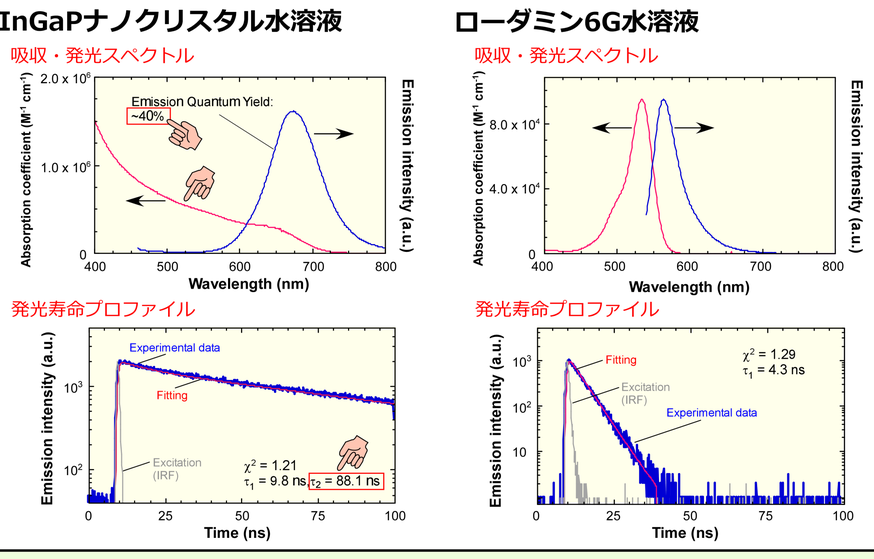
親水性InGaPナノクリスタルを含むコロイド結晶ハイドロゲル膜



InGaPナノクリスタルの構造



InGaPナノクリスタルの光物性



InGaPナノクリスタルを含むコロイド結晶ゲルのレーザー発振特性