21 January, 2022
The 100 Anniversary Hall (Faculty of Engineering)
Kumamoto University

両連続相マイクロエマルションを電析反応場とした多孔質金属膜形成法の開発

愛媛大学　大学院理工学研究科
芝　駿介
shiba.shunsuke.yu@ehime-u.ac.jp

両連続相マイクロエマルション(BME)は、水と有機相のほか二種の界面活性剤を混ぜるだけで作れるナノ構造溶液である。これは、100 nm 程度あるいはそれ以下の径を有する水相と有機相の管が二種の界面活性剤に仕切られた状態で三次元に絡み合った構造をしており、両相とも閉じていない連続状態で存在する。極めて安価かつ簡単な操作で作れるナノ構造という BME の特徴を多孔質材料の創製に展開しようという試みは、既に 1990 年代に取り組まれ始め、連続多孔性のポリマーやゲルなどが多数報告されている。それに比べ、BME 由来の無機多孔質体の形成に関する報告は少ない。無機化学の分野において、溶液構造を乱さずに溶液全体で瞬時に固体化する低温プロセスが乏しいためと考えられる。

電解メッキ法は、100℃以下で進行する金属析出反応であり、そのメッキ速度を金属前駆体の濃度や電位により制御できる。BME はその両連続構造のため、水相に金属塩を溶かせば電解メッキ反応場として活用できる。しかし、電解メッキ法により BME 溶液構造の転写を試みた例は、2019 年以前では Valles らによる報告のみであった。Valles らは、BME に多量のニッケル(Ni)イオンとコバルト(Co)イオン (1 M 程度)を溶解させ、急速に電解メッキ反応を進ませることで Ni-Co ナノ多孔質体を形成した。しかし、BME 由来の三次元網目形状がみられず、メッキ膜の三次元多孔性のエビデンスが不十分である上に、貴金属への応用は行っていない。[1, 2]

我々は、高濃度の金属塩を BME に溶存させるかわりに、低濃度の金属塩と支持塩を添加し、拡散律速状態で電解メッキ反応場とすることで、世界に先駆けて BME の溶液ナノ構造を反映させた、極めて多彩なナノポーラス貴金属膜を形成できることを立証した。[3]拡散律速状態では、物質供給が不足しているため、BME の形状を不完全に転写することができる。さらに、BME の溶液ナノ構造は、混合する試薬の割合を変えるだけで自在に制御であり、それを形成するナノポーラス貴金属膜の形状に反映させることができる。さらに、有機相成分に金属の特定の結晶面に吸着しやすい分子を含ませることで、BME 中で貴金属を異方成長させることも可能である。結果として、図@@に示すように、極めて多彩なナノポーラス構造を金を中心として様々な金属元素で実現できることを立証した。我々は、メッキ反応に伴い BME の溶液構造が逐次変化することにちなんで、当該作製法を“動的ソフトテンプレート法”と命名し、その作製法の確立を急いでいるところであり、本発表ではこれまでの進捗状況について整理した結果を発表する。

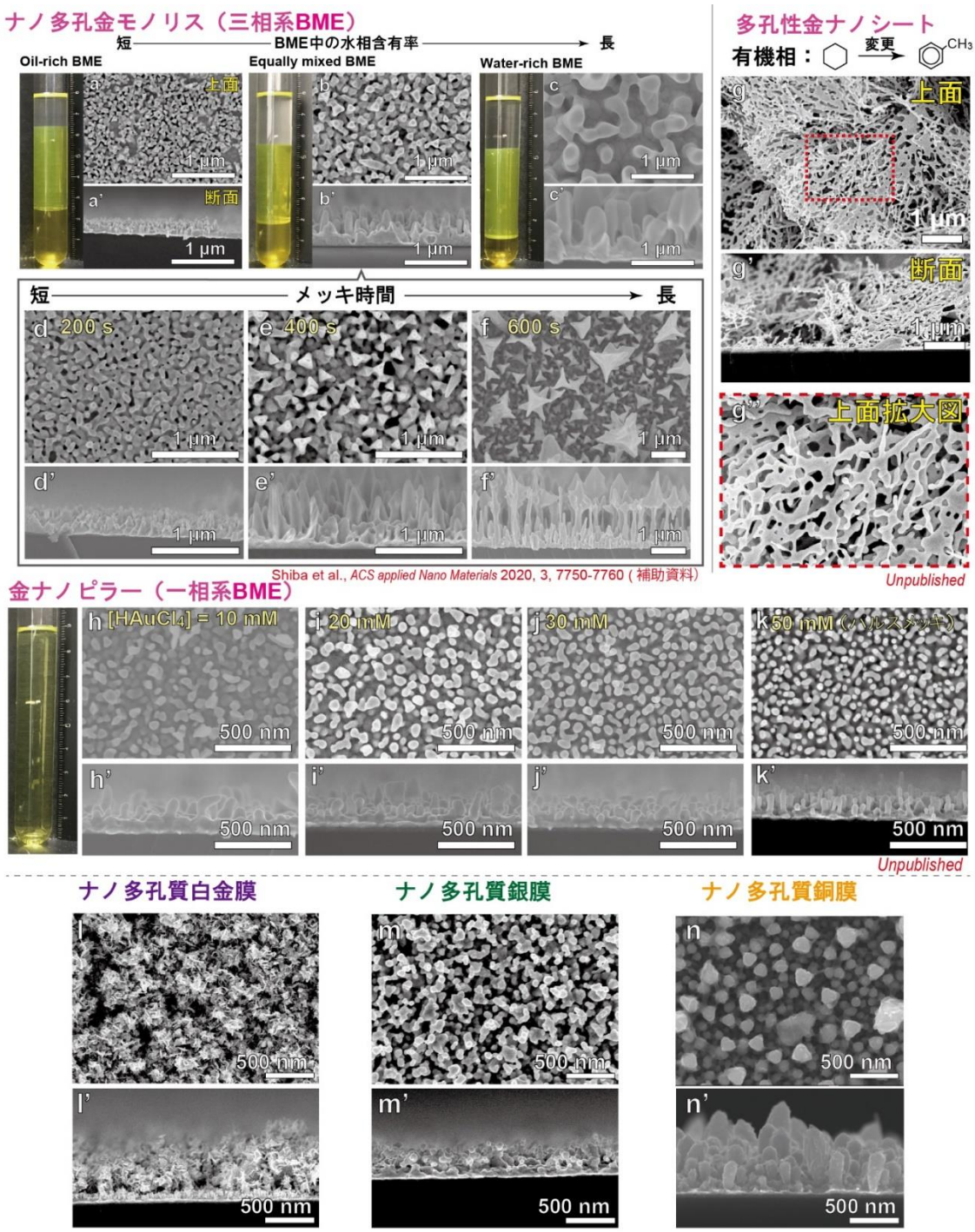

図 1 動的ソフトテンプレート法により形成したナノポーラス貴金属膜

【参考文献】

[1] Serra, A. *et al., J. Electroanal. Chem.* **2014,** *720,* 101.

[2] Serra, A. *et al.*, *Electrochem. Commun.* **2013,** *27*, 14.

[3] Shiba, S.; *et al., ACS Appl. Nano Mater.* **2020,** *3* (8), 7750.