



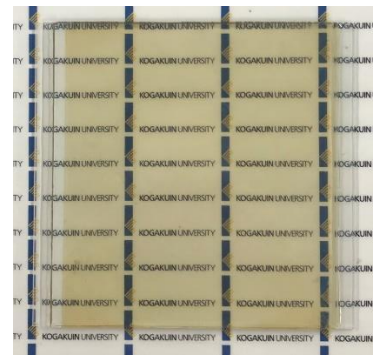
# 水素社会に向けた安全・安価な 新規透明薄膜太陽電池の創製

永井 裕己 先進工学部 応用物理学科 准教授 / 佐藤 光史 名誉教授

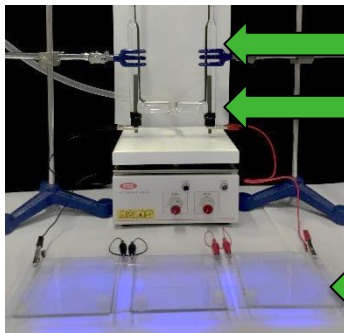
キーワード：透明薄膜太陽電池，全固体，分子プレカーサー法

**概要** 太陽光による水素（ソーラー水素）製造は、水素社会の実現に向けて重要な研究課題です。今回開発した**透明薄膜太陽電池**と電気分解システムを接続して紫外光を照射したところ、**外部電源の補助なしに水が完全分解**され、水素と酸素を個別に捕集できました。起電部分の負極・正極にはチタニア・非コバルト系酸化物の各活物質透明薄膜を用い、アルミナプレカーサー錯体から誘導したハイブリッド固体電解質を活用しました。

## 新規透明薄膜太陽電池



## 水の完全分解・新システム



← H型反応管  
 ← Pt活性化Ti電極  
 ← 太陽電池



水素側



酸素側

最近のイノベーションジャパン（IJ）で、光で発電できる「光発電・充電型薄膜リチウムイオン電池（PV-LIB）」を公開しました。今回の透明薄膜太陽電池やPV-LIB作製に用いた**分子プレカーサー法**は、当研究室が開発した金属錯体を含むコーティング溶液の塗布・熱処理の簡便なプロセスで均一な機能性薄膜を形成できる化学的湿式法です。

### アピールポイント

1. 透明な薄膜太陽電池
2. 水の完全分解による水素製造
3. コーティング溶液の塗布・熱処理のみによる薄膜電極形成

### 利用・用途 応用分野

1. 光照射による水の電気分解
2. 住宅やビルの窓で分散型ソーラー水素・酸素製造

### 関連情報

- 知的財産権 = 光充電リチウムイオン二次電池 等
- 関連論文 = Y. Suwazono, H. Nagai, M. Sato, Photovoltaic Lithium-ion Battery with Layer-Structured  $\text{Li}_2\text{Mn}^{\text{III}}_{0.2}\text{Mn}^{\text{IV}}_{0.8}\text{O}_{2.9}$  Thin Film Chemically Fabricated for Cathodic Active Material, *Energies*, **13** (2020) 1486. doi.org/10.3390/en13061486.
- 関連 URL = <http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwf1017/>

工学院大学 産学連携室

〒163-8677 東京都新宿区西新宿一丁目24番2号 〒192-0015 東京都八王子市中野町2665-1  
 TEL:03-3340-3440 FAX:03-3342-5304 TEL:042-628-4940 FAX:042-626-6726  
 E-Mail: [sangaku@sc.kogakuin.ac.jp](mailto:sangaku@sc.kogakuin.ac.jp) URL: <https://www.kogakuin.ac.jp>



# 分子プレカーサー法による薄膜形成と応用

## Molecular Precursor Method for Functional Thin Films



**省資源・省エネルギーのために、材料表面の高機能化が有効です。表面修飾技術を支える原料および機能付与法として分子プレカーサー法は開発されました。**

基板に密着した均一な透明薄膜の形成は、どのようにできるでしょうか？化学的には、金属イオンを含む有機・無機ポリマーの溶液を用いるゾルゲル法が知られています。では、ポリマーを経由せずに、含金属成分を適当な厚さの膜にするのは可能でしょうか？この疑問に答える薄膜形成法が分子プレカーサー法で、成型加工・コーティングの視点で錯体を設計し、電子材料から医療用材料まで広い分野への適用をめざしています。錯体（配位化合物）や有機・無機複合体の応用技術です。

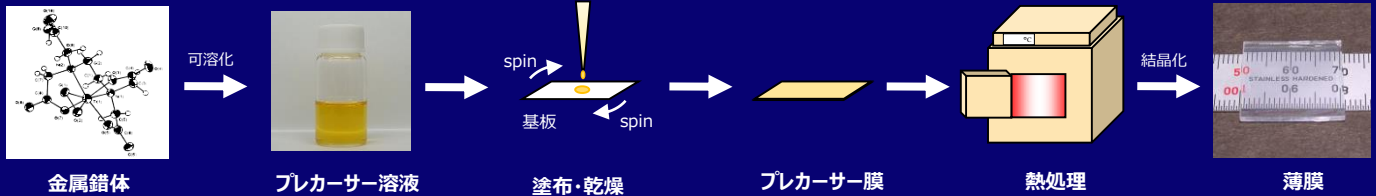


分子プレカーサー法で初めて形成したスピネル型 $\text{Co}_3\text{O}_4$ 薄膜

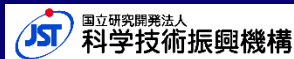
### 分子プレカーサー法

分子プレカーサー法は、汎用有機多座配位子\*を結合させた錯体とアルキルアミンを組み合わせたプレカーサー溶液を用います。プレカーサー溶液を基板に塗布・乾燥し、プレカーサー膜を熱処理して、均一透明な金属酸化物薄膜などを簡便に形成できます。

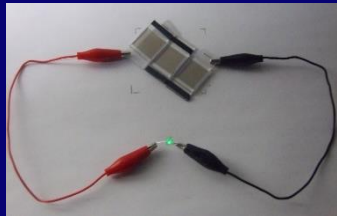
\*エチレンジアミン四酢酸 (EDTA) やニトリロ三酢酸 (NTA) など、陰イオンになりやすい入手が容易なキレート剤



### 応用とプロジェクト



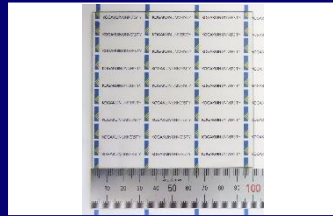
### 光で充電できるリチウムイオン電池!!



透明薄膜のリチウムイオン電池を応用し、光充電でLEDを点灯できるレベルのリチウムイオン電池を作製しました。現在は、全固体化と新規太陽電池への応用を検討しています。

H. Nagai, T. Suzuki, Y. Takahashi, M. Sato, *Functional Materials Letters*, 9 (2016) 1-4.

### 深紫外透明電極!!



分子プレカーサー膜への紫外光照射で深紫外透明導電薄膜を常温で形成しました。形成した膜は、ガラス基板によく密着しており、耐薬品性や耐熱性を示します。

H. Nagai, N. Ogawa, M. Sato, *Nanomaterials*, 11 (2021) 1348.

### 透明な金属酸化物薄膜太陽電池!!



高いホール移動度をもち、かつ純粋なp型 $\text{Cu}_2\text{O}$ 薄膜を化学的に初めて形成しました。その膜を利用して、p-n接合型太陽電池を作製しました。

H. Nagai, T. Suzuki, H. Hara, T. Segawa, C. Mochizuki, and M. Sato, *World Renewable Energy Forum*, 2012, vol. 3.

### ガラスに密着した低抵抗な銅薄膜!!



銅錯体溶液の塗布・低温熱処理で、ガラス基板によく密着した低抵抗な銅薄膜を形成しました。透過率や反射率など、膜厚で制御できます。

H. Nagai, S. Mita, I. Takano, T. Honda, M. Sato, *Materials Letters*, 141 (2014) 235-237.

### 研究成果 (書籍)

これらの研究成果は、書籍でもご覧いただけます。Intech社の書籍は、オープンアクセスです。記載したキーワードで検索してください。自由にダウンロードできます。



Keyword; Wiley\_molecular\_precursor

Hiroki Nagai and Mitsunobu Sato (2018). The Science of Molecular Precursor Method, *Advanced Coating Materials*, Dr. Liang Li, Dr. Qing Yang (Ed.), Wiley, DOI: 10.1002/9781119407652.



Keyword; Intech\_molecular\_precursor

Hiroki Nagai and Mitsunobu Sato (2012). Heat Treatment in Molecular Precursor Method for Fabricating Metal Oxide Thin Films, *Heat Treatment - Conventional and Novel Applications*, Dr. Frank Czerwinski (Ed.), Intech, DOI: 10.5772/50676.



Keyword; Intech\_highly\_lithium

Hiroki Nagai and Mitsunobu Sato (2016). Highly Functionalized Lithium-Ion Battery, *Alkali-ion Batteries*, Dr. Dongfang Yang (Ed.), Intech, DOI: 10.5772/63491.



Keyword; Intech\_Cu2O

Hiroki Nagai and Mitsunobu Sato (2017). Molecular Precursor Method for Fabricating p-Type  $\text{Cu}_2\text{O}$  and Metallic Cu Thin Films, Dr. Nikolay N. Nikitenkov (Ed.), Intech, DOI: 10.5772/63326.