

銅ナノ粒子蛍光体を大気中で 自在に作製する方法

京都大学 大学院工学研究科
材料工学専攻
助教 北田 敦

令和2年7月21日

従来技術とその問題点

既に実用化されている銅ナノ粒子の作製法にはポリオール法等があるが、

- 銅ナノ粒子の耐酸化性に難があり実用し難い
- 銅ナノ粒子のサイズ、蛍光波長を制御できない

等の問題があり、広く利用されるまでには至っていない。

新技術の特徴

本技術は、(i) 銅化合物 (ii) ヒドロキシ基又はアミノ基を有するカルボン酸 (iii) 有機溶媒を含む塩基性混合溶液に対し、120°C未満の温度範囲内で紫外線を照射して銅ナノ粒子蛍光体を生成する方法であり、

- 大気中で長時間安定な銅ナノ粒子蛍光体を作製可能
- 銅ナノ粒子蛍光体のサイズ・蛍光波長を制御可能
- 大気中・室温で作製可能

等の特徴が挙げられる。

従来技術との比較 その1

(1) 従来技術の問題点であった、銅ナノ粒子の耐酸化性を大きく改良することに成功した。

- 従来技術: 大気中の安定性について言及されない
- **本技術: 大気中で1ヶ月放置しても蛍光特性は維持できる**

太陽光照射下

紫外線 (365 nm) 照射下

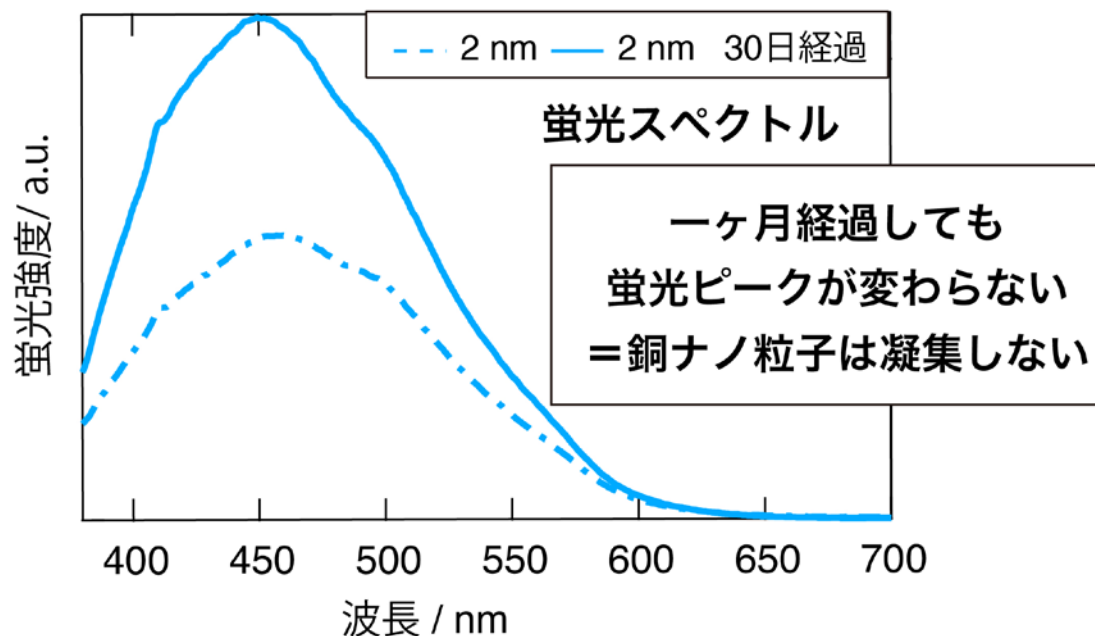
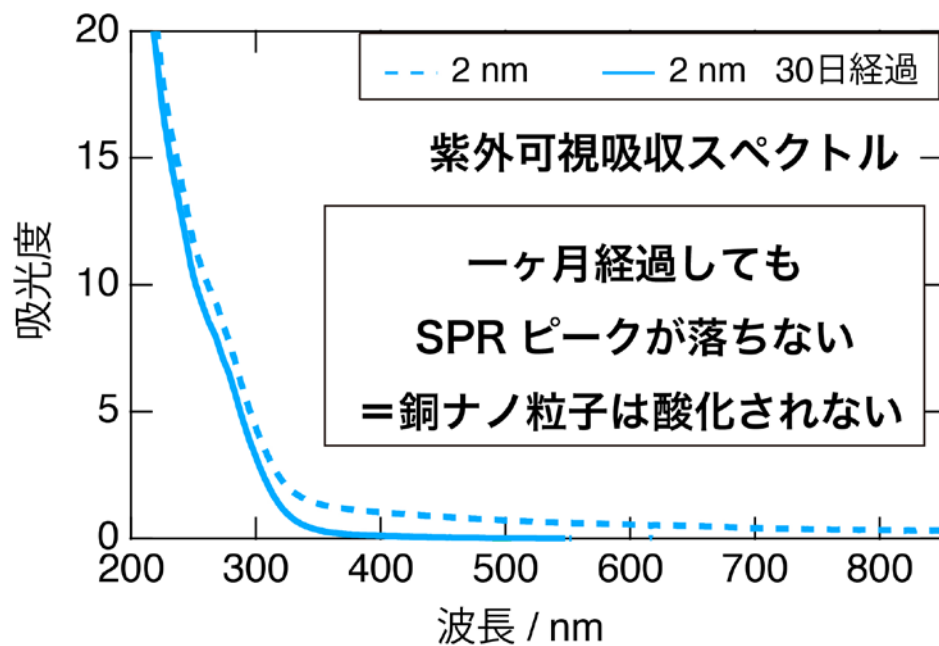


大気中で1ヶ月放置後の銅エタノールコロイド液

従来技術との比較 その2

(1) 従来技術の問題点であった、銅ナノ粒子の耐酸化性を大きく改良することに成功した。

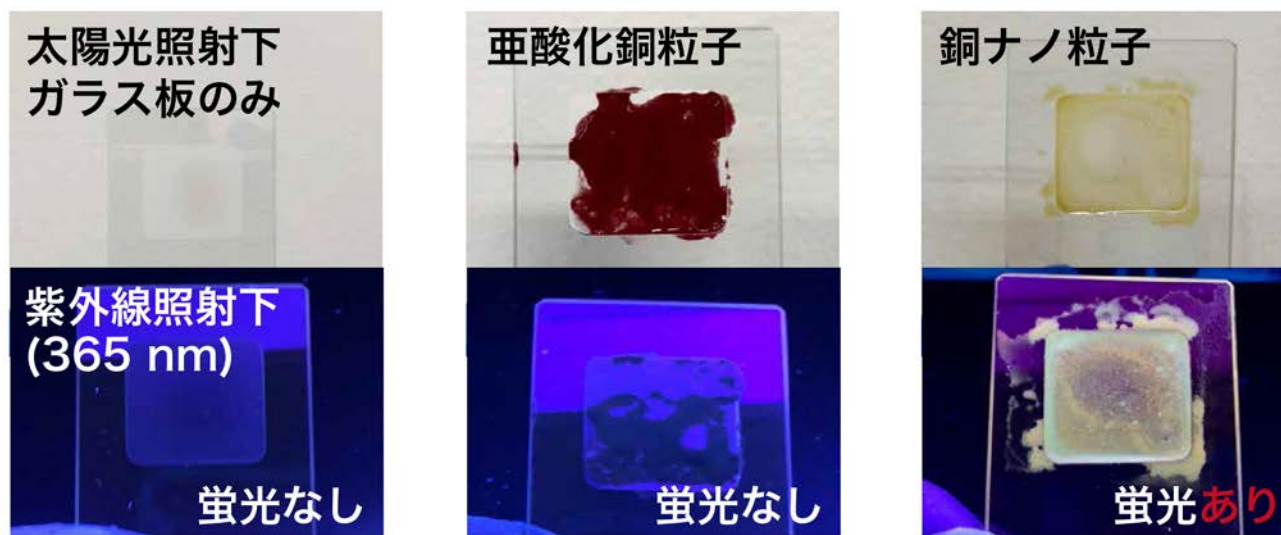
- 従来技術: 大気中の安定性について言及されない
- **本技術: 大気中で1ヶ月放置しても蛍光特性は維持できる**



従来技術との比較 その3

(1) 従来技術の問題点であった、銅ナノ粒子の耐酸化性を大きく改良することに成功した。

- 従来技術: 大気中の安定性について言及されない
- 本技術: 大気中で1ヶ月放置しても蛍光特性は維持できる

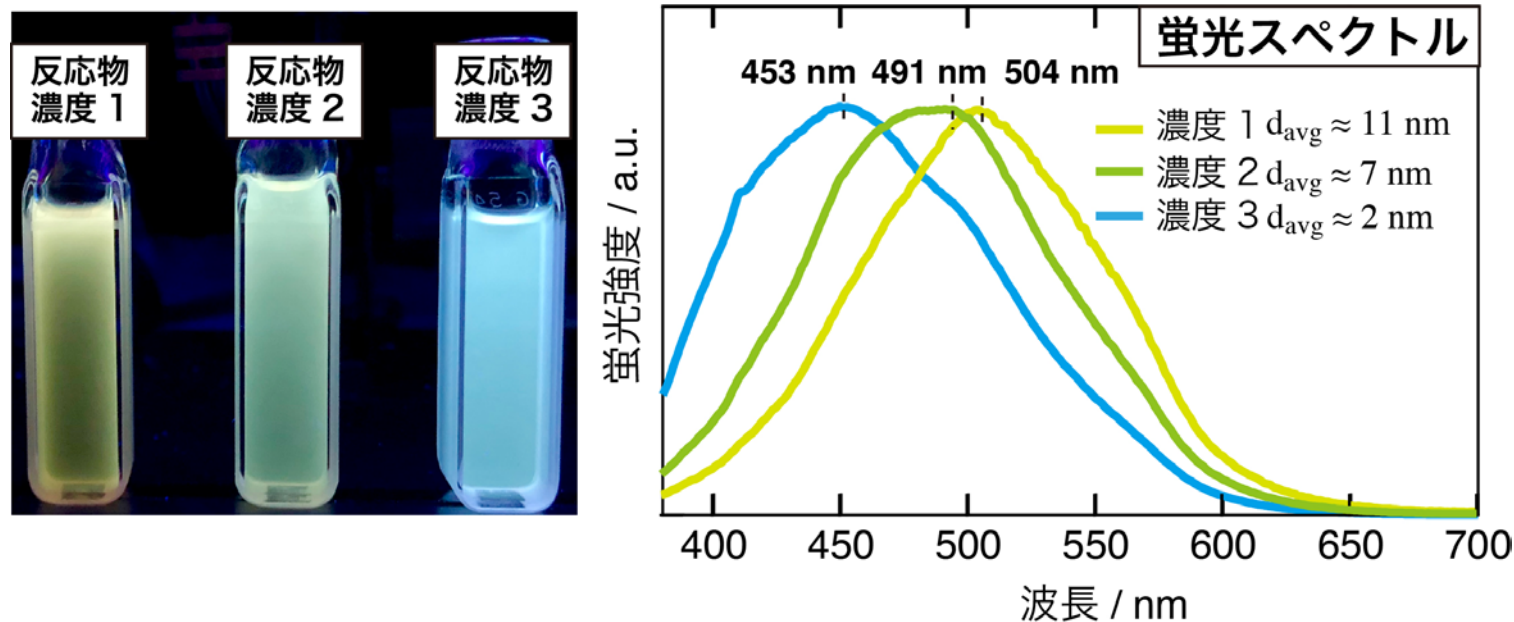


大気中で一ヶ月放置後の銅ナノ粒子(自然乾燥により溶媒を除去)

従来技術との比較 その4

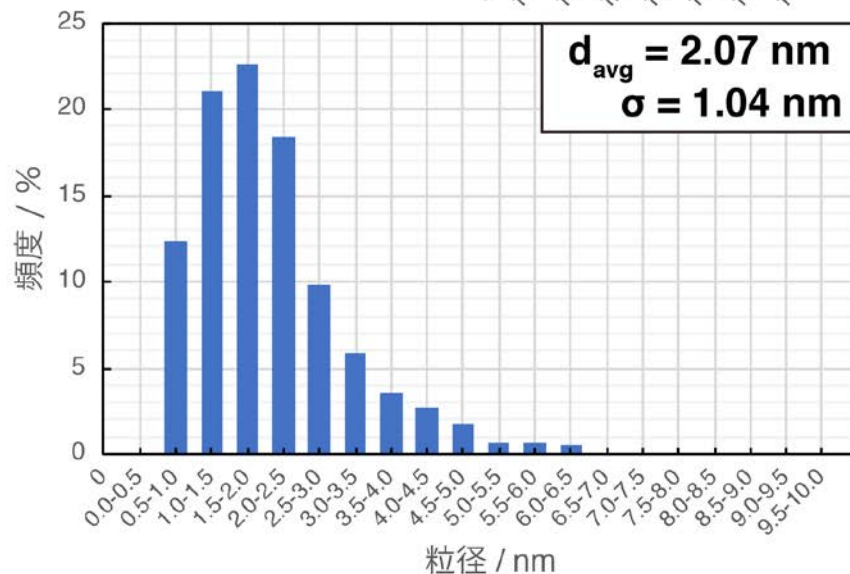
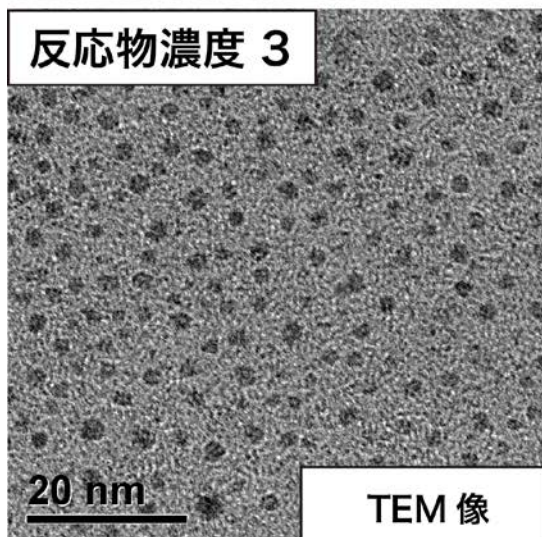
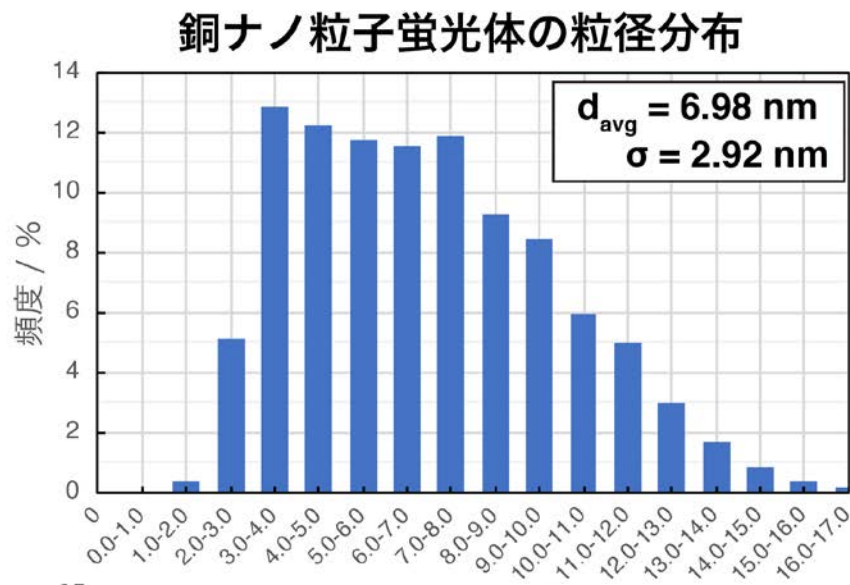
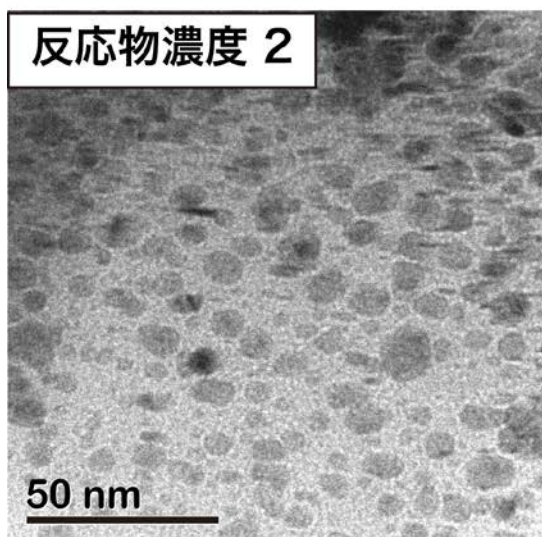
(2) 本技術は従来技術のネックであった銅ナノ粒子の蛍光波長(粒径)を制御することに成功した。

- 従来技術: 蛍光波長(粒径)を制御不可
- 本技術: 反応物濃度を調整するだけで蛍光波長制御可能



反応物濃度と銅ナノ粒子蛍光波長の関係

● 本技術：反応物濃度を調整するだけで粒径制御可能



反応物濃度と銅ナノ粒子粒径の関係

従来技術との比較 その4

- まとめ：反応物濃度と蛍光波長・平均粒子径の関係

蛍光波長	平均粒子径	粒子形状	反応物濃度*	その他の作製条件
453 nm (青色付近)	2 nm	球状	1	大気中で紫外線照射
491 nm (青色~緑色)	7 nm	球状	2	同上
504 nm (緑色付近)	11 nm	球状	3	同上

*反応物濃度 $3 > 2 > 1$

従来技術との比較 その5

(3) 本技術で得られた銅ナノ粒子蛍光体は幅広いpH域ならび幅広い溶媒で蛍光体としての特性を安定的に維持できるため、幅広い分野への利用が期待できる。

- 従来技術：溶媒依存性・耐pH性について言及されない
- **本技術：幅広いpH・溶媒で蛍光特性を安定的に維持できる**

溶媒依存性について（1ヶ月放置）



耐 pH 性について（溶媒：水）



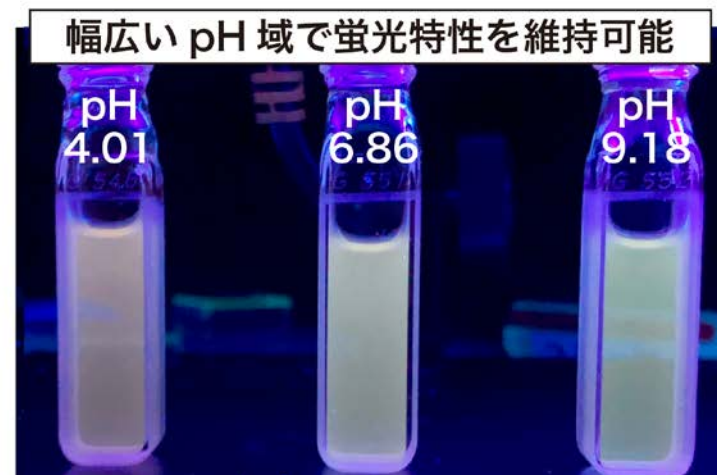
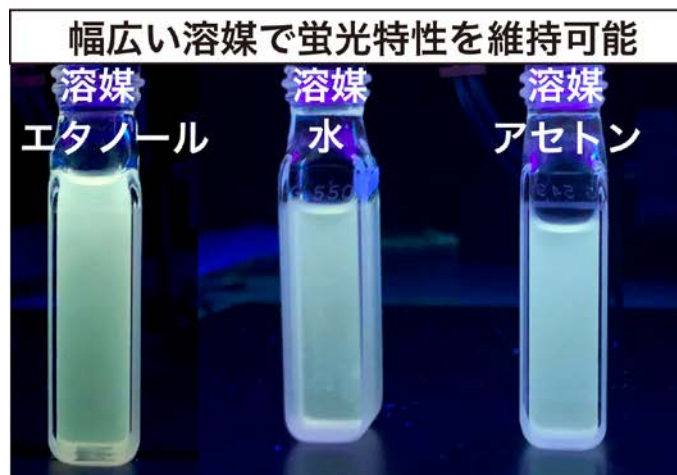
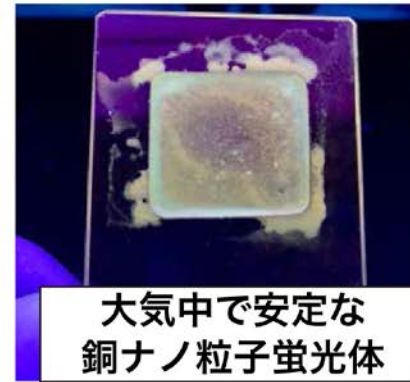
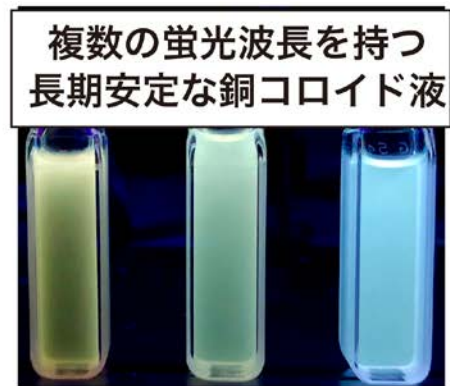
想定される用途 その1

(1) 本技術で得られた銅ナノ粒子蛍光体は作製コストが低い上で従来技術のネックであった大気中の長期安定性も実現したため、**高価な銀、金ナノ粒子の安価な代替的材料として期待**できる。

ナノ粒子の種類	大気中の安定性	値段
金、銀、白金などの貴金属	高	高
銅 (従来技術)	低	低
銅 (本技術)	高	低

想定される用途 その2

(2)本技術で得られた銅ナノ粒子蛍光体は優れた蛍光特性を持ち、またその蛍光特性は幅広い条件下で安定的に維持できるため、**蛍光材料として期待できる。**



想定される用途 その3

(3)本技術で得られた銅ナノ粒子蛍光体は、これまでの金属ナノ粒子と同様な用途が期待できる

想定用途	マッチングする会社
導電性インク、配線材料・電極材料 といった導電性材料	金属材料・電気材料メーカー
接合材料	金属材料・化学材料メーカー
透かしの顔料、塗料材料 といった色材	化学材料メーカー・印刷会社
生体センサー・バイオマーカー	バイオ材料メーカー・バイオ系会社

実用化に向けた課題 その1

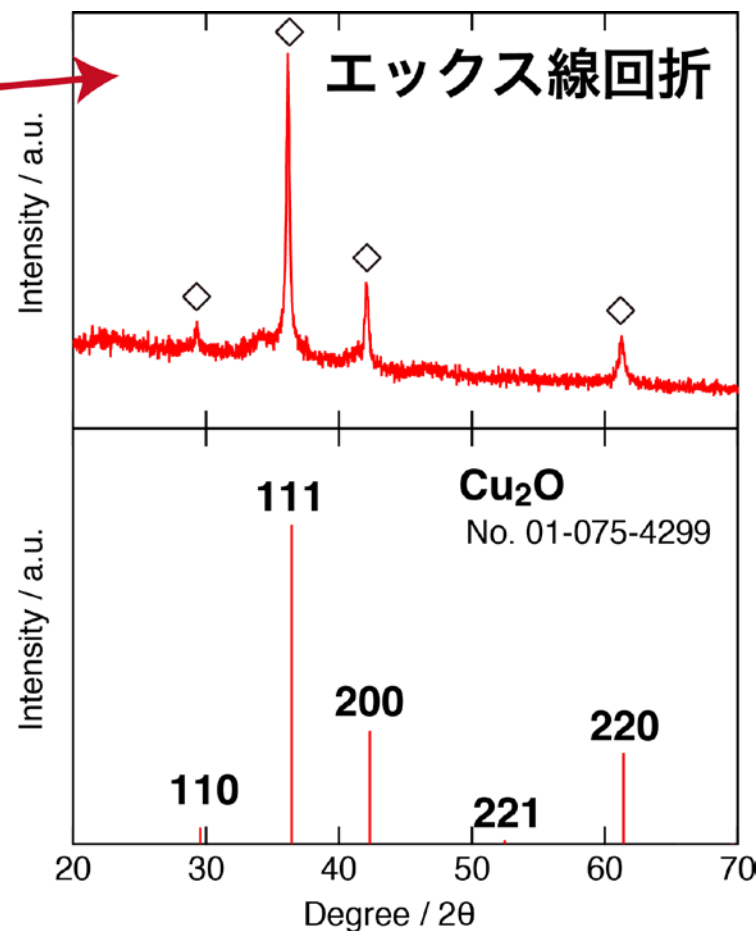
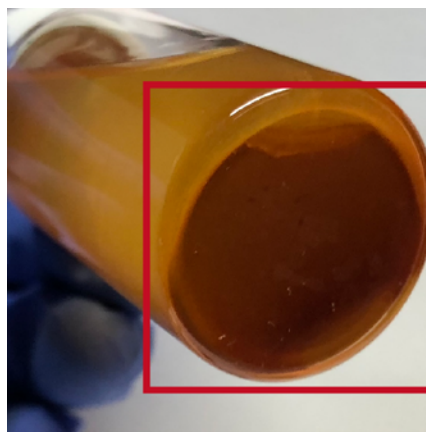
(1) 現在、大気中で数ヶ月安定の銅ナノ粒子蛍光体作製に成功し、作製過程自体の再現性も高い。しかし、**作製時間が比較的に長い問題**がある。

- 従来技術：数十分～数時間程度
- 本技術：数日～十数日程度

今後、より強度の高い紫外線光源を使用、または作製中に加熱するなどの試みを行い、本技術の作製時間を短縮してみる。

実用化に向けた課題 その2

(2) 現在、銅ナノ粒子蛍光体を作製する際に副産物として酸化銅(I)沈殿が生じることがあり、歩留まり率を改善する余地がある。



今後、キャッピング剤であるカルボン酸の濃度を増やして改善を試みる。

実用化に向けた課題 その3

(3) 現在、銅ナノ粒子蛍光体の作製法自体が確立されたものの、導電性や蛍光効率といった実用するために必要なデータはまだ欠けている。

今後、これらのデータを取りつつ様々な場面での銅ナノ粒子蛍光体の実用性を実証する予定。

企業への期待 その1

(1) 本技術で得られた銅ナノ粒子蛍光体は従来のものとは比べて耐酸化性に特に優れており、これまで金、銀といった安定なナノ粒子でしか使えない場面での運用も期待できる。また、粒径・蛍光波長も簡単に制御できるため、幅広い分野への運用が期待できる。

従って、金属ナノ粒子、とりわけ銅ナノ粒子を開発中の企業には、本技術の導入が有効と思われる。

企業への期待 その2

(2) 本技術で得られた銅ナノ粒子蛍光体は優れた蛍光特性を持ち、かつ幅広いpH・溶媒で蛍光特性を安定的に維持できる。また、金、銀ナノ粒子蛍光体と比べて大分安い
ため、これらの貴金属ナノ粒子の安価な代替的材料になるポテンシャルがある。

従って、蛍光材料を開発中の企業、金・銀ナノ粒子蛍光体の代替的材料を探している企業には、本技術の導入が有効と思われる。

企業への期待 その3

(3) 一方、本技術は銅ナノ粒子蛍光体の作製法を確立したものの、作製時間や歩留まり率といった、改善できる余地がある問題も存在。これらの問題は、光源・キャッピングの選定、反応物濃度の最適化により克服できると考えている。

従って、銅ナノ粒子の作製に関する心得を持つ、または興味を持つ企業との共同研究を希望する。

補足 共同開発を考えている企業様へ

共同開発を行う場合以下のようなメリットがあります：

- 共同研究ができ、技術の共有ができる
- 共同研究による権利共有化の可能性がある
- 研究成果有体物提供(MTA)ができる

どうぞご検討ください！

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 銅ナノ粒子蛍光体の製造方法ならび銅ナノ粒子蛍光体
- 出願番号 : 特願 2020-094654
- 出願人 : 国立大学法人京都大学
- 発明者 : 北田敦、陳天羽、邑瀬邦明

お問い合わせ先

国立大学法人京都大学内
株式会社TLO京都
京大事業部門 技術移転チーム

TEL 075-753-9150

FAX 075-753-9169

e-mail event@tlo-kyoto.co.jp