

令和 4 年 5 月 24 日現在

機関番号：10103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K05625

研究課題名(和文)新規メカノクロミックアモルファス分子材料の創出とアモルファス化度評価法の開拓

研究課題名(英文)Creation of Novel Mechanochromic Amorphous Molecular Materials and Proposal of a Method for Evaluating the Degree of Amorphization

研究代表者

中野 英之(NAKANO, Hideyuki)

室蘭工業大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：00222167

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：シアノスチルベン骨格ならびにアントラセン骨格を含む一連の新規発光性アモルファス分子材料を創出し、これらの様々な凝集状態における発光特性を明らかにするとともに、これらが結晶を摩砕するとアモルファス化することに基づくメカノクロミック発光を示すことを示した。また、シアノスチルベン系アモルファス分子材料について、結晶中では光反応を示さないのに対し、アモルファス膜中では光環化付加反応が進行することを明らかにした。さらに、摩砕によって得られたアモルファス膜中の光反応性がスピンコート膜より低くなっていることを見出し、摩砕して得られる膜中では結晶中の分子配向をある程度維持していることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

分子間光環化二量化反応が可能な新規発光性アモルファス分子材料を創出し、これらのアモルファス膜の光反応性が膜作製法に依存していることを明らかにすることで、これまで議論されてこなかった低分子系アモルファス材料のアモルファス化度を評価する手法の一つを提案することが出来た。また、結晶を摩砕するとアモルファス化することに基づいて発光色が変化するメカノクロミック特性について、摩砕によって完全に分子配向を乱れさせなくても十分な発光スペクトル変化を示すことを明らかにし、メカノクロミック発光特性の定量的な議論に向けて道筋をつけることができた。

研究成果の概要(英文)：Novel series of emitting amorphous molecular materials possessing cyanostilbene and anthracene skeletons were designed and synthesized, and their emission properties in various states were investigated. They were found to exhibit mechanochromic emission based on the amorphization of crystals by grinding. We also found that the cyanostilbene-based amorphous molecular materials did not show any photochemical reactions in their crystalline states, whereas photocycloaddition reactions proceeded in their amorphous films. In addition, the photoreactivity in the amorphous film obtained by grinding was found to be lower than that in the spin-coated film, suggesting that some molecular orientations in the crystal was maintained in the ground film.

研究分野：有機機能材料化学

キーワード：メカノクロミック発光材料 アモルファス分子材料 発光量子収率 蛍光寿命 アモルファス化度 光化学反応

1. 研究開始当初の背景

最近、摩砕や加圧などの機械的な刺激に応答して固体蛍光色素の発光色が可逆的に変化するメカノクロミック発光現象が大きな注目を集めている。この現象は一般に、機械的な刺激によって結晶中の分子配列が変化し、分子間相互作用が変化するために発光色が変化すると考えられているが、他にも、構成している分子の特性、結晶構造、分子間相互作用の種類などの様々な要因が関与していると考えられ、この現象の学術的理解を深めていく観点から、また、将来さまざまな実用的な応用展開をはかっていく観点から、新たなメカノクロミック発光材料の開発と発現機構の解明は興味ある重要な研究課題である。われわれも、新たなメカノクロミック発光材料の創製とメカニズムの解明に関する研究を進めており、これまでに、一連のジアリールアミノベンズアルデヒド系材料が、結晶を摩砕してアモルファス化することに基づくメカノクロミック発光を示すことを明らかにしている。また、一連の一置換ピレン系材料についても検討を行い、結晶中のモノマー発光が摩砕によって生成する格子欠陥からのエキシマー発光へと変化することに基づくメカノクロミック発光を示すことを明らかにしている。

これまでに報告されているメカノクロミック発光材料は概ね、結晶を摩砕すると (i) 異なる結晶系に変化するもの、(ii) 結晶欠陥が生成するもの、および (iii) アモルファス化するもの、の三つに大別できる。これらのメカノクロミック発光材料の研究においては、摩砕の度合いを定量的に評価することが難しく、どの程度摩砕するとどの程度発光色が変化するのか、といった定量的な議論がなされていないのが現状である。また、上記 (iii) の "摩砕するとアモルファス化することによって発光色が変化する" と述べられているメカノクロミック発光材料については、結晶格子に基づく X 線回折ピークが摩砕によって消失していくことだけがアモルファス化の証拠として示されているのみで定量的な指標がないため、摩砕によってどの程度アモルファス化されているのかは不明であり、どの程度アモルファス化すると発光色変化が誘起されるのかなどの議論に至っていない。

一方、われわれはこれまでに、室温以上で安定なアモルファスガラスを容易に形成する「アモルファス分子材料」と名付けた一連の低分子系材料の創製研究に携わってきている。そのなかで、"低分子系材料のアモルファスガラス状態では、分子レベルでどれくらい配向が乱れているのか" は学術的に重要な問いとして残されている。アモルファス状態を微視的に見たときに、結晶構造の配置を維持した数分子程度のクラスターのような状態が存在するのかどうか、あるいは完全に分子レベルで配向がランダムになっているのかどうか、などは未だ明確ではない。アモルファス状態を形成させる方法（融液を冷却してアモルファスガラスを形成させる際の冷却速度依存性や、スピコート法、キャスト法、真空蒸着法など）によって、分子配向の乱れの度合い（アモルファス化度）が異なるのかどうか、などの学術的に重要と思われる課題も未解決のままである。アモルファス状態であることを確認する際によく用いられる X 線回折法ではこのような情報を得ることは難しく、アモルファス化度を評価する手法の開拓が望まれる。アモルファス状態における分子配向の乱れの度合い（アモルファス化度）は、本研究で対象とする "摩砕によってアモルファス化することに基づくメカノクロミック発光材料" の研究においても "どれくらい摩砕するとどれくらい発光色が変化するのか" という問いと密接に関連しており、その評価法の確立は重要な課題である。

2. 研究の目的

本研究では、光反応性官能基を導入した新しい発光性アモルファス分子材料を創出し、それらを用いたアモルファス化度の評価方法を開拓するとともに、アモルファス化度とメカノクロミック発光特性との相関を解明することを目指す。光反応性官能基としてシアノスチルベン骨格ならびにアントラセン骨格に着目し、これらの骨格を含む一連の発光性アモルファス分子材料を設計・合成するとともに、これらの溶液ならびに様々な凝集状態における発光特性を明らかにする。さらに、様々な状態における光反応性を評価し、光反応特性がアモルファス化度の指標となることを示すとともに、メカノクロミック特性との相関を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 光反応性基を有する新規発光性アモルファス分子材料の設計・合成

応募者がら培ってきたアモルファス分子材料開発のための分子設計指針に基づき、光反応性部位を有する新規発光性アモルファス分子材料を設計・合成した。得られた化合物について、溶融状態を冷却した場合のアモルファスガラス形成能、ならびに得られた状態のガラス転移温度や結晶化のしやすさなどを、熱分析測定や光学顕微鏡観察、X 線回折測定などを用いて評価した。さらに、いくつかの新規材料については単結晶を育成し、X 線結晶構造解析をおこなって、結晶状態における分子配向を明らかにした。

(2) 新規材料の発光特性・メカノクロミック発光特性の解明

(1) で得られた新規材料の溶液中ならびに固相（結晶およびアモルファス状態）における発光

特性を明らかにするとともに、メカノクロミック発光特性を明らかにした。

(3) 光反応特性の解明

新規化合物の溶液中、結晶状態およびアモルファスガラス状態における光反応特性を明らかにした。またそれらの反応性について、結晶構造解析の結果とも合わせて考察した。

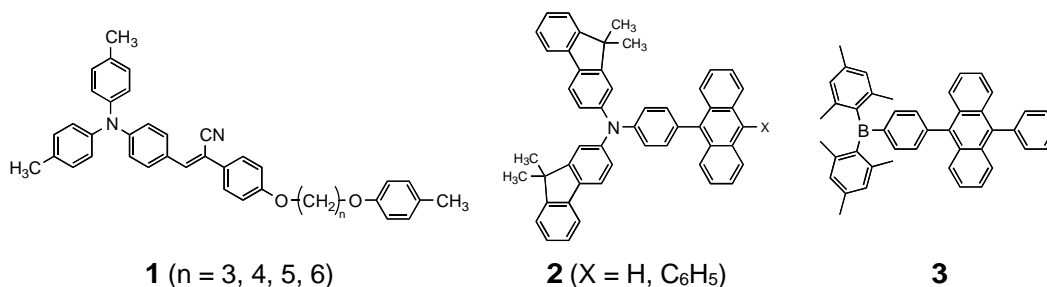
(4) メカノクロミック特性と光反応特性との相関の解明とアモルファス化度に関する考察

結晶を摩砕して得られた試料についての光反応特性を、メカノクロミック特性（発光特性の変化）と相関させて明らかにした。また、その結果をもとに、摩砕によるアモルファス化の度合いと発光色変化に関する考察を行った。

4. 研究成果

(1) 光反応性基を有する新規発光性アモルファス分子材料の設計・合成

固相中で [2+2] 光環化付加反応を示すことが期待されるシアノスチルベン骨格を有する一連の発光性アモルファス分子材料 **1** ならびに [4+4] 光環化付加反応を示すことが期待されるアントラセン骨格を有する一連の発光性アモルファス分子材料 **2, 3** を設計・合成した。



1, 2 はいずれも、再結晶試料を融点以上に加熱して得られる溶融状態を冷却することで容易にアモルファスガラス状態を形成した。これらのガラス転移温度 (T_g) および融点 (T_m) を Table 1 にまとめる。**3** は再結晶試料を加熱していくと 300°C 付近で分解した。また、結晶性が非常に高く、均一なアモルファス膜を得ることも難しかった。**1** については X 線結晶構造解析を行い、結晶中の分子配向を明らかにした。

Table 1. 新規アモルファス分子材料のガラス転移温度 (T_g) ならびに融点 (T_m)

	$T_g / ^\circ\text{C}$	$T_m / ^\circ\text{C}$
1	$n = 3$	114
	$n = 4$	121
	$n = 5$	85
	$n = 6$	107
2	$X = H$	180
	$X = C_6H_5$	250

(2) 新規材料の発光特性・メカノクロミック発光特性の解明

1, 2 はいずれも溶液中で発光し、溶剤の極性が増大するとともに発光色が長波長シフトしていくソルバトクロミック発光を示した。これは、これらの分子が D-A 構造を有していることに基づくと考えられる。またこれらの分子は、溶液中だけでなく固相状態（結晶ならびにスピンコートにより得られたアモルファス膜）でも発光した。メチレン鎖長が異なる四種類の **1** の溶液中の蛍光スペクトルはメチレン鎖長にかかわらず互いに一致したのに対し、結晶状態における発光スペクトルはメチレン鎖長に依存して異なっていた (Fig. 1)。アモルファス膜状態では、メチレン鎖長にかかわらず、いずれも 540 nm 付近に極大を有する発光スペクトルを示した。これらの分子の発光に参与する HOMO および LUMO がシアノスチルベン骨格付近に存在し、メチレン鎖まで広がっていないため、溶液ならびにアモルファス膜の発光スペクトルがメチレン鎖長には依存しなかったと考えられる。DFT 計算の結果もこのことを示唆している。一方、結晶中ではメチレン鎖長が異なることによって結晶化した際の分子構造が規制されるため、鎖長によって異なる発光スペクトルを示したと考えられる。実際、結晶構造解析の結果から、結晶中の分子のシアノスチルベン骨格部分の平面性がメチレン鎖長によって異なっており、DFT 計算で示される最安定構造よりも平面性が高いか低いかによって、結晶の蛍光スペクトルがアモルファス膜の発光極大 (Fig. 1 の黄色で示した領域) よりも長波長側あるいは短波長側にシフトすると考えられる。一方、**2** の結晶とアモルファス膜とでは発光色が異なっており、アモルファス膜状態における発光スペクトルは結晶に比べて長波長シフトしていた。この結果は、われわれがこれまでに明らかにしてきた D-A 構造を有する発光性アモルファス分子材料と同様の結果であり、結晶中では励起状態において構造緩和できないのに対し、アモルファス膜中では

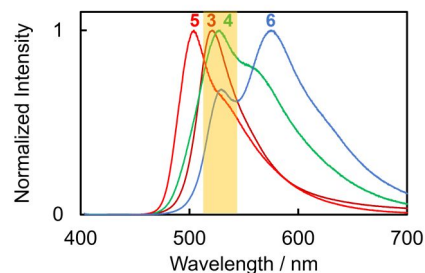


Fig. 1. 新規アモルファス分子材料 **1** ($n=3,4,5,6$) の結晶状態における発光スペクトル。 λ_{ex} : 400 nm 。

励起状態で構造緩和することで、発光波長が長波長シフトすると考えられる。

1, 2 の結晶試料を摩砕すると、蛍光スペクトルが変化し、アモルファス膜のスペクトルと一致するようになった。このことから、1, 2 いずれも、結晶を摩砕することでアモルファス化することに基づくメカノクロミック発光を示すことがわかった。

(3) 光反応特性の解明

新規アモルファス分子材料 **1** は、当初の期待通り発光性のみならず光反応性も示した。**1** ($n=4$) をとりあげて光反応性について詳細に検討した。1,4-ジオキササン中で 400 nm の光を照射し続けると、電子吸収スペクトルならびに蛍光スペクトルが徐々に変化していった。反応前後の ^1H NMR スペクトルの比較から、溶液中でシアノスチルベン部位の E-Z 光異性化が進行していることが示唆された。スパインコート法により得られたアモルファス膜に 400 nm の光を照射し続けた場合にも、膜の電子吸収スペクトルならびに蛍光スペクトルが変化していった (Fig. 2) が、光照射後の膜を重クロロホルムに溶解して ^1H NMR スペクトルを測定した結果、アモルファス中では E-Z 光異性化ではなく [2+2] 光環化付加反応が進行していることがわかった。これは、溶液中では分子の構造変化が比較的容易であるのに対し、アモルファス膜中では構造変化が規制されるために E-Z 異性化が進行しにくく、またアモルファス膜中では分子が極度に濃縮されているため、分子間反応で進行する [2+2] 環化付加反応が起こりやすくなったためと考えられる。結晶に 400 nm の光を当て続けた場合には、蛍光スペクトルは変化せず、結晶状態では光反応が進行しないことが明らかとなった。結晶構造解析の結果から、結晶中における分子間の C=C 間距離が環化付加に必要な接近距離よりも充分大きいために [2+2] 光環化付加反応が進行しなかったと考えられる。

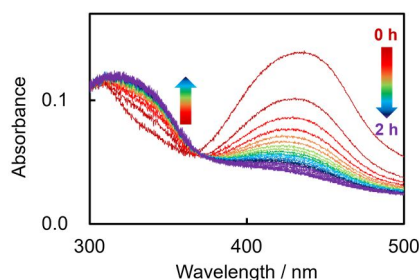


Fig. 2. 新規アモルファス分子材料 **1** ($n=4$) のスパインコート膜の 400 nm 光照射に伴う電子吸収スペクトル変化

新規アモルファス分子材料 **2** についても、発光性のみならず光反応性を示すことがわかった。**1** とは異なって **2** の場合には、結晶に光を照射し続けると発光強度が徐々に減少していき、結晶中でも光反応が進行することが示された。

(4) メカノクロミック特性と光反応特性との相関の解明とアモルファス化度に関する考察

1 ($n=4$) が結晶中では光反応を示さないのに対し、アモルファス膜中では [2+2] 光環化付加反応が進行することから、光反応性がアモルファス化度の指標になると考えられる。**1** ($n=4$) の結晶を摩砕することで、蛍光スペクトルがアモルファス膜と一致するまで変化させた膜について、光照射に伴う電子吸収スペクトルの変化を追跡することで光反応速度をスパインコート膜と比較した。膜の吸光度がほぼ一致しているスパインコート膜と摩砕膜の同条件下での光照射に伴う吸光度変化より求めた一次反応プロットから、摩砕膜における光反応性がスパインコート膜に比べて小さくなっていることが示された (Fig. 3)。これは、摩砕試料中ではスパインコート膜中に比べて光二量化反応が進行しにくいことを示している。すなわち、アモルファス膜の作製方法が異なることで膜中の分子の乱れの度合いが異なっていること、摩砕膜中では結晶構造を反映した分子配向がある程度維持されていることが示唆される。また以上の結果は、結晶を摩砕した場合、完全に分子配向を乱れさせなくても十分な発光スペクトル変化を示すことを示唆している。このように、光反応性が膜のアモルファス化度の指標となりうることが示された。

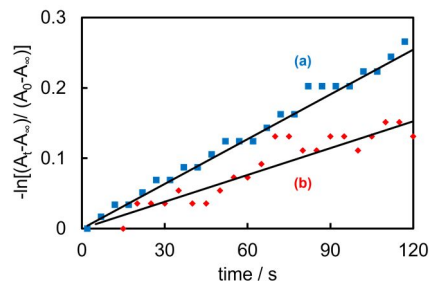


Fig. 3. 450 nm 光照射に伴う **1** ($n=4$) のアモルファス膜中における光反応の一次プロット. (a) スパインコート膜, (b) 摩砕試料.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 R. Kaneko, Y. Sagara, S. Katao, N. Tamaoki, C. Weder, and H. Nakano	4. 巻 25
2. 論文標題 Mechano- and Photoresponsive Behavior of a Bis(cyanostyryl)benzene Fluorophore	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Eur. J.	6. 最初と最後の頁 6162-6169
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201900120	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 T. Tsukada, Y. Kitamura, and H. Nakano	4. 巻 10
2. 論文標題 Reversible Change in Fluorescent Color of Moisture-sensitive Binary Films of 4-[Bis(4-methylphenyl)amino]benzylideneaniline with Organic Acids	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Asian J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 588-593
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajoc.202000565	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計45件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 金子凌平、相良剛光、片尾昇平、玉置信之、中野英之
2. 発表標題 1,4-Bis(2-cyano-2-(4-[5-(4-methylphenoxy)pentyl]oxy)phenyl)ethenyl)-2,5-dimethoxybenzeneの固相における光誘起発光色変化
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Nakano
2. 発表標題 Amorphous Molecular Materials with Photomechanical and Mechanochromic Functions
3. 学会等名 12th International Conference on Optics, Photonics & Lasers (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金子凌平、森健介、相良剛光、片尾昇平、玉置信之、中野英之
2. 発表標題 新規シアノスチリルベンゼン系発光体の光誘起発光色変化
3. 学会等名 2019年光化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 塚田琢真、北村侑也、中野英之
2. 発表標題 4-[ビス(4-メチルフェニル)アミノ]ベンジリデンアニリン - 有機酸複合膜の可逆的発光色変化
3. 学会等名 第54回高分子学会北海道支部発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浅沼宏紀、中野英之
2. 発表標題 アントラセン骨格を有する新規発光性アモルファス分子材料の創製
3. 学会等名 第54回高分子学会北海道支部発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福島寛也、相良剛光、玉置信之、中野英之
2. 発表標題 シアノスチルベン骨格を有する新規発光性アモルファス分子材料の創製
3. 学会等名 第54回高分子学会北海道支部発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塚田琢真、北村侑也、中野英之
2. 発表標題 4-[ビス(4-メチルフェニル)アミノ]ベンジリデンアニリン - 有機酸複合膜の発光特性
3. 学会等名 化学系学協会北海道支部2020年冬季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松井諒真、浅沼宏紀、中野英之
2. 発表標題 ジフェニルアントラセン骨格を有する新規アモルファス分子材料のメカノクロミック発光
3. 学会等名 化学系学協会北海道支部2020年冬季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浅沼宏紀、中野英之
2. 発表標題 アントラセン骨格を有する発光性アモルファス分子材料の創成
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福島寛也、相良剛光、玉置信之、中野英之
2. 発表標題 シアノスチルベン骨格を有する新規発光性アモルファス分子材料の創製
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松井諒真、浅沼宏紀、中野英之
2. 発表標題 ジフェニルアントラセン骨格を有する新規アモルファス分子材料のメカノクロミック発光
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塚田琢真、北村侑也、中野英之
2. 発表標題 4-[ビス(4-メチルフェニル)アミノ]ベンジリデンアニリン - 有機酸ハイブリッド膜の発光特性
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塚田琢真、北村侑也、中野英之
2. 発表標題 4-[ビス(4-メチルフェニル)アミノ]ベンジリデンアニリン - 有機酸ハイブリッド膜の発光特性
3. 学会等名 2020年光化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松井諒真、浅沼宏紀、中野英之
2. 発表標題 アントラセン骨格を有する新規アモルファス分子材料のメカノクロミック発光
3. 学会等名 2020年光化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福島寛也、森健介、相良剛光、玉置信之、中野英之
2. 発表標題 シアノスチルベン骨格を有する新規発光性アモルファス分子材料の創製
3. 学会等名 2020年光化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塚田琢真、北村侑也、中野英之
2. 発表標題 4-[ビス(4-メチルフェニル)アミノ]ベンジリデンアニリン - 有機酸ハイブリッド膜の発光特性
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福島寛也、森健介、相良剛光、玉置信之、中野英之
2. 発表標題 シアノスチルベン骨格を有する新規発光性アモルファス分子材料の創製
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松井諒真、浅沼宏紀、中野英之
2. 発表標題 アントラセン骨格を有する新規アモルファス分子材料のメカノクロミック発光
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福島寛也、森健介、相良剛光、玉置信之、中野英之
2. 発表標題 シアノスチルベン骨格を有する新規アモルファス分子材料の創製
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松井諒真、浅沼宏紀、中野英之
2. 発表標題 アントラセン骨格を有する新規アモルファス分子材料のメカノクロミック発光
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塚田琢真、北村侑也、中野英之
2. 発表標題 アモルファス分子材料 - 有機酸複合膜が示す可逆的発光色変化
3. 学会等名 第10回CSJ化学フェスタ2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塚田琢真、北村侑也、中野英之
2. 発表標題 4-[ビス(4-メチルフェニル)アミノ]ベンジリデンアニリン - 有機酸複合膜のクロミック発光特性
3. 学会等名 第39回固体・表面光化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福島寛也、森健介、相良剛光、玉置信之、中野英之
2. 発表標題 シアノスチルベン系アモルファス分子材料の発光と光反応
3. 学会等名 第39回固体・表面光化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塚田琢真、北村侑也、中野英之
2. 発表標題 ベンジリデンアニリン系アモルファス分子材料 - 有機酸複合膜の発光特性
3. 学会等名 化学系学協会北海道支部2021年冬季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松井諒真、浅沼宏紀、中野英之
2. 発表標題 ジフェニルアントラセン骨格を有する新規アモルファス分子材料の発光と光反応
3. 学会等名 化学系学協会北海道支部2021年冬季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福島寛也、森健介、相良剛光、小門憲太、中村貴義、玉置信之、中野英之
2. 発表標題 シアノスチルベン系アモルファス分子材料の発光と光反応
3. 学会等名 第55回高分子学会北海道支部発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松本育、中野英之
2. 発表標題 ジフェニルアントラセン骨格を有するトリフェニルボロン系アモルファス分子材料の合成と発光特性
3. 学会等名 第55回高分子学会北海道支部発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塚田琢真、北村侑也、中野英之
2. 発表標題 ベンジリデンアニリン系アモルファス分子材料 - 有機酸複合膜のクロミック発光特性
3. 学会等名 第55回高分子学会北海道支部発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 H. Nakano
2. 発表標題 Design of Amorphous Molecular Materials and Their Emitting Properties
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塚田琢真、北村侑也、中野英之
2. 発表標題 ベンジリデンアニリン系アモルファス分子材料 - 有機酸複合膜の発光特性
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福島寛也、森健介、相良剛光、小門憲太、中村貴義、玉置信之、中野英之
2. 発表標題 シアノスチルベン系アモルファス分子材料の発光と光反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松井諒真、浅沼宏紀、中野英之
2. 発表標題 ジフェニルアントラセン骨格を有する新規アモルファス分子材料の発光と光反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福島寛也、森健介、相良剛光、小門憲太、中村貴義、玉置信之、中野英之
2. 発表標題 長さの異なるメチレン鎖を有するシアノスチルベン系アモルファス分子材料の固相発光特性
3. 学会等名 日本化学会北海道支部2021年夏季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塚田琢真、小門憲太、中村貴義、中野英之
2. 発表標題 4-[ビス(9,9-ジメチルフルオレン-2-イル)アミノ]ベンジリデンアニリン結晶が示す酸応答発光色変化
3. 学会等名 2021年度北海道高分子若手研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福島寛也、森健介、相良剛光、小門憲太、中村貴義、玉置信之、中野英之
2. 発表標題 長さの異なるメチレン鎖を有するシアノスチルベン系アモルファス分子材料の固相発光特性
3. 学会等名 2021年光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塚田琢真、中野英之
2. 発表標題 ベンジリデンアニリン系アモルファス分子材料の酸応答発光色変化
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福島寛也、相良剛光、小門憲太、中村貴義、玉置信之、中野英之
2. 発表標題 シアノスチルベン系アモルファス分子材料の発光特性ならびに光反応性を与える膜作製法の影響
3. 学会等名 第40回固体・表面光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塚田琢真、中野英之
2. 発表標題 ベンジリデンアニリン系アモルファス分子材料の酸応答発光色変化
3. 学会等名 第40回固体・表面光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塚田琢真、中野英之
2. 発表標題 発光性アモルファス分子材料の酸応答挙動に与えるモルフォロジーの影響
3. 学会等名 第56回高分子学会北海道支部発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福島寛也、相良剛光、小門憲太、中村貴義、玉置信之、中野英之
2. 発表標題 シアノスチルベン系アモルファス分子材料の発光特性ならびに光反応性に与える膜作製法の影響
3. 学会等名 第56回高分子学会北海道支部発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮岸紅於、福島寛也、中野英之
2. 発表標題 シアノスチルベン系アモルファス分子材料の蛍光量子収率のアモルファス膜作製法依存性
3. 学会等名 第56回高分子学会北海道支部発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 塚田琢真、中野英之
2. 発表標題 ベンジリデンアニリン系アモルファス分子材料の酸応答発光色変化
3. 学会等名 化学系学協会北海道支部2022年冬季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松井諒真、松本育、中野英之
2. 発表標題 三重項 - 三重項消滅アップコンバージョン用新規アモルファス分子材料の創製
3. 学会等名 化学系学協会北海道支部2022年冬季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福島寛也、相良剛光、小門憲太、中村貴義、玉置信之、中野英之
2. 発表標題 シアノスチルベン系アモルファス分子材料の発光特性と光反応性
3. 学会等名 化学系学協会北海道支部2022年冬季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 塚田琢真、中野英之
2. 発表標題 ジアリールアミノベンジリデンアニリンの酸応答性発光色変化
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------