

令和 2 年 5 月 8 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K07032

研究課題名(和文) 表示機能を統合した発電装置のための要素技術の研究

研究課題名(英文) Studies on key technologies for an energy-harvesting display

研究代表者

藤枝 一郎 (Fujieda, Ichiro)

立命館大学・理工学部・教授

研究者番号：90367996

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：「発電するディスプレイ」は、蛍光体を用いた集光型太陽光発電(LSC)に光を変調して入力することにより画像を表示する。LSCの内部での蛍光の自己吸収と再発光の現象は、画像表示と発電に関わる諸性能を制限する。そこで、これらの現象に関わるモデルを構築し、実験結果を再現することを確認した。これらのモデルは一般のLSCにも適用できる。また、3種類のLED用のセラミクス蛍光体(紛体)を用いてカラー表示を実現した。その発電機能はモノクロ素子の約1/4000と極めて低い。一様な有機材料を用いれば、光の散乱が抑制されて3000倍程の改善が見込める。

研究成果の学術的意義や社会的意義

「発電するディスプレイ」は、室内の壁、建物の壁、看板、等へ搭載することで、快適でクリーンな社会の促進を目指すものである。本研究の主な成果はその設計論の確立である。従来の蛍光体を利用する集光型太陽光発電(LSC)の分野ではモンテカルロ法や数値積分の手法を用いていたが、光学分野の類似の概念や効果的な近似を導入して、計算の負荷を低減すると共に、設計の適用対象を広げることができた。また、表示のカラー化を実証し、明所での視認性を改善できる可能性を示した。更に、例えば放射線治療の線量モニタのような従来にない応用について、基本的な動作原理を実証した。

研究成果の概要(英文)：An energy-harvesting display displays images by projecting intensity-modulated excitation light on a luminescent solar concentrator (LSC). Its performance is limited by the self-absorption and re-emission events. We have proposed models to explain these phenomena. They are also applicable for an LSC. In addition, we have demonstrated a color energy-harvesting projector by utilizing three ceramic phosphors developed for LEDs. Its optical efficiency is approximately 1/4000 than that of an equivalent monochrome version. The use of a uniform organic layer suppresses light scattering events and we expect 3000-fold increase.

研究分野：電子デバイスおよび電子機器関連

キーワード：蛍光 発電 ディスプレイ 自己吸収 光学効率

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

Luminescent Solar Concentrator (LSC) は、平板状の透明基板（導光体）に蛍光材料を分散させ、基板の端面に太陽電池を配置して構成される。蛍光材料が太陽光を吸収すると蛍光を放射し、これを太陽電池に導いて発電する。しかし、蛍光が蛍光材料自身に吸収される「自己吸収」の課題があり、現在でも実用化されていない。本研究代表者は、透明基板 2 枚で蛍光層を挟んだ構成 (Luminescent Waveguide, 以下では LWG と略記) にレーザー光を投射する構成を考案して、モノクロ画像の表示と発電を実証した。この「発電するディスプレイ」は、壁や看板等で発電することにより社会の省エネルギー化と利便性の向上に寄与するものである。

しかし、自己吸収はこれらの素子の発電量を制限する。また、自己吸収の後に発現する再発光の現象は表示画像のコントラストを劣化させると懸念される。更に、表示のカラー化も望まれる。

### 2. 研究の目的

自己吸収と再発光に関するモデルを構築してこれらの現象を定量的に説明する。これにより「発電するディスプレイ」の設計パラメータが性能（発電効率と表示画像のコントラスト）へ与える影響が明らかになる。但し、設計論を確立されても、これらの現象が素子の性能を制限する負の要因である事実は変わらない。そこで、別の視点から「発電するディスプレイ」の高性能化を実現する。具体的には、カラー表示と明所での視認性の向上の実現を目指す。特に、モノクロからカラー表示への移行には、格段の技術革新が必要になる。更に、自己吸収に関する知見を積極的に利用する産業応用を新たに提案する。

### 3. 研究の方法

#### (1) 設計論

蛍光が LWG の端面に達するまでの過程を 3 段階に分け、それぞれをモデル化する。第一は、励起光が蛍光層に入射して発生した蛍光が蛍光層から放射されるまでの過程である。第二は、蛍光が平面状の LWG の中を伝搬して端面に至るまでに自己吸収される過程である。第三は、自己吸収で蛍光の発光が等方的と仮定して、LWG 内を伝搬中の蛍光の自己吸収の確率を求める。再発光の強度はこの確率に比例するとして定式化する。

#### (2) カラー表示

原理的には、3 種類の蛍光材料を短冊状に配置して、励起光を入射させたときに放射される蛍光を加法混色すればよい。このカラー対応の LWG の試作と性能評価を通じて課題を明らかにする。

#### (3) 明所での視認性の向上

液晶パネルを LWG に積層すると、表示の輝度が外光の照度に比例する。これにより明所での表示画像のコントラストが向上する。また、色域は蛍光材料で決まり、外光によらず一定になる。実証実験を通じて課題を明らかにする。

#### (4) 自己吸収を利用する新応用

LWG 内を伝搬する蛍光のスペクトルは、伝搬距離の増加と共に短波長側の強度が減少する。この現象は赤方偏移と呼ばれる。蛍光材料を含む光ファイバの 1 端で検出される赤方偏移の大きさから伝搬距離を決定できる。従来技術に対する利点は片側のみで位置検出が可能となる点である。実験では紫外光をシンチレーションファイバの 1 点に入射し、1 端で検出される蛍光スペクトルから伝搬距離を算出する。この位置検出原理は放射線モニタに利用できる。

### 4. 研究成果

#### (1) 設計論

第一に、蛍光層から放射される蛍光スペクトルを以下の手順で定式化した。まず、図 1 に示すように、蛍光の放射の方向と角度に応じて蛍光層内の伝搬距離が決まる。次に、この伝搬距離と蛍光材料の吸収係数から透過率が求まる。放射角度と波長を変化させて以上の解析を繰り返すと、蛍光層の前方と後方に放射される蛍光スペクトルを解析的に表せる。このモデルが次の 2 つの段階のモデル化の基礎になる。実験では、図 2 に示すように平面状の LWG を透明な半円筒状の導光体で挟むことにより、LWG の表面で蛍光が屈折しないようにした。測定した蛍光スペクトルの放射角度への依存性は、理論式によりよく再現された。この成果をまとめた論文は AIP Adv. に掲載された。

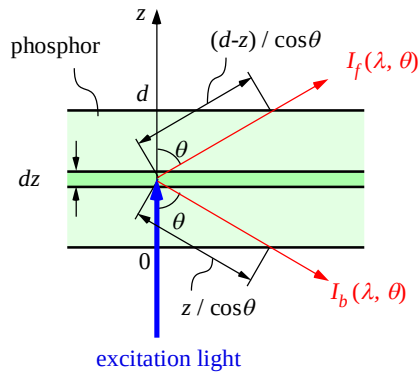


図1 蛍光層から放射される蛍光のモデル

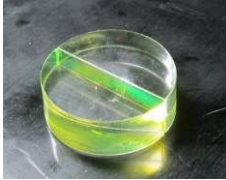


図2 蛍光スペクトルの測定に用いた試料

第二に, LWG の1点を励起したときに特定の端面に蛍光が到達する確率(光学効率)を解析的に表した. これを励起点の座標の関数として表し, Edge Collection Function (ECF)と命名した. 全ての点で ECF が既知ならば, 光学分野の点像分布関数と同様にして, 任意の入射光の強度分布に対してシステムの応答を計算できる. 数値例を図3に示す. 但し, この解析では幾何的な近似を導入したため適用対象の LWG は正方形に限定される. 以上の成果をまとめた論文は Opt. Eng.に掲載された.

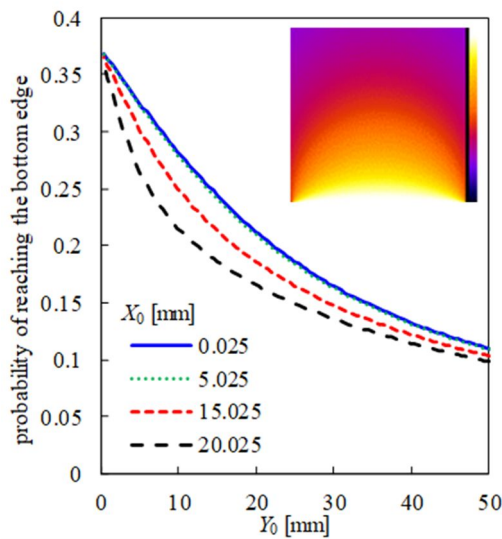


図3 ECF の計算例 (5cm 角の正方形 LWG)

第三に, LWG 内を伝搬する蛍光を追跡し, 自己吸収される確率から再発光の確率を求めた. 発光は等方的と仮定したため, 再発光の強度分布は同心円状になる. 実験では 5 cm角の試料を試作してこれを観察した. 図4に例を示す. 観察された強度分布は理論とよく合致した. 以上の成果をまとめた論文は Appl. Opt.に掲載され, Editor's Pick に選ばれた.

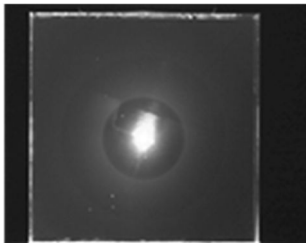


図4 同心円状の再発光強度分布の観察例

## (2)カラー表示

短冊状の溝をアクリル板に周期的に加工し, 3種類のセラミクス蛍光体(紛体)を充填してカ

ラー対応の LWG を試作した (図 5)。市販のプロジェクタを改造して青色レーザー光を変調して投射することにより、カラー画像表示と発電機能を実証した (図 6)。但し、発電機能はモノクロ素子の約  $1/4000$  と極めて低い。一様な有機材料を用いれば、光の散乱が抑制されて 3000 倍程度の改善が見込める。この成果をまとめた論文は Appl. Opt. に掲載された。

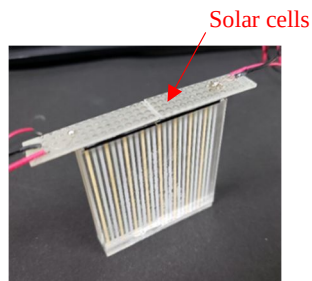


図 5 太陽電池を実装したカラー対応の LWG

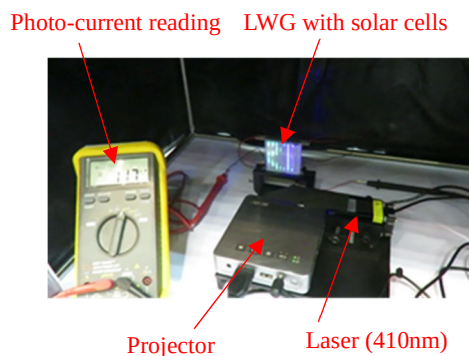


図 6 カラー表示と発電の実演

### (3) 明所での視認性の向上

タイマー (市販品) から液晶パネルを摘出して LWG に積層した。強力な白色 LED 光源を用いて照度を増加させると、図 7 に示すように、音楽プレーヤーの透過型 LCD (右側) の視認性は劣化するが、タイマーの表示 (左側) は明瞭である。この成果は、特許出願明細書 (特願 2018-229069)、および国際会議論文 (IDW)、国内学会発表として公表した。

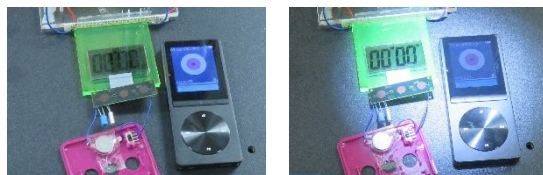


図 7 液晶パネルを LWG に積層した構成

### (4) 自己吸収を利用する新応用

シンチレーションファイバ (市販品) の 1 点に紫外光を入射させ、端面に到達する蛍光を分光器に導いた (図 8)。蛍光の伝搬距離  $L$  を変化させるとスペクトルは赤方偏移した (図 9)。これを定量化した結果は  $L$  と共に単調に変化した。従って、蛍光スペクトルの変化から  $L$  を決定できる。更に、2 種類の蛍光材料を用いて 2 次元の位置検出が可能なことを示した。この成果をまとめた論文は Opt. Eng. に掲載され、特許出願明細書 (特願 2018-80259 号) として公表した。

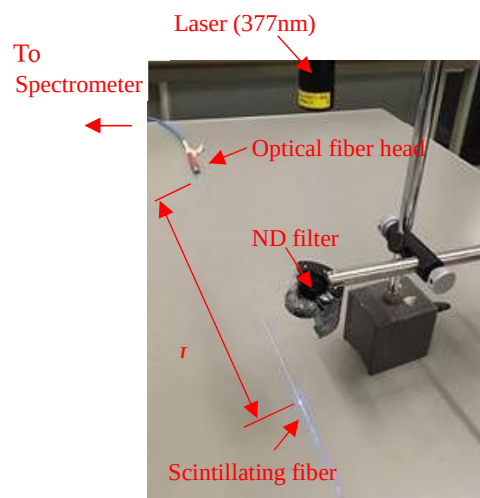


図8 位置検出原理の実証実験セットアップ

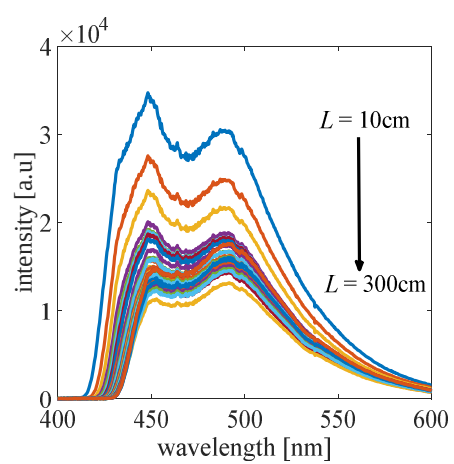


図9 赤方偏移の伝搬距離  $L$  への依存性

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 7件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 5件）

|                                                                                         |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1. 著者名<br>Tsutsumi Yasuhiro, Matsumura Ryo, Ohta Masamichi, Fujieda Ichiro              | 4. 巻<br>58          |
| 2. 論文標題<br>Position-sensitive detectors based on redshifts in photoluminescence spectra | 5. 発行年<br>2019年     |
| 3. 雑誌名<br>Optical Engineering                                                           | 6. 最初と最後の頁<br>77108 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1117/1.0E.58.7.077108                                     | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）                                                   | 国際共著<br>—           |

|                                                                                                                                                    |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1. 著者名<br>Fujieda Ichiro, Tsutsumi Yasuhiro, Yunoki Kohei, Yamada Yoshiki                                                                          | 4. 巻<br>58           |
| 2. 論文標題<br>Edge collection function: an analytical expression for the optical efficiency of an energy-harvesting device based on photoluminescence | 5. 発行年<br>2019年      |
| 3. 雑誌名<br>Optical Engineering                                                                                                                      | 6. 最初と最後の頁<br>104101 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1117/1.0E.58.10.104101                                                                                               | 査読の有無<br>有           |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）                                                                                                              | 国際共著<br>—            |

|                                                                                                                  |                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Yunoki Kohei, Matsumura Ryo, Kohmoto Takamasa, Ohta Masamichi, Tsutsumi Yasuhiro, Fujieda Ichiro       | 4. 巻<br>58              |
| 2. 論文標題<br>Cross talk and optical efficiency of an energy-harvesting color projector utilizing ceramic phosphors | 5. 発行年<br>2019年         |
| 3. 雑誌名<br>Applied Optics                                                                                         | 6. 最初と最後の頁<br>9896～9903 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1364/AO.58.009896                                                                  | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）                                                                            | 国際共著<br>—               |

|                                                                                                         |                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Matsumura Ryo, Tsutsumi Yasuhiro, Fujieda Ichiro                                              | 4. 巻<br>59              |
| 2. 論文標題<br>Concentric re-emission pattern from a planar waveguide with a thin uniform luminescent layer | 5. 発行年<br>2020年         |
| 3. 雑誌名<br>Applied Optics                                                                                | 6. 最初と最後の頁<br>1703～1710 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1364/AO.384323                                                            | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）                                                                   | 国際共著<br>—               |

|                                                                                                |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Fujieda Ichiro, Kohmoto Takamasa, Yunoki Kohei, Shigeta Mitsuhiro, Tsutsumi Yasuhiro | 4. 巻<br>50            |
| 2. 論文標題<br>Fabrication and operation of an energy - harvesting color projector                 | 5. 発行年<br>2019年       |
| 3. 雑誌名<br>SID Symposium Digest of Technical Papers                                             | 6. 最初と最後の頁<br>394～397 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1002/sdtp.12940                                                 | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>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<br>—             |

|                                                                                             |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Fujieda Ichiro, Tsutsumi Yasuhiro, Yunoki Kohei, Yamada Yoshiki                   | 4. 巻<br>11120         |
| 2. 論文標題<br>Simple analytical model for optical efficiency of an energy-harvesting projector | 5. 発行年<br>2019年       |
| 3. 雑誌名<br>Proc. of SPIE                                                                     | 6. 最初と最後の頁<br>111200H |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1117/12.2529064                                              | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>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<br>—             |

|                                                                                                             |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Ryo Matsumura, Yasuhiro Tsutsumi, Ichiro Fujieda                                                  | 4. 巻<br>26            |
| 2. 論文標題<br>Measurement of crosstalk in an energy-harvesting projector utilizing a uniform luminescent layer | 5. 発行年<br>2019年       |
| 3. 雑誌名<br>Proc. of 26th International Display Workshops                                                     | 6. 最初と最後の頁<br>742-745 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                                                                              | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>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<br>—             |

|                                                                                          |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Masamichi Ohta, Yasuhiro Tsutsumi, Ryo Matsumura, Ichiro Fujieda               | 4. 巻<br>10768         |
| 2. 論文標題<br>A position sensitive detector based on red-shift in photoluminescence spectra | 5. 発行年<br>2018年       |
| 3. 雑誌名<br>Proc. of SPIE                                                                  | 6. 最初と最後の頁<br>107680N |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1117/12.2320057                                           | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>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<br>—             |

|                                                                                              |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Yasuhiro Tsutsumi, Masamichi Ohta, Takamasa Kohmoto, Ryo Matsumura, Ichiro Fujieda | 4. 巻<br>10768         |
| 2. 論文標題<br>Two-stage photoluminescence conversion for two-dimensional position sensing       | 5. 発行年<br>2018年       |
| 3. 雑誌名<br>Proc. of SPIE                                                                      | 6. 最初と最後の頁<br>1076800 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1117/12.2320058                                               | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>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<br>—             |

|                                                                  |                       |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Mitsuhiro Shigeta, Ichiro Fujieda, Yasuhiro Tsutsumi   | 4. 巻<br>25            |
| 2. 論文標題<br>Proposal of energy-harvesting liquid crystal displays | 5. 発行年<br>2018年       |
| 3. 雑誌名<br>Proc. of 25th International Display Workshops          | 6. 最初と最後の頁<br>218-221 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                                   | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>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<br>—             |

|                                                                                                               |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Ichiro Fujieda, Masamichi Ohta, Masahiko Okuyama, Yasuhiro Tsutsumi                                 | 4. 巻<br>25            |
| 2. 論文標題<br>Measurement of optical power recovered by planar fluorescent waveguides for single-spot excitation | 5. 発行年<br>2018年       |
| 3. 雑誌名<br>Proc. of 25th International Display Workshops                                                       | 6. 最初と最後の頁<br>494-497 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                                                                                | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>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<br>—             |

|                                                                                         |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1. 著者名<br>Ichiro Fujieda, Shunsuke Itaya, Masamichi Ohta, Yuuki Hirai, Takamasa Kohmoto | 4. 巻<br>7           |
| 2. 論文標題<br>Energy-harvesting laser phosphor display and its design considerations       | 5. 発行年<br>2017年     |
| 3. 雑誌名<br>J. Photon. Energy                                                             | 6. 最初と最後の頁<br>28001 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1117/1.JPE.7.028001                                      | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>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<br>—           |



|                                                                                  |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1. 著者名<br>Fujieda Ichiro, Ohta Masamichi                                         | 4. 巻<br>7            |
| 2. 論文標題<br>Angle-resolved photoluminescence spectrum of a uniform phosphor layer | 5. 発行年<br>2017年      |
| 3. 雑誌名<br>AIP Advances                                                           | 6. 最初と最後の頁<br>105223 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1063/1.5000478                                    | 査読の有無<br>有           |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている (また、その予定である)                                           | 国際共著<br>—            |

|                                        |                     |
|----------------------------------------|---------------------|
| 1. 著者名<br>藤枝一郎                         | 4. 巻<br>320         |
| 2. 論文標題<br>発電するディスプレイ                  | 5. 発行年<br>2018年     |
| 3. 雑誌名<br>電波技術協会報FORN                  | 6. 最初と最後の頁<br>36-39 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし         | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>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<br>—           |

|                                                                                                              |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Masamichi Ohta, Ichiro Fujieda                                                                     | 4. 巻<br>-             |
| 2. 論文標題<br>Angle-resolved measurement of photoluminescence spectra for illumination and display applications | 5. 発行年<br>2017年       |
| 3. 雑誌名<br>Proceedings Frontiers in Optics 2017                                                               | 6. 最初と最後の頁<br>JTU2A.1 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1364/FIO.2017.JTu2A.1                                                         | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>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<br>—             |

|                                                                             |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1. 著者名<br>Takamasa Kohmoto, Masamichi Ohta, Ichiro Fujieda, Wataru Watanabe | 4. 巻<br>-              |
| 2. 論文標題<br>Phosphor screens for laser projection systems                    | 5. 発行年<br>2017年        |
| 3. 雑誌名<br>Proceedings Frontiers in Optics 2017                              | 6. 最初と最後の頁<br>JTU2A.11 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1364/FIO.2017.JTu2A.11                       | 査読の有無<br>無             |
| オープンアクセス<br>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<br>—              |

|                                                                                                          |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Takamasa Kohmoto, Masamichi Ohta, Yuuki Hirai, Shintaro Ozawa, Ichiro Fujieda, Wataru Watanabe | 4. 巻<br>-             |
| 2. 論文標題<br>See-through phosphor screens for display applications                                         | 5. 発行年<br>2017年       |
| 3. 雑誌名<br>Proc. of 24th International Display Workshops                                                  | 6. 最初と最後の頁<br>637-640 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし                                                                            | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>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<br>—             |

|                                                                                        |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Masamichi Ohta, Ichiro Fujieda                                               | 4. 巻<br>-             |
| 2. 論文標題<br>Light extraction from a laser-pumped phosphor layer with a remote reflector | 5. 発行年<br>2017年       |
| 3. 雑誌名<br>Proc. of 24th International Display Workshops                                | 6. 最初と最後の頁<br>664-667 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし                                                          | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>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<br>—             |

〔学会発表〕 計14件（うち招待講演 0件／うち国際学会 2件）

|                                |
|--------------------------------|
| 1. 発表者名<br>杉浦 穂乃伽, 堤 康宏, 藤枝 一郎 |
| 2. 発表標題<br>光線追跡による ECFモデルの検証   |
| 3. 学会等名<br>第67回応用物理学会春季学術講演会   |
| 4. 発表年<br>2020年                |

|                                           |
|-------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>松村 燎, 岡 侑輝, 佐藤 穂岳, 堤 康宏, 藤枝 一郎 |
| 2. 発表標題<br>有機蛍光色素を周期的に配置した導光体の発光特性        |
| 3. 学会等名<br>第67回応用物理学会春季学術講演会              |
| 4. 発表年<br>2020年                           |

|                                         |
|-----------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>藤枝 一郎, 堤 康宏                  |
| 2. 発表標題<br>蛍光色素を含む平面状の導光体の端面での光の収集効率の解析 |
| 3. 学会等名<br>第67回応用物理学会春季学術講演会            |
| 4. 発表年<br>2020年                         |

|                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>Masamichi Ohta, Ichiro Fujieda                                |
| 2. 発表標題<br>Spectral study of a side-emitting laser-pumped phosphor layer |
| 3. 学会等名<br>the 7th Laser Display and Lighting Conference (国際学会)          |
| 4. 発表年<br>2018年                                                          |

|                                           |
|-------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>松村 燎, 堤康宏, 太田正倫, 藤枝一郎          |
| 2. 発表標題<br>円筒状の媒体内を伝搬する蛍光のスペクトル変化に基づく位置検出 |
| 3. 学会等名<br>第79回応用物理学会秋季学術講演会              |
| 4. 発表年<br>2018年                           |

|                                        |
|----------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>太田正倫, 堤康宏, 藤枝一郎             |
| 2. 発表標題<br>一様な蛍光体層の配光特性から抽出した元の蛍光スペクトル |
| 3. 学会等名<br>第79回応用物理学会秋季学術講演会           |
| 4. 発表年<br>2018年                        |

|                                        |
|----------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>柚木康平, 高本享昌, 繁田光浩, 堤康宏, 藤枝一郎 |
| 2. 発表標題<br>発電機能を有するカラープロジェクタのクロストークの評価 |
| 3. 学会等名<br>第66回応用物理学会春季学術講演会           |
| 4. 発表年<br>2019年                        |

|                                           |
|-------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>福本禄寿, 太田正倫, 繁田光浩, 堤康宏, 藤枝一郎    |
| 2. 発表標題<br>蛍光色素を用いた液晶ディスプレイの外光の下でのコントラスト比 |
| 3. 学会等名<br>第66回応用物理学会春季学術講演会              |
| 4. 発表年<br>2019年                           |

|                                        |
|----------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>一様な蛍光体層を含む導光体の端面での光パワーの回収   |
| 2. 発表標題<br>山田啓貴, 平井雄貴, 太田正倫, 堤康宏, 藤枝一郎 |
| 3. 学会等名<br>第66回応用物理学会春季学術講演会           |
| 4. 発表年<br>2019年                        |

|                                        |
|----------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>松村燎, 堤康宏, 藤枝一郎              |
| 2. 発表標題<br>蛍光のスペクトル変化に基づく位置検出器の検出範囲の拡大 |
| 3. 学会等名<br>第66回応用物理学会春季学術講演会           |
| 4. 発表年<br>2019年                        |

|                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>Masamichi Ohta, Shunsuke Itaya, Yuuki Hirai, Takamasa Kohmoto, Ichiro Fujieda |
| 2. 発表標題<br>Energy-harvesting laser phosphor display                                      |
| 3. 学会等名<br>the 6th Laser Display Conference (LDC ' 17) (国際学会)                            |
| 4. 発表年<br>2017年                                                                          |

|                                              |
|----------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>太田正倫, 小澤慎太郎, 藤枝一郎                 |
| 2. 発表標題<br>一様な蛍光体層から放射される光の色度座標の角度依存性        |
| 3. 学会等名<br>第65回応用物理学会春季学術講演会, 講演番号17p-B203-5 |
| 4. 発表年<br>2018年                              |

|                                              |
|----------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>小澤慎太郎, 太田正倫, 藤枝一郎                 |
| 2. 発表標題<br>蛍光体層の近傍の反射層による蛍光スペクトルの変化          |
| 3. 学会等名<br>第65回応用物理学会春季学術講演会, 講演番号17p-B203-6 |
| 4. 発表年<br>2018年                              |

|                                              |
|----------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>藤枝一郎                              |
| 2. 発表標題<br>異方性を有する媒体を伝搬する光の吸収に関する3次元モデル      |
| 3. 学会等名<br>第65回応用物理学会春季学術講演会, 講演番号17p-B203-7 |
| 4. 発表年<br>2018年                              |

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

|                                 |                  |                |
|---------------------------------|------------------|----------------|
| 産業財産権の名称<br>位置検出器               | 発明者<br>藤枝一郎, 堤康宏 | 権利者<br>学校法人立命館 |
| 産業財産権の種類、番号<br>特許、特願2018-080259 | 出願年<br>2018年     | 国内・外国の別<br>国内  |

|                                 |                   |                |
|---------------------------------|-------------------|----------------|
| 産業財産権の名称<br>表示装置                | 発明者<br>藤枝一郎, 繁田光浩 | 権利者<br>学校法人立命館 |
| 産業財産権の種類、番号<br>特許、特願2018-229069 | 出願年<br>2018年      | 国内・外国の別<br>国内  |

〔取得〕 計0件

〔その他〕

|                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 発電するディスプレイ<br><a href="http://www.ritsumeai.ac.jp/se/re/fujiedalab/enery_harvesting.pdf">http://www.ritsumeai.ac.jp/se/re/fujiedalab/enery_harvesting.pdf</a> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 6. 研究組織

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