

発電するディスプレイ

立命館大学 理工学部 電気電子工学科
教授 藤枝 一郎

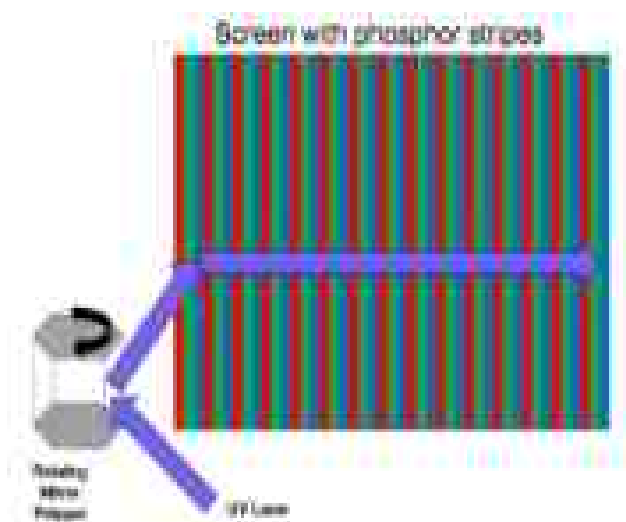
新技術の内容

1. 背景技術
2. 新技術の原理
3. 実証実験
4. 光学効率の向上
5. まとめ

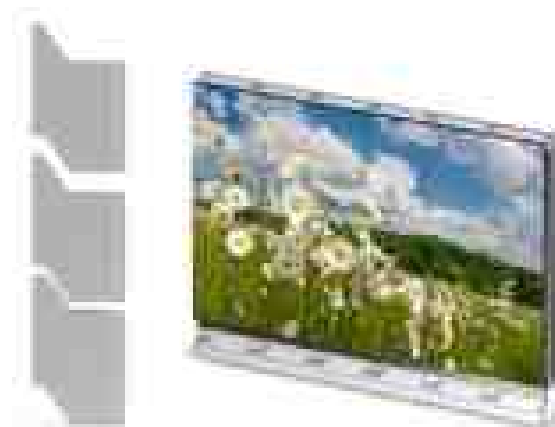
1. 背景技術

Laser Phosphor Display (LPD)

Prysm, Inc., San Jose



レーザー光がストライプ状の
蛍光体 (R, G, B) を走査



対角25インチのLPD “tile”を
5行6列に配置

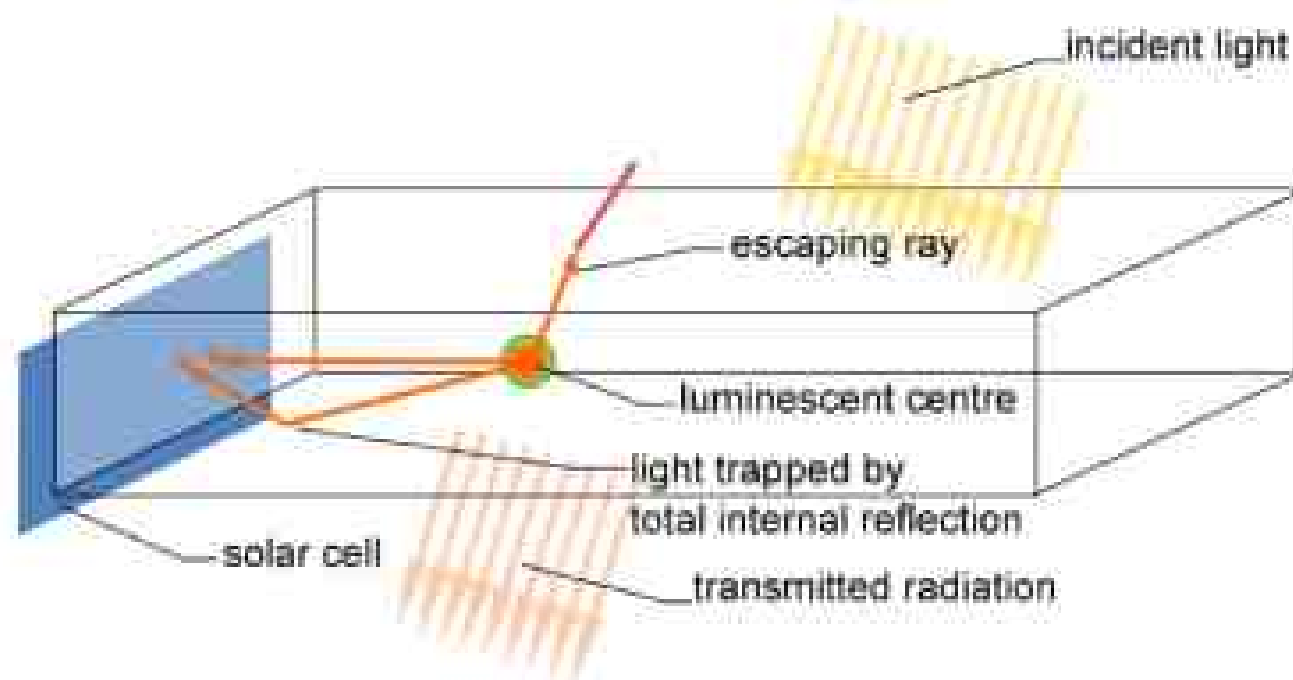


People's Bank in Prudential Center (Boston, MA)に
設置した“video wall” (対角150インチ)

R. A. Hajjar, SID Digest 43, 985–988 (2012).

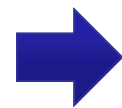
1. 背景技術

Luminescent Solar Concentrator (LSC)



特徴

入力面積 \gg 太陽電池の面積
集光型なのに太陽追尾が不要



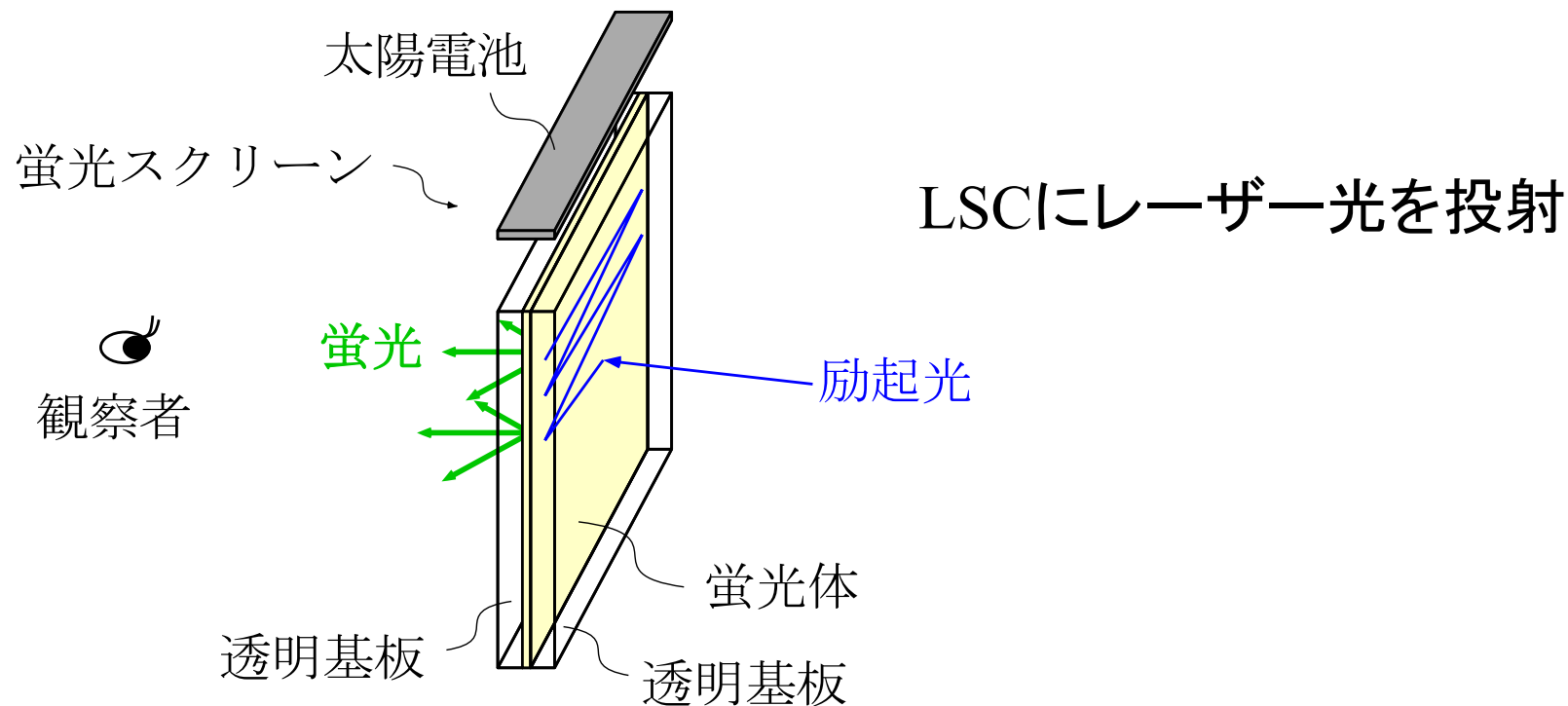
壁や窓へ設置する光発電システム
“**Building-Integrated Photovoltaic**” (BIPV)

W.G.J.H.M. van Sark, *Proc. SPIE* **9178**, 917804 (2014)

2. 新技術の原理

“Display-Integrated Photovoltaic” (DIPV)

(ディスプレイに内蔵した光発電システム)



I. Fujieda, et al., *J. Photon. Energy* **6**, 028001 (2016)

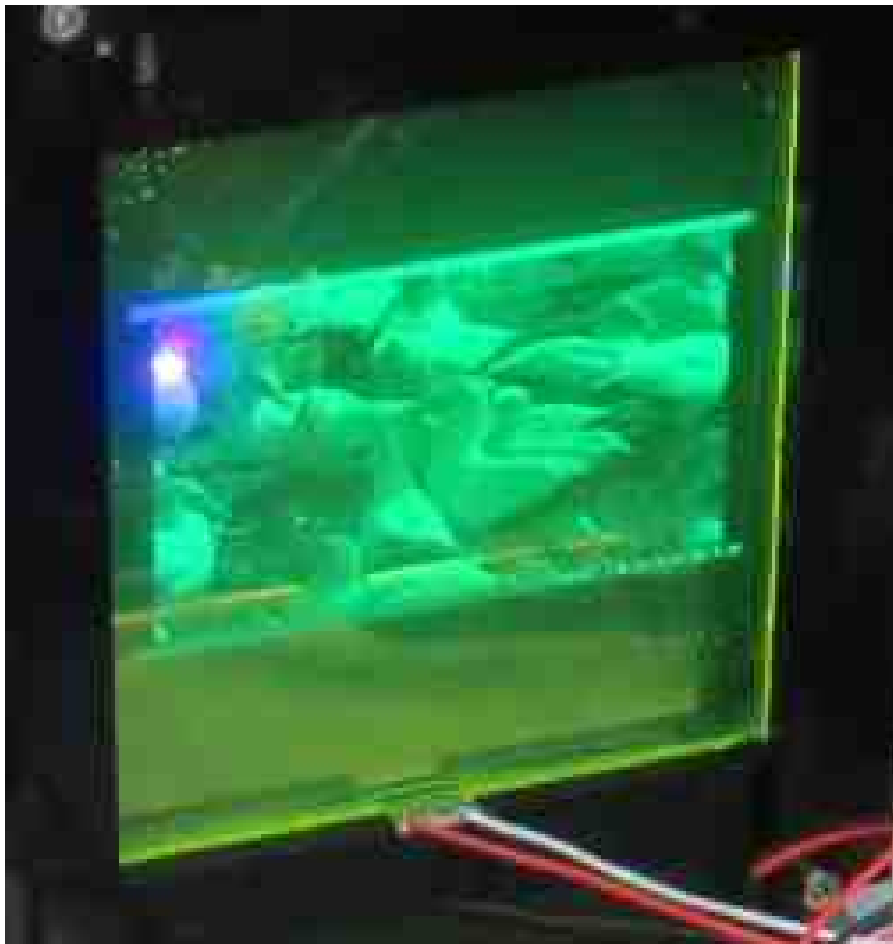
3. 実証実験

画像表示と発電のデモ (IDW16大学展示, 2016.12)



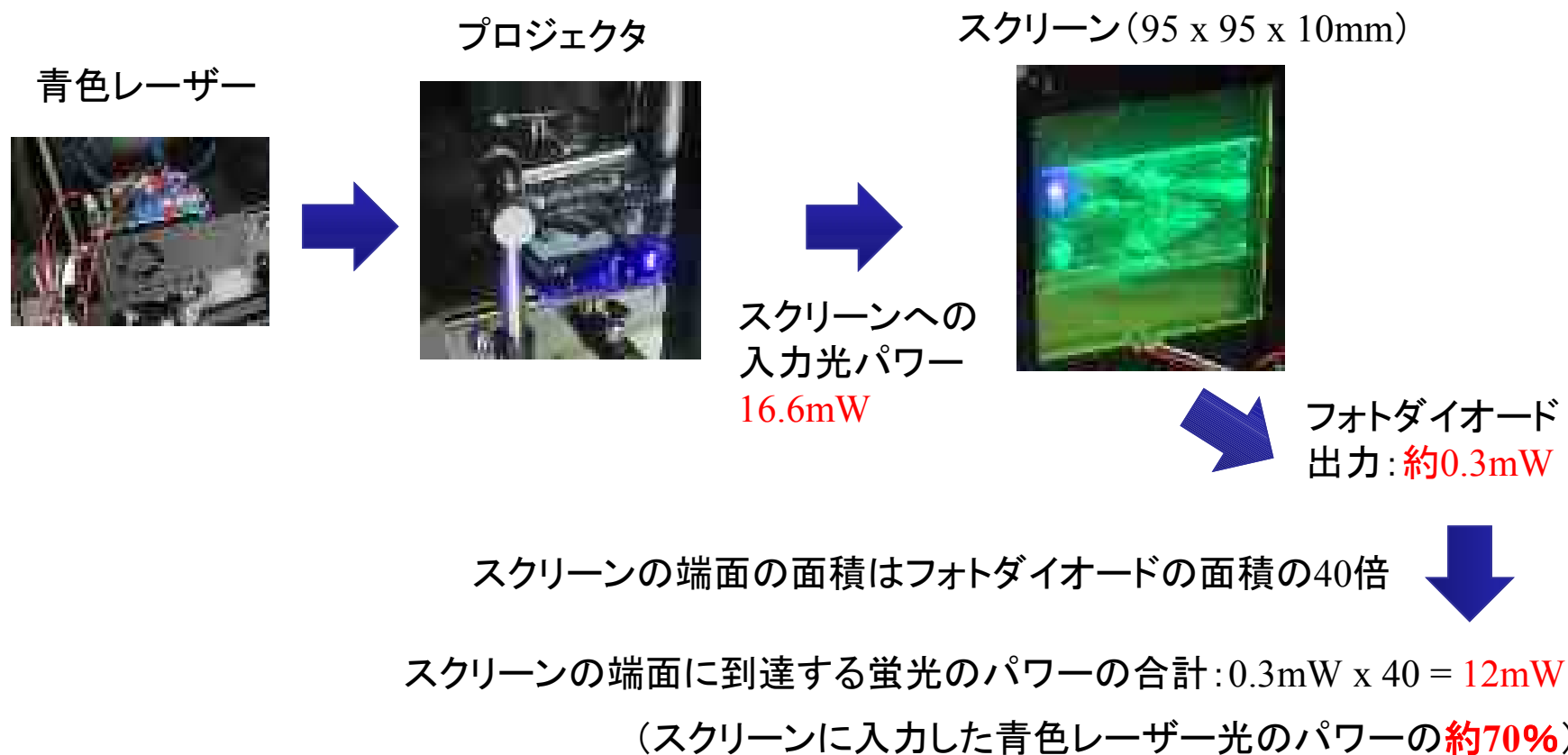
3. 実証実験

画像表示例 (IDW16大学展示, 2016.12)



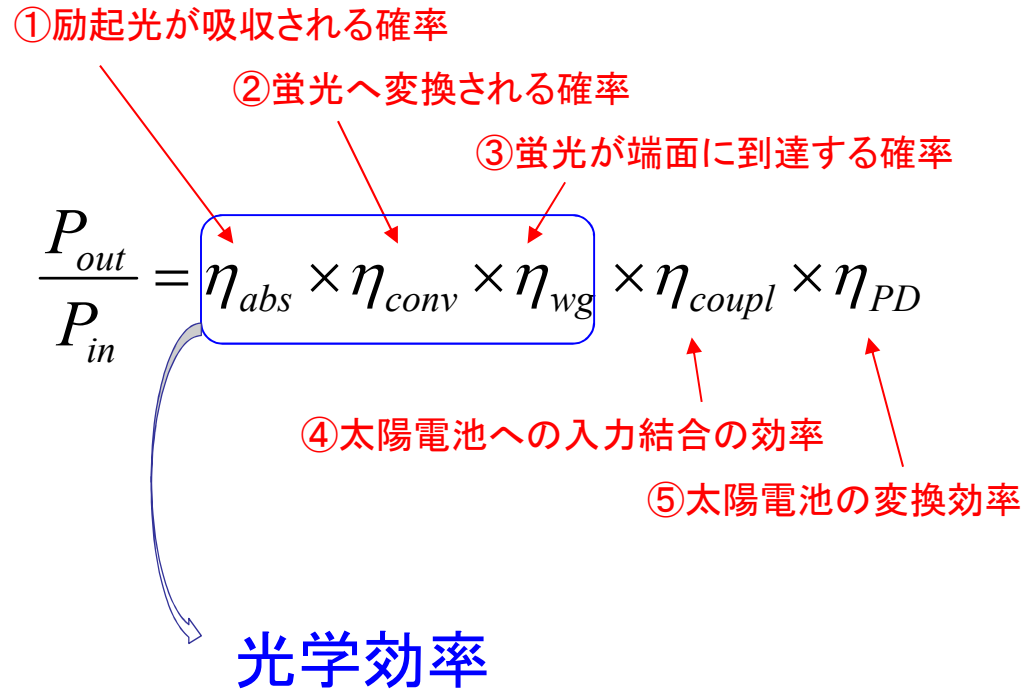
3. 実証実験

光学的な効率

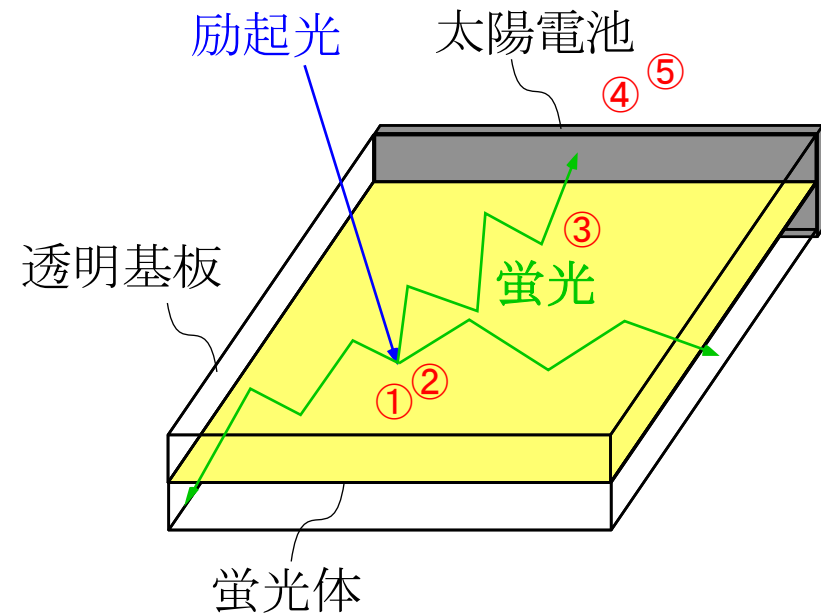


3. 実証実験

発電効率は各ステップの確率の積

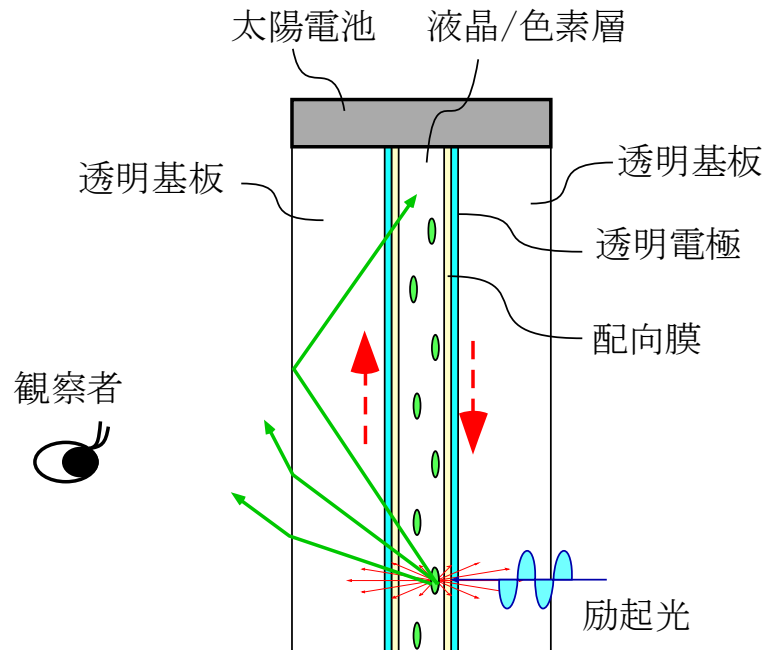


$$\eta_{opt} \equiv \eta_{abs} \times \eta_{conv} \times \eta_{wg}$$

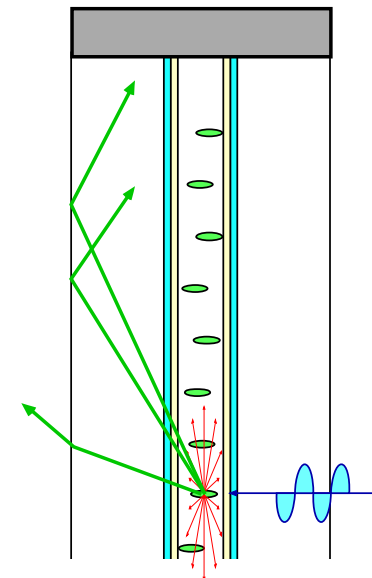


4.光学効率の向上

ゲスト・ホスト技術により光学効率 $\eta_{opt} = \eta_{abs} \times \eta_{conv} \times \eta_{wg}$ の中の η_{wg} (蛍光が端面に到達する確率) を向上させる。



表示モード(水平配向)

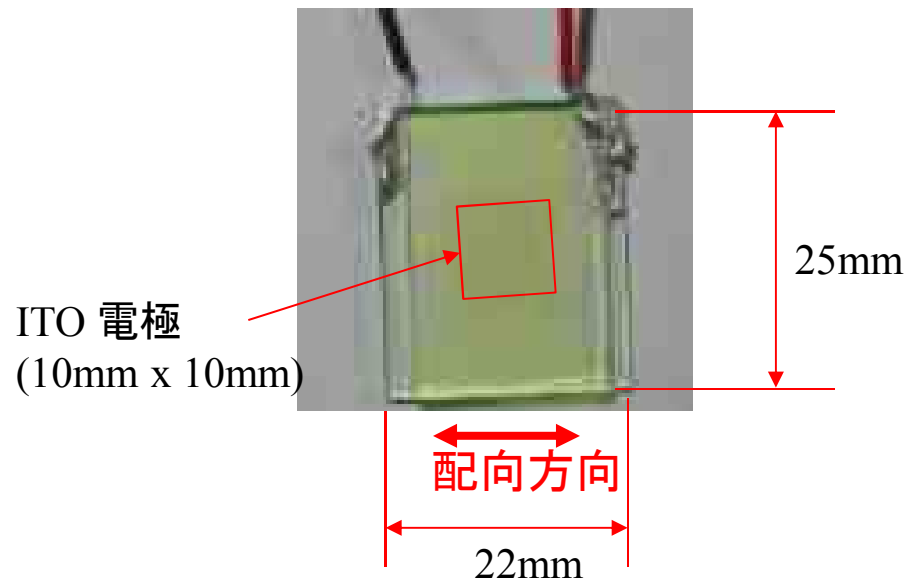


発電モード(垂直配向)

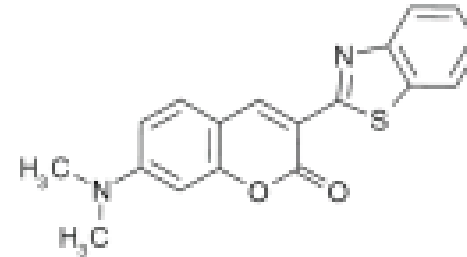
4.光学効率の向上

液晶と色素のゲスト・ホスト技術

セルの試作



ネマチック液晶
+0.5wt% coumarin 6

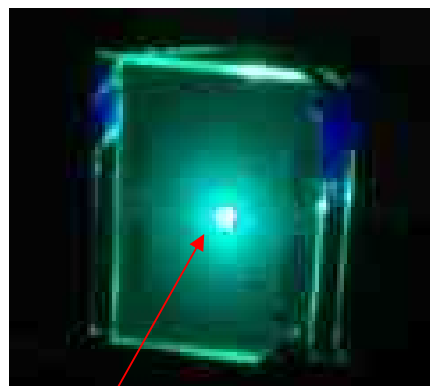


ギャップ: 6 μ m
配向: アンチパラレル

4. 光学効率の向上

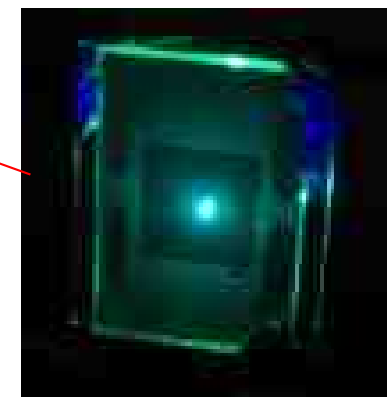
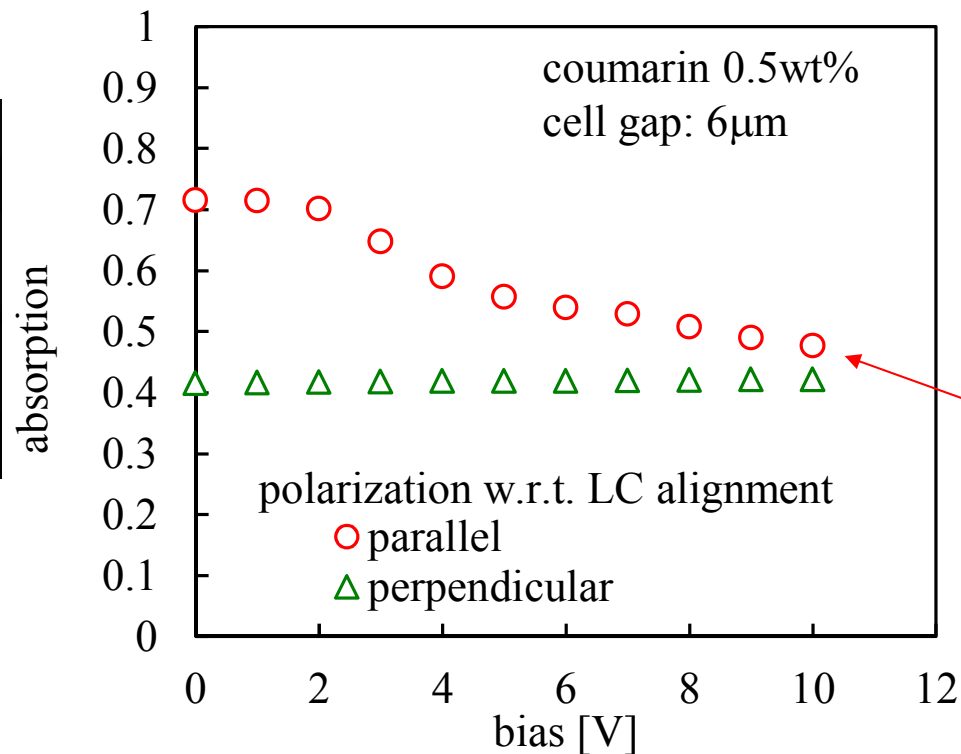
液晶と色素のゲスト・ホスト技術

電圧を印加して色素分子を傾けると吸収率が変化



Bias = 0

Laser beam
(450nm)

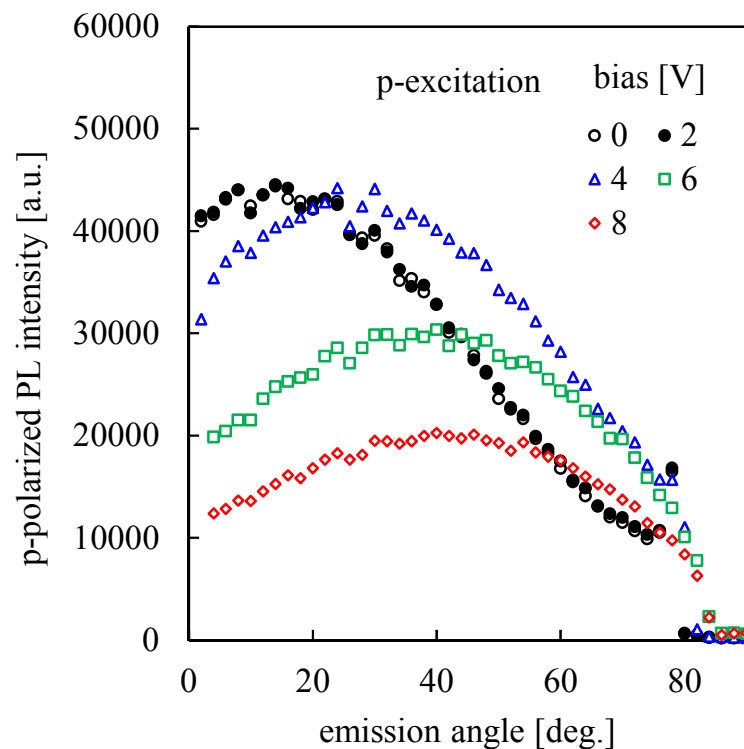


Bias = 10V

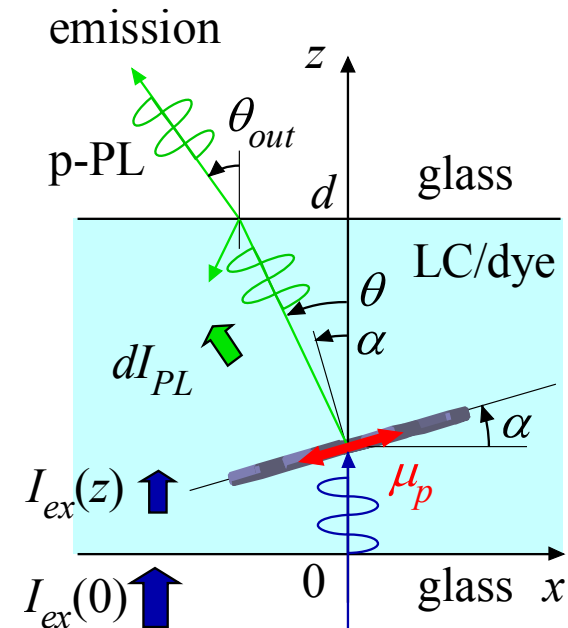
4. 光学効率の向上

液晶と色素のゲスト・ホスト技術

電圧を印加して色素分子を傾けると放射パターンが変化



Tilted dipole model
により挙動を説明



I. Fujieda, et al., *J. Appl. Phys.* **116**, 224507 (2014)

5. まとめ

- LPD技術とLSC技術に基づいて発電するディスプレイを実現
- 実証実験
 - 95 x 95 x 10mmのスクリーンでモノクロ動画を表示
 - 入力光のパワーの約70%を回収可能
 - 外光でも発電可能
- 液晶と色素のゲスト・ホスト技術
 - 液晶で色素分子を配向し、電圧により蛍光の放射パターンを制御
 - 表示・発電モードの切り替えにより光学効率が向上

従来技術とその問題点

1. Laser Phosphor Display (LPD)
発電機能はない。
2. Luminescent Solar Concentrator (LSC)
表示機能はない。

新技術の特徴・従来技術との比較

- 発電するディスプレイ(投射型)は世界初
- 成熟した既存の技術(プロジェクタ, 蛍光体)を用いて実現

透明な有機太陽電池をディスプレイの前面に配置する構成*が提案されているが, 材料研究の要素が強く, 実用化への道のりが不透明である。(発電効率, 耐久性, 表示画像への影響, 等の課題が想定される。)

*例えば, Richard R. Lunt, Michigan State University

想定される用途

1. 室内の壁
 - 室内光で発電
 - 予定, 伝言, TV等の情報を必要なときに表示
2. 屋外の看板や建物の壁や窓
 - 昼は発電, 夜は表示
 - 蓄電池を用いて電源不要のディスプレイ
3. 透明スクリーンでAugmented Realityも

実用化に向けた課題

性能の向上には**蛍光材料が鍵**

- 吸収と発光の波長領域が大きく異なる**蛍光材料**が開発されれば**発電効率**が向上
- 屋外用途には**蛍光材料の耐久性**が重要

企業への期待

要求仕様の低い応用から実用化

- **モノクロ表示**は既存の部材で実証済み
- 従来技術の適用により**カラー化**も可能
- 屋外の看板や建物の壁や窓での発電へ

蛍光材料の研究開発

- 吸収スペクトルと発光スペクトルの分離
- 耐久性の向上

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 発電装置および発電システム
- 出願番号 : 特願2016-064682
- 出願人 : 立命館大学
- 発明者 : 藤枝一郎

お問い合わせ先

立命館大学

研究部 BKCリサーチオフィス

藤川 栞 [Shiori Fujikawa]

TEL : 077-561-2802

FAX : 077-561-2811

e-mail : f-shiori@st.ritsumeai.ac.jp