

液晶を活用した新規評価法の検討

～研究室の研究テーマをさらなる発展に向けて～

アドバイザー: 山本 伸一教授

メンバー : 木村智史、是木大輝、福田拓海、松田侑真、藤谷優輝、吉井大和、邢健輝

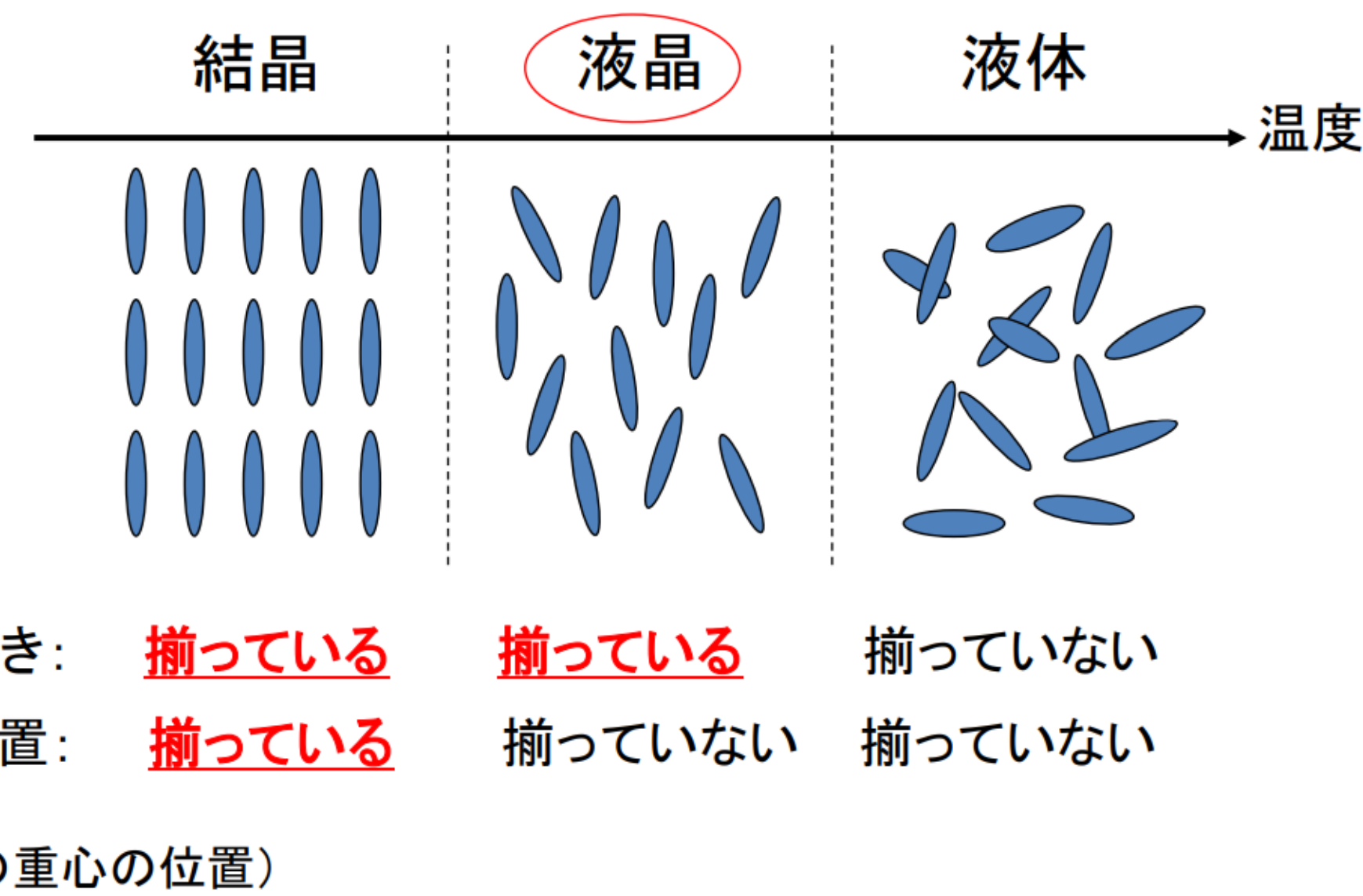
目的

山本研究室の5研究テーマ（無機EL、単分子膜、層状物質、量子ドット、液体金属）ごとに、R-Gap期間にさらに研究発展につなげる。また、液晶ディスプレイデバイスと各研究テーマを絡めることで、今後、応用展開の可能性を探る。

液晶について

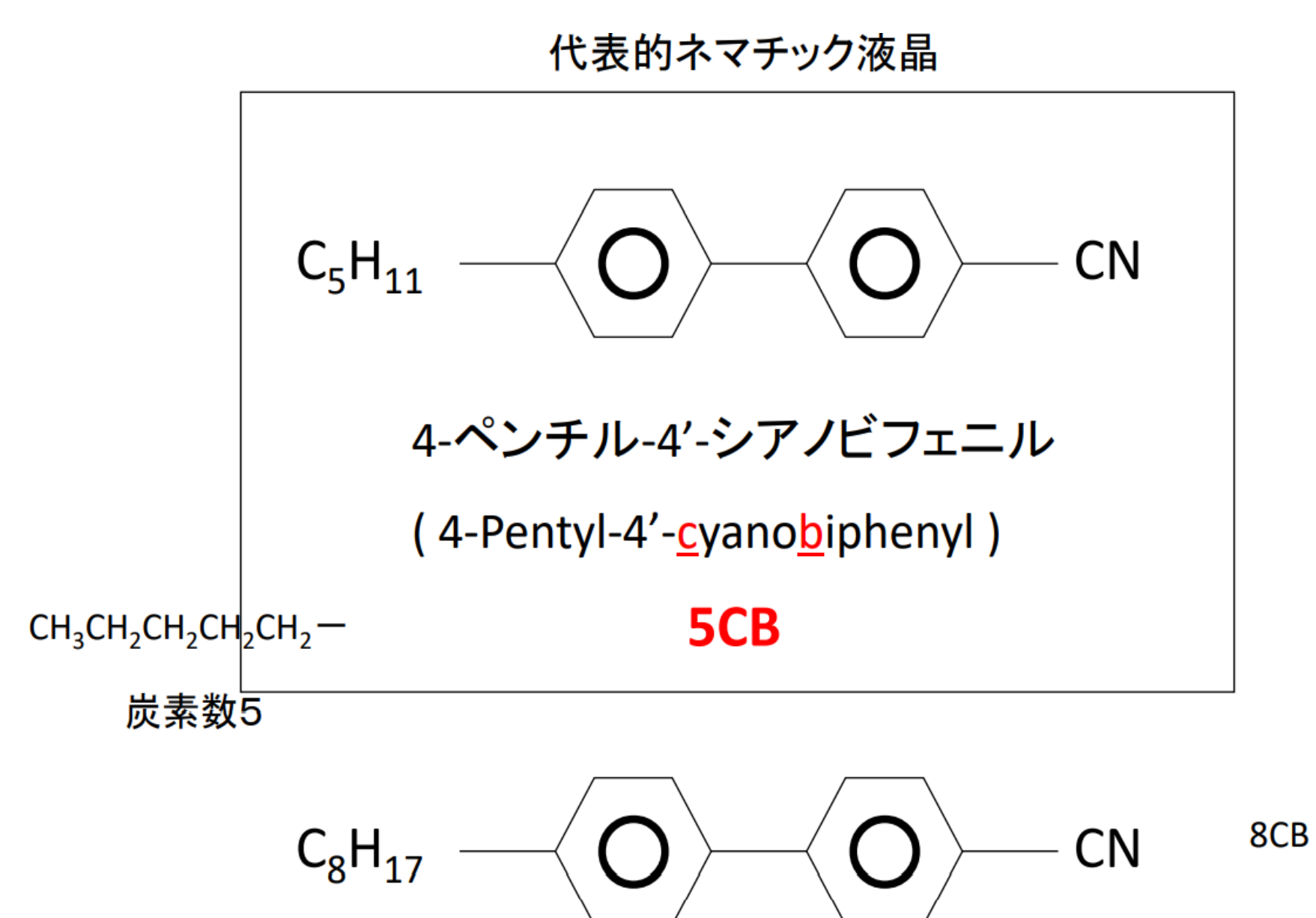
<液晶とは>

固体と液体との中間的な状態である物質。全体が液体のような流動性を示しながら、なお結晶に似た構造上の規則性を持ち、光学的に異方性を示す。電磁力・圧力・温度などに敏感に応答するので、広く表示装置などに応用される。

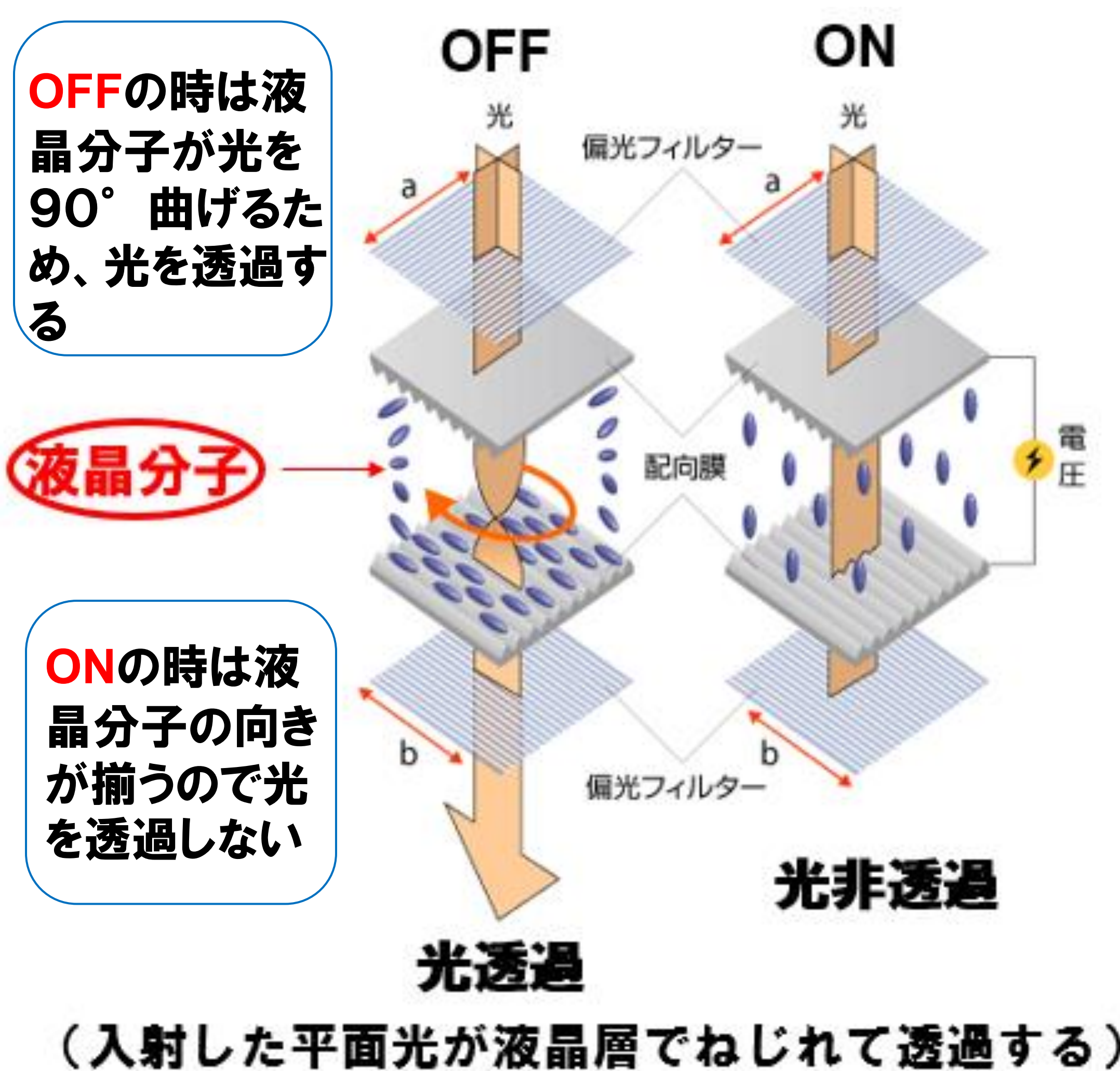


半分揃っている

<分子構造>



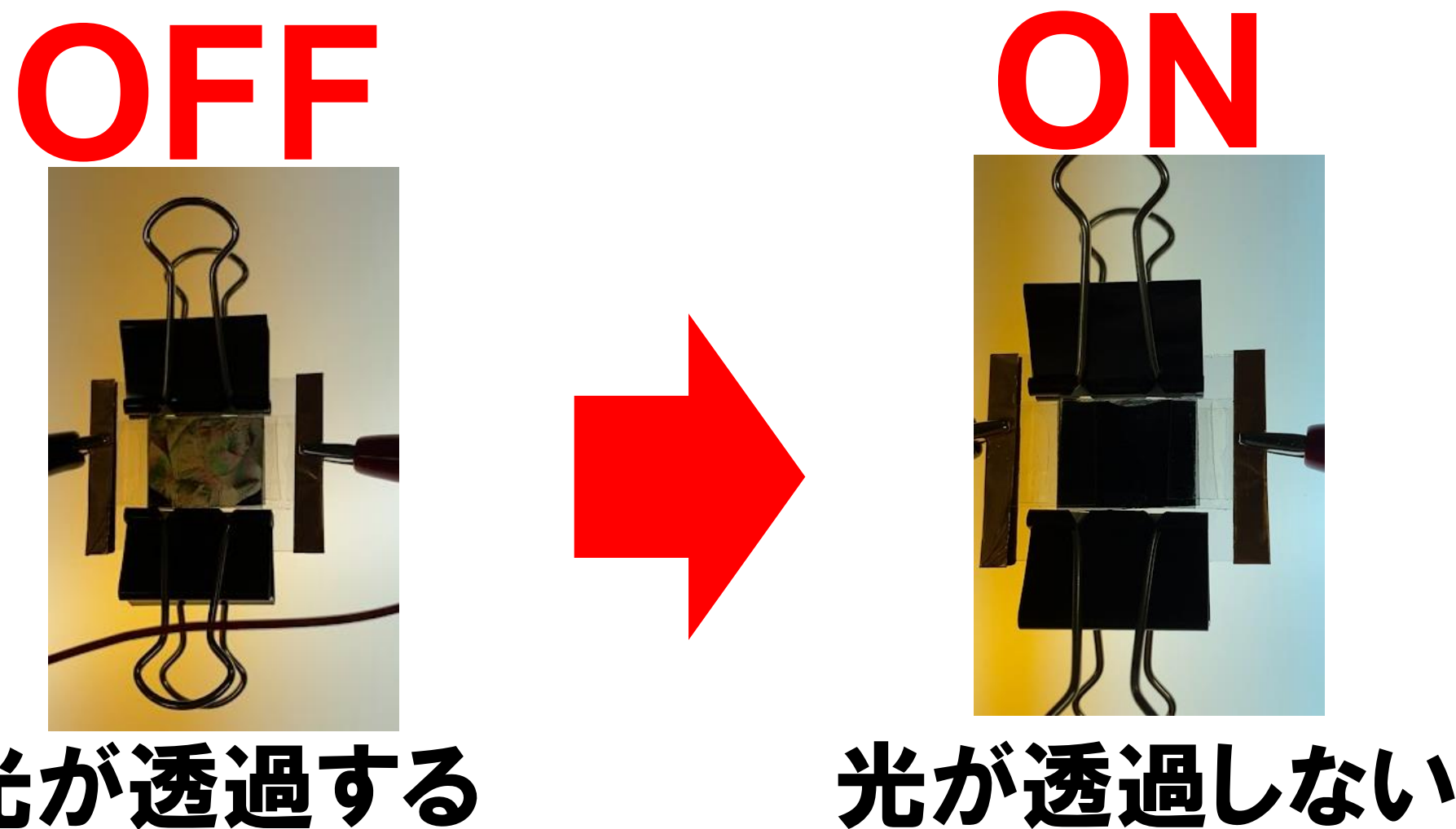
<光の透過/非透過>



<液晶セルの作製プロセス>



<実際に作製した液晶セル>

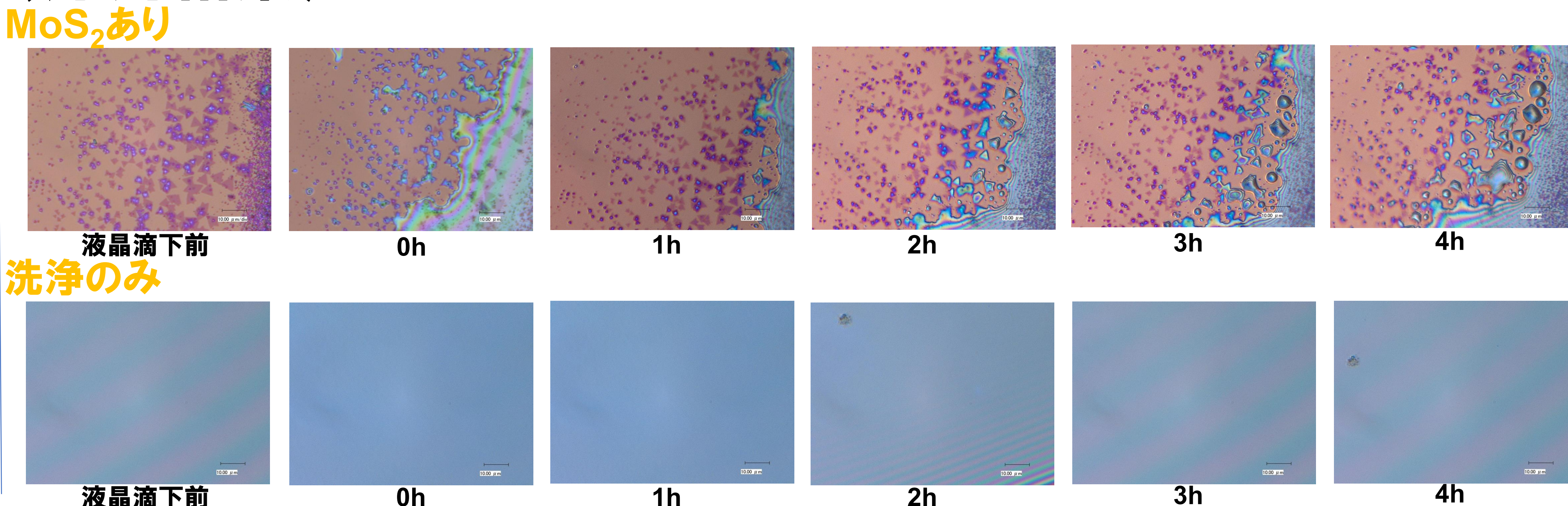


<応用方法>

CVD後の単層のMoS₂の結晶がある基盤と洗浄のみの基盤をそれぞれ液晶をスピコートし、4hまで1hごと可視光を当て、光学顕微鏡で450倍で観測した



<応用結果>



まとめ

応用結果の図から、単層のMoS₂の結晶がある基盤において、照射時間を長くするにつれて、液晶が広がっている様子が見られる。

洗浄のみの基盤において、変化が見られなかった。また液晶が広がる部分はみられなかった。これより、液晶が広がった要因は単層のMoS₂があることだと考えられる。

液晶を活用した新規評価法の検討

Investigation of a new evaluation method utilizing liquid crystals

龍谷大理工, 山本 伸一

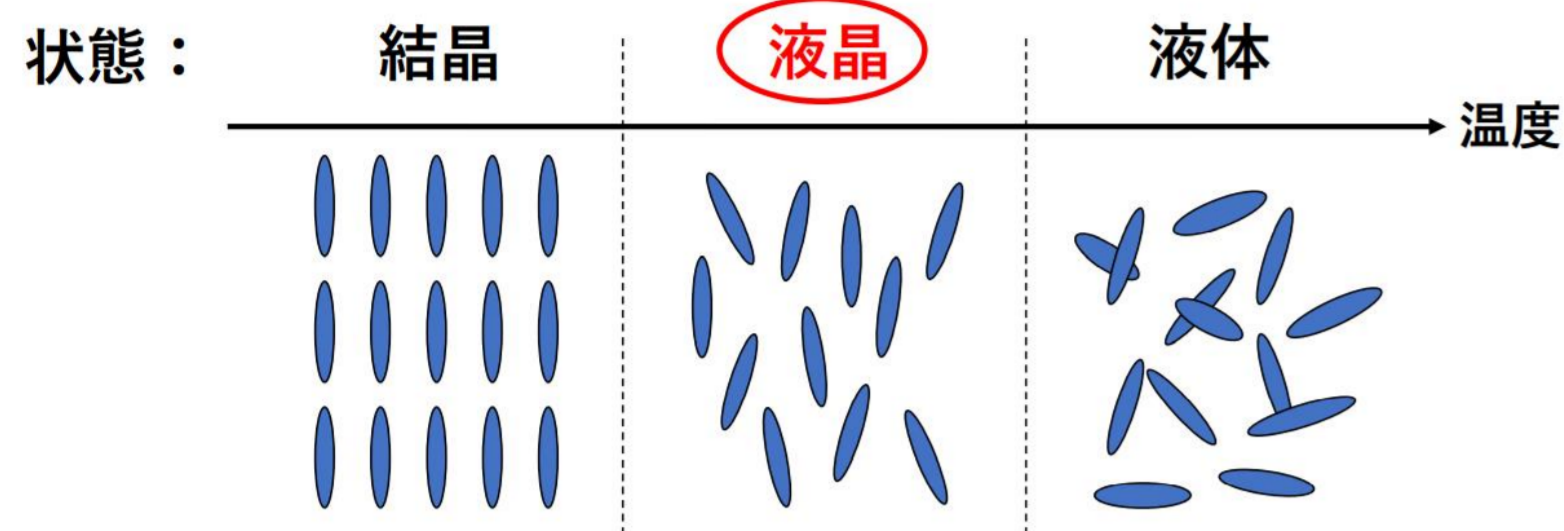
S.-I. Yamamoto

E-mail : shin@rins.ryukoku.ac.jp

研究背景

物質の三態： 固体 (結晶) → 液体 → 気体

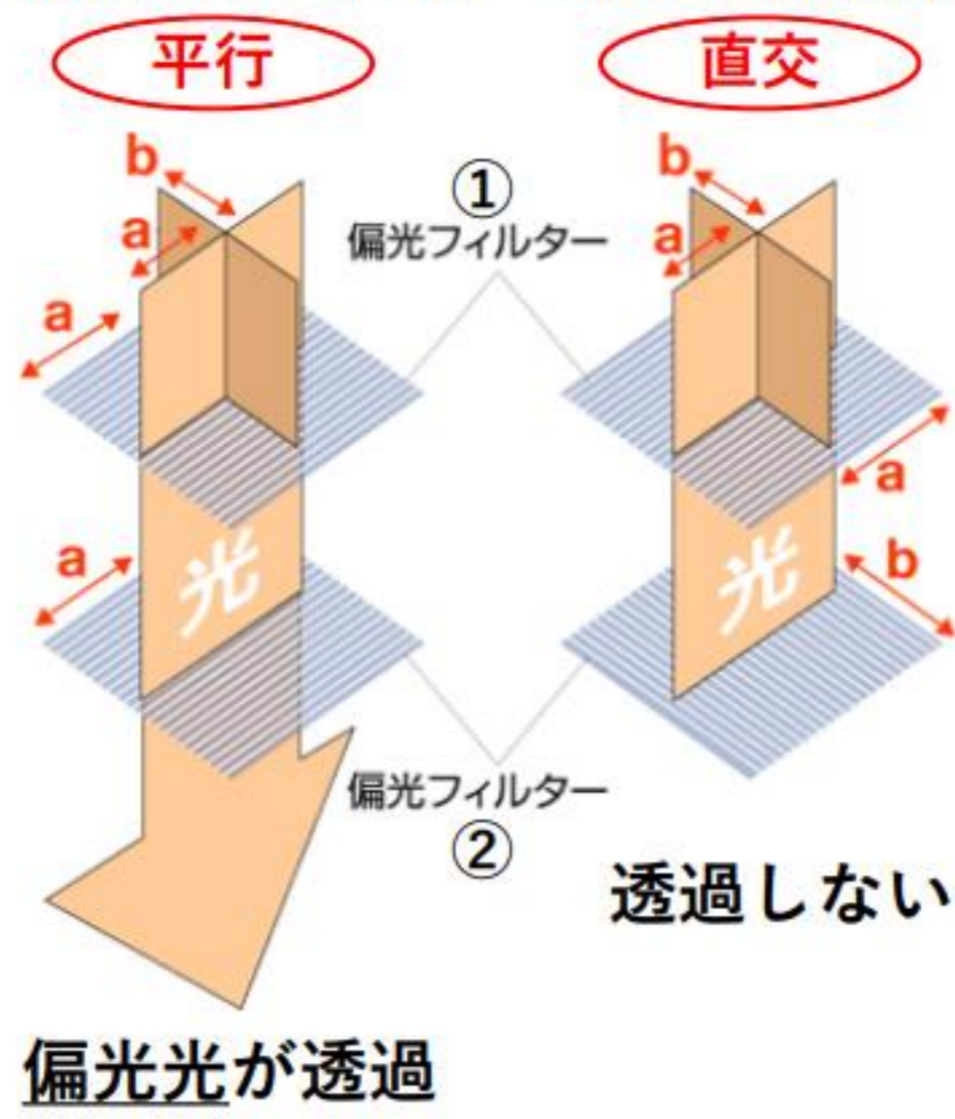
液晶



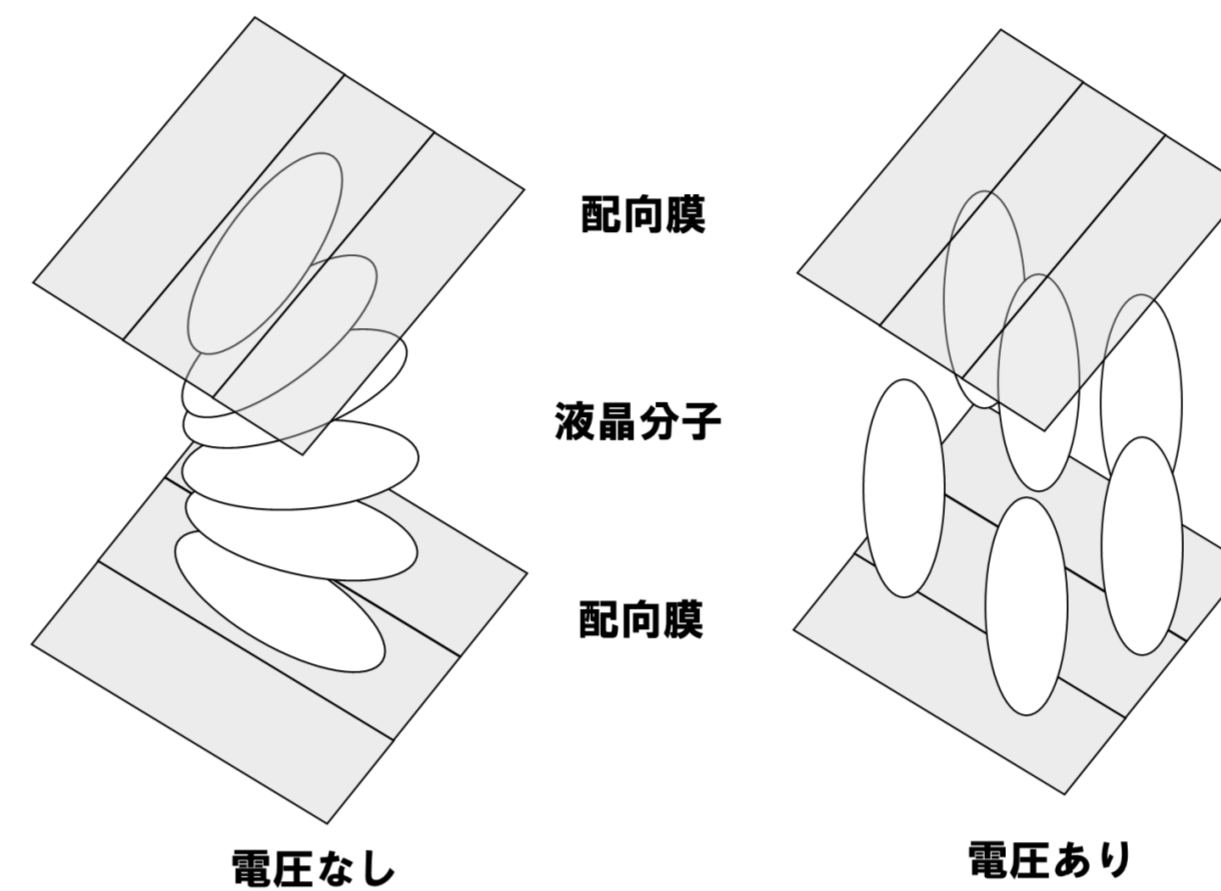
分子の向き： 揃っている だいたい揃っている 揃っていない
分子の位置： 揃っている 揃っていない 揃っていない
(≒分子の重心の位置)

液晶とは、液体と固体の中間の状態であり、温度や濃度の条件の変化により、位置は変化できるが方向の秩序がある程度保たれている状態の物質のことを言う。

2枚の偏光フィルター①②の偏光軸が

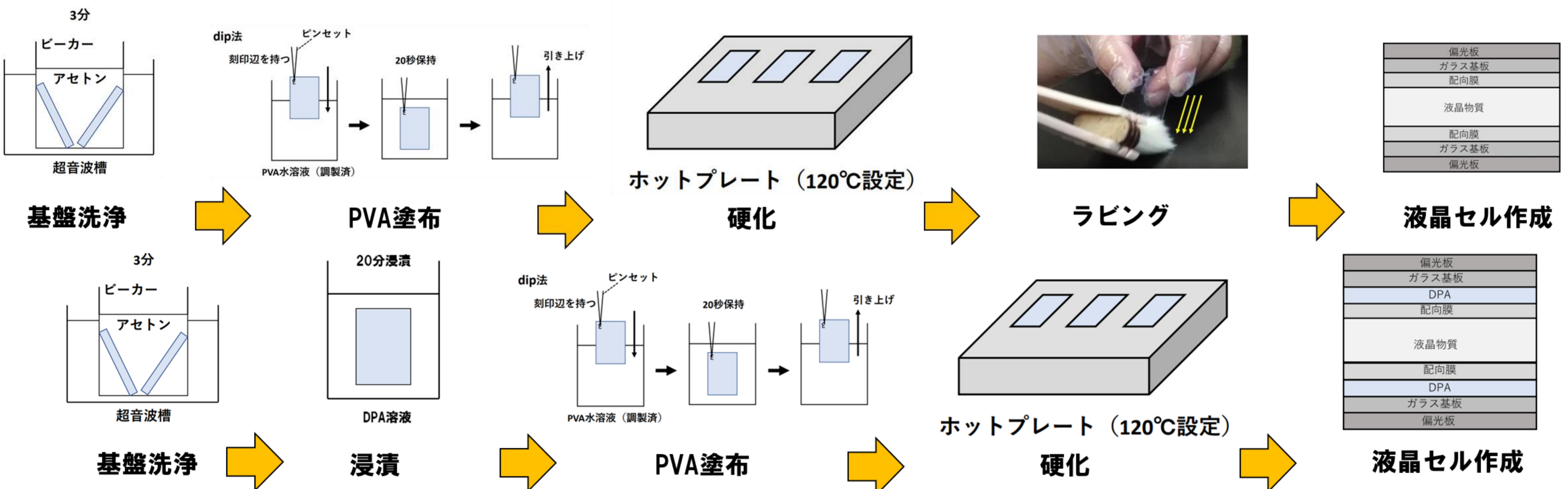


- ・2枚の偏光フィルターを同じ偏光方向に並べると光を通す。
- ・2枚の偏光フィルターを光の偏光方向が直行するように並べると光を遮断する。



偏向板が直交しているとき、2枚目の偏光板を光は通過できないが、配向された液晶分子の層を間に入れることにより、電圧をかけた状態で液晶セルの中を光がとおると光が液晶分子に沿って90度回転して光が透過するようになる。

実験手順



実験結果

接触角	ITO PVA DPA	ITO PVA
	73.6	74.2

PVAの上にDPAを成膜しても接触角は変わらなかった。

接触角	ITO	ITO DPA	ITO DPA PVA
	測定不能	92.4	76.2

ITOの上にはDPAが成膜できる

	15V	10V	5V	0V
液晶セル				
DPAを成膜した液晶セル				

DPAを成膜したガラス基板を用いて作った液晶は、いくら電圧をかけても変化することはなかった。

→単分子による配向変化は見られなかった

まとめ

PVAの上にはDPAはつかないことが分かった。DPAの上にPVAを成膜したところ、接触角変化はなかった。またDPAの上にPVAを成膜して液晶を作成したが、電圧かけた配向が変化することはなかった。

液晶を活用した新規評価法の検討

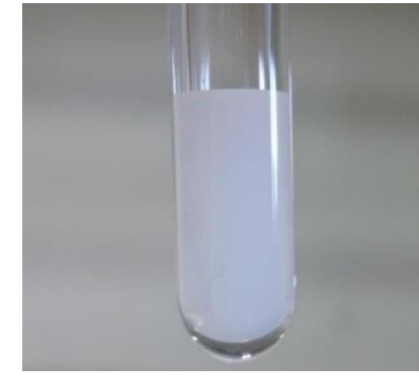
Investigation of a new evaluation method using liquid crystals

龍谷大理工 ○松田 侑真, 大竹 忠, 山本 伸一

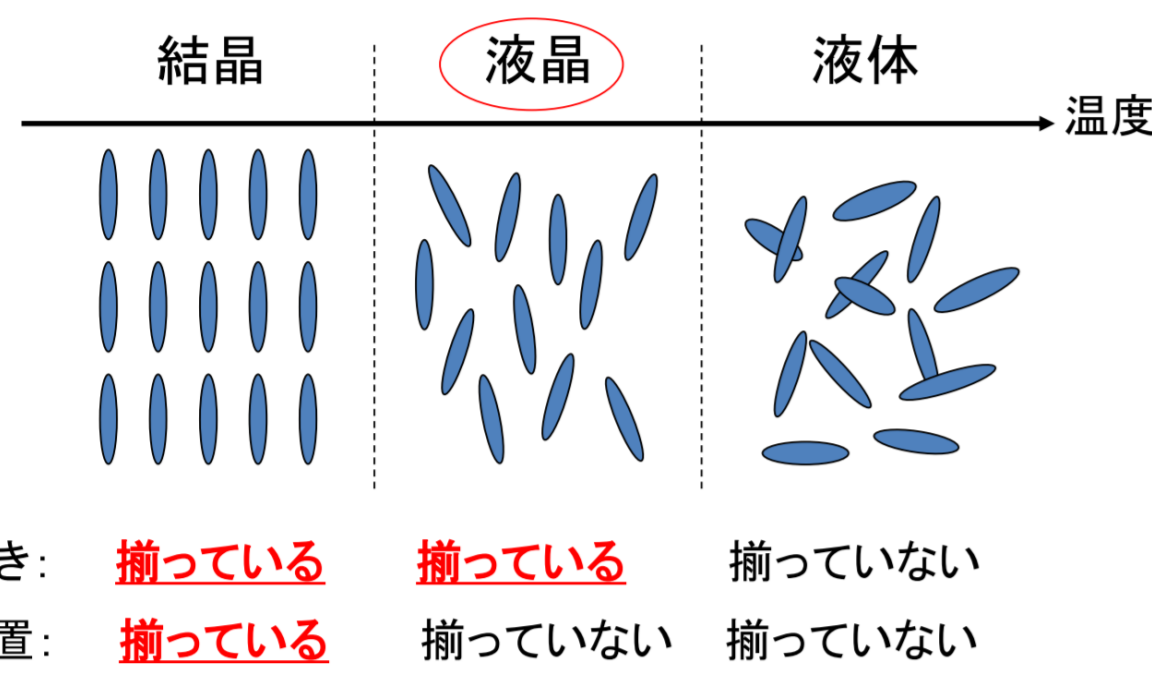
Ryukoku Univ., ○ Y. Matsuda, T.Ohtake, S.-I. Yamamoto

液晶とは

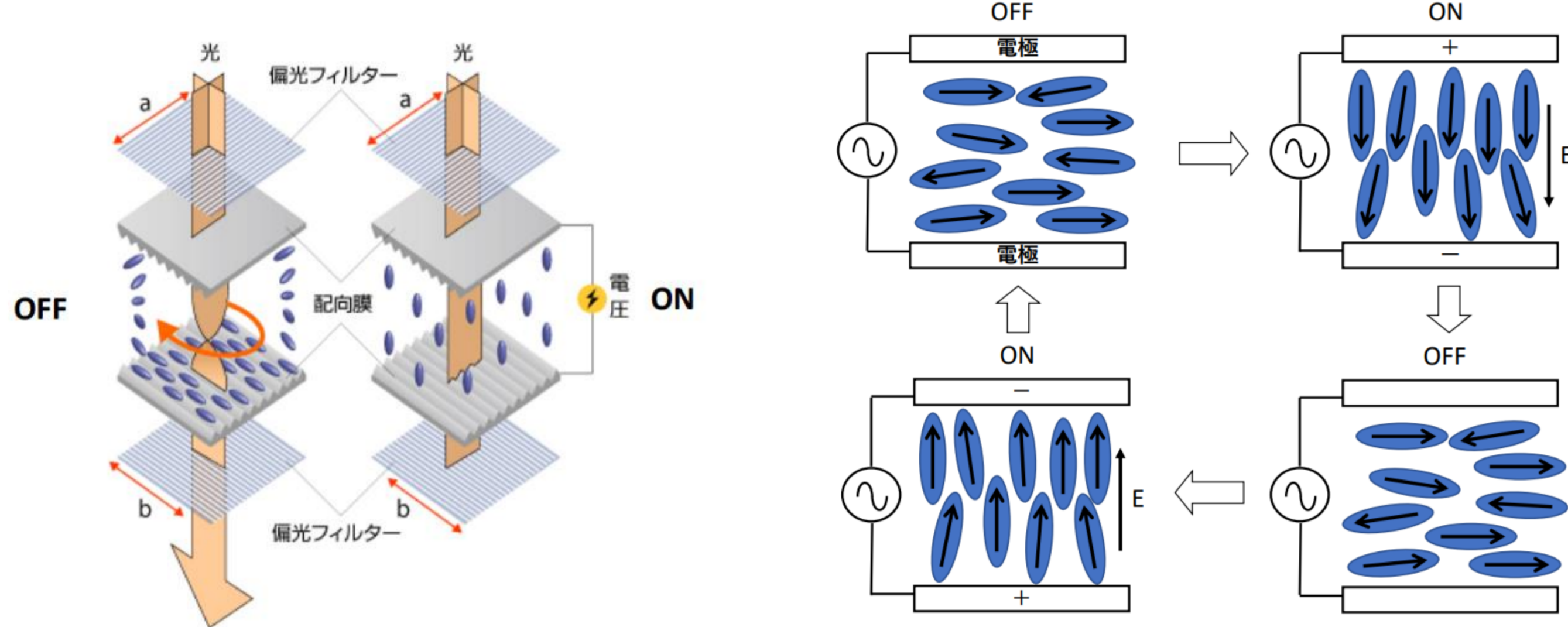
物質の三態: 固体(結晶) → 液体 → 気体



液晶は液体と固体の中間の状態のことを指す



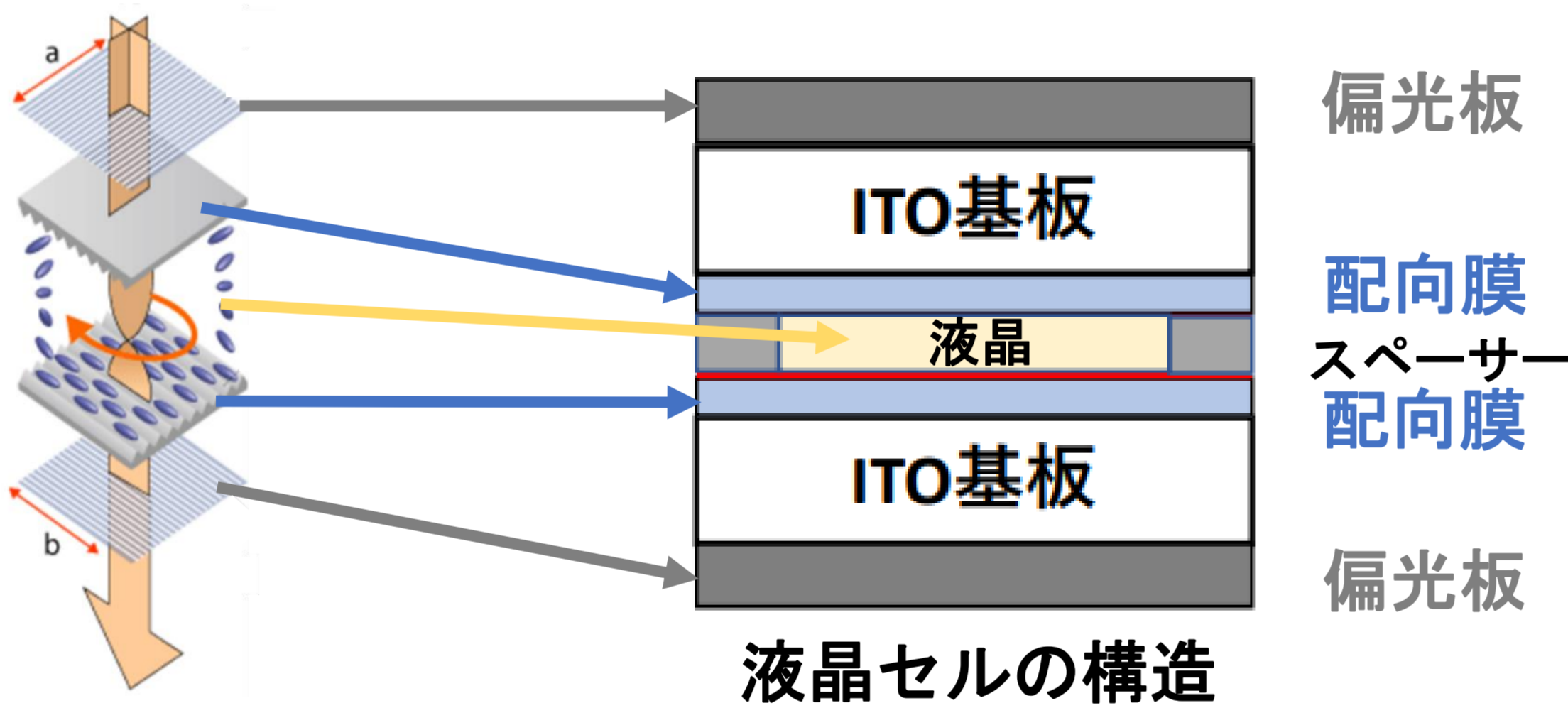
液晶セルの動作原理



配向し並んだ液晶

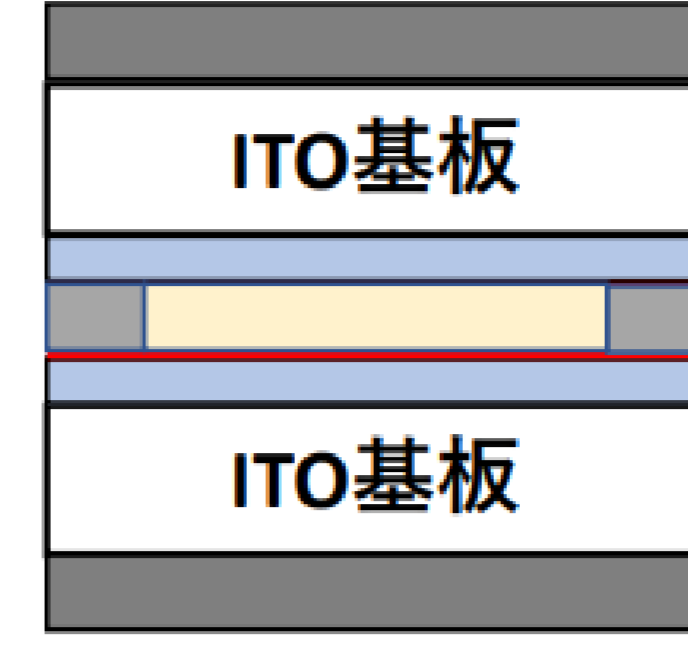
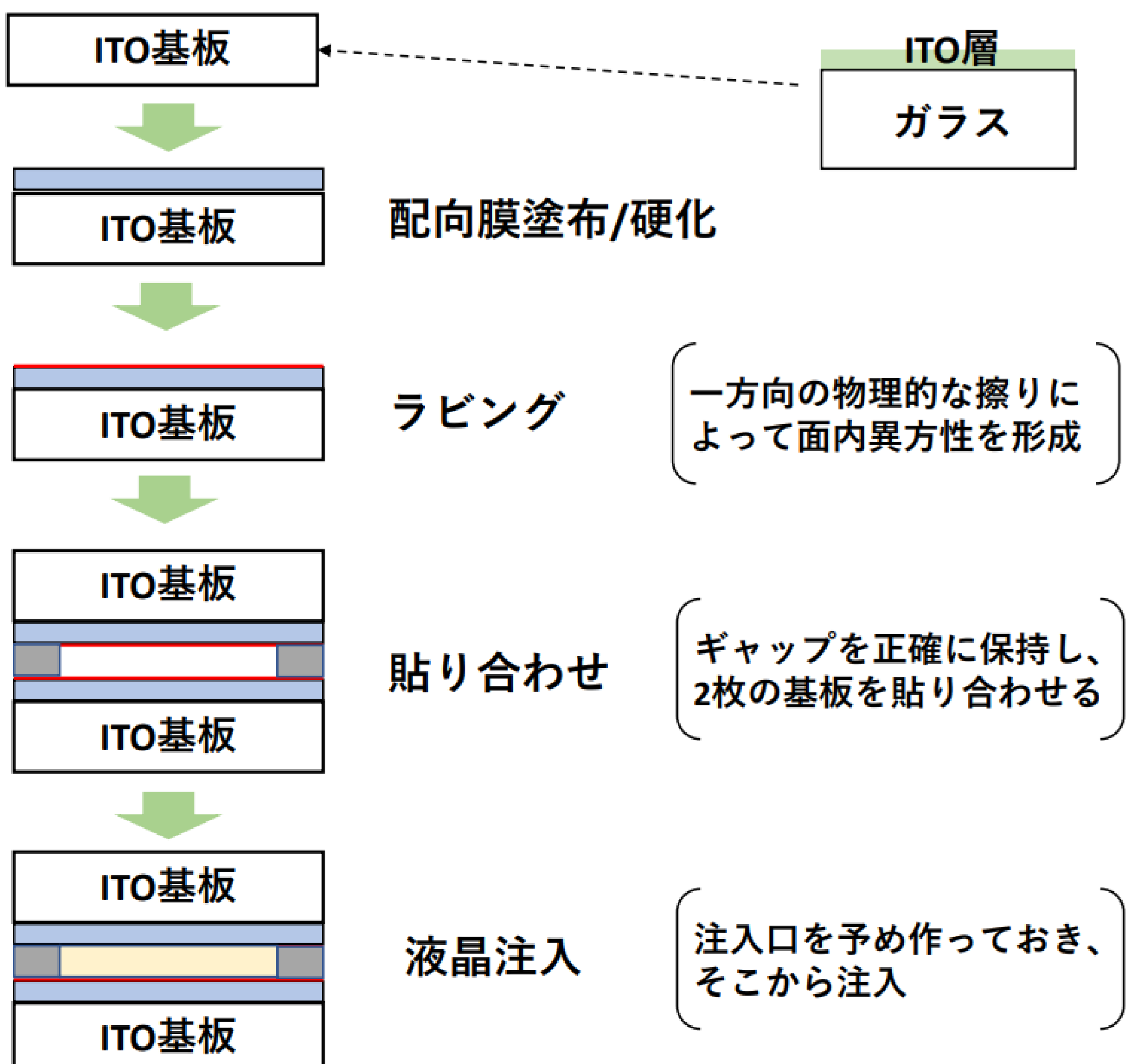
→電圧をかけて液晶分子の向きを配向することができる

その性質を利用して、偏光フィルタを垂直に合わせることで光の透過を制御することができる

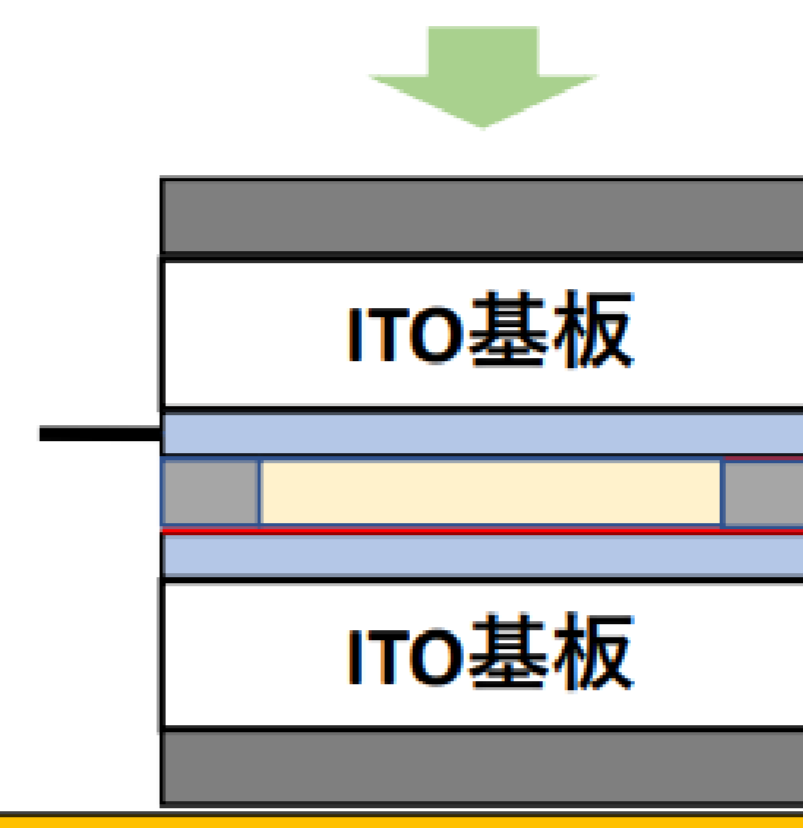


液晶セルの構造

液晶ディスプレイの作成手順

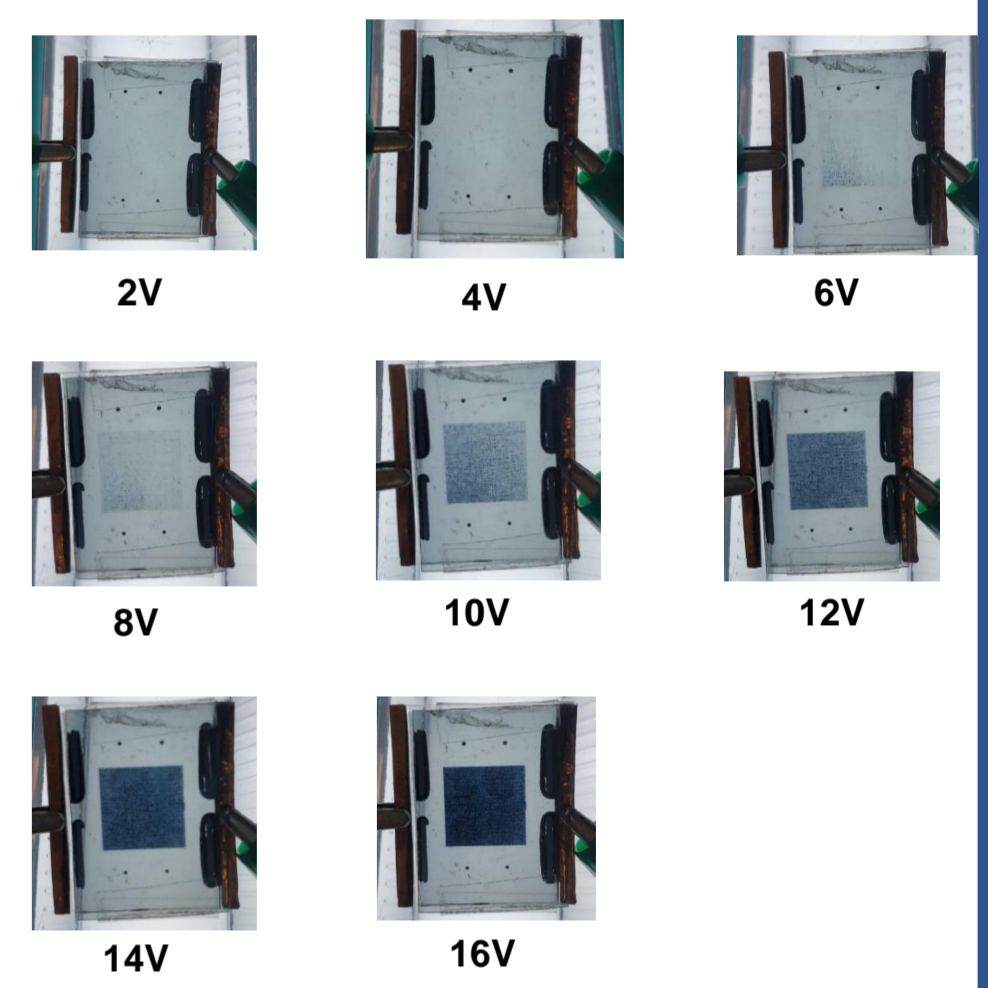
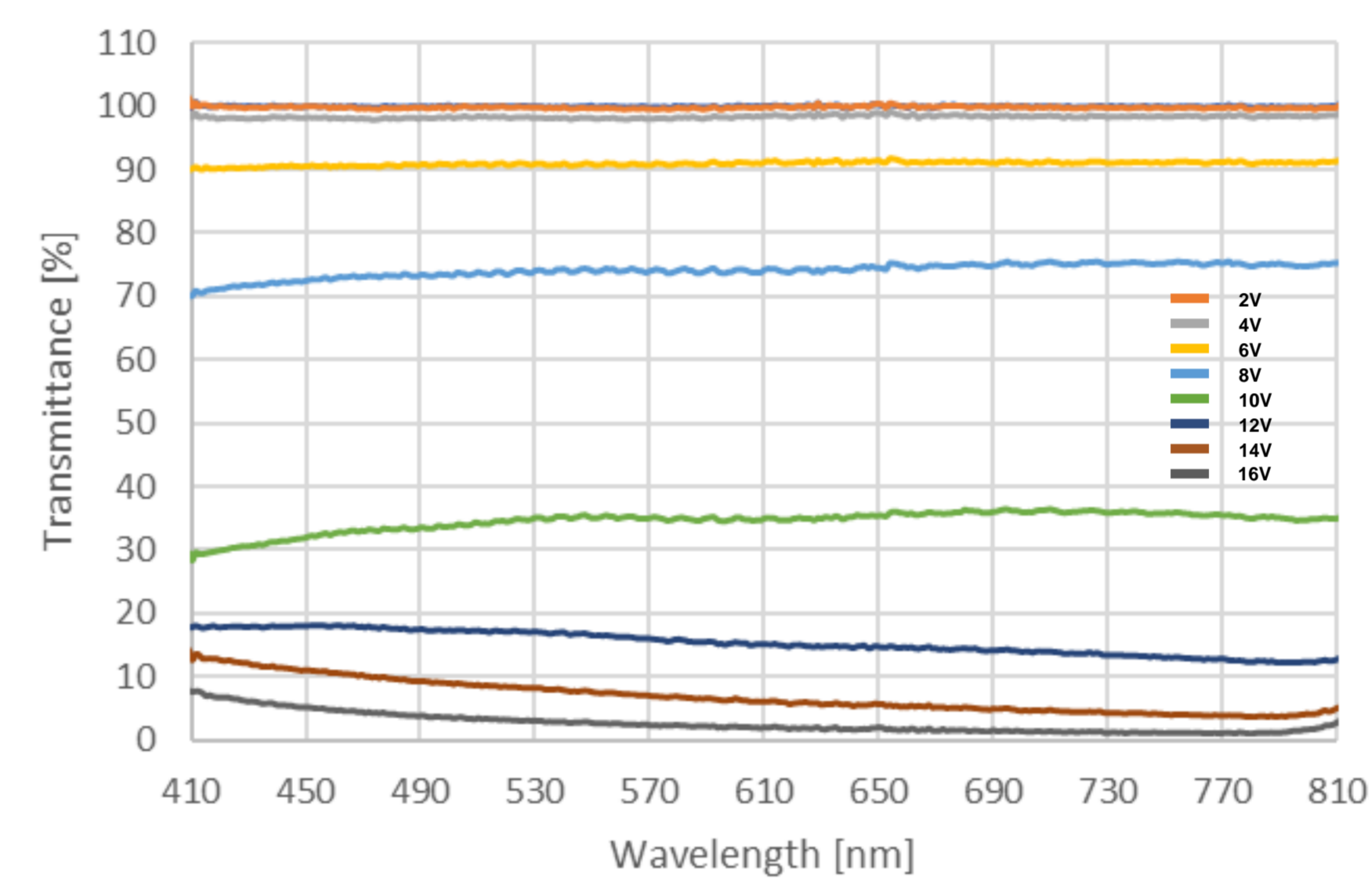


偏向板貼付け (注入方向を考慮し、かつ上下で直交するように)

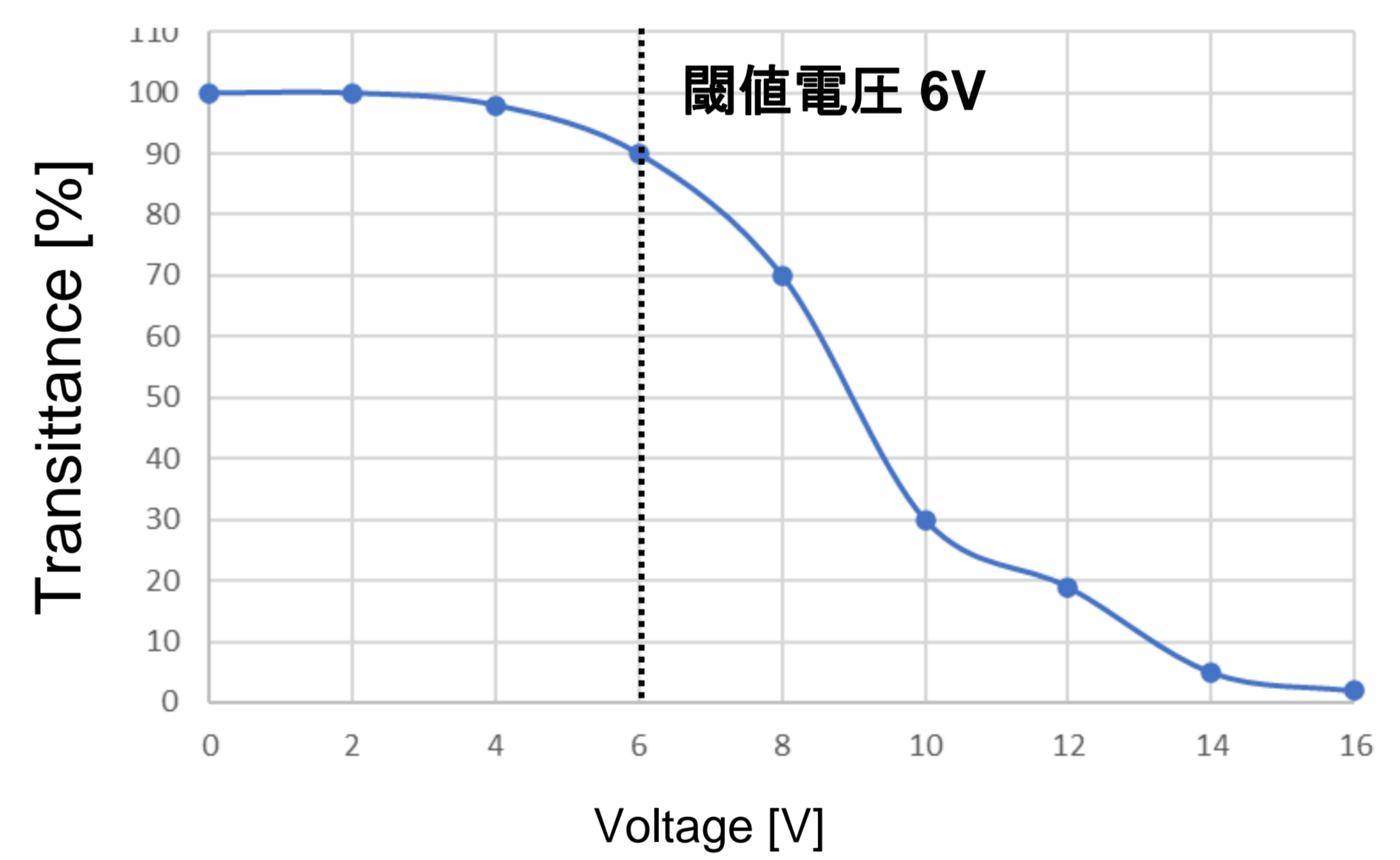


蛍光灯

液晶セルの動作実証



電圧を0Vから16Vで変化させ、透過率を測定した
2V:100%, 4V:98%, 6V:90%, 8V:75%, 10V:30%, 12V:20%, 14V:5%, 16V:2%
印加される電圧が高くなるほど透過率が低下した



6V付近から急激に透過率が低下した
→閾値電圧 6V

転写膜による配向変化



PDMSで転写した酸化膜には配向性があることが分かった

まとめ

液晶について学習した
電圧を上げていくと透過率が上がることが確認できた
PDMSで転写した酸化膜には配向性があることが分かった

液晶の無機ELへの応用

Application of Liquid Crystal to Inorganic EL

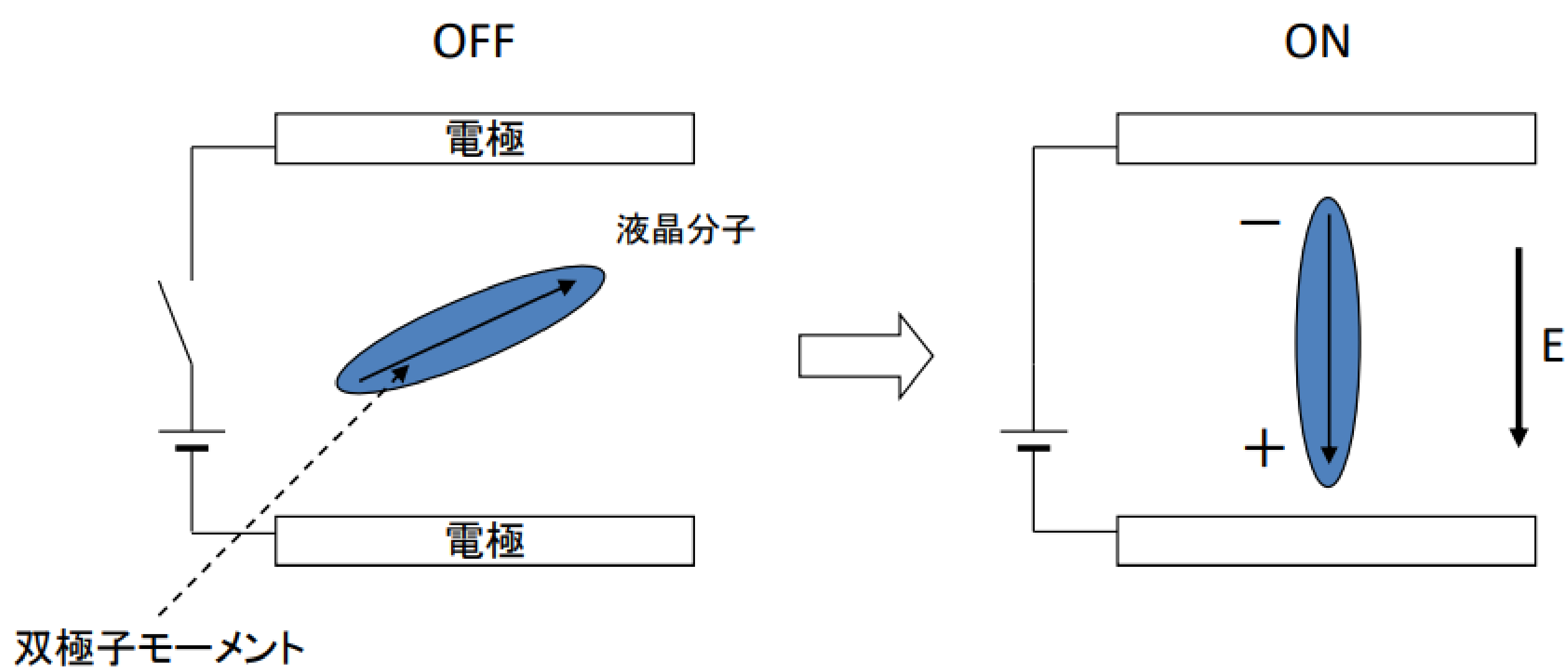
龍谷大学 先端理工学部 電子情報通信課程
Y200245 是木大輝 指導教員 山本伸一 教授

はじめに

液晶とは



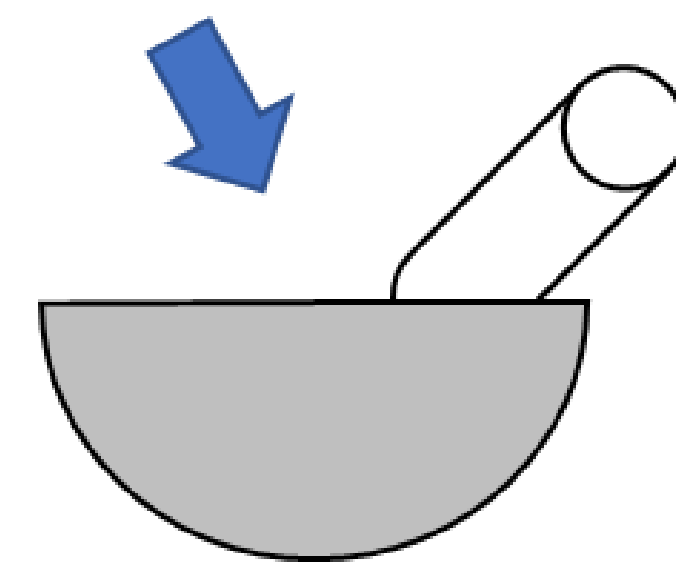
- 固体と液体の中間状態
- 固体の規則性と液体の流動性を兼ね備えている



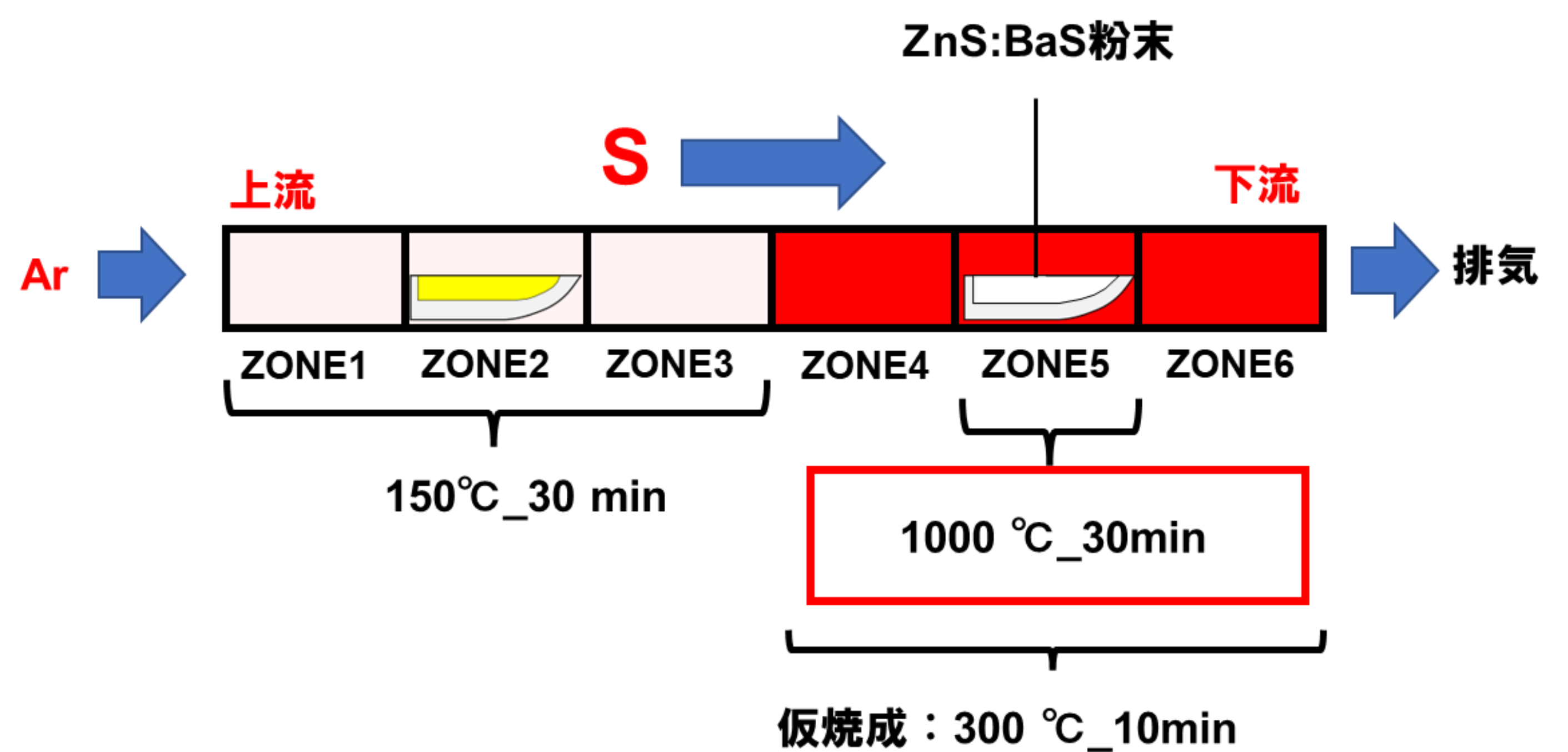
- 液晶分子は電解で動く
- 電解内の電荷の偏りやすさ

実験方法2

ZnS:BaS=1:2.5



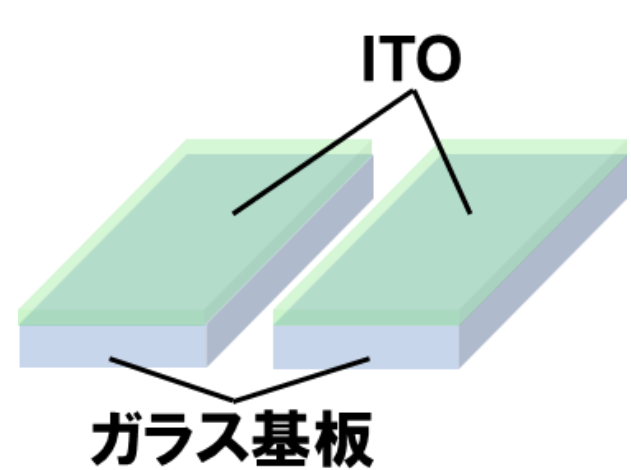
1. ZnSとBaSの混合



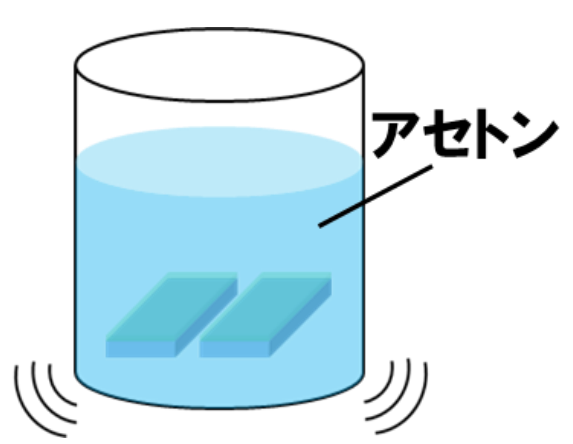
2. 固相反応法によるBa₂ZnS₃の作製

実験方法1

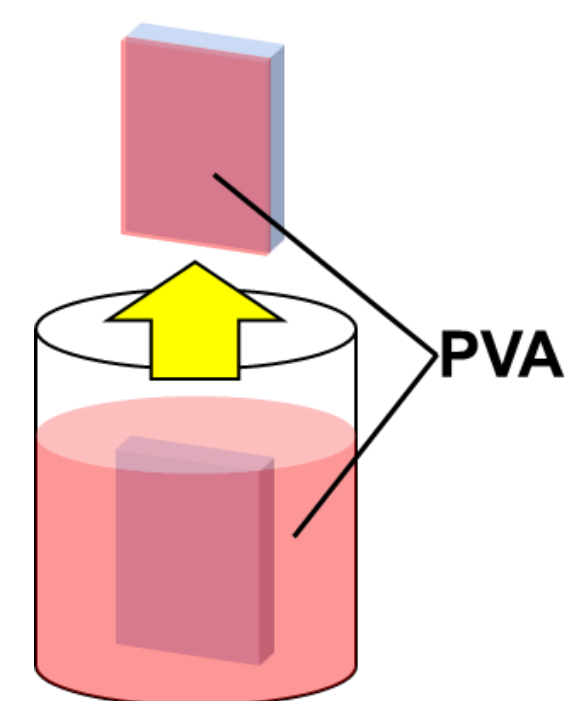
配向膜成膜



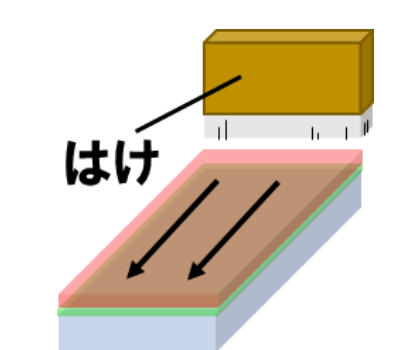
1. ガラス基板を切断



2. 超音波洗浄

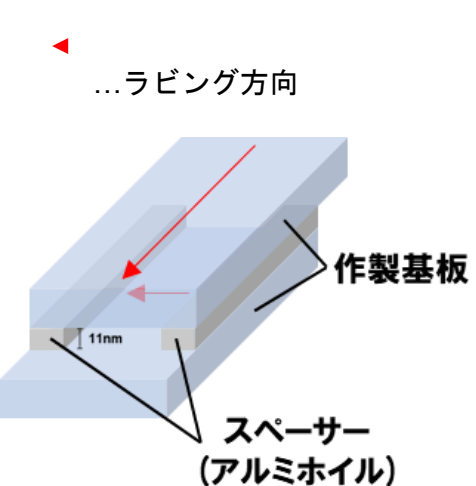


3. PVA塗布

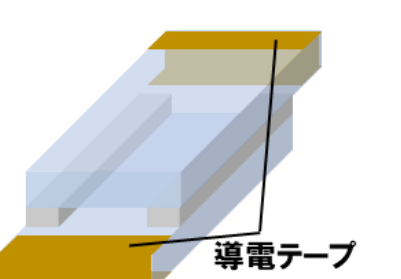


4. ラビング

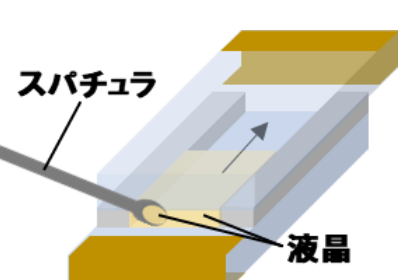
セルの作成



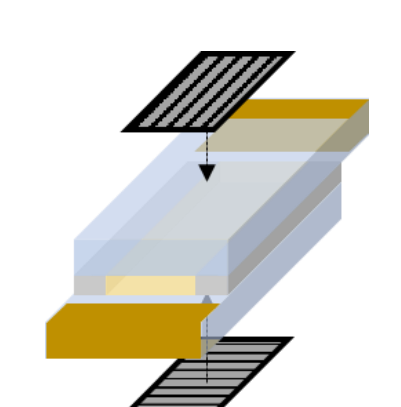
1. セル組立



2. 配向膜を拭き取り 導電テープを貼る

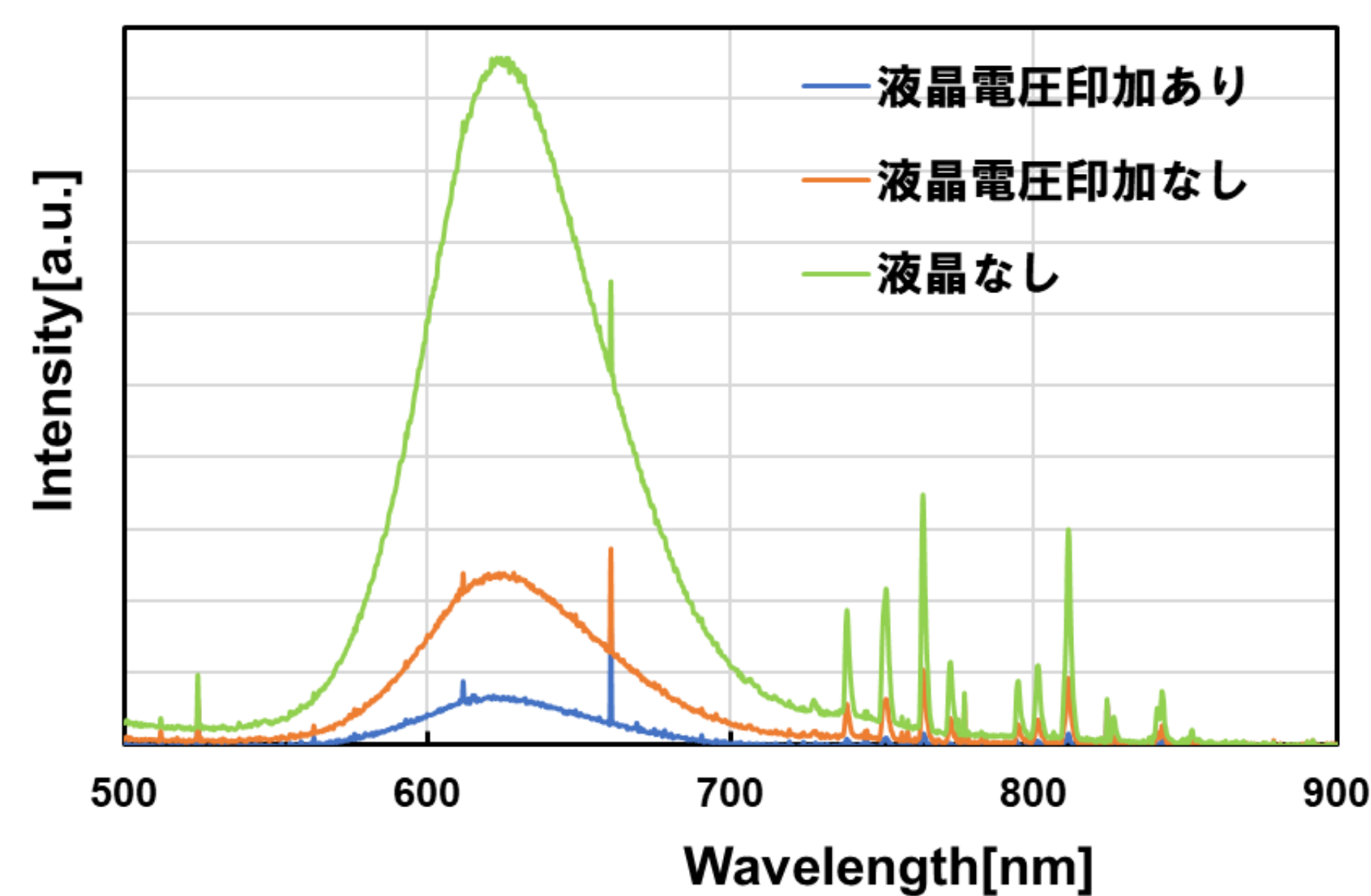


3. 液晶注入

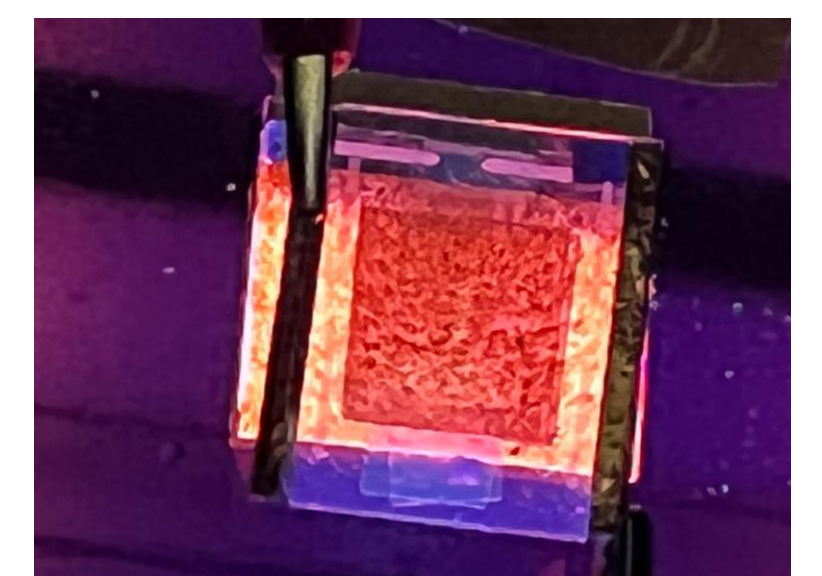


4. 偏光板の貼り付け

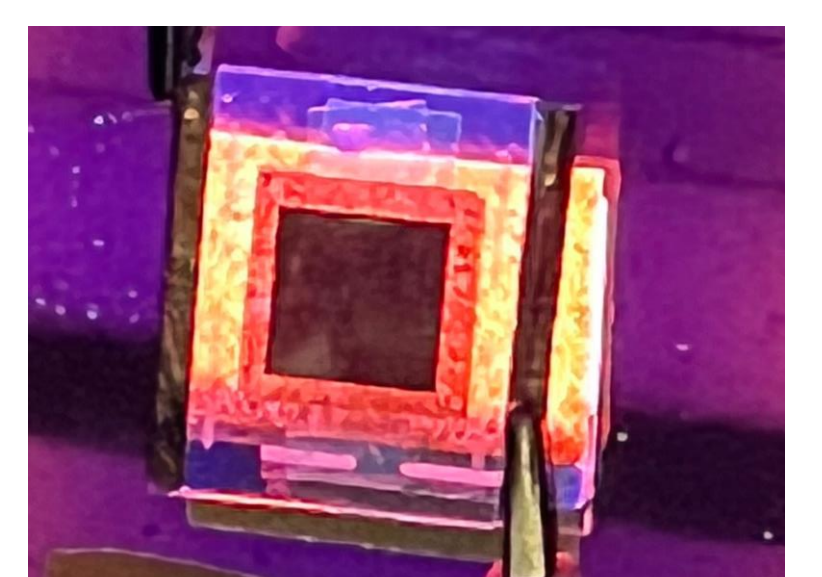
結果



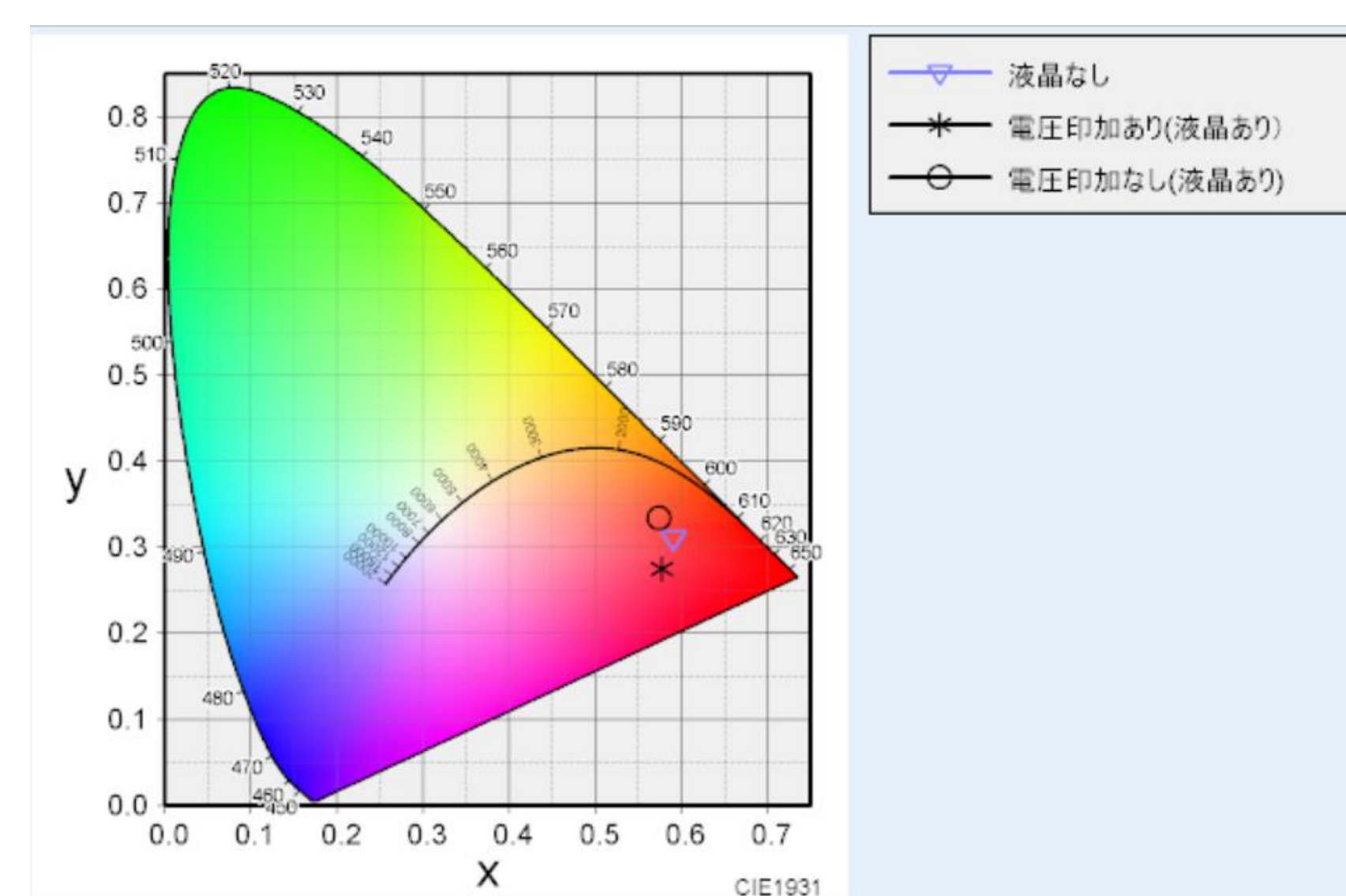
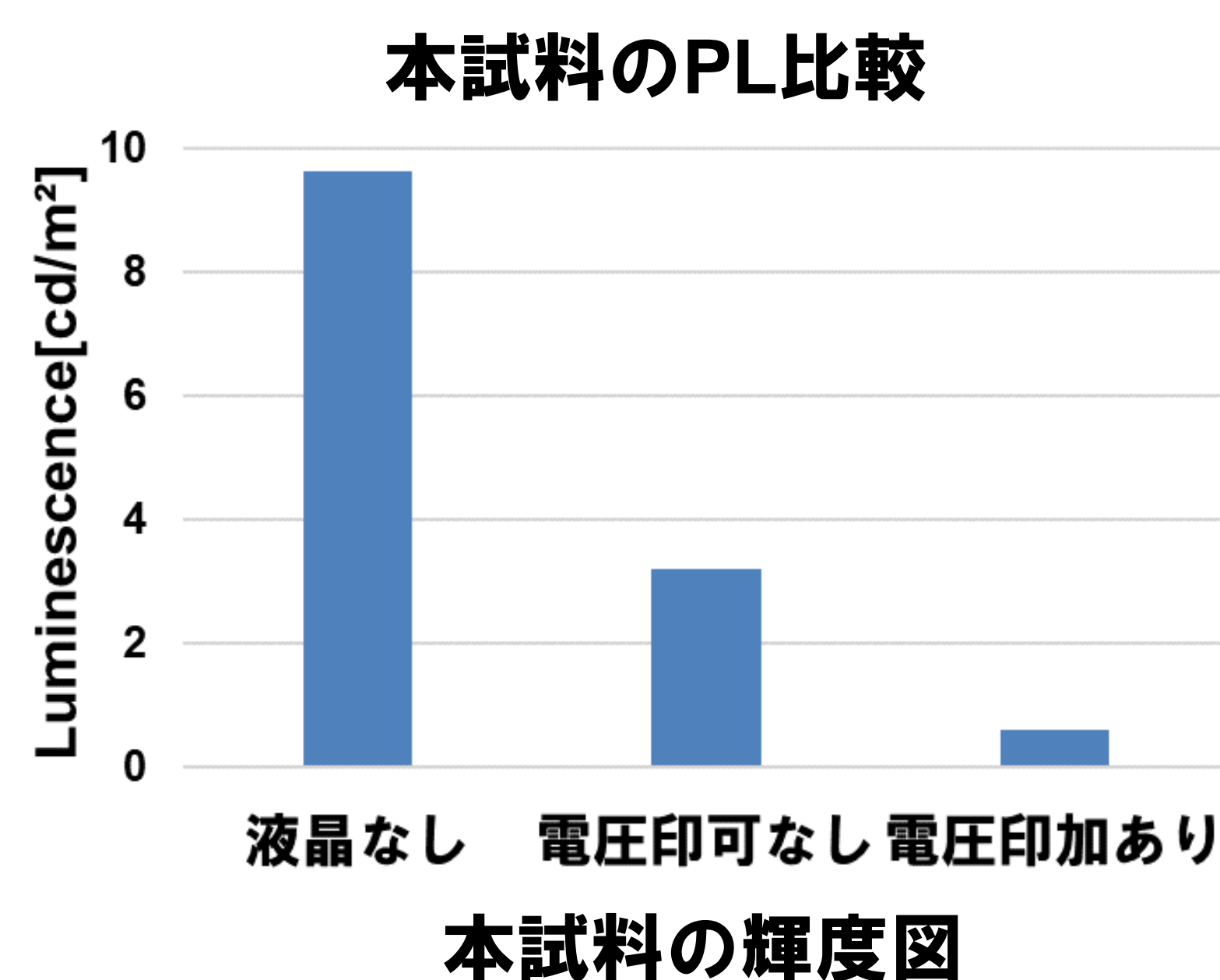
液晶なし



電圧印加なし



電圧印加あり



本試料の色度図

無機ELに液晶を挟むことで輝度が低下する。
液晶に電圧を印加すると輝度が低下する。
光利用効率は33.2%

まとめ

液晶セルに電圧を印可することで、無機ELの輝度を変更することができた。液晶セルを間に挟むことが輝度を低下させる原因である輝度向上のために、光利用効率を上げるかバックライトに使用する光源をもっと輝度の高いものを変更することが必要とされる。

研究背景

液晶とは：
 固体(結晶)と液体の
 中間状態の名称の一つ
 (性状：粘性・白濁状態)
 液体と結晶の両方の
 性質を示す状態のこと



量子ドットとは：
 量子ドット(QDs)とは、ナノメートルサイズの世界に存在する小さな半導体粒子である。

量子ドットなら、
 粒径と吸収させる波長によって、
 さまざまな照明色を生成できる。

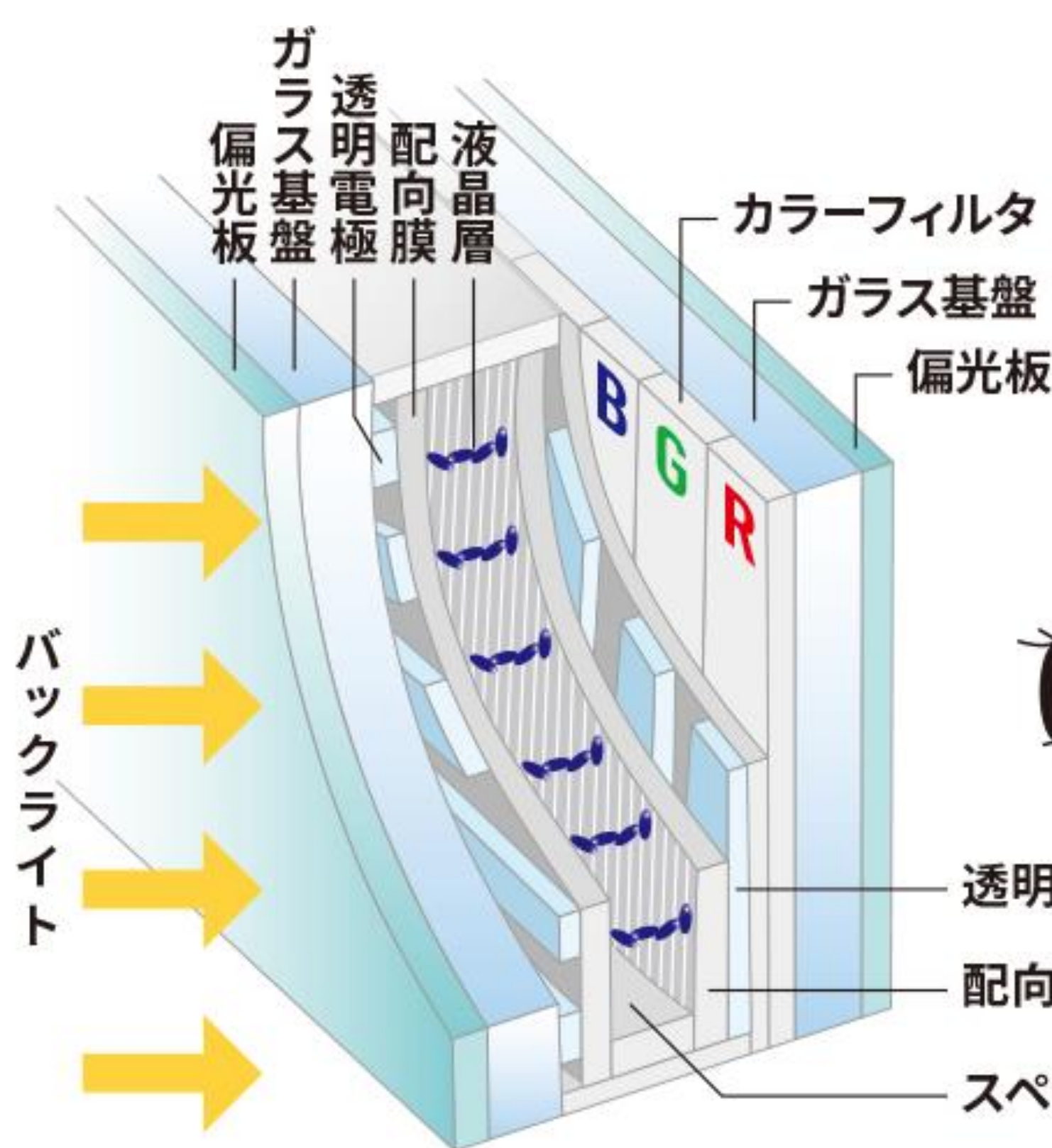
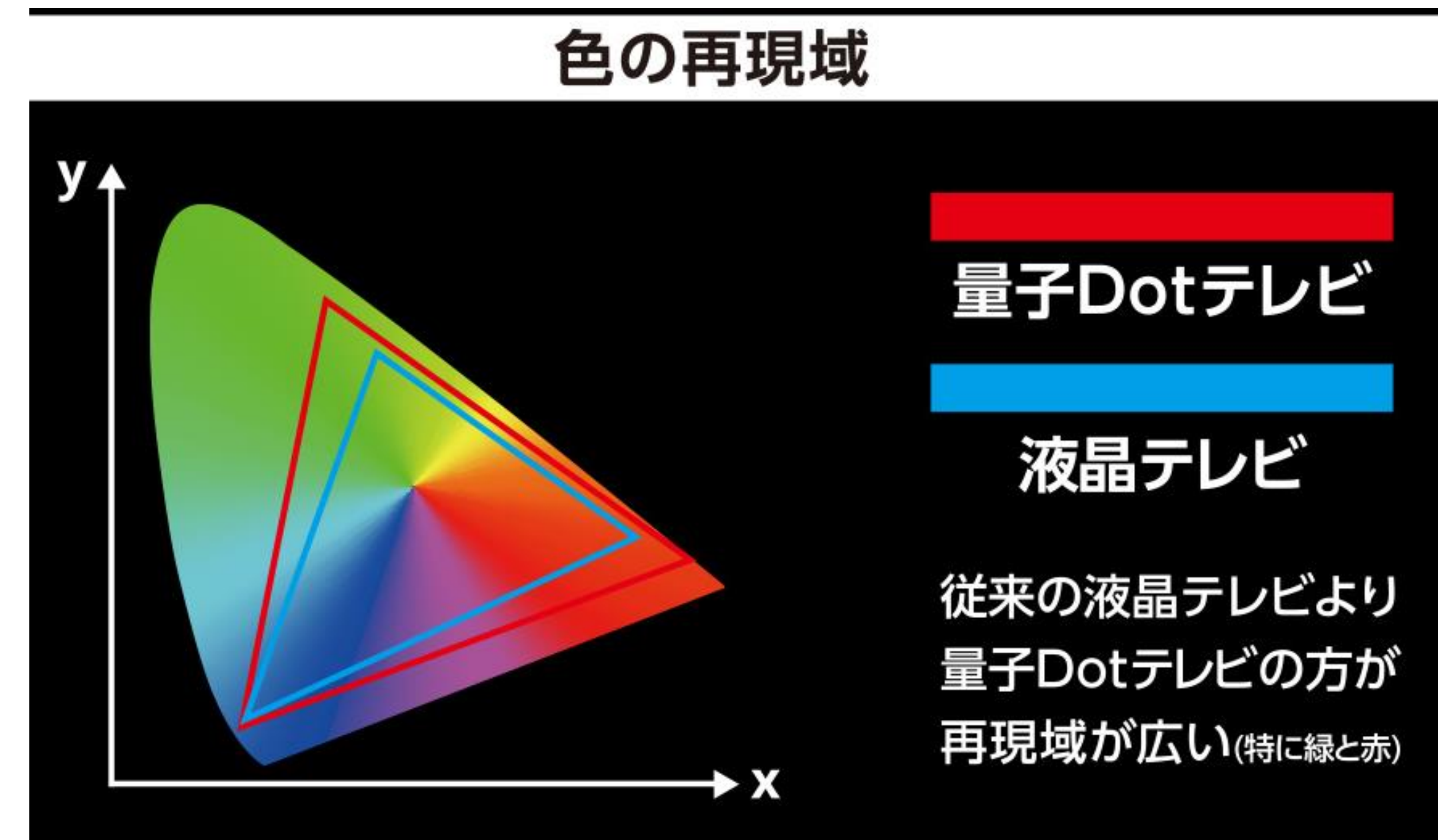
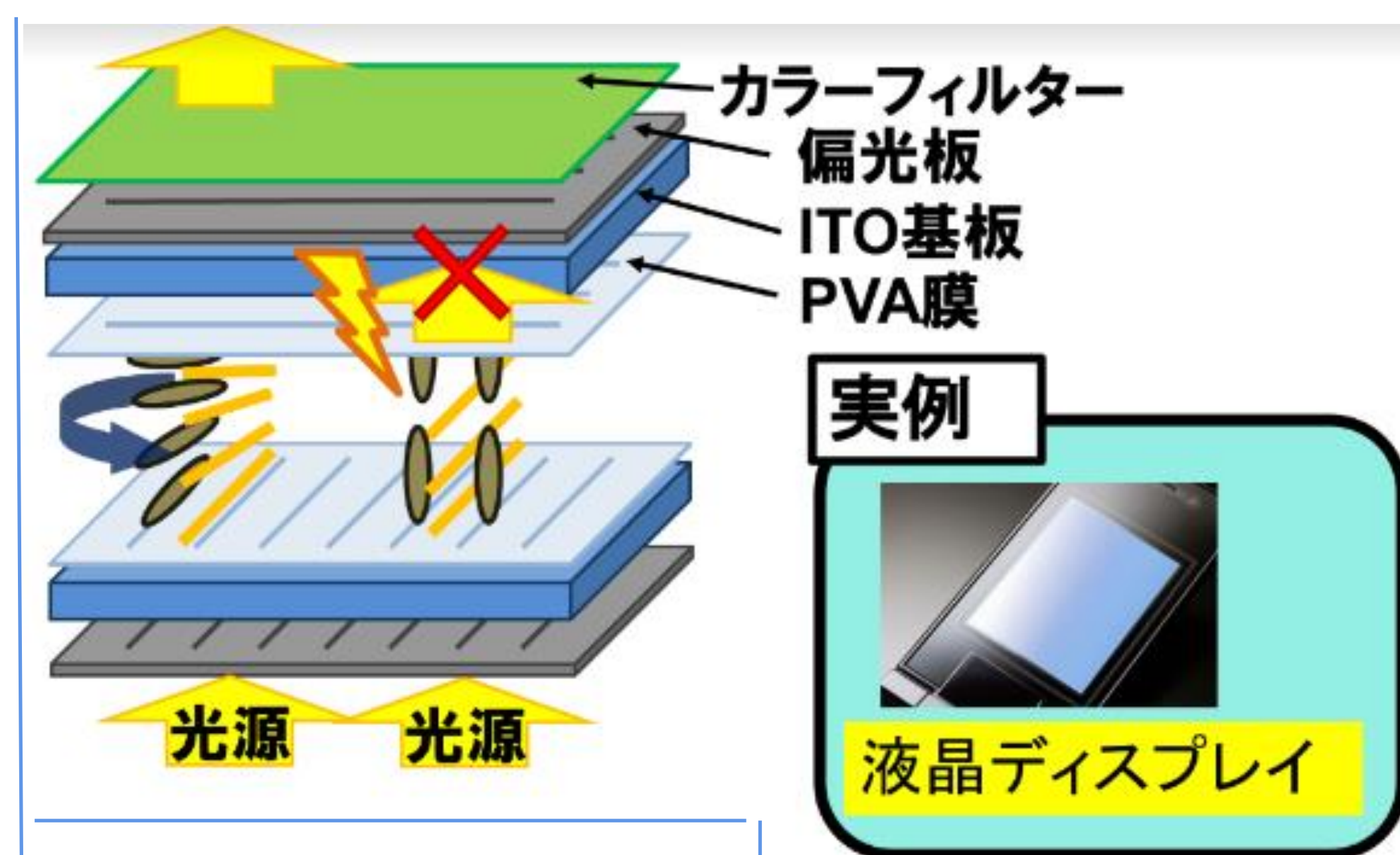


小 ← 粒径 → 大
 短 ← 発光波長 → 長

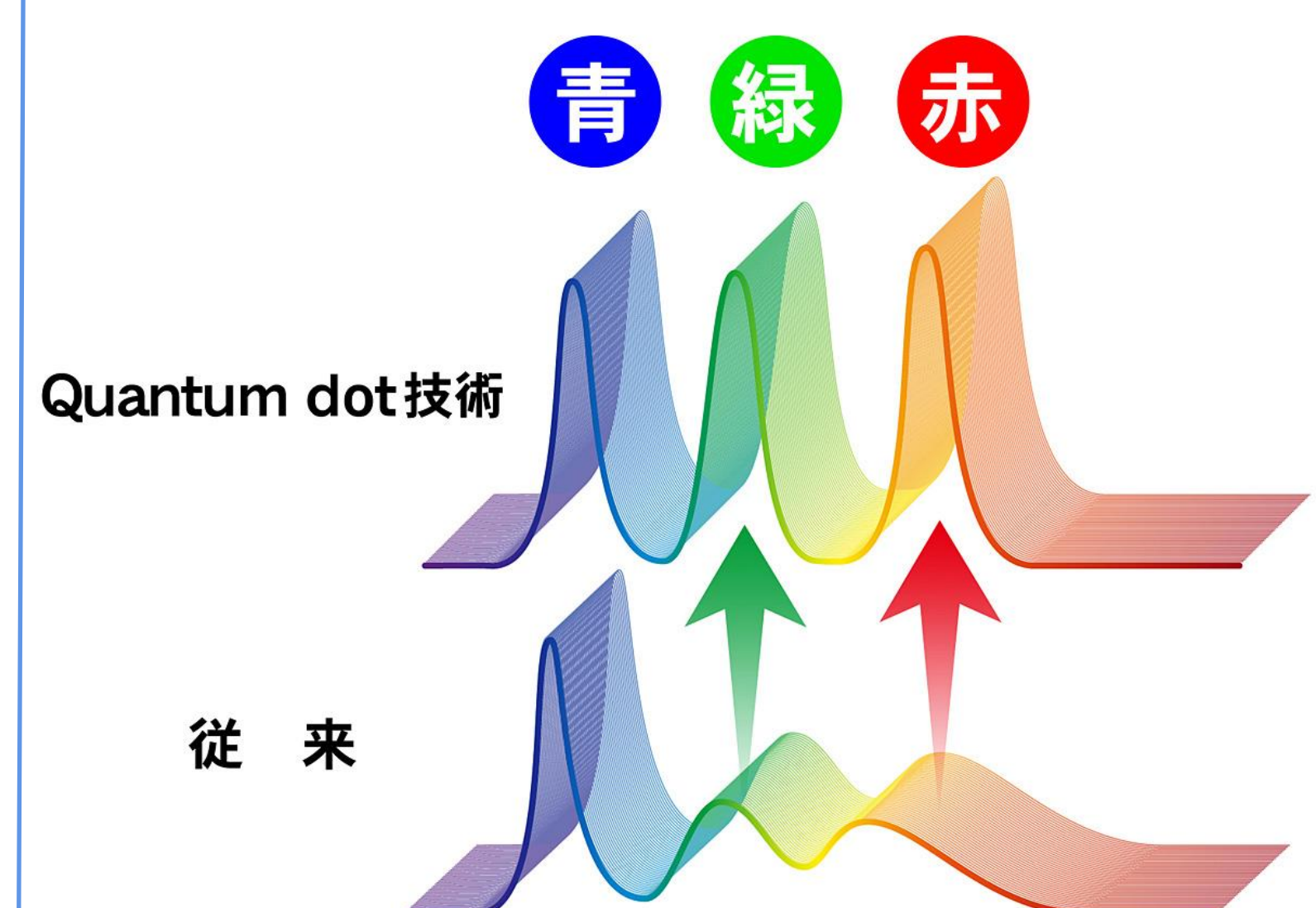
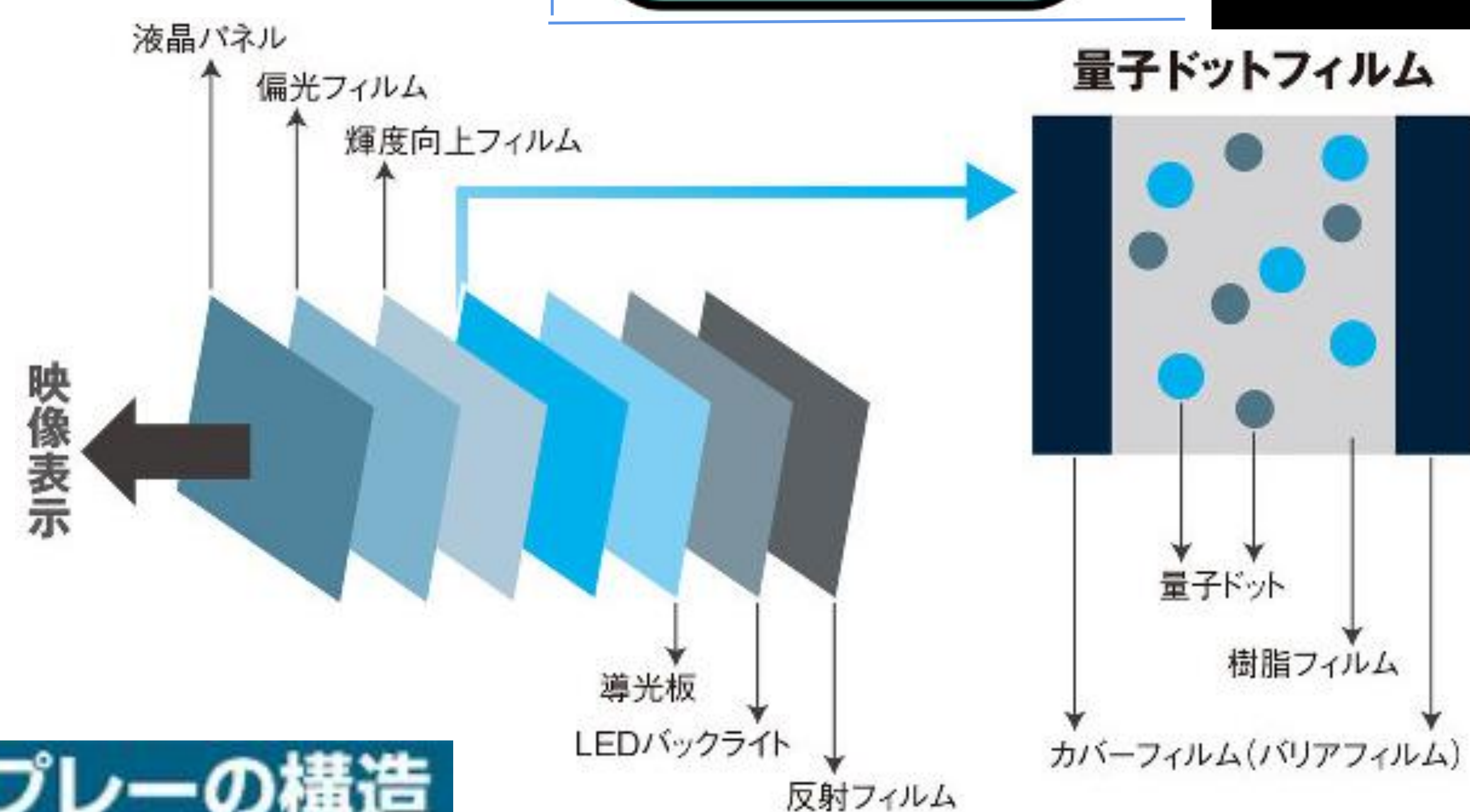
目的と応用

液晶分子は一定方向の溝を持つ膜に接触させると溝に沿って並び、電圧を印加すると電界に沿って並び

→ ディ스플레이に応用

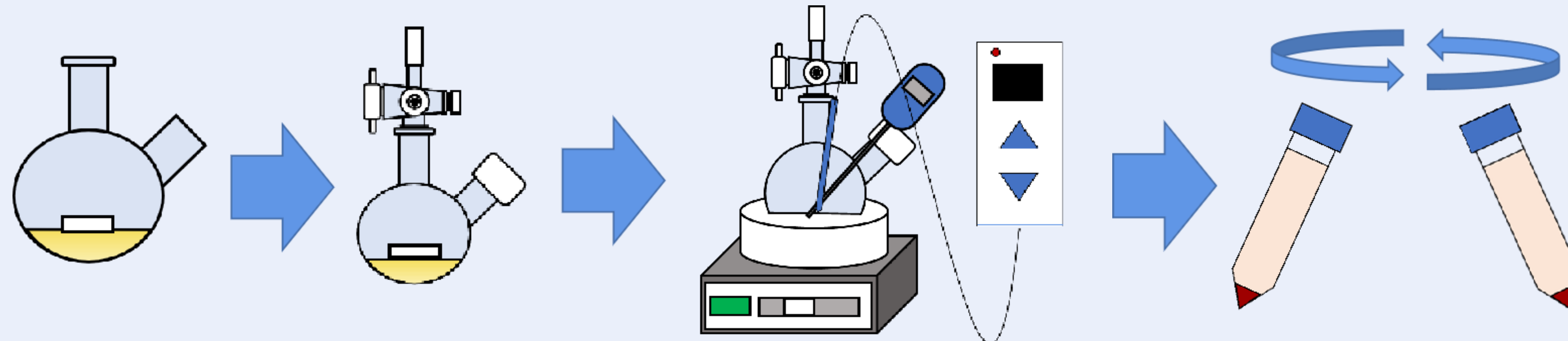


量子ドット液晶ディスプレイの構造



実験方法

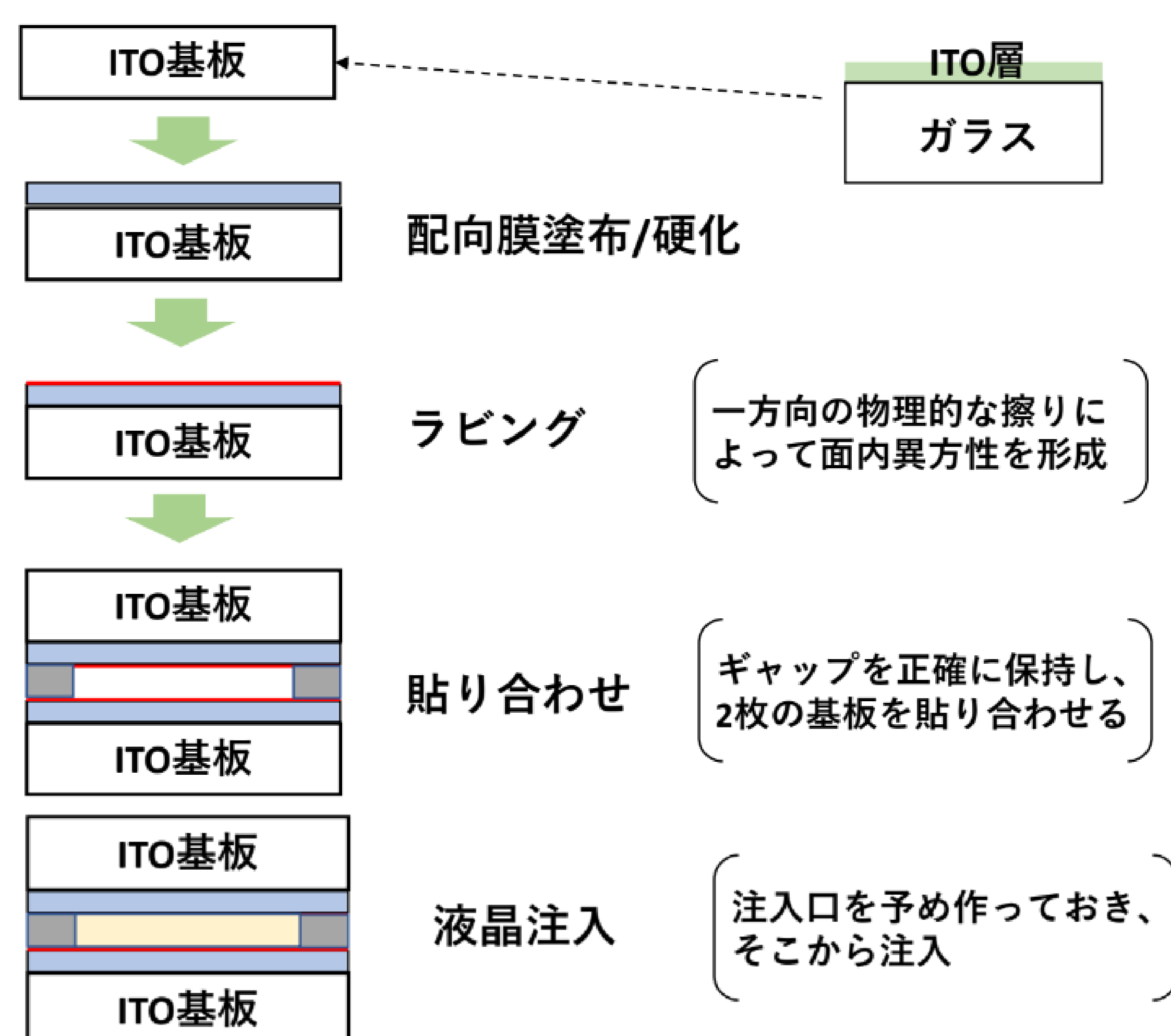
量子ドットの作製手順



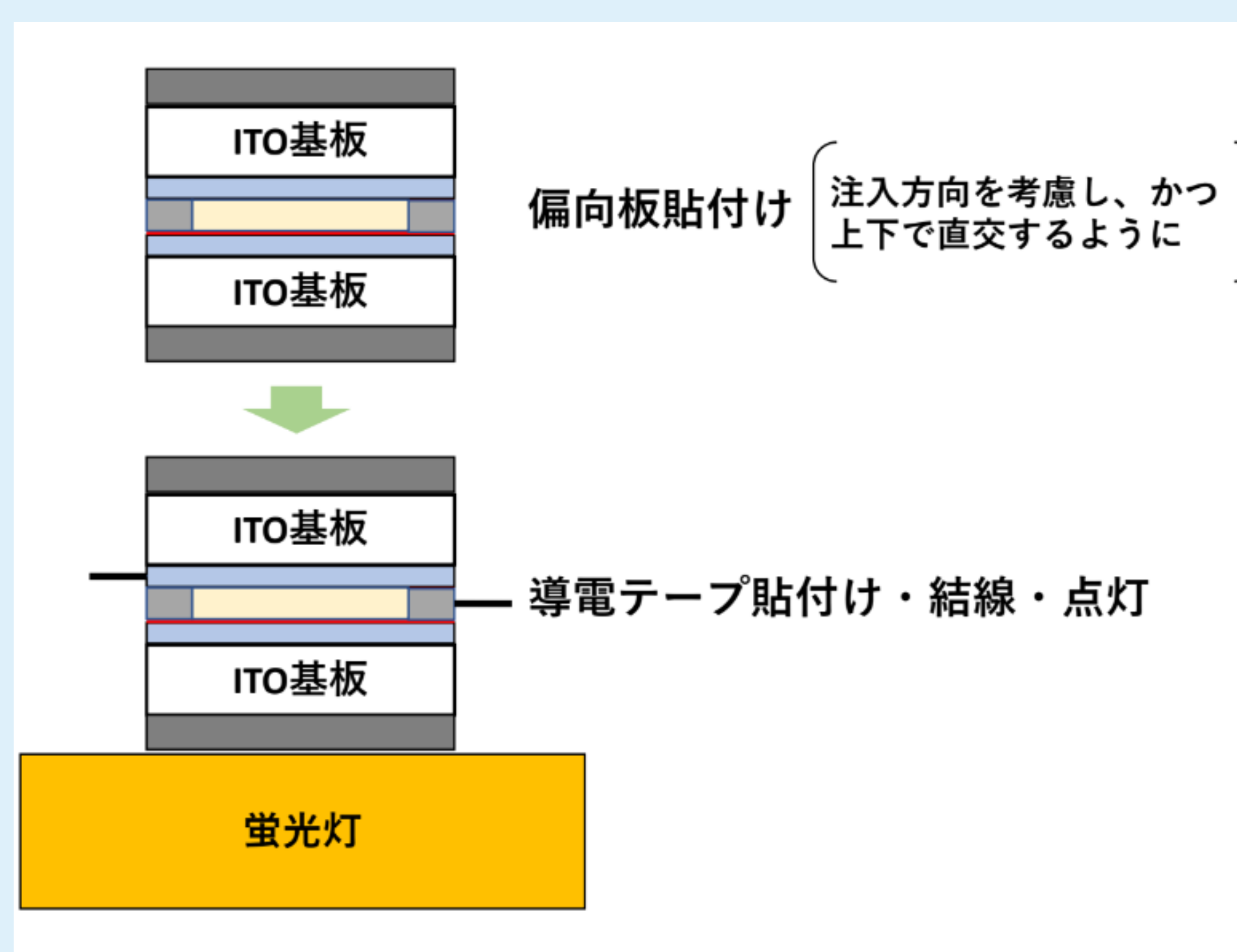
1. 試料の混合
2. 真空引き
3. 窒素置換の同時に加熱
4. S前駆体を入れる
5. 放冷
6. 遠心分離
7. シクロヘキサンで希釈
8. 結果の測定 (PL測定と色度図)



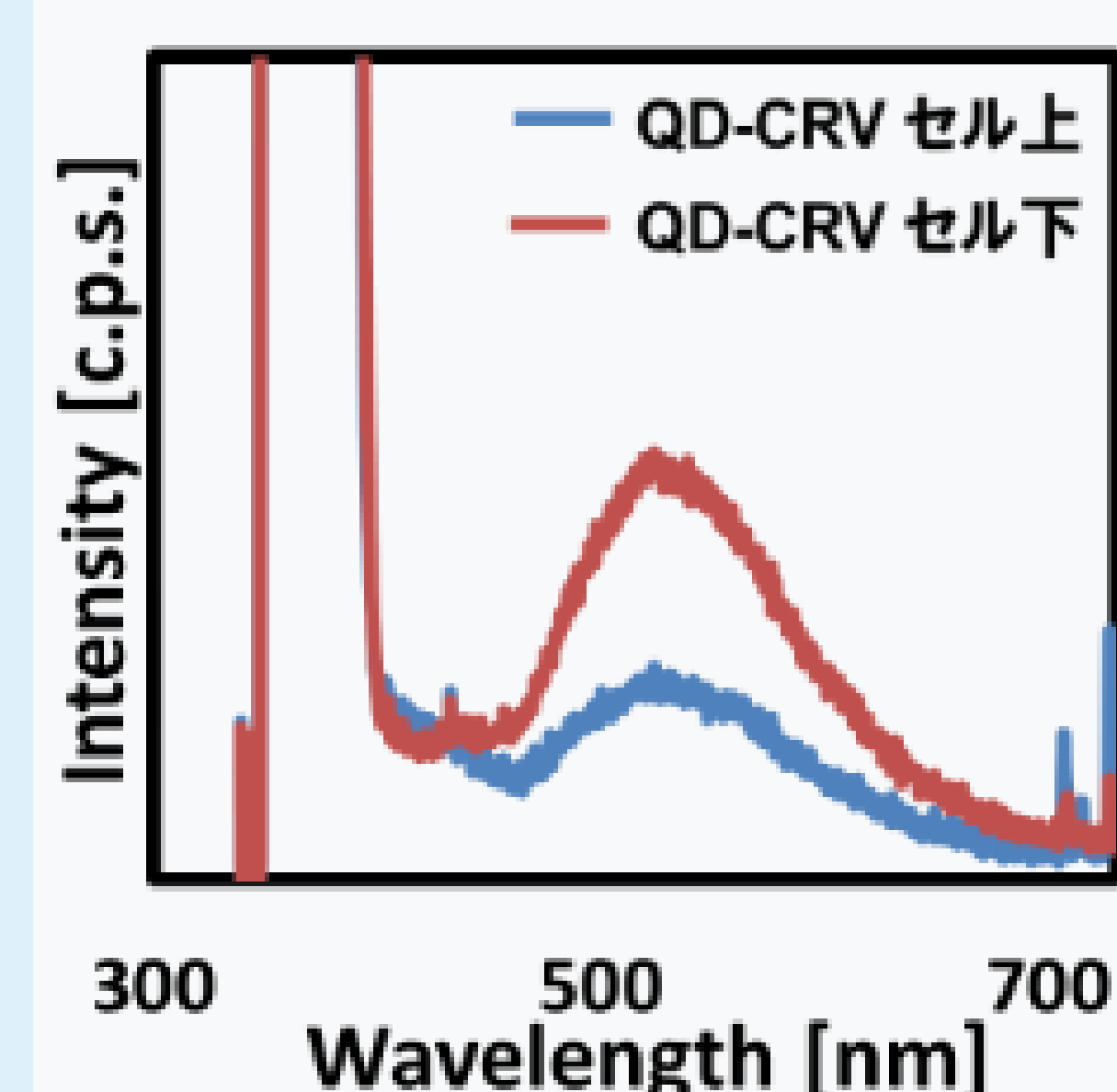
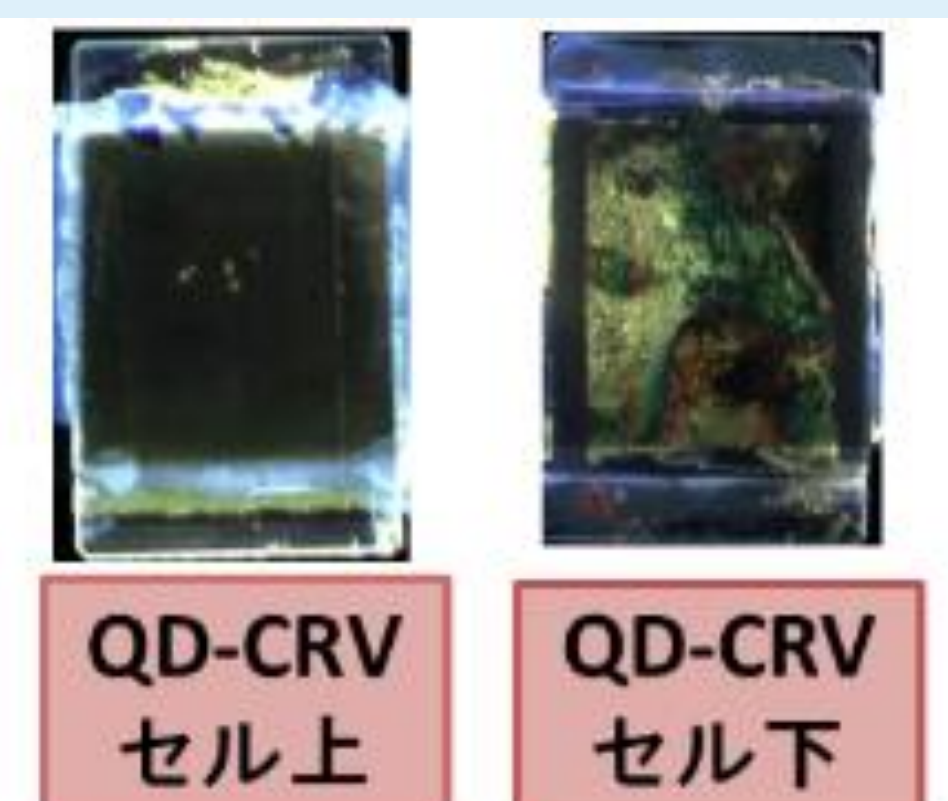
量子ドットの発光写真



液晶セルの作製手順



実験結果



まとめ：量子ドットを使うと画面の画質が改善され、より自然な色を現れることができる。
 量子ドットを液晶セルの下においたほうが発光強度が強かった

分散型無機ELを光源とした液晶セルの評価

Evaluation of Liquid Crystal Cell Using Dispersed Inorganic EL as Light Source

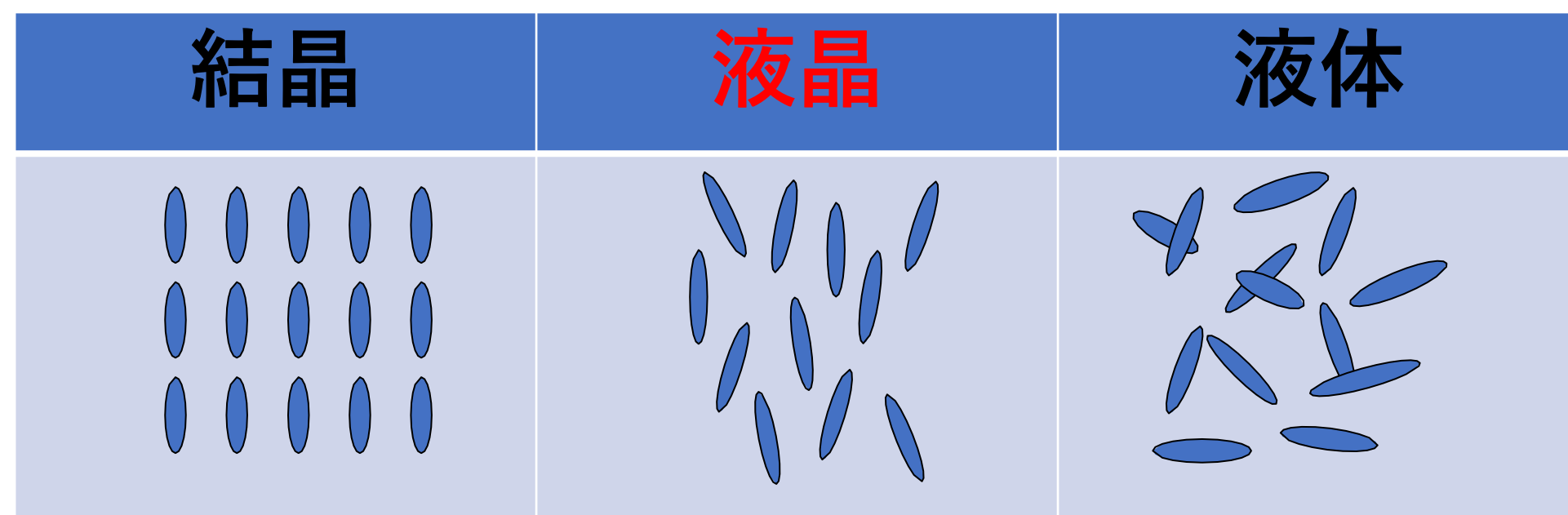
龍谷大先端理工 福田拓海 大竹忠 山本伸一

Ryukoku Univ. T.Fukuda T.Ootake S.Yamamoto

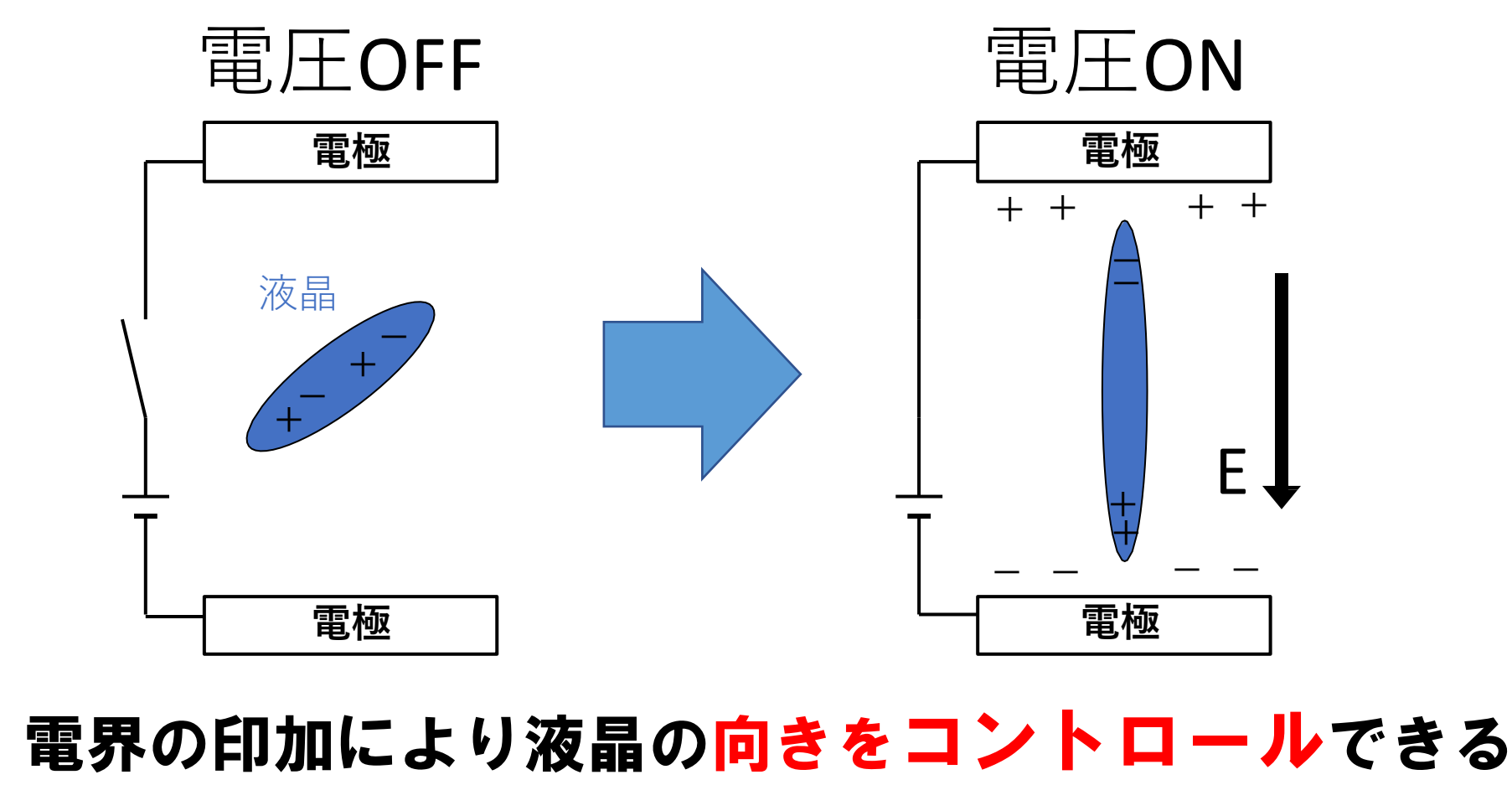
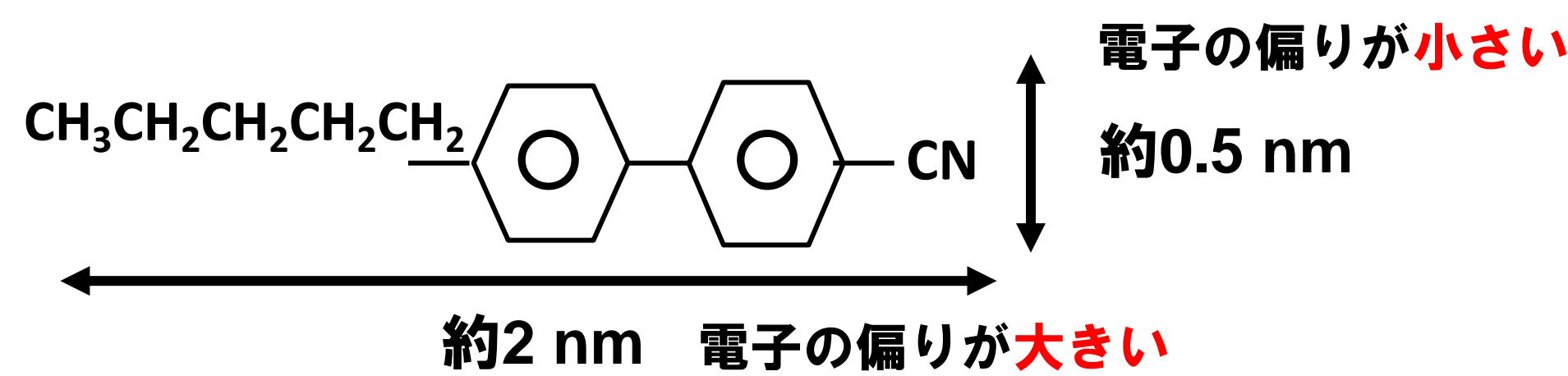
はじめに

液晶とは

液体と結晶の中間の物質
液体のような流動性と、結晶のような異方性を兼ね備えた物質である。



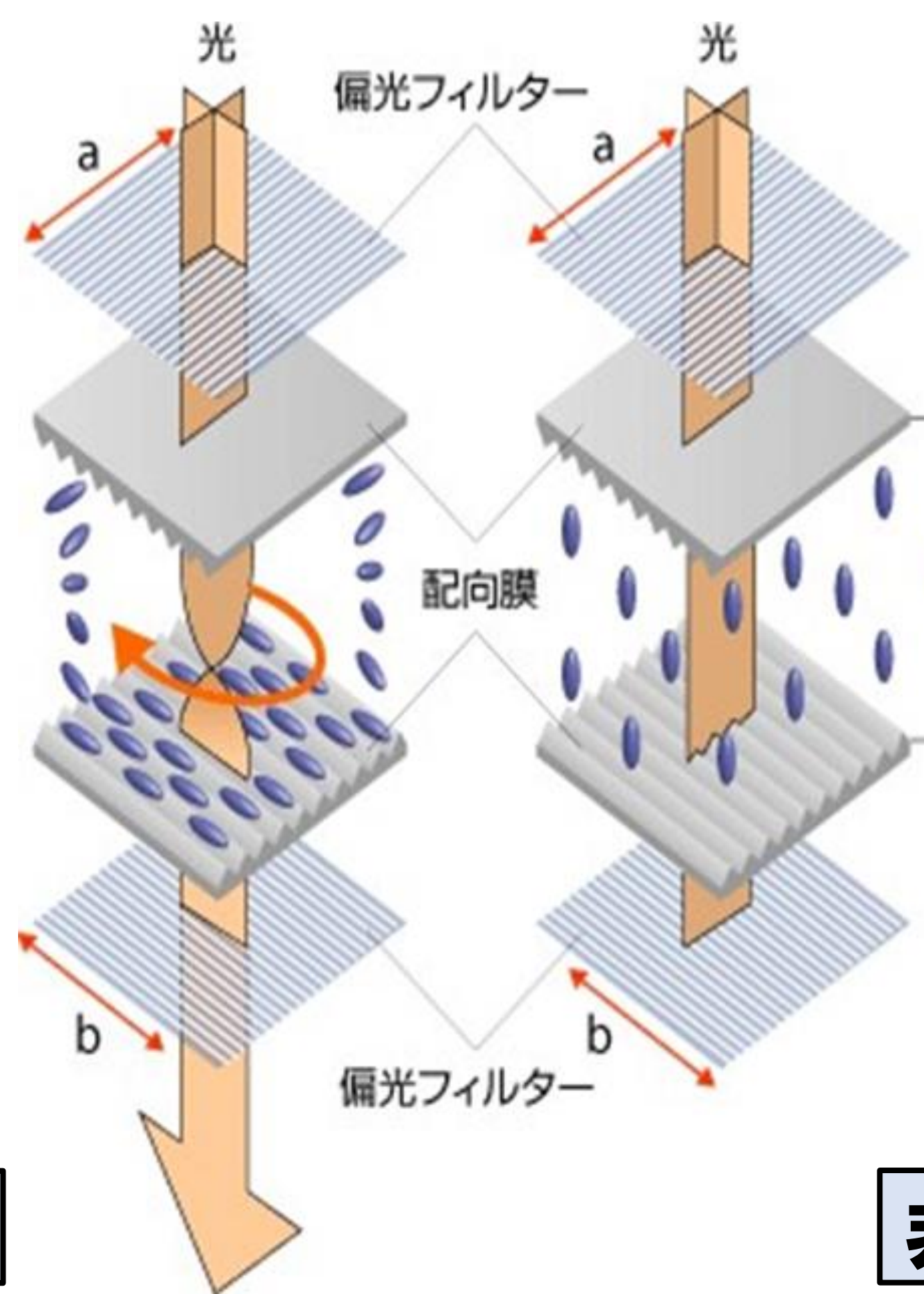
5CB :4-ペンチル-4'-シアノビフェニル



液晶セルの動作原理

- 縦方向の光のみ透過
- ラビングによって液晶の動きを固定
- 90°ねじれた液晶が光を横方向に回転させる
- 横方向の光のみ透過

電圧OFF 電圧ON



- 縦方向の光のみ通過

- 電圧印加により液晶が垂直になり、偏光させる能力がなくなる

- 縦方向の光を遮断

光を透過

非透過

液晶ディスプレイの動作模式図

- 液晶の特性を利用することで、光の透過/遮断をコントロールできる

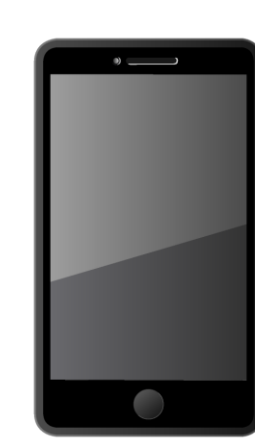
液晶セルの応用

- バックライトとして無機EL (発光デバイス) を使用し、ディスプレイの作製を検討した

液晶の応用例

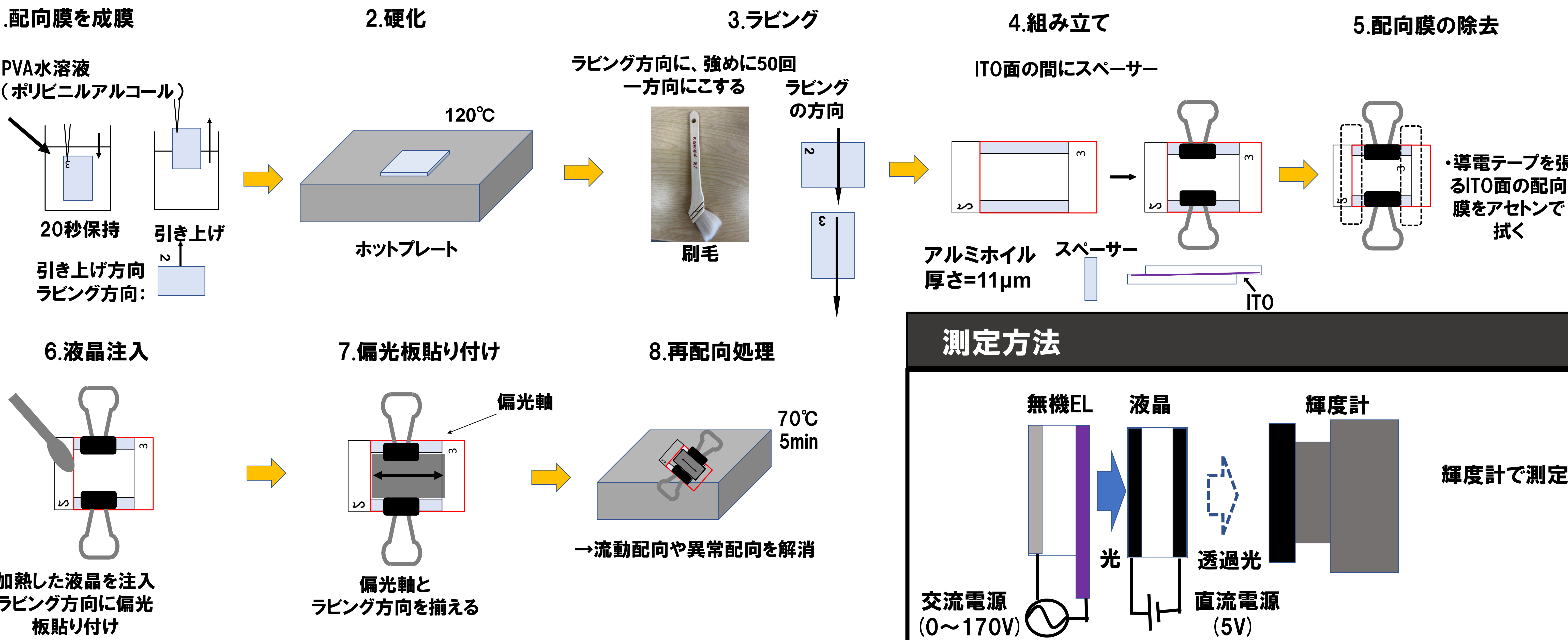


TV

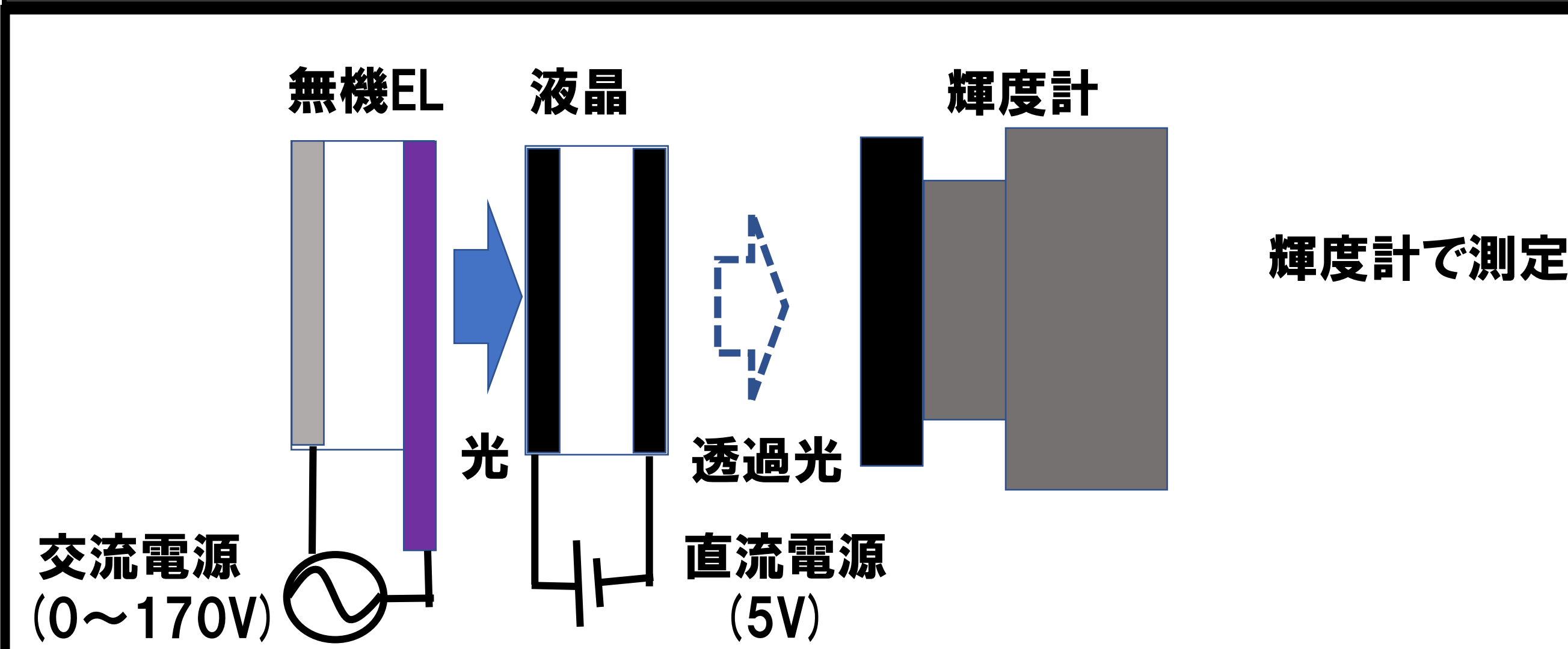


スマートフォン

液晶セルの作製手順



測定方法

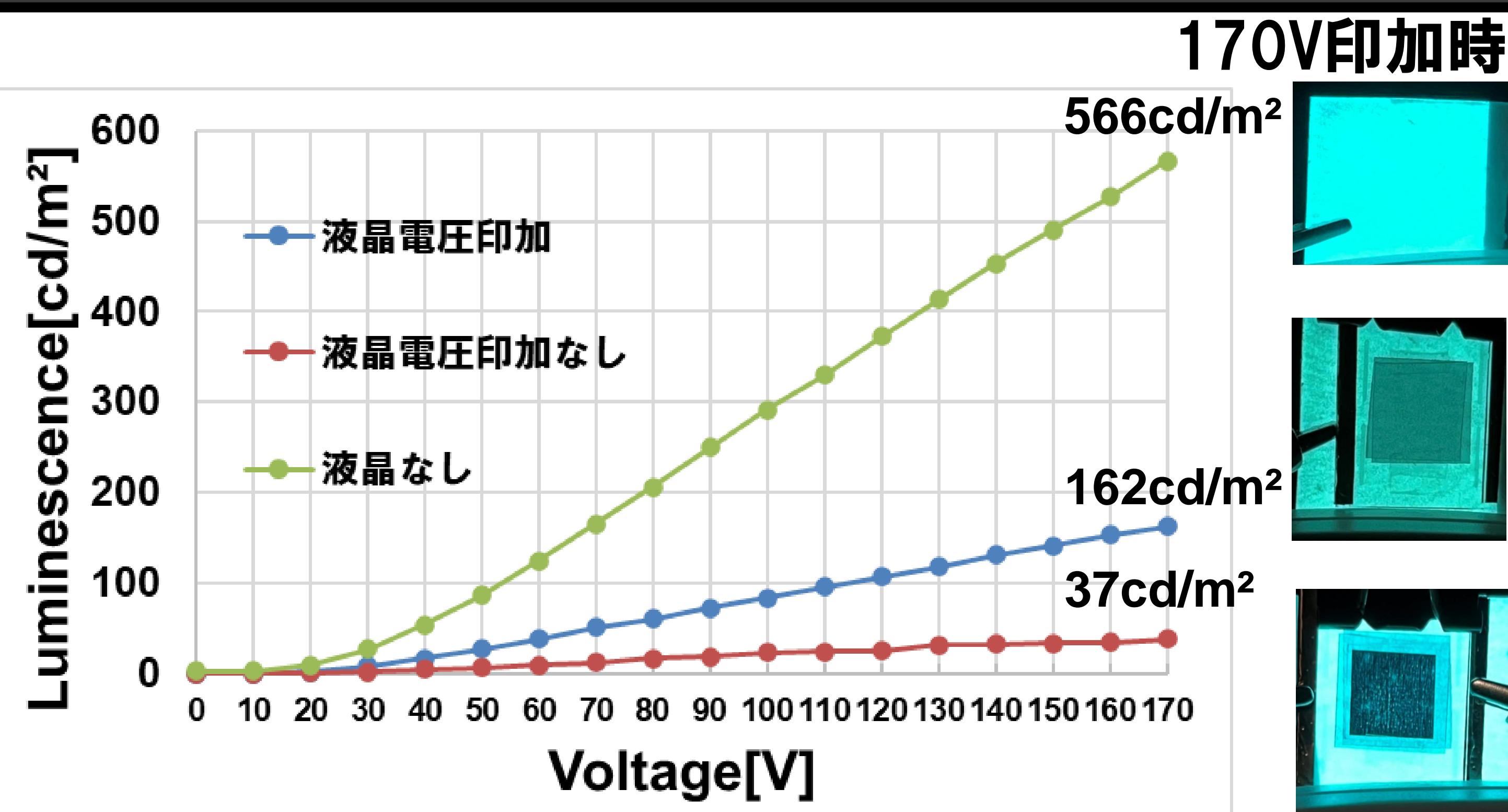


実験結果

- 液晶セルを重ねると輝度が低下する
- 液晶セルに電圧を印加すると、液晶が立ちあがり光を通さなくなり、さらに輝度が低下する

コントラスト比 = $L_{max}/L_{min} = 3.026$
 相対輝度 $L = 0.2126 \times R + 0.7152 \times G + 0.0722 \times B$

液晶ディスプレイで使用するにはコントラスト比が7以上必要であるのでバックライトの輝度向上と液晶の配向を改善する必要がある



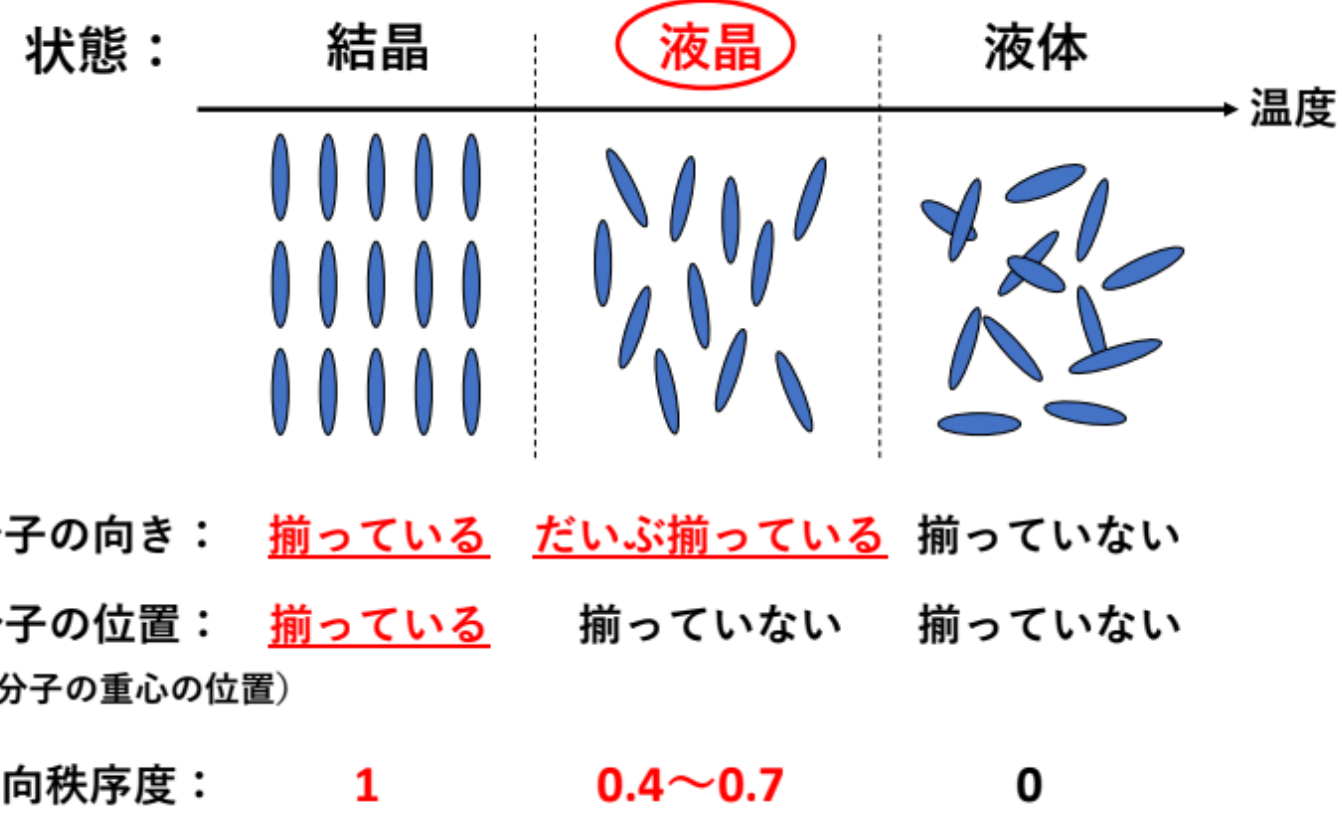
液晶の応用方法について

Liquid crystal application method

龍谷大学, ○吉井 大和, 和辻 浩一, 大竹 忠, 山本 伸一
Ryukoku Univ. ○Y. Yoshi, K. Wani, T. Ohtame, S.-I. Yamamoto

Introduction

● 液晶(Liquid crystal)

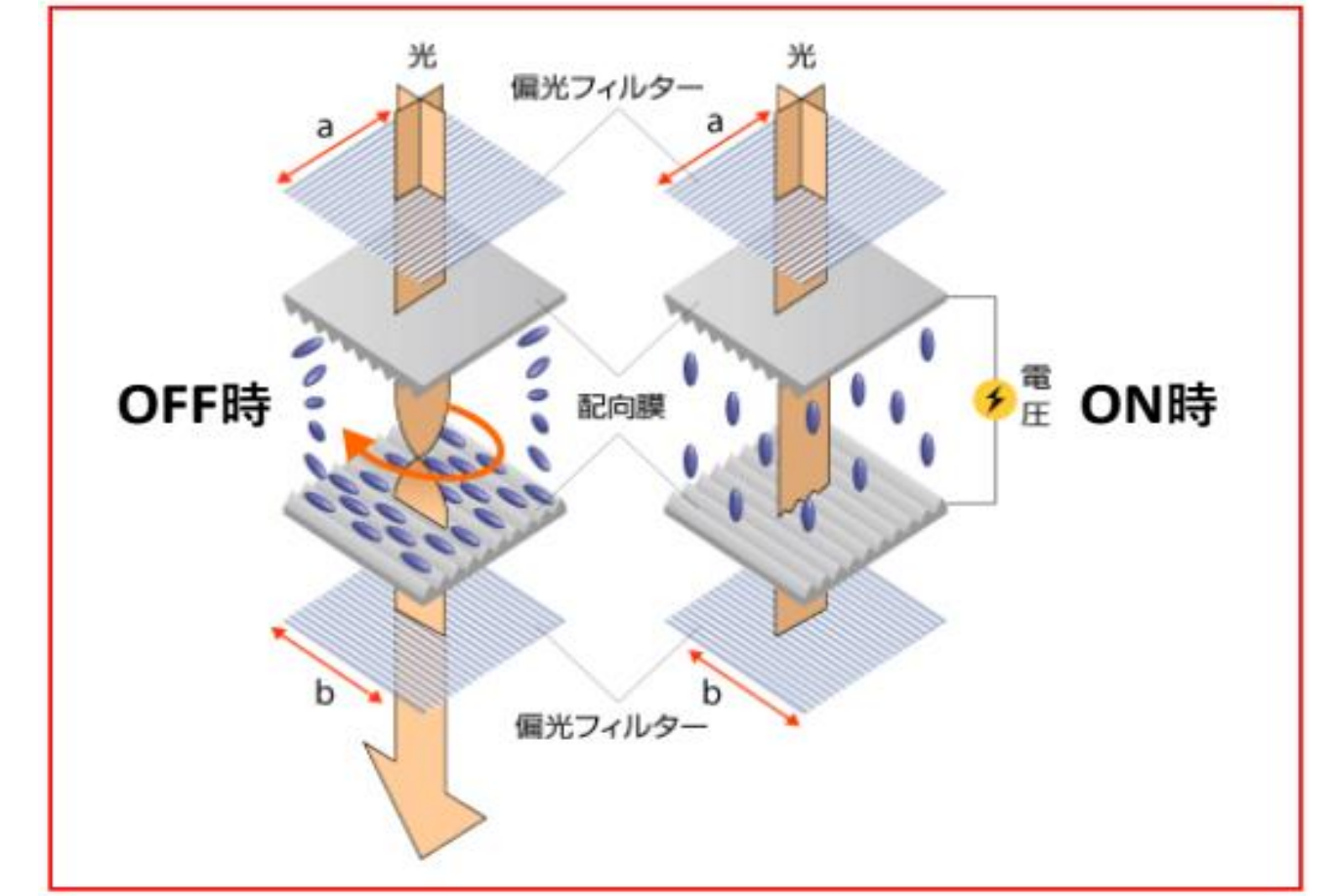


< 特徴 >

- 液体の流動性と結晶の規則性の双方を兼ね備えている

< 動作方法 >

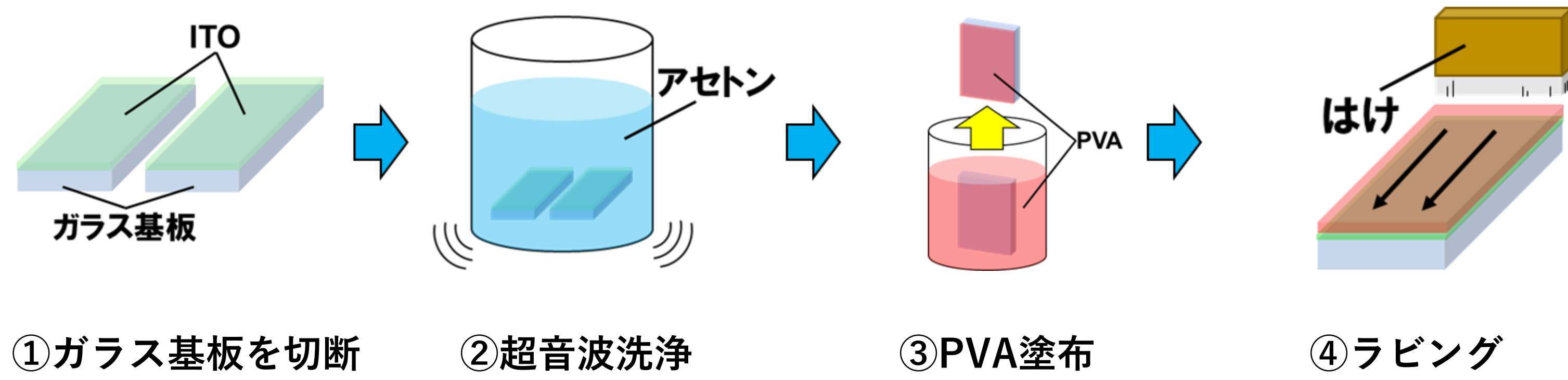
- 配向膜の成膜により液晶分子が90度ねじれ、光を90度ねじれた状態で透過する
- 電圧をかけることにより液晶が立ち上がり、配向膜と垂直になり光をそのまま透過する
- 2枚の偏光板の偏光方向を組み合わせることで、光の透過量をコントロールすることができる



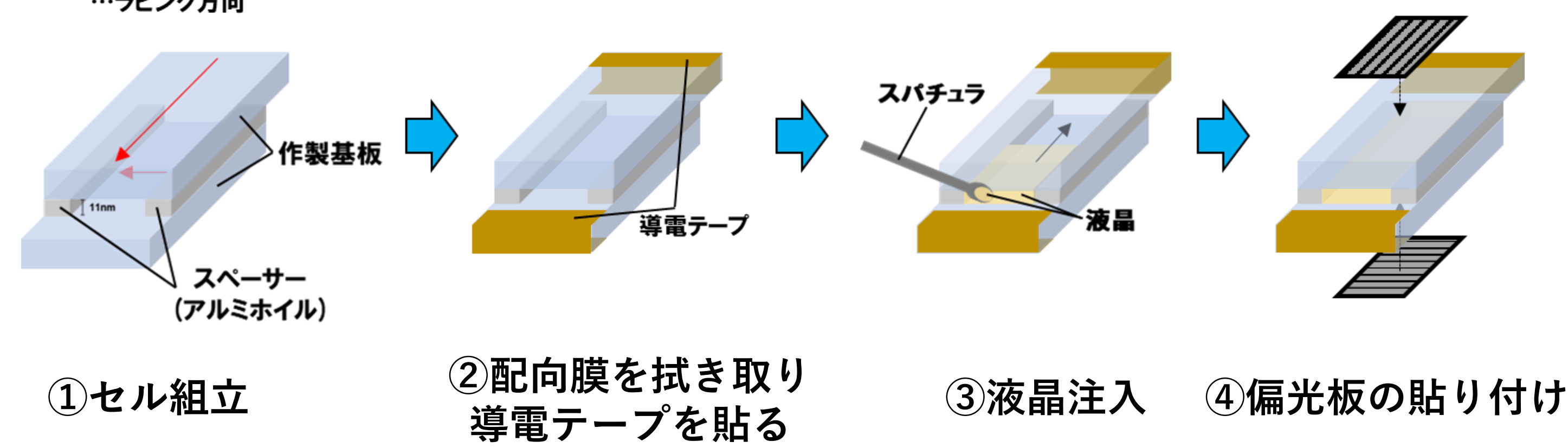
電圧OFF時のみ、偏光光が透過する

Experiments 1 液晶セルの作製方法

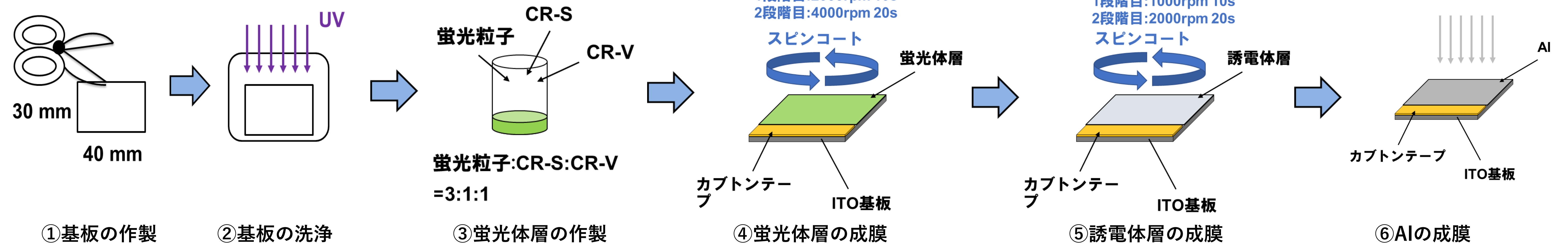
配向膜成膜



セルの作成

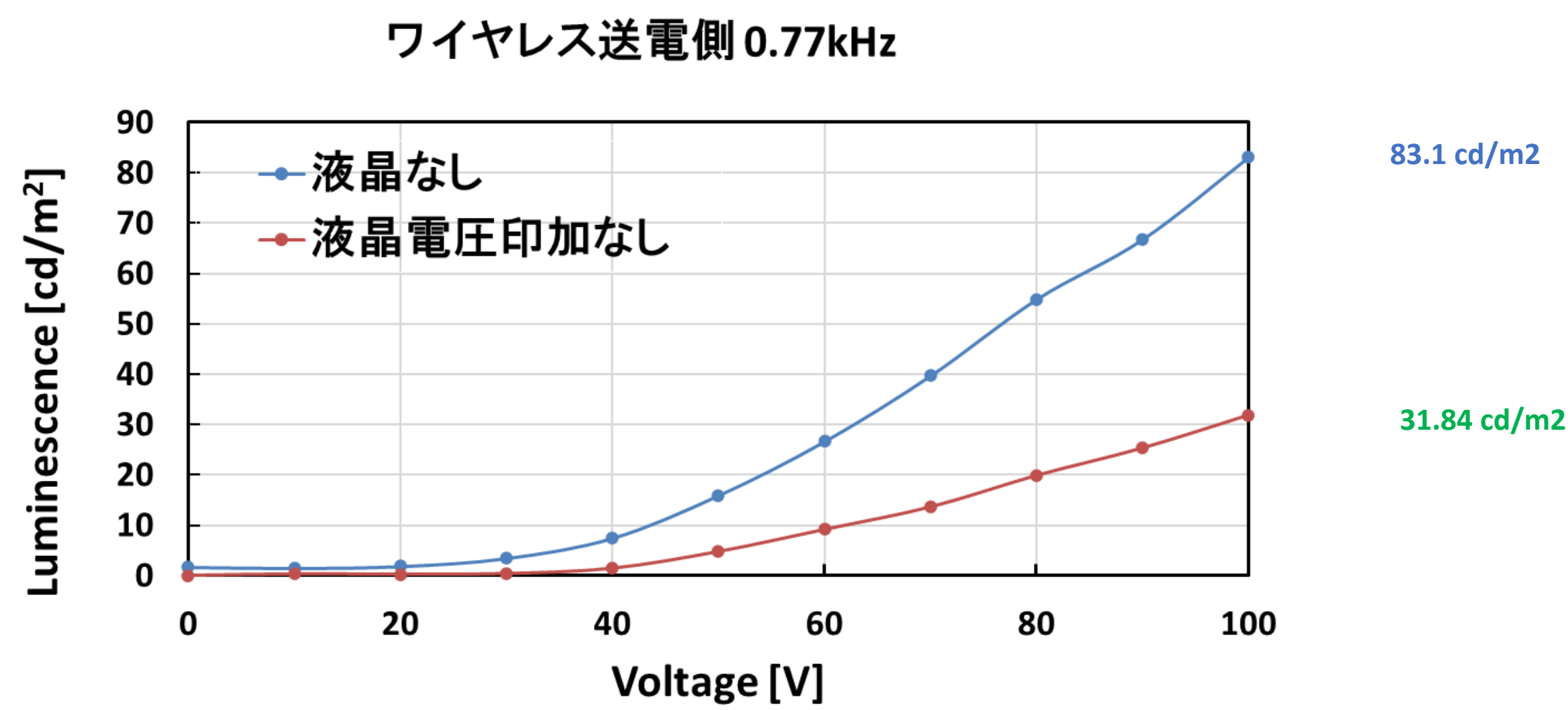


Experiments 2 無機ELの作製方法

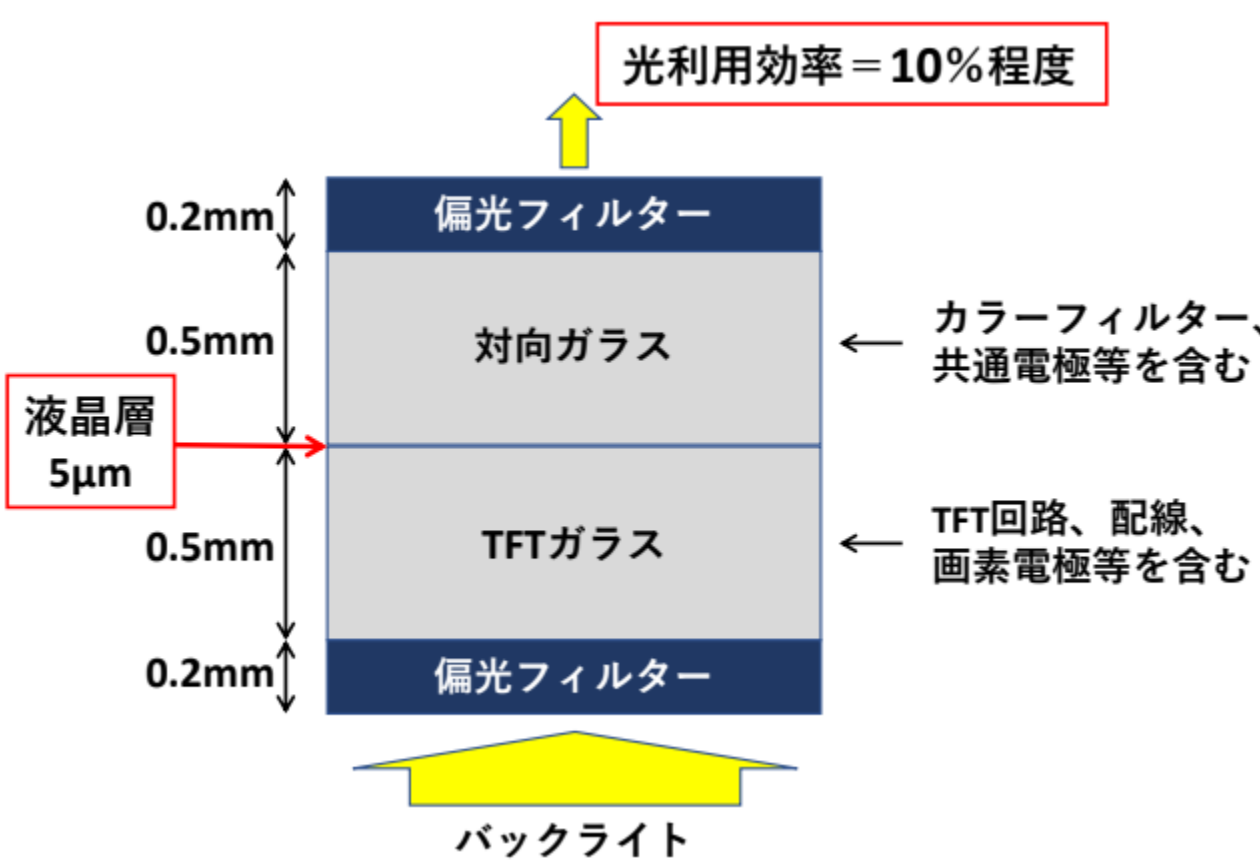


Results

● コイル用いた無機ELをバックライトにした時の輝度特性

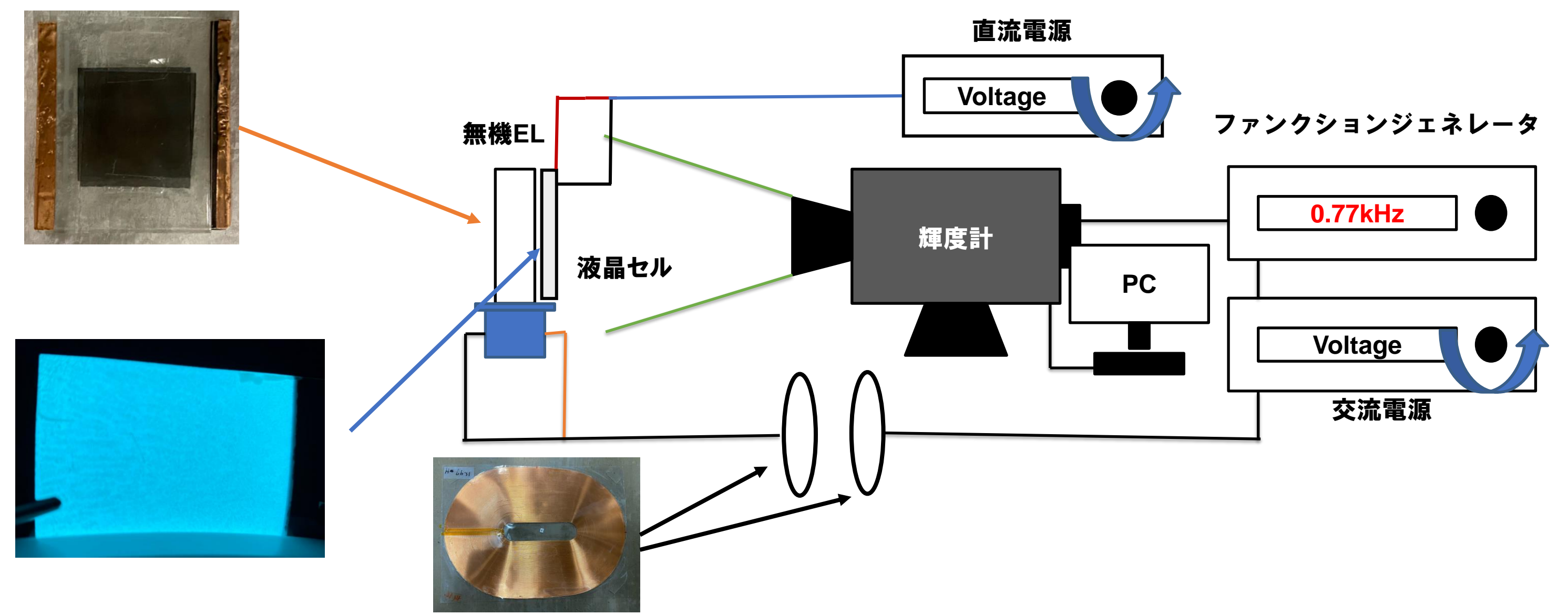


$$\text{光利用効率} = \frac{31.84}{83.1} \times 100 = 38.32\%$$

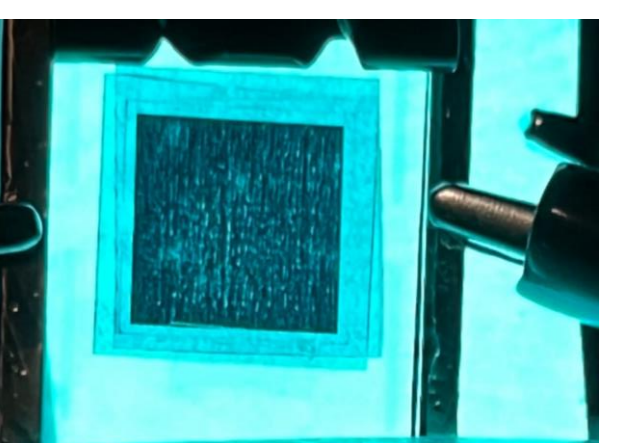
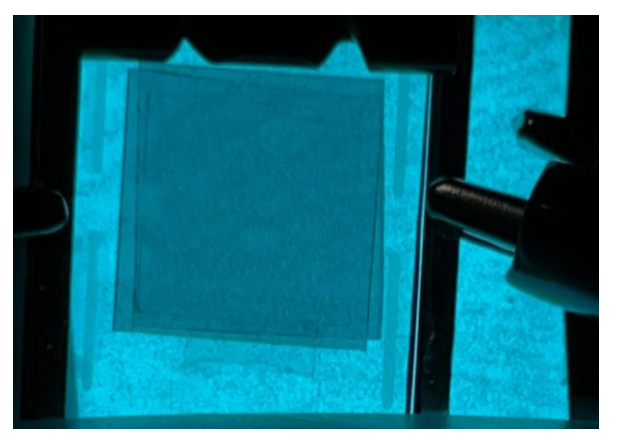
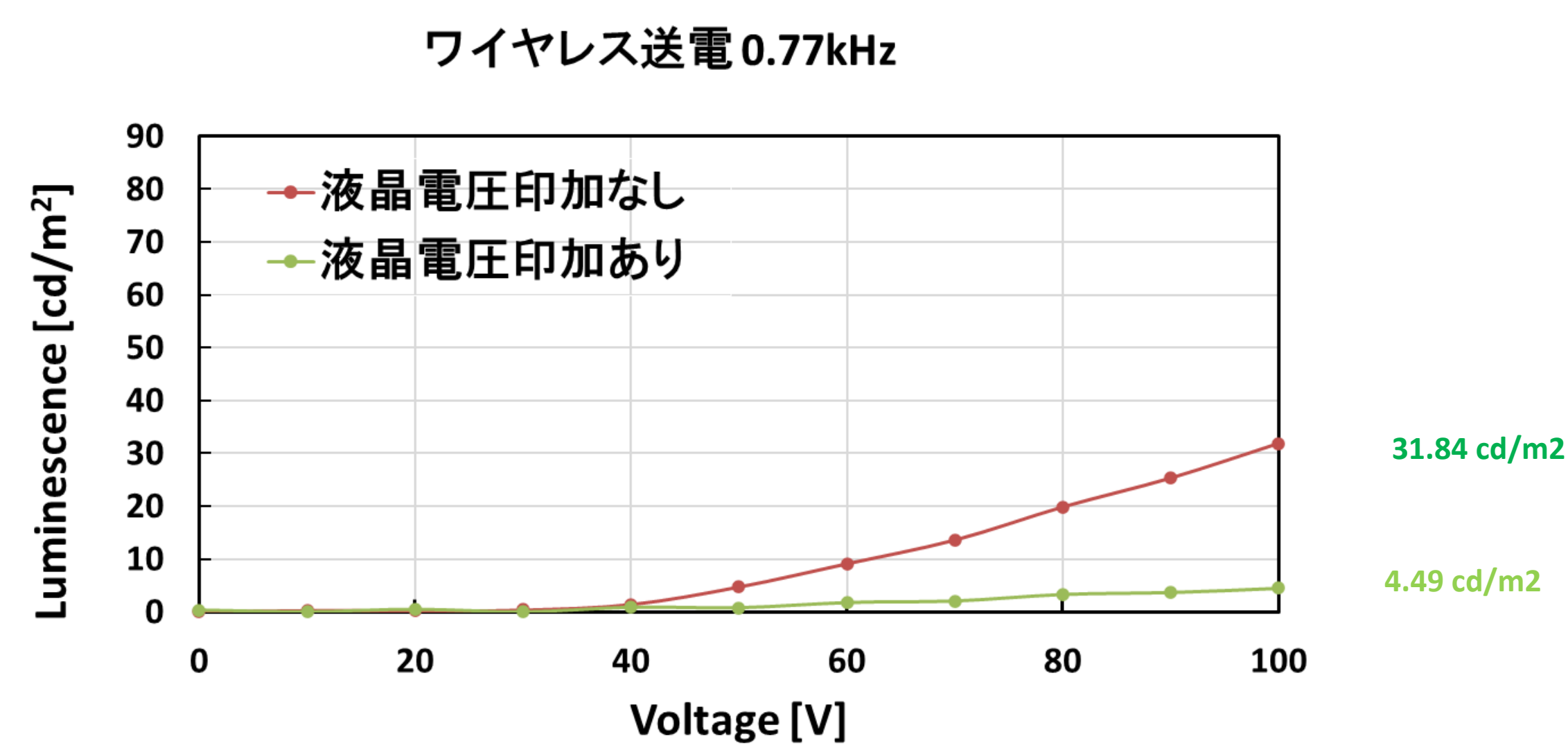


- 無機ELに液晶を挟むことにより輝度が低下する
- 光利用効率は38.32%だった

輝度の測定方法



● 液晶を動作させた時の輝度特性



- 液晶に電圧を印加すると輝度が低くなる

Conclusion

- 液晶セルに電圧を印加することにより無機ELの輝度を変更することに成功した
- 液晶セルを間に挟むことにより輝度が低下するため光利用効率を上げるか、バックライトに使用する光源をもっと輝度の高いものを変更することが必要である