

有機材料の光機能応用分科会 (仮称) について

JPCフォーラム第Ⅱ期事業へのアクションアイテムの1つ「分科会の増強」の方針に基づき、光機能性有機材料にフォーカスする分科会を2013年度下期に立ち上げるべく、準備に着手します。

2013年 5月24日

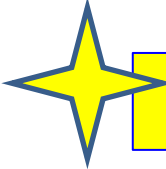
JPCフォーラム5月定例会

旭硝子株式会社

青崎 耕

(私の視点)

光技術や光機能性材料(有機・無機)を
フッ素材料からウォッチし、
「縁の下」で支えている立場です。



私の視点

フッ素系ポリマー

高い透明性・耐光性
(UV ~ 可視光 ~ NIR)
低屈折率、高アッベ数

低表面エネルギー
(撥水撥油性、離型性)

優れた電気特性
(絶縁性、低誘電率、低 $\tan\delta$)

(話題)有機ELディスプレイの誕生

Samsung 「Galaxy」(有機ELスマホ)



2017年には
有機ELの「大型TV」が
普及開始の見込み。



- SONY + Pana + AUO (台)
- Samsung
- LG

可視光LEDの数量 (W/W市場規模 ≒ 1兆円)

用途		2012年見込	
		(1,000個)	(%)
A	指示灯・スイッチ	46,100,000	29.1
B	装飾・イルミネーション	37,200,000	23.5
C	LCD-TVバックライト	34,300,000	21.7
D	LED照明	8,600,000	5.4
E	携帯電話	3,700,000	2.3
F	その他	28,400,000	17.9
合計		158,300,000	100.0



可視光LED市場の
約四分の一が有機ELへ
シフトすることになる。

光機能性有機材料の可能性

1. 光を伝える

2. 光を創る

3. 光を換える

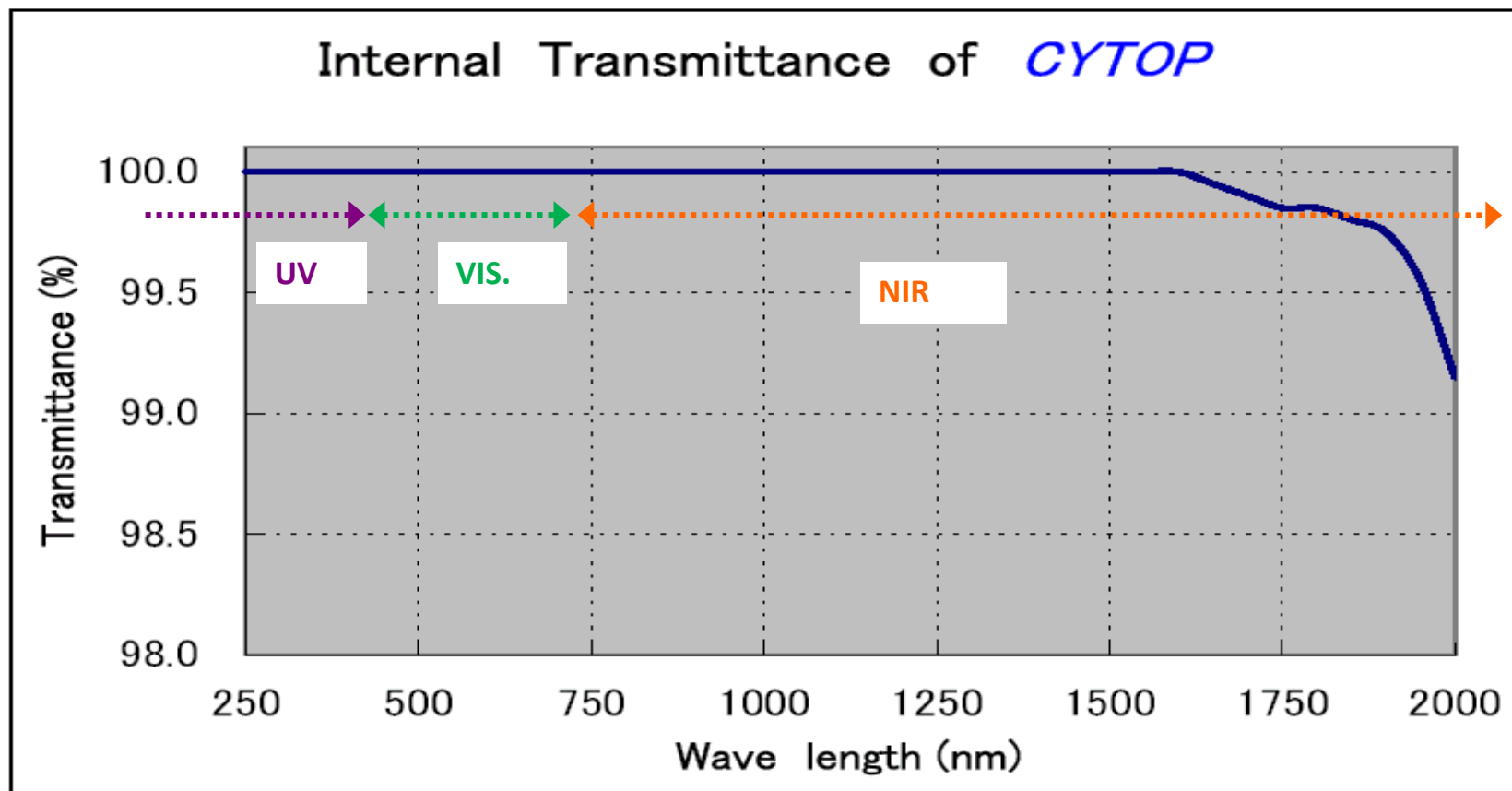
4. 光を操る

その他

1. 光を伝える：（１）透明性

フッ素樹脂は、紫外線～可視光～近赤外においてほぼ完全に透明

旭硝子製フッ素樹脂「サイトップ」の例（厚さ5mmt）



1. 光を伝える：（2）ポリマー光導波路

光ファイバー溝付き 光導波路基板

Waveguide Substrate with Fiber Guide Trench & Technology

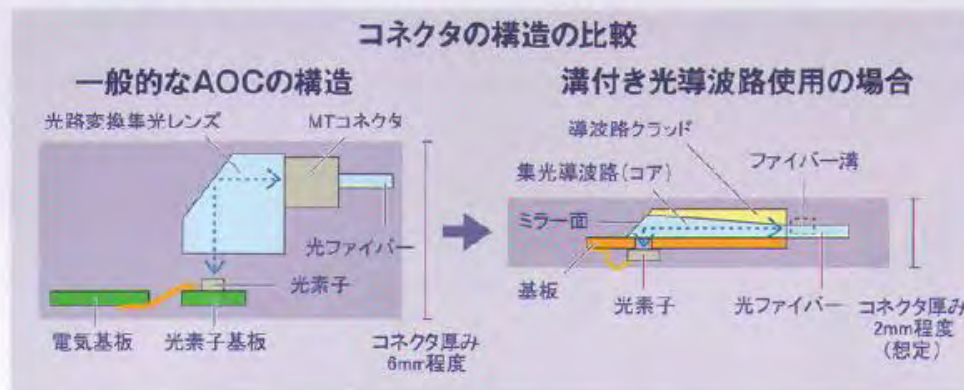
スリムな構造で光信号を効率的に伝送

光ファイバー溝、集光路、ミラーを一体形成した、光通信ケーブル用の部材です。コンパクトなサイズでありながら、伝送損失を可能な限り抑え、高品質な光通信を実現します。

POINT 1 コンパクトなサイズ

PWB+導波路で厚さ0.2mm

一般的なAOC(アクティブ・オプティカル・ケーブル)のように光路変換集光レンズやMTコネクタを使うことなく、コンパクトなコネクタサイズが実現できます。

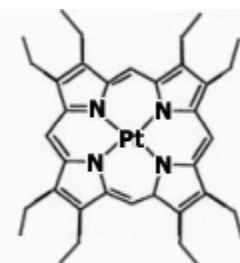
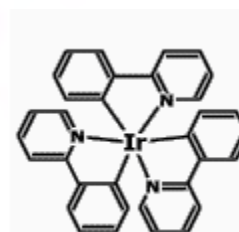


一般的なAOCコネクタ
写真提供：富士通コンポーネント株式会社

導波路基板の外観
基板+導波路部
(厚さ0.2mm)

2. 光を創る：有機ELディスプレイおよび照明

白色発光 = 青 + 緑 + 赤 ▶ 光の3原色
White = Blue + Green + Red



有機ELディスプレイ構造

Structure of OLED for display



有機EL照明構造

Structure of OLED for lighting

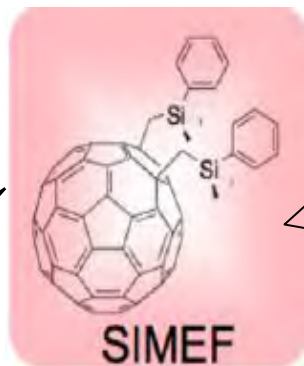


3. 光を換える: (1)有機薄膜太陽電池

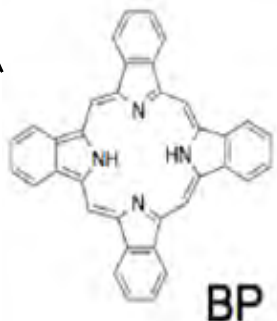
三菱化学の「オール塗布型」の例

安定なn型半導体として、
フラーレン(C60)が活用されている

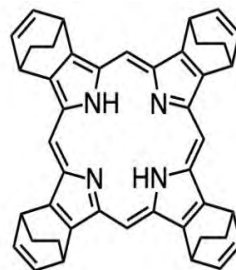
変換効率≒ 10%



サイメフ

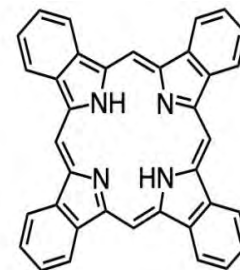
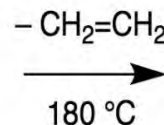


結晶化が味噌



テトラベンゾポルフィリン前駆体 (CP)

・ 有機溶媒に可溶



テトラベンゾポルフィリン (BP)

・ 有機溶媒に不溶
・ 結晶性固体

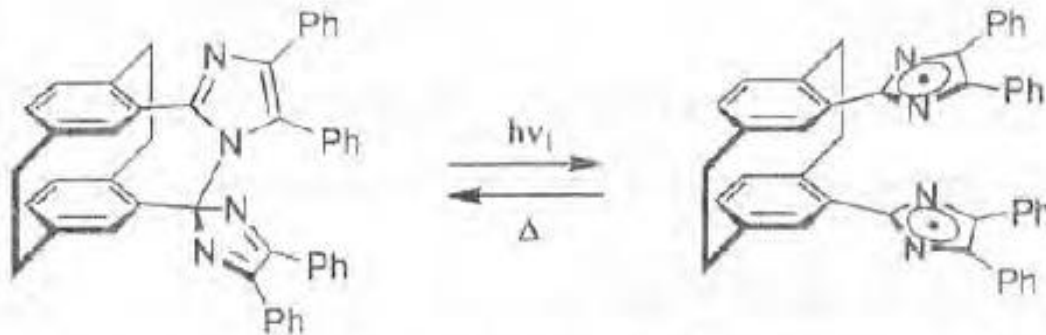
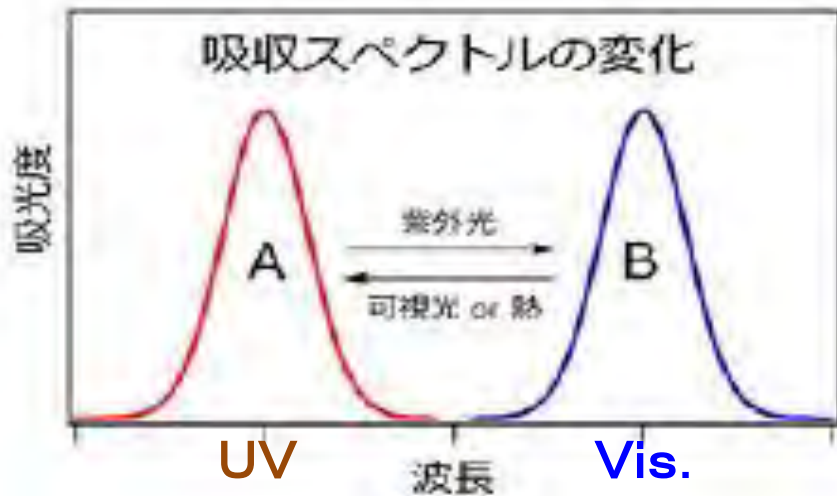
3. 光を換える： (2)フotokロミズム

一般的なフotokロミズムは色(吸収波長)の変化だけを扱うが、
光による分子の動きを運動エネルギーとして取り出す



『フotokメカニカル変換材料』

(青山学院大学 阿部二郎先生)



架橋型イミダゾール2量体の例

4. 光を操る： (1) バイオミメティック (ナノテク)



① モルフォ蝶よりも美しく

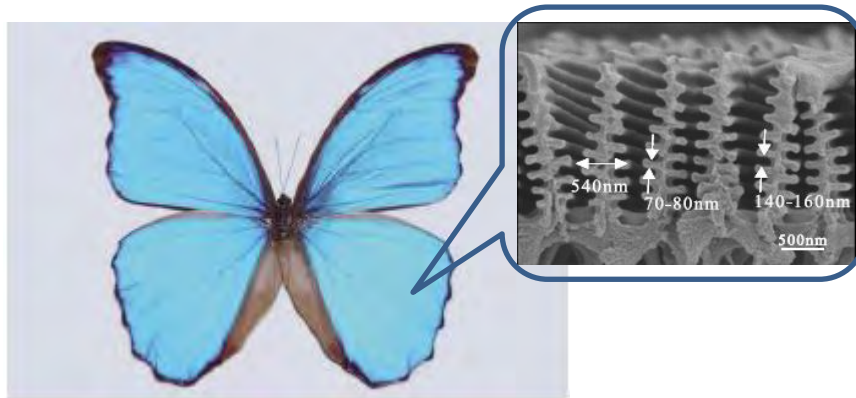


図10 光干渉縞断面と中心部の拡大TEM像

帝人「モルフォテックス」

② 蛾の目より隠密に

蛾の目 (モスアイ) は光らない
(反射しない)

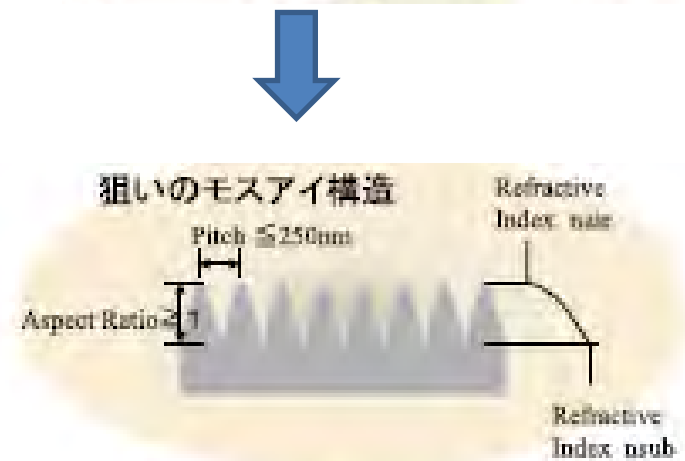
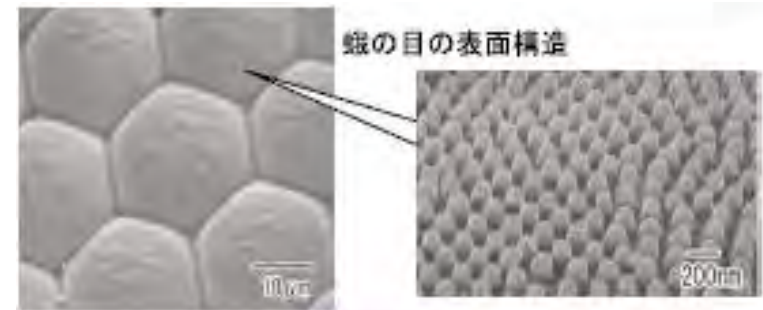
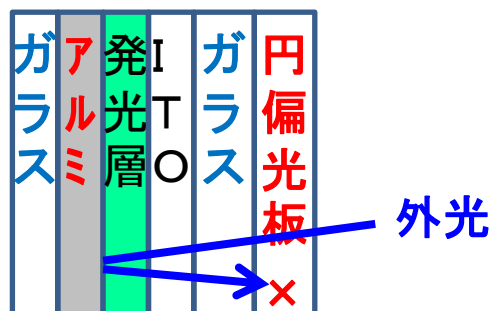


図1 蛾の目の表面構造と狙いのモスアイ構造

三菱レイヨン「スーパー反射防止フィルム」

4. 光を操る： (2)円偏光板の応用

有機ELディスプレイは、円偏光板による「反射防止」が必須



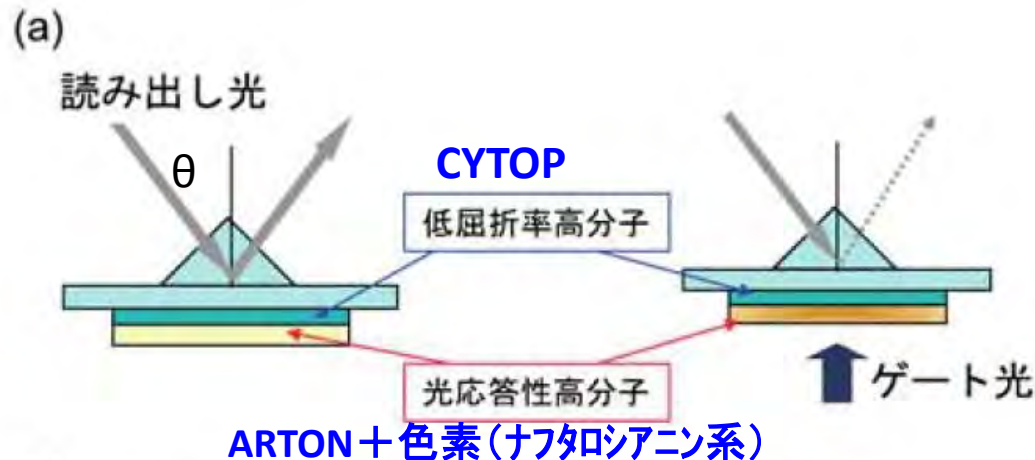
偏光板 + $\lambda/4$ 位相差板 = 円偏光

円偏光 ← $\lambda/4$ 板 ← 直線偏光 (S) ← 偏光板 ← 外光
↓
円偏光 → $\lambda/4$ 板 → 直線偏光 (P) → 偏光板でカット

合計

偏光板 + $\lambda/2$ 位相差板 = 直線偏光 (偏光変換)

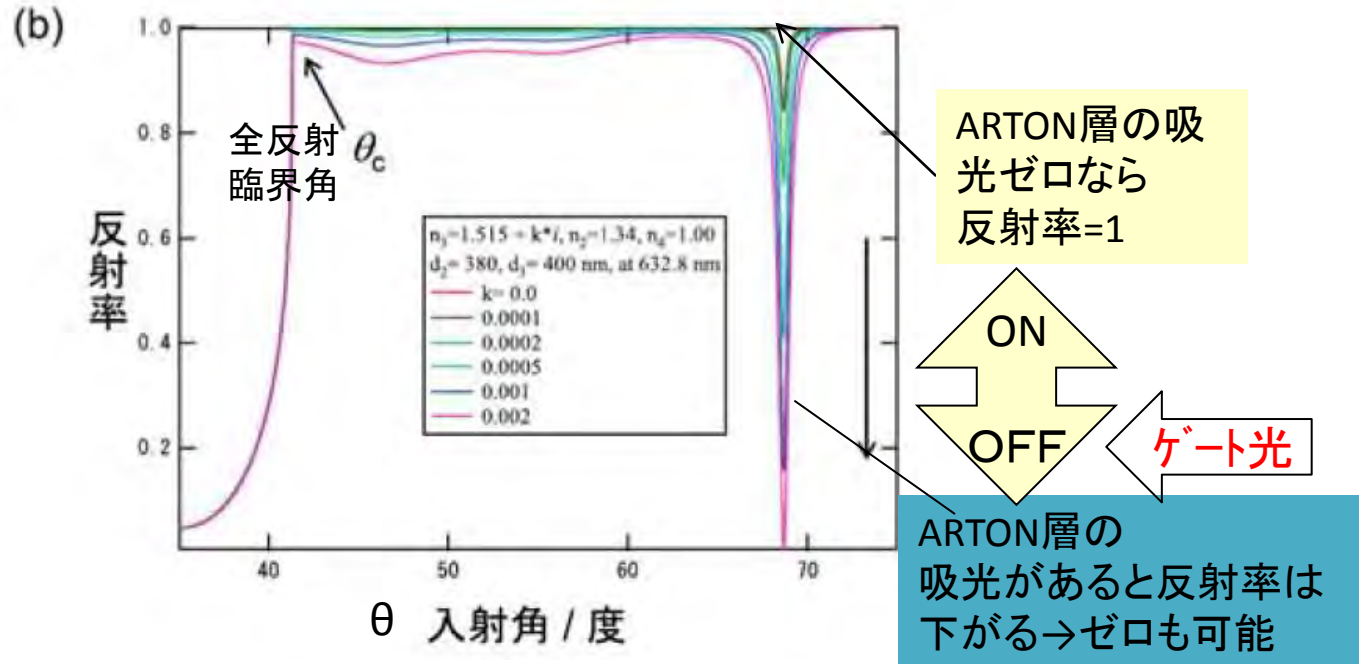
4. 光を操る: (3)光-光信号処理



【作動原理】

全反射による「近接場光」と
(エバネッセント光)
薄膜(CYTOP、ARTON、色素)との
相互干渉による効果。

応答速度=ピコ秒レベル



オプトロニクス誌も 光機能性ポリマーに注目してきました



特集
フレキシブル有機薄膜太陽電池
の新展開



特集
次世代ディスプレイを実現する
フレキシブル有機エレクトロニクス

高分子学会の研究会でも注力しています

フォトリクスポリマー研究会(慶應大学 小池康博先生)

ポリマーの合成、成形加工、フォトリクスなどの専門家が協力しフォトリクスポリマーの潜在能力をフルに引き出すことにより、革新的なフォトリクスデバイスを実現してゆく。

透明・耐熱ポリマーフィルム、有機無機ハイブリッド材料、複屈折ゼロ材料、新方式ディスプレイ(レーザー、HUD)、グラフェン・CNT応用、有機フォトリック結晶、 etc



超分子研究会(東京大学 加藤隆史先生)

複数の分子の間に働く相互作用により、集合・複合化することにより形成する超分子を対象として、導電機能、光機能、エネルギー機能、自己修復機能、環境機能、触媒機能、分離機能、バイオ機能などを旨ず。

光応答性高分子、高速フォトリック分子、次世代有機太陽電池材料、ナノハイブリッド材料、フレキシブル熱電変換材料、空気電池材料、高分子電解質膜、自己組織化ナノ光デバイス、 etc

現在進行中の国プロ紹介

JST(科学技術振興機構)「戦略的イノベーション創出推進プログラム」

「フォトニクスポリマーによる先進情報通信技術の開発」

<http://www.jst.go.jp/s-innova/research/h21theme03.html>

宮田清蔵 先生(電気通信大学 学長顧問)

ポリマーフォトニクス材料をベースに光技術を10年後には実用技術や産業技術として確立することを目指します。対象としては、超高速大容量フォトニック通信から高度のセキュリティを保證する量子通信にわたる諸技術を扱います。具体的には、光子発生を含む光発生、光変調、光伝送、光信号処理、光メモリ、ディスプレイなど。

内閣府最先端研究開発支援プログラム (FIRST)

「世界最速プラスチック光ファイバーと高精細・大画面ディスプレイのためのフォトニクスポリマーが築くFace-to-Faceコミュニケーション産業の創出」

<http://first-pg.jp/about-us/koike-yasuhiro.html>

小池康博 先生(慶應大学)

10社を超える企業との産学連携で、① 超高速プラスチック光ファイバーの開発、② 高精細・大画面ディスプレイのためのフォトニクスポリマーの開発、③ Face-to-Faceコミュニケーションシステム開発の3領域の研究・開発に取り組んでいます。

OptoTV:

<http://opto.tv/?videos=%E7%B7%8F%E5%90%88%E7%A7%91%E5%AD%A6%E6%8A%80%E8%A1%93%E4%BC%9A%E8%AD%B0first%E3%83%97%E3%83%AD%E3%82%B0%E3%83%A9%E3%83%A0-%E3%83%88%E3%83%83%E3%83%97%E7%A0%94%E7%A9%B6%E8%80%85-%E5%B0%8F%E6%B1%A0>

国プロ（プリントド・エレクトロニクス）

JAPER A

⇒「プリントド・エレクトロニクス」の**実用化**（NEDO受託⇒産総研）

2011年5月

「次世代プリントドエレクトロニクス技術研究組合」（英語名：Japan Advanced Printed Electronics Technology Research Association 略称 JAPER A）が本格的に技術開発を始動します。

■技術研究組合の名称 ■

次世代プリントドエレクトロニクス技術研究組合

Japan Advanced Printed Electronics Technology Research Association (JAPER A)

理事長 宇高恵一（凸版印刷㈱ 顧問）

■技術研究組合の参加組員企業（アイウエオ順）■

（株）アルバック、出光興産（株）、コニカミノルタ I J（株）、（独）産業技術総合研究所、JNC（株）、（株）写真化学、住友化学（株）、綜研化学（株）、ソニー（株）、大日本印刷（株）、太陽ホールディングス（株）、DIC（株）、帝人（株）、東京エレクトロン（株）、（株）東芝、東洋紡績（株）、凸版印刷（株）、日本電気（株）、パナソニック（株）、ハリマ化成（株）、バンドー化学（株）、日立化成工業（株）、（株）フジクラ、富士フイルム（株）、ブラザー工業（株）、（株）ブリヂストン、（株）三菱化学科学技術研究センター、（株）リコー



フレキシブルディスプレイ



電子ペーパー



センサー

フレキシブルセンサ



フレキシブルデバイス技術



インク材料技術



印刷デバイス製造技術

【分科会新設の狙い】

- ・機能性ポリマーの創製は我が国の強み、強みをさらに強く
- ・JPCの活動による
ニーズ発掘、シーズ展開、シナジー効果
- ・グリーンテクノロジーの促進
(ナノインプリント技術、
プリンテッド・エレクトロニクス技術など)

etc

有機材料の光機能応用分科会(仮称) スケジュール

	2013年度 上期	2013年度 下期
準備	5／24 総会承認 ～9月まで 分科会のありたい姿、 産・学・官との提携の可能性等 を検討し、決定する。 新規法人会員の募集。	
分科会		9～10月 分科会発足のアナウンス 10～11月 分科会発足、活動開始

ご清聴をありがとうございました

ご指導・ご鞭撻を
宜しくお願いいたします

以降の資料は、補足資料

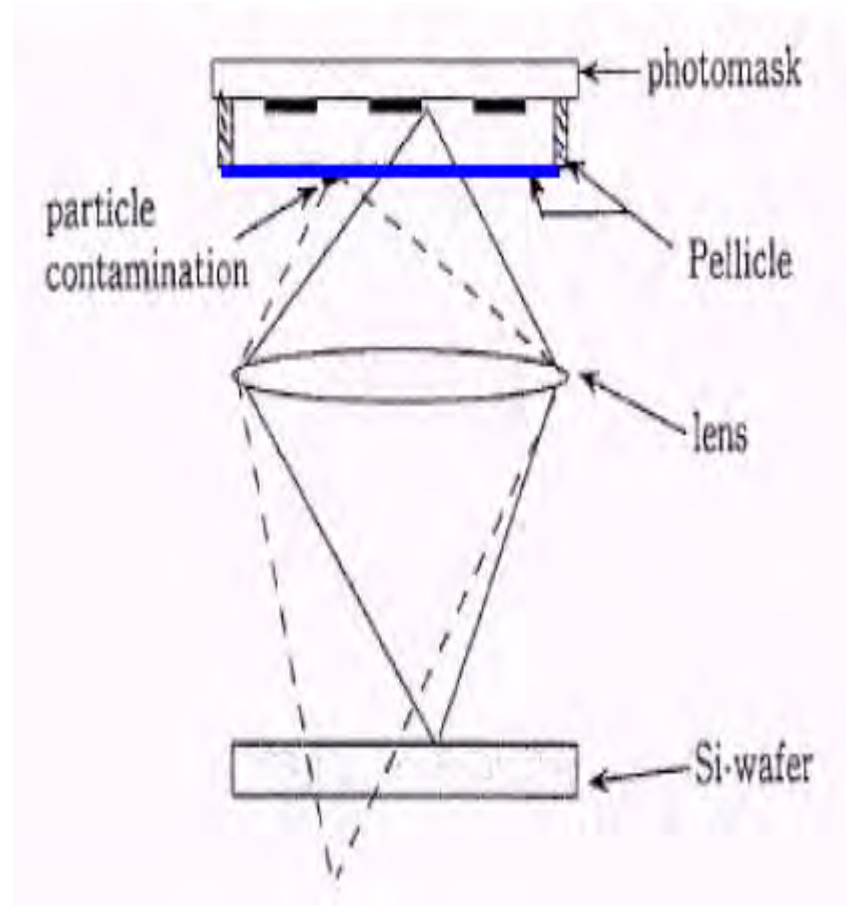
ペリクル (深紫外線露光 $\lambda=248\text{nm}$, 193nm)



ペリクル用透明フッ素樹脂
「CYTOP(サイトップ)」溶液



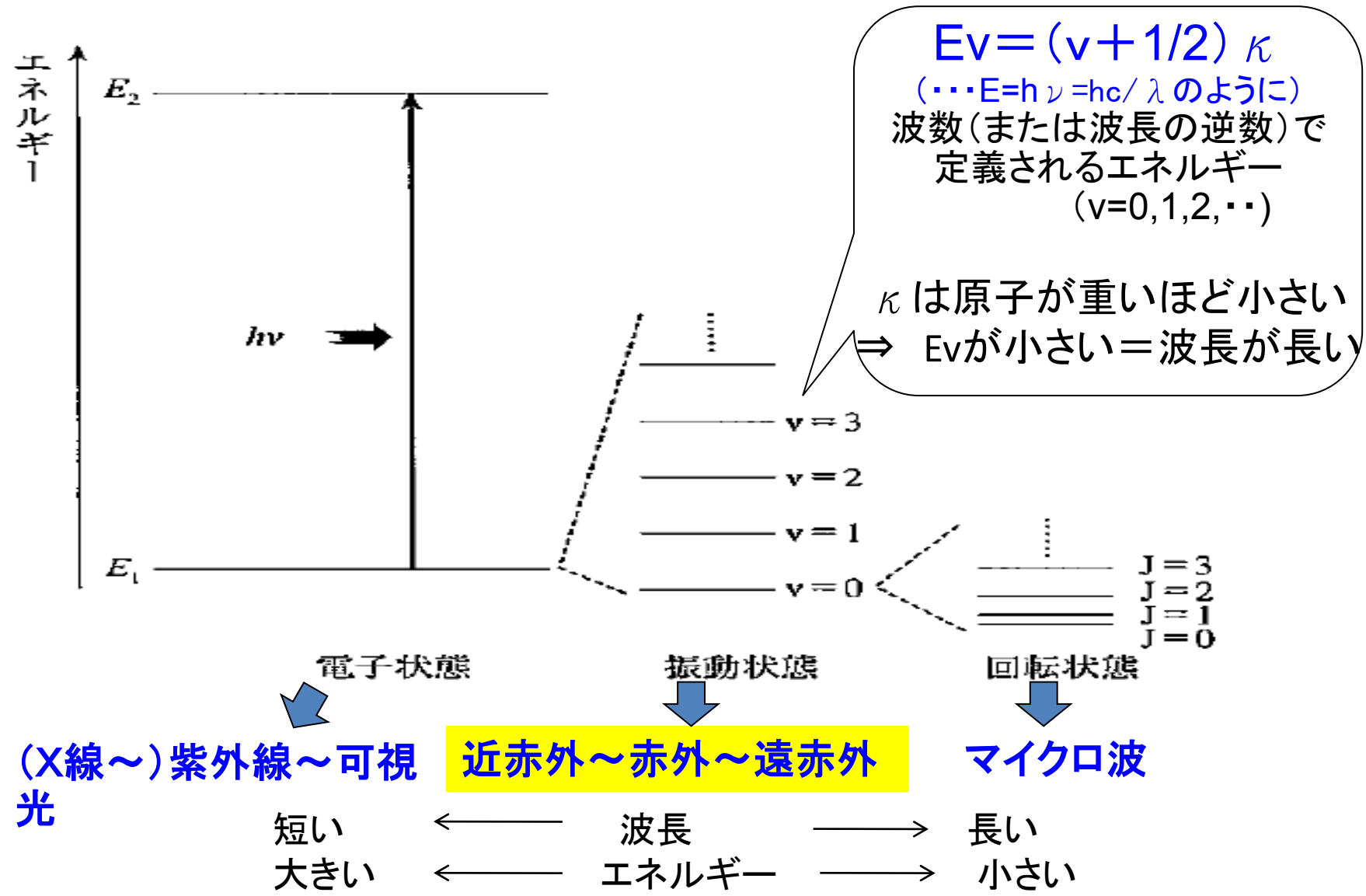
(ペリクル)



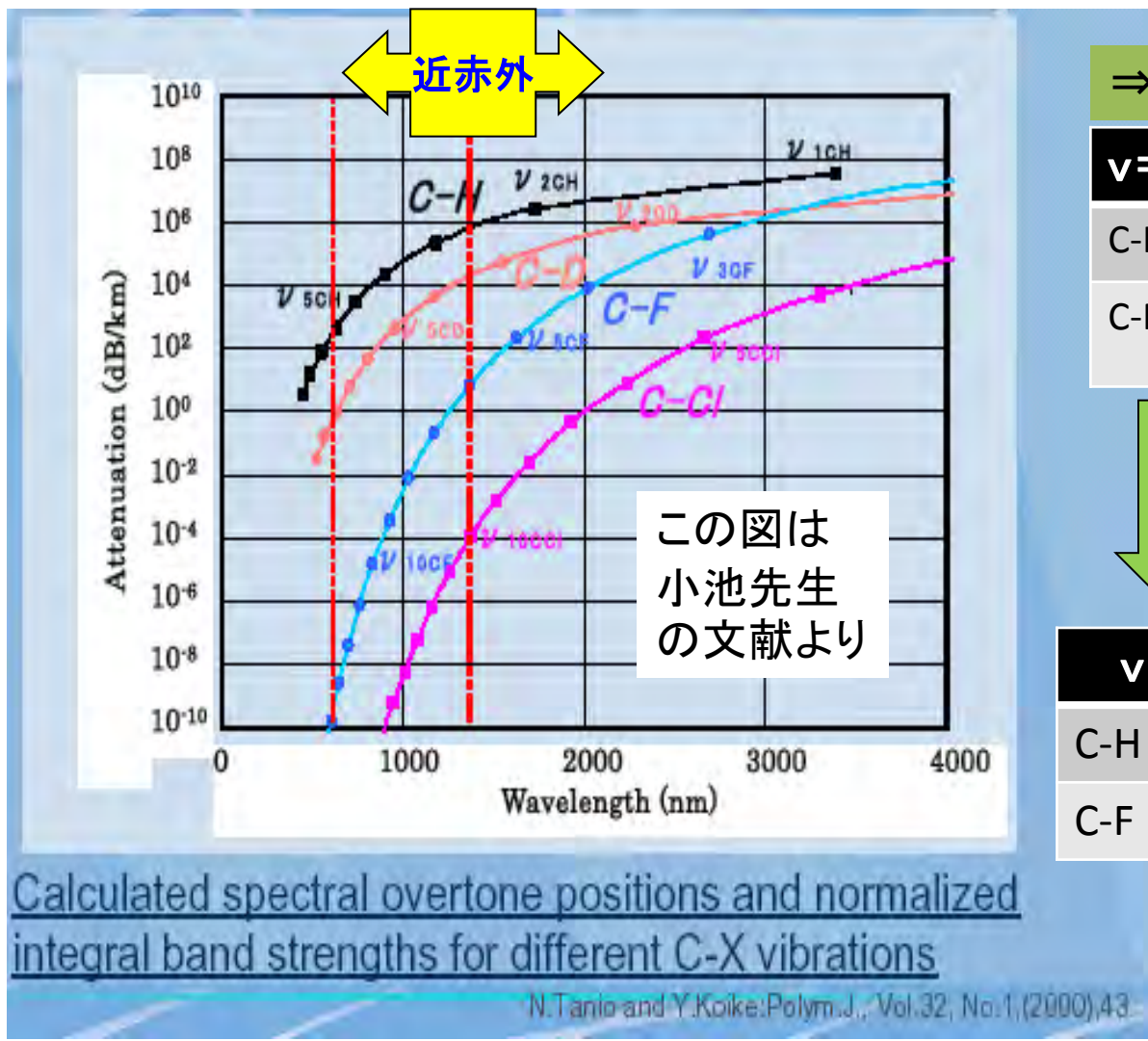
異物がマスクに付着すると、半導体の欠点となる。
異物はペリクルに付着させ、結像させないので、
欠点とならない。



補足資料1: 赤外吸収



補足資料2: 赤外吸収



⇒グラフ読み取り (波長nm)

v=	4	3	2	1
C-H	900	1200	1700	3400
C-F	2000	2700	範囲外	範囲外

↓
v=1の波長を入れて
 $E_{v+1} = ((v+1)/v) \cdot E_v$ より
v ≥ 2での波長nmを算出。

v=	4	3	2	1
C-H	850	1140	1705	3410
C-F	2070	2750	4130	8260

ボルツマン分布により
v → v+1における吸光は
指数関数的に減少する。

∴CYTOPは近赤外吸収は実質的に無い。
PMMAはv=2(および3)で吸収する。



高輝度光散乱導光ポリマー 小池先生

<http://www.koike.appi.keio.ac.jp/JP/research02-jp.html>

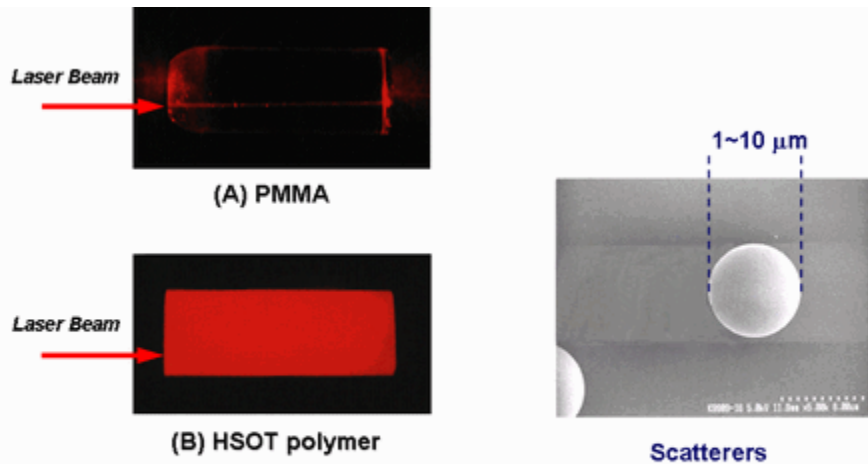


図1 Optical homogenization by multiple scattering within HSOT polymers.

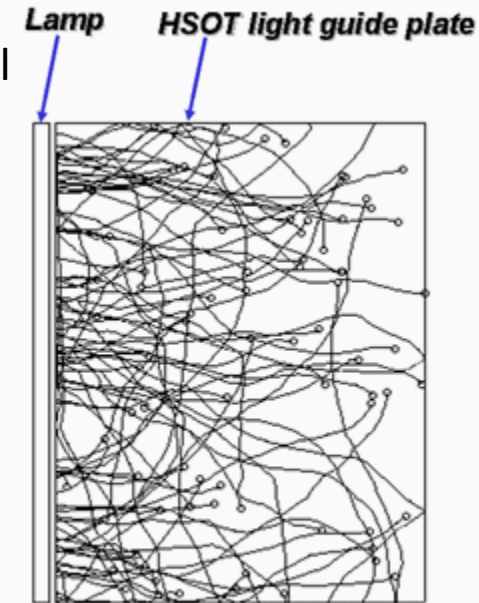
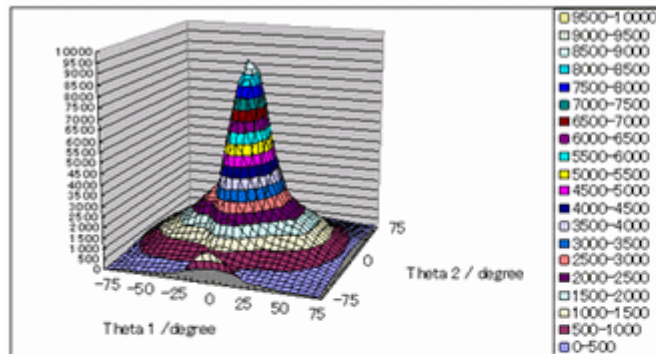
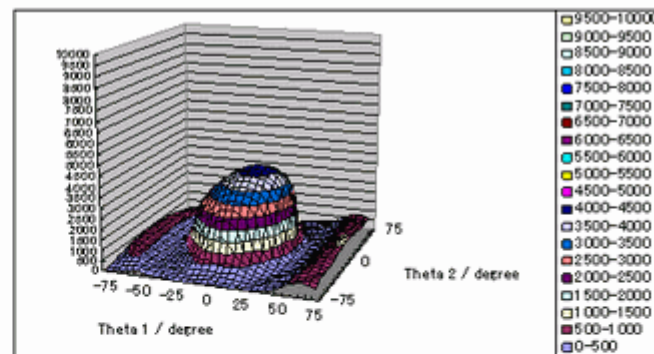


図2 Ray tracing simulation using Monte Carlo method in HSOT Polymer. Circles show output points of the photons from the surface.



(a) HSOT Polymer



(b) Conventional transparent light guide plate

図3 Comparison of brightness expressed by 3-dimensional profile between HSOT backlight (a) and the conventional one (b). (0, 0) point shows that the brightness of (a) is twice brighter than (b).



補足資料3: OFET構造の分類

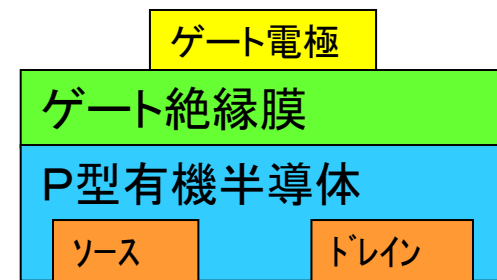
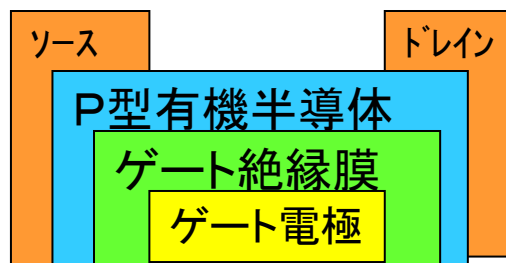
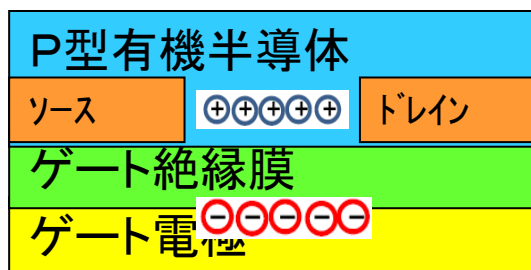
ボトムゲート

トップゲート

ボトムコンタクト

トップコンタクト

(ボトムタクトのみ)



○微細加工に適した構造

○半導体特性が安定する構造
△微細加工に不適

○微細加工に適した構造
△半導体層へのダメージの懸念

ドレイン電流 $\propto$ (チャネル幅／チャネル長) $\times$ 移動度 $\times$ GI膜静電容量 $\times$ ($V_G - V_T$)

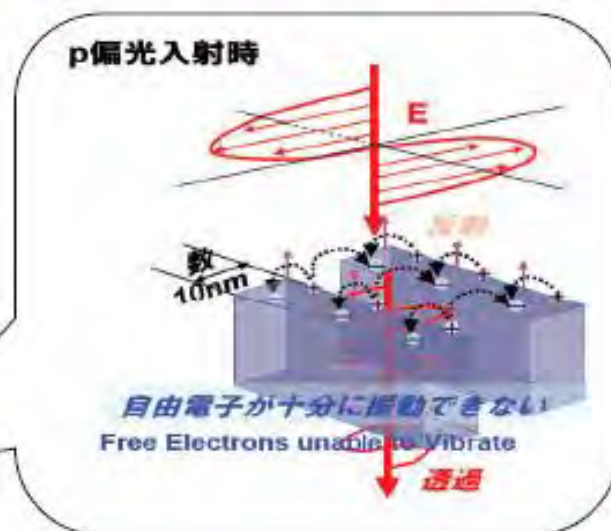
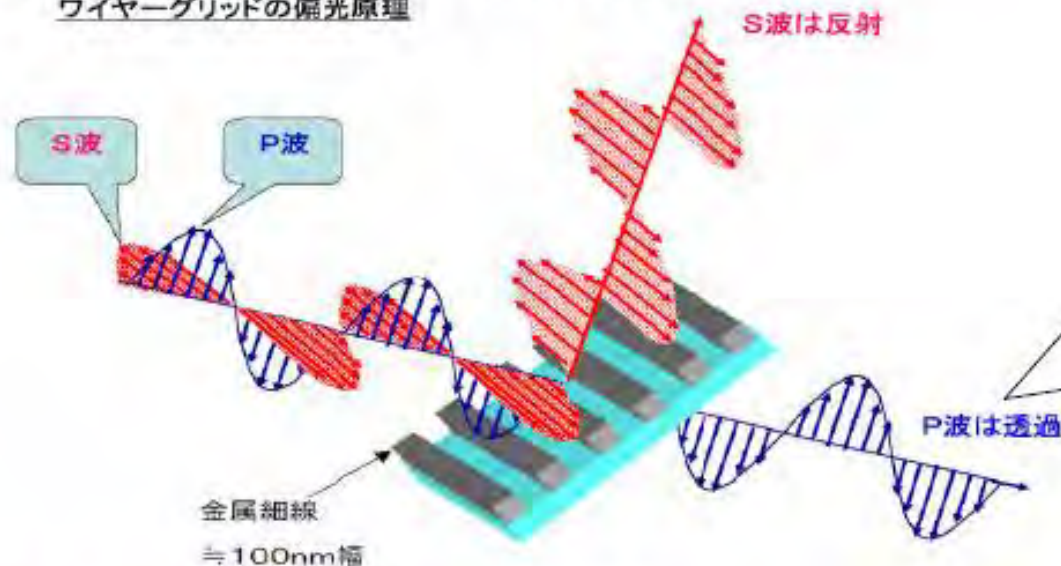
⇒ 電流駆動のOLED用には、ボトムコンタクトが有利

偏光板の原理

1-(2)偏光を分離する「偏光板」の原理①

最も分かり易い原理説明: ワイヤーグリッド偏光フィルム (ナノテクノロジー応用例)

ワイヤーグリッドの偏光原理



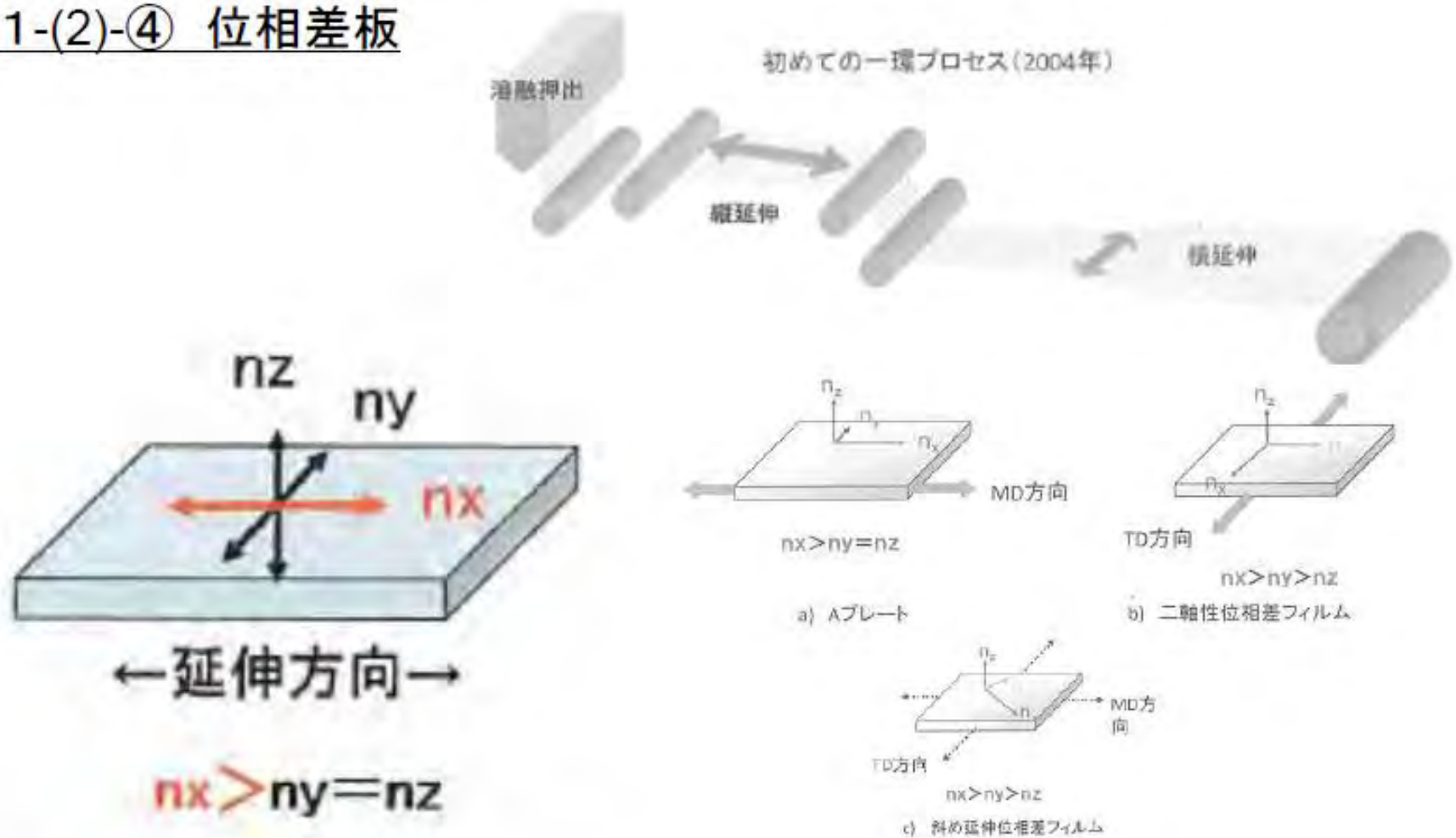
従来型(吸収型)偏光板と比較して、

- ①紫外～可視～近赤外の幅広い波長に対応します。
- ②反射成分を再利用して輝度向上ができます。



位相差板

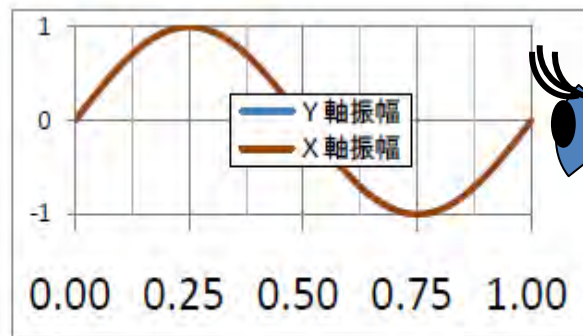
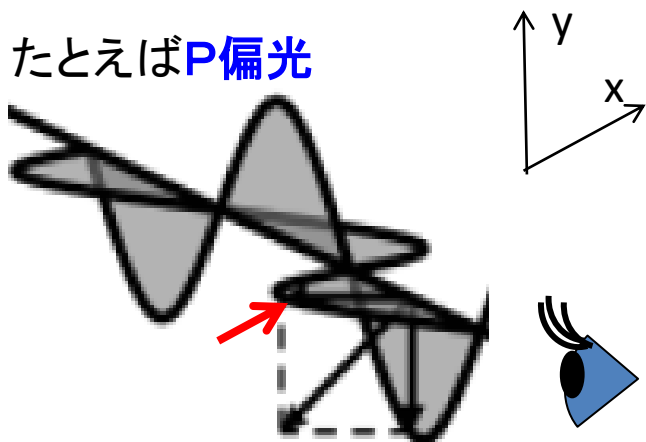
1-(2)-④ 位相差板



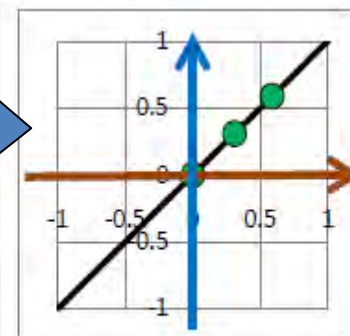
1-(3) 偏光の種類 直線偏光、円偏光、楕円偏光

偏光は分離されたのち、さらにy軸成分とx軸成分とに分割できる。
(ヨコのX軸方向に着目)

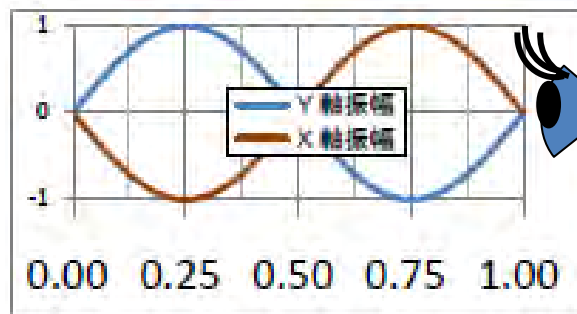
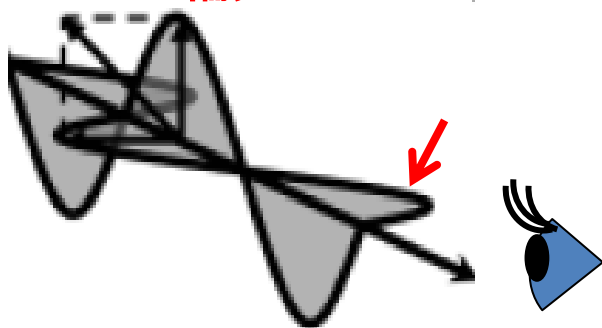
たとえばP偏光



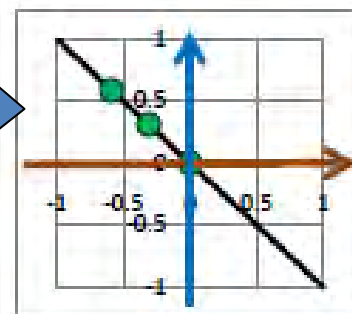
偏光板出口



たとえばS偏光

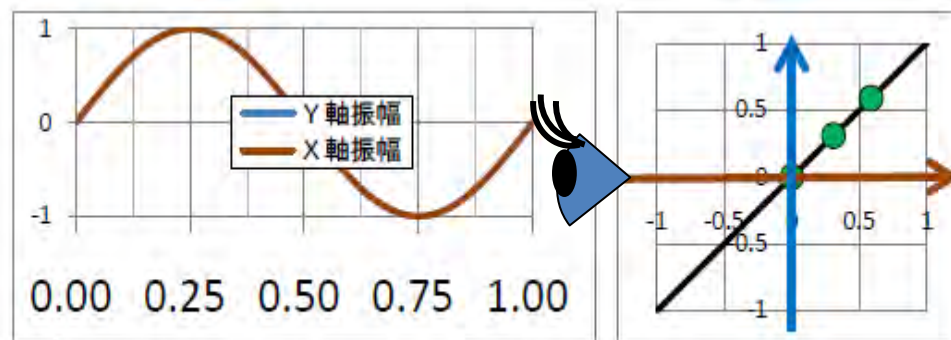


偏光板出口



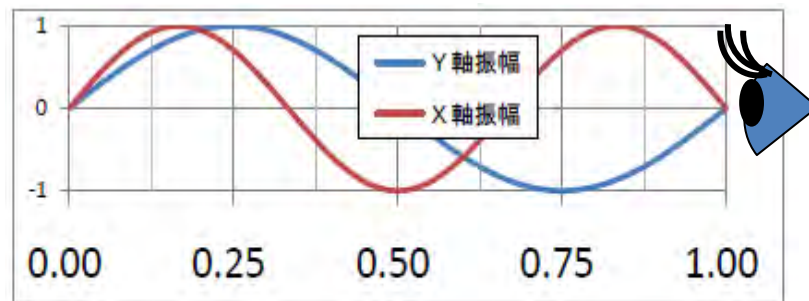
1-(3) 偏光の種類 直線偏光、円偏光、楕円偏光

偏光板を通した
直線偏光(例えばP偏光)を



↑
偏光板出口

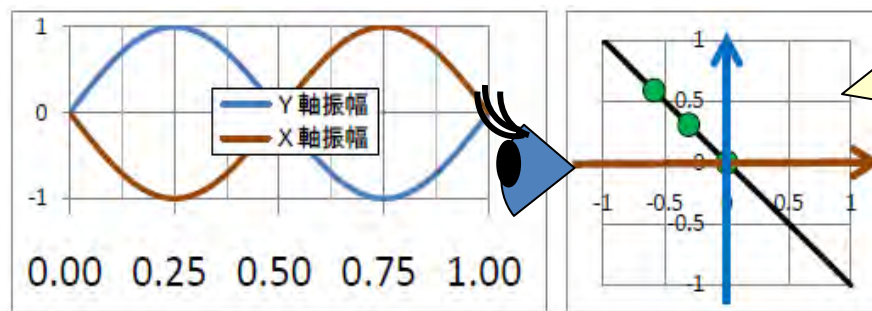
さらに
位相差板($\lambda/2$)を通
すと



↑
位相差板
入口

↑
位相差板
出口

S偏光に変化する



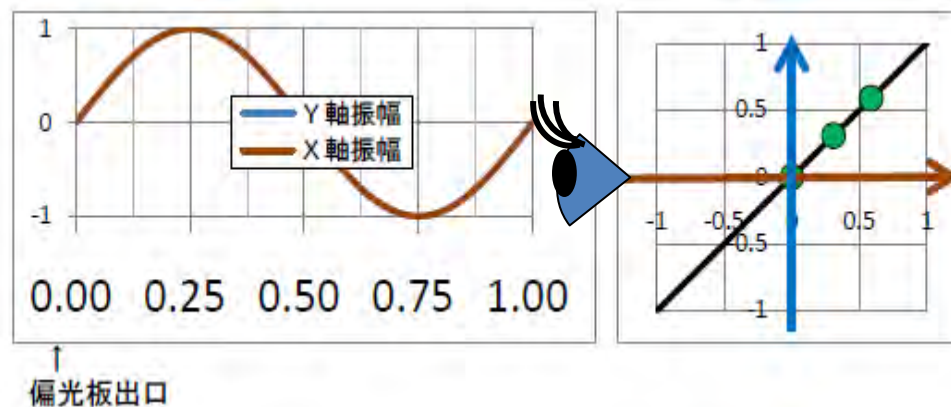
↑ 位相差板出口

偏光板+位相差板($\lambda/2$)

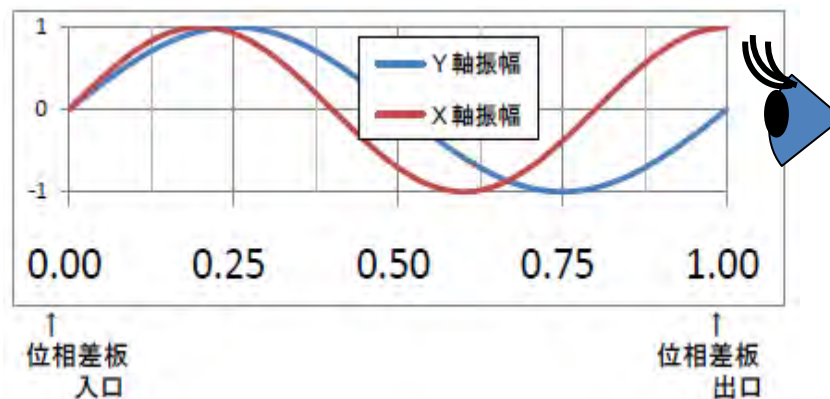
= 偏光変換

1-(3) 偏光の種類 直線偏光、円偏光、楕円偏光

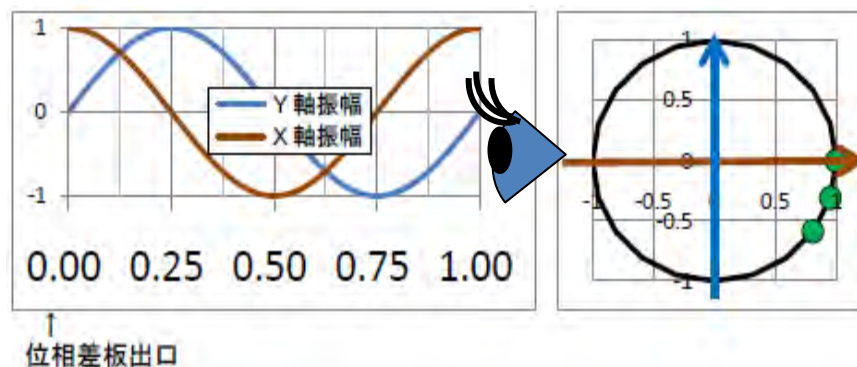
偏光板を通した
直線偏光(例えばP偏光)
を



さらに
位相差板($\lambda/4$)を通
すと



円偏光になる

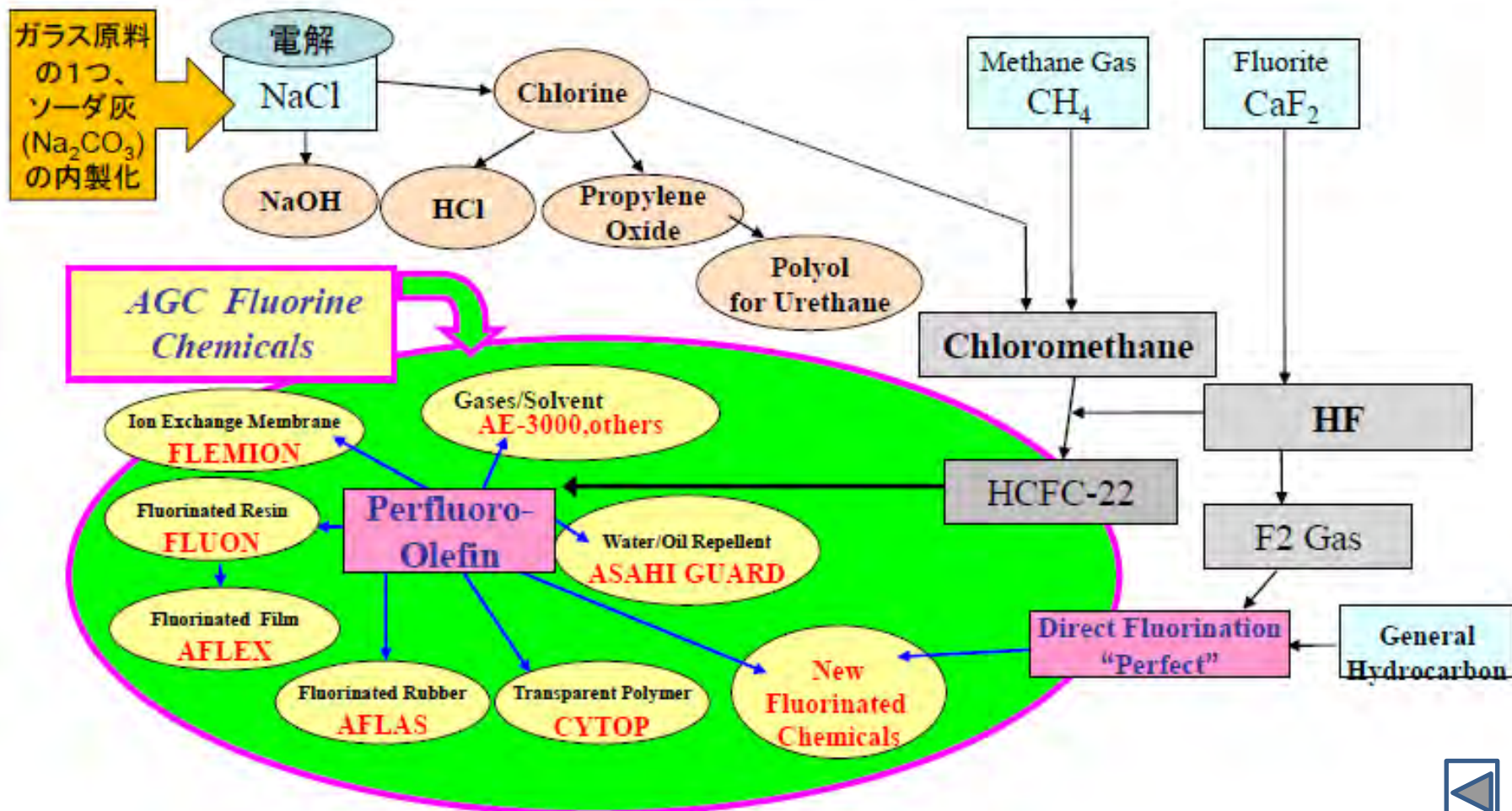


偏光板+位相差板($\lambda/4$)
=
円偏光板

旭硝子 (AGC) の化学品フロー

2. AGCの化学製品

Production Flow of **AGC** Chemicals Company



国プロの研究課題

【JST】

高速応答性有機フォトリフラクティブポリマーの創製と先進情報通信技術の開発。

高分子ナノ配向制御による新規デバイス技術の開発。
テラバイト時代に向けたポリマーによる三次元ベクトル波メモリ技術の実用化研究。

ナノハイブリッド電気光学ポリマーを用いた光インターコネクトデバイス技術の提案。

ポリマーナノ光ファイバーによる量子フォトンクス情報通信技術の開発。

高分子と光の相互作用 (by小池先生)

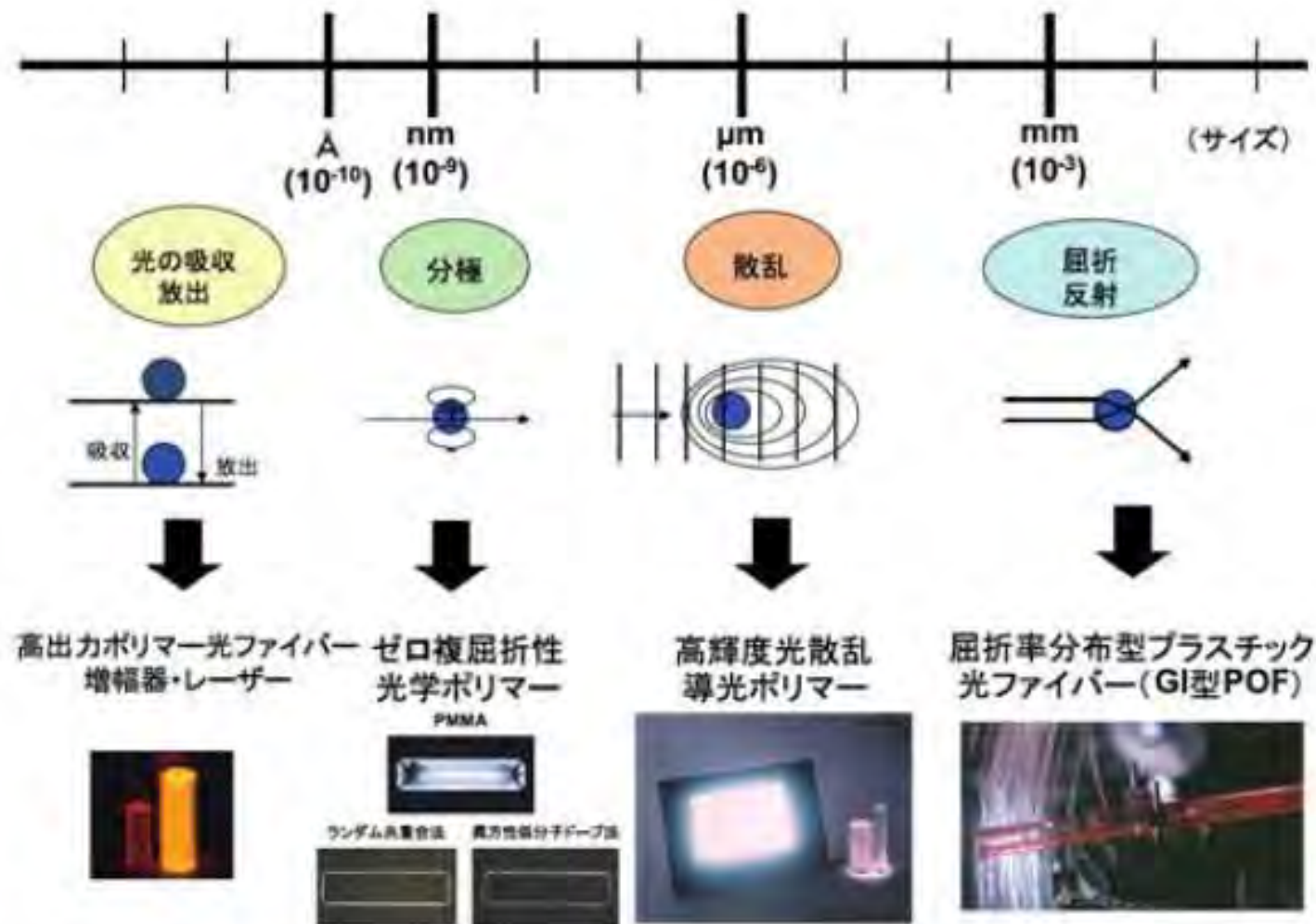


図2 高分子と光波の相互作用

ポリマーの屈折率予測

第4章トピックス 屈折率の予測(ローレンツ・ローレンス式 Lorents-Lorenz)

屈折率 n は、

$$\frac{n^2-1}{n^2+2} \left(= \frac{N \cdot \alpha}{3} \right) = \frac{\rho \cdot [R]}{M} \quad \left(\equiv \Phi \text{ とおくと} \right)$$

N は単位体積の分子数、 α は分極率

ρ は密度(比重)、 M は分子量、 $[R]$ は分子屈折
原子屈折(便覧あり)の和↑

$$\Rightarrow n = \sqrt{(1+2\Phi)/(1-\Phi)}$$

例題 : サイトップ $C_6F_{10}O \rightarrow M=278$

$\rho=2.03$ (既知)

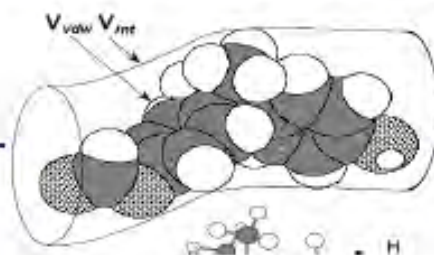
$$[R] = 6 \times 2.591 + 10 \times 1.1 + 1 \times 1.764 - 0.19$$

$$= 28.12 \quad \text{5員環}$$

$$\therefore \Phi = 0.2053 \rightarrow n = 1.33 \quad (\text{実測 } 1.34)$$

密度 ρ を予測する式もある

$\rho = Kp \times \text{分子量} \div (\text{アボガドロ数} \times \text{ファンデルワールス体積})$
→ Kp (パッキング係数)は実験データ(PCの0.681など)



有機材料の構成要素に対する λ 線に基づく原子屈折			
	A_{λ}		
CH_2	4.647	$C=C$	1.575
H	1.028	$C \equiv C$	1.927
C	2.591	CN	5.459
O (エーテル)	1.764	3C環	0.614
O (アセタール)	1.607	4C環	0.317
CO	4.601	5C環	-0.19
CO (メチルケトン中)	4.758	6C環	-0.15
COO (エステル)	6.206	CO_2	7.696
OH (アルコール)	2.846	SO_2	11.338
COOH (カルボン酸)	7.226	CH	
Cl	5.844		
Br	8.741		
I	13.954		
F	0.81		→ 1.1
NH_2 (第一級脂肪族アミン)	4.438		
NH (第二級脂肪族アミン)	3.610		
NH (第三級芳香族アミン)	4.678		
N (第三級脂肪族アミン)	2.744		
N (第三級芳香族アミン)	4.243		
NO (ニトロソ)	5.200		
NO_2 (ニトロ)	6.713		
S (スルフィド)	7.921		
S_2 (ジスルフィド)	16.084		
SH (チオール)	8.767		
CS (キセナント)	13.07		