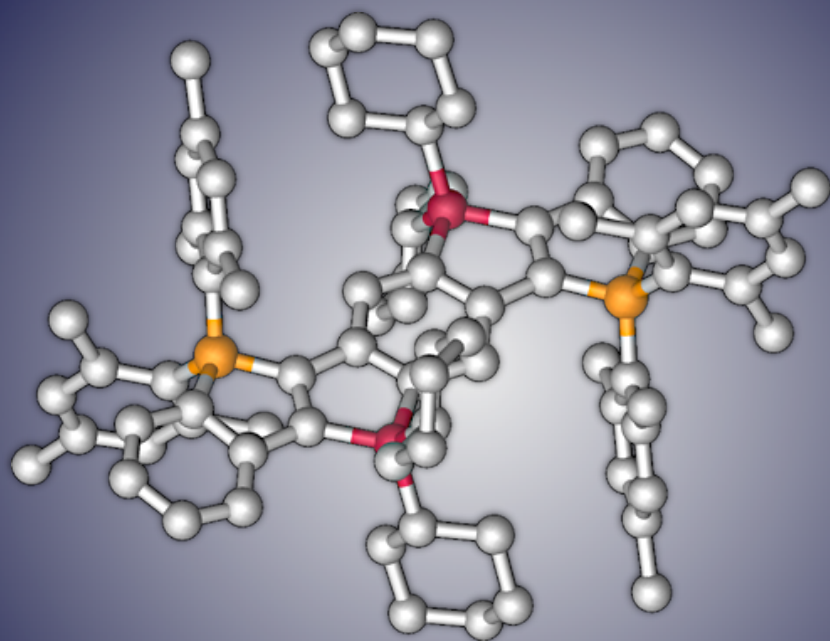


# 分子が拓く 未来エレクトロニクス



山口茂弘（名古屋大学大学院理学研究科）

# 有機ELディスプレイ

**SONY が “Organic EL TV” を販売開始!!**

**EL = electroluminescence (電界発光)**



**有機だから  
実現できる性能**

**薄さ，たったの 3 mm !! かつ，美しい!**

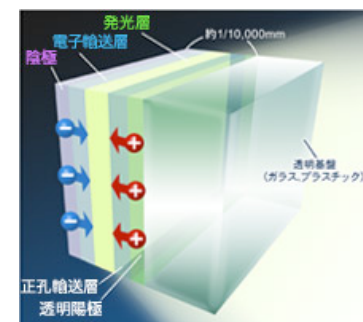
# 「次世代のあかり：有機EL照明」



[http://konicaminolta.jp/tech\\_info/tvcm/oled/index.html](http://konicaminolta.jp/tech_info/tvcm/oled/index.html)

## State-of-the Art

Red, Green, Blueの3種類の発光体  
を使った有機ELディスプレイ

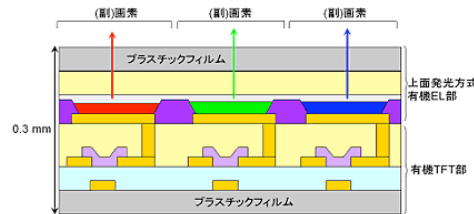


# プラスチックエレクトロニクス

## フレキシブルディスプレイ

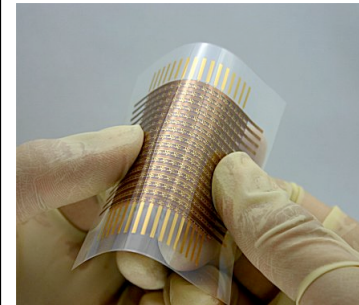
有機ELと有機トランジスタの組み合わせ

**SONY, 2007**



<http://www.sony.co.jp/SonyInfo/News/Press/200705/07-053/>

## 圧力センサー付き人工皮膚



折り曲げられる有機トランジスタの応用例

**桜井, 染谷ら, 2003**



<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20031121/60293/>

**オールプラスチックによる実現：  
人々の生活スタイルを変えるポテンシャル**

# 有機エレクトロニクスの展望

有機エレクトロニクスの基幹技術  
新生活形態：モバイル家電

エネルギー問題の切り札：  
太陽光の有効利用

分子エレクトロニクス  
単分子デバイス  
分子コンピュータ

有機トランジスタ  
プリンタブル  
可溶性有機半導体

ヘテロ接合有機太陽電池  
高効率電荷分離  
電子輸送性材料

有機レーザー  
大電流密度  
新デバイス構造  
超高効率有機半導体  
超高効率発光体

有機ELディスプレイ  
大画面化  
アモルファス高分子材料  
蛍光性有機分子

色素増感太陽電池  
有効太陽光利用  
近赤外吸収色素  
高耐久性色素

新用途展開  
計測・通信・医療

2010

2015

2020

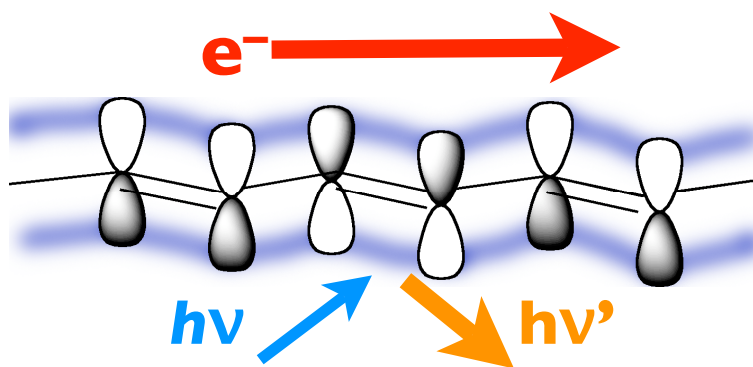
2025

2030

この分野の発展の土台は、材料・分子の開発

# その主役： $\pi$ 電子系化合物

## $\pi$ 共役分子

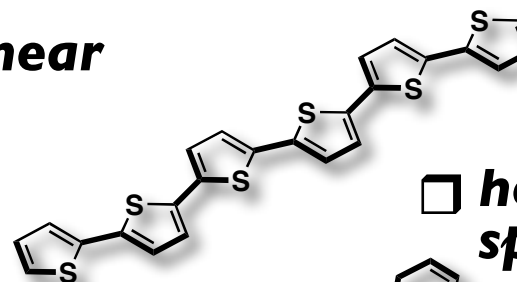


$\pi$  電子の非局在化により特異な物性が  
発現

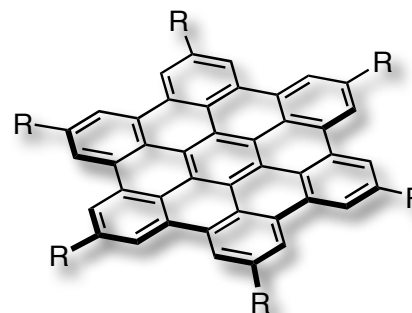
- ☐ 電荷輸送性（半導体特性）
- ☐ 発光性（蛍光・燐光）

## 多様な分子構造：設計の柔軟性

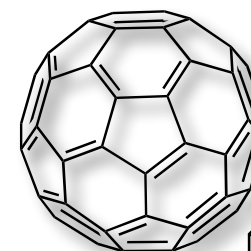
☐ **linear**



☐ **hemi-  
sphere**



☐ **planar**



☐ **sphere**

真に優れた一つの分子の登場により大きく発展可能

# “時代を動かす分子”

## A Breakthrough in Organic EL

**C. W. Tang (1987)**

**Appl. Phys. Lett., 1987, 51, 913-915.**

**Times cited: 5,295**

### Organic electroluminescent diodes

C. W. Tang and S. A. VanSlyke

*Research Laboratories, Corporate Research Group, Eastman Kodak Company, Rochester, New York 14650*

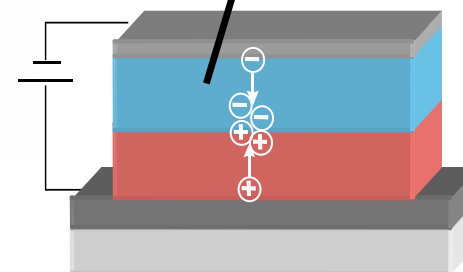
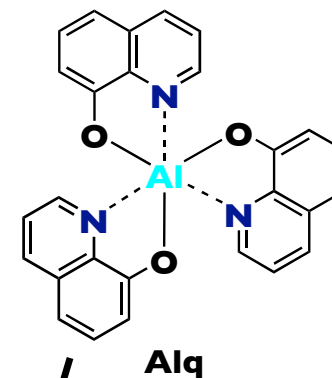
(Received 12 May 1987; accepted for publication 20 July 1987)

A novel electroluminescent device is constructed using organic materials as the emitting elements. The diode has a double-layer structure of organic thin films, prepared by vapor deposition. Efficient injection of holes and electrons is provided from an indium-tin-oxide anode and an alloyed Mg:Ag cathode. Electron-hole recombination and green electroluminescent emission are confined near the organic interface region. High external quantum efficiency (1% photon/electron), luminous efficiency (1.5 lm/W), and brightness ( $> 1000 \text{ cd/m}^2$ ) are achievable at a driving voltage below 10 V.

**多層薄膜デバイス構造を提案！**

**シンプルなアルミニウム分子が発展の鍵**

electron-  
transporting  
materials:  
best standard  
over 20 years!

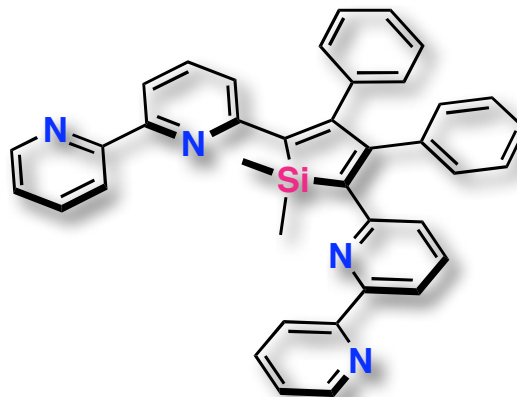


# これまでにない“新奇的な構造”を求める

## 我々のアプローチ：典型元素をつかう！

| 13                                                                                                                                                                                                                   | 14                                                                                                                                                                                                        | 15                                                                                                                                                                                                     | 16                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br><b>B</b><br>耐熱性ガラスやガラス繊維<br>ホウ酸だんご(ゴキブリがこるり)<br>臨しゃようの中性子増進治療<br>薬(ホウ酸イオン)の作用に似る<br><b>ホウ素</b> 10.81<br>5 Boron                 | <br><b>C</b><br>生命体をつくる基本元素<br>プラスチック、ゴム、合成繊維<br>ダイヤモンド(超硬物質)、カーボン<br>ナノチューブ、活性炭(浄水器、脱臭剤)<br><b>炭素</b> 12.01<br>6 Carbon | <br><b>N</b><br>空気の体積の約78%を占める<br>肥料の3要素のひとつ<br>アミノ酸、DNA、タンパク質、RNA<br>液体窒素は-196℃で凍結<br><b>窒素</b> 14.01<br>7 Nitrogen  | <br><b>O</b><br>空気の体積の約21%を占める<br>地球上の酸素は光合成で生産<br>物質燃焼と生物呼吸に不可欠<br>オゾン(O <sub>3</sub> )層は紫外線をカット<br><b>酸素</b> 16.00<br>8 Oxygen |
| <br><b>Si</b><br>代表的な半導体、太陽電池<br>砂、ガラス、セメントのおもな成分<br>シリコン(オイル、ゴム、樹脂)<br>光ファイバー(SiO <sub>2</sub> )<br><b>ケイ素</b> 28.09<br>14 Silicon | <br><b>P</b><br>生体のエネルギーのみなもと<br>DNA、RNA、ATPを構成<br>肥料の3要素のひとつ<br>リン酸カルシウムは骨の成分<br><b>リン</b> 30.97<br>15 Phosphorus       | <br><b>S</b><br>天然ゴムに加えて弾力性を上げる<br>中性洗剤のおもな成分<br>ニンニク、タマネギ、温泉のにおい<br>Sを含むメチオニンは必須アミノ酸<br><b>硫黄</b> 32.07<br>16 Sulfur | <br><b>Se</b><br>コピー機の感光ドラム(光を<br>電気信号に変える働きを利用)<br>しゃ光用ガラスの原料<br>Seは必須元素<br><b>セレン</b> 78.96<br>34 Selenium                     |

個々の元素の特性を利用した分子設計により  
従来にはない機能分子の実現が可能



**Excellent Electron-  
Transporting Material**

例えば、ケイ素材料  
世界最高レベルの電子輸送性材料  
有機EL分野の世界標準物質  
ケイ素だからこそ実現できる特性

# 独自の分子を独自の反応により創る

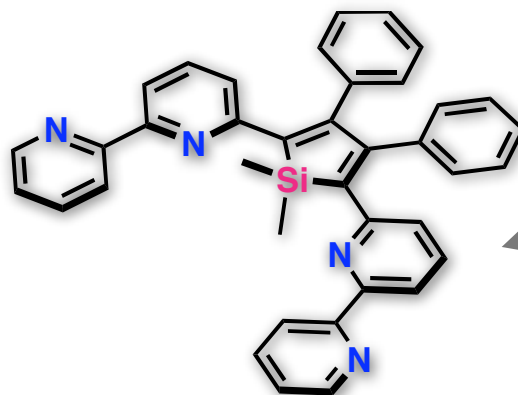


Fujitsu, 2002

## Excellent Electron-Transporting Material

*Chem. Mater.*, **2001**, 13, 268.

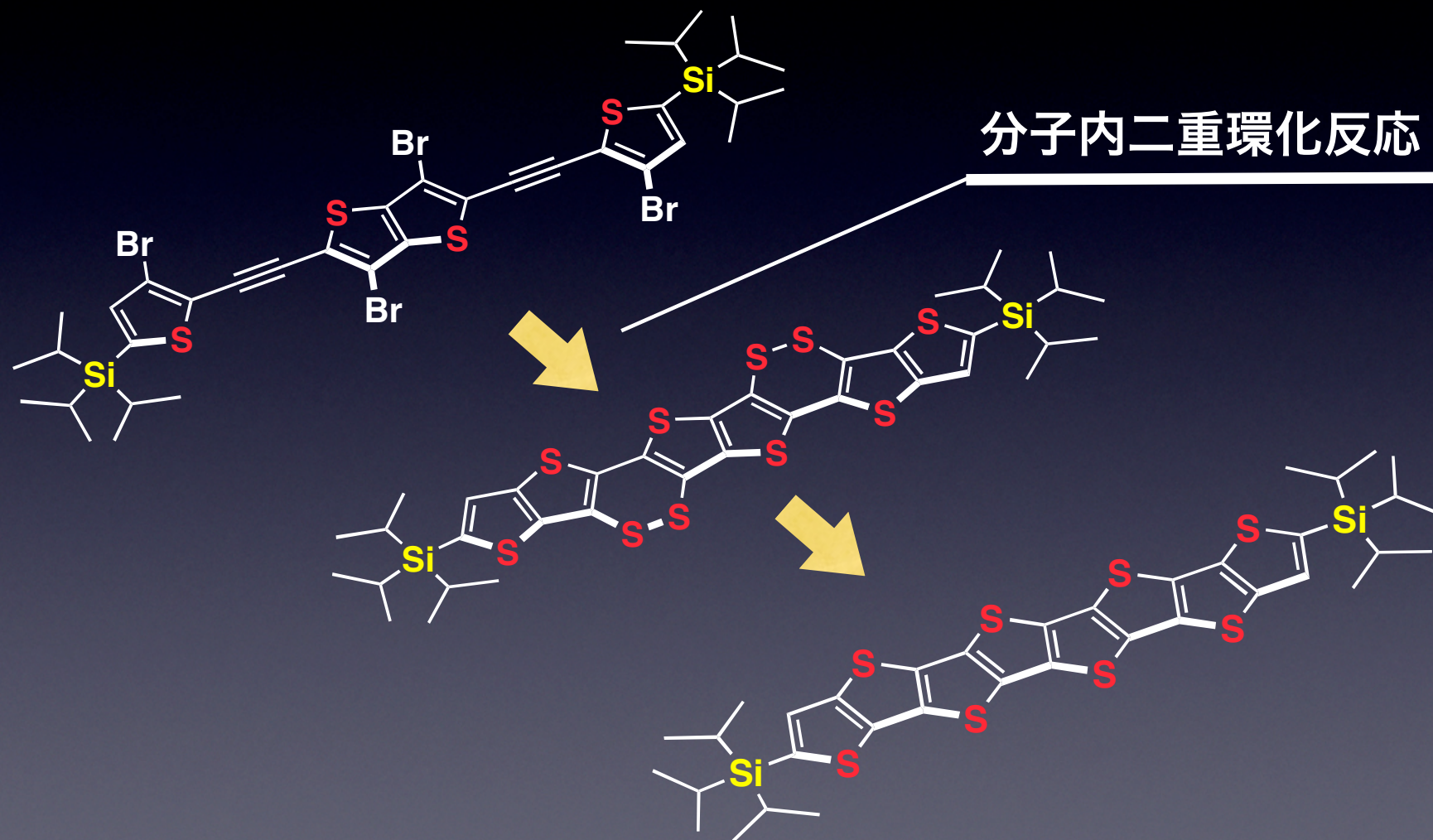
*JACS*, **1996**, 118, 11974



## Large-Scale Synthesis



# エレガントに創る！



## 未踏物性の発現を目指す

### 【究極の光物性】

- ・ 高効率固体発光： **100%の量子収率で光る！**
- ・ 単分子白色発光
- ・ 低閾値増幅自然誘導放出発光
- ・ 高効率固体赤色発光

### 【究極の電子物性】

- ・ 単結晶での高電荷移動度
- ・ アモルファス状態での高電荷移動度
- ・ 可溶性n型半導体特性

etc.

# 小さいストークスシフトを伴う 強い固体発光の実現

