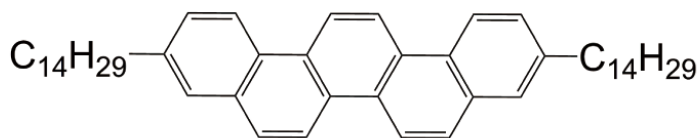


# 岡山大 世界最高レベルの有機薄膜トランジスタを開発

開発者： 岡山大学・大学院自然科学研究科・エネルギー環境新素材拠点

岡本秀毅・江口律子・久保園芳博らの研究グループ



フェナセン系列(ピセン)

有機薄膜トランジスタ  
問題点： 動作が遅い！  
駆動電圧高い！ 空気中で不安定！

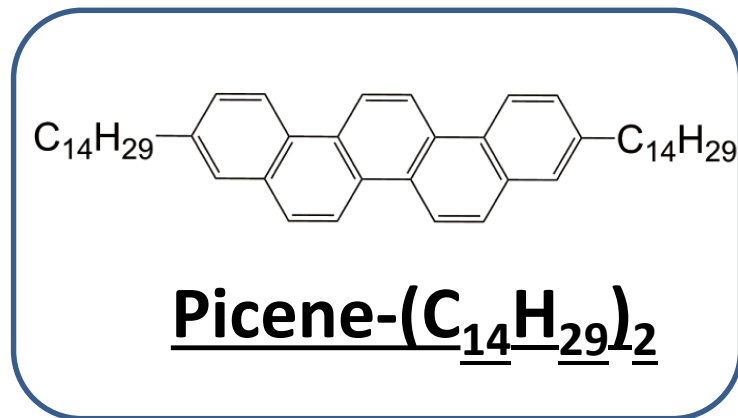
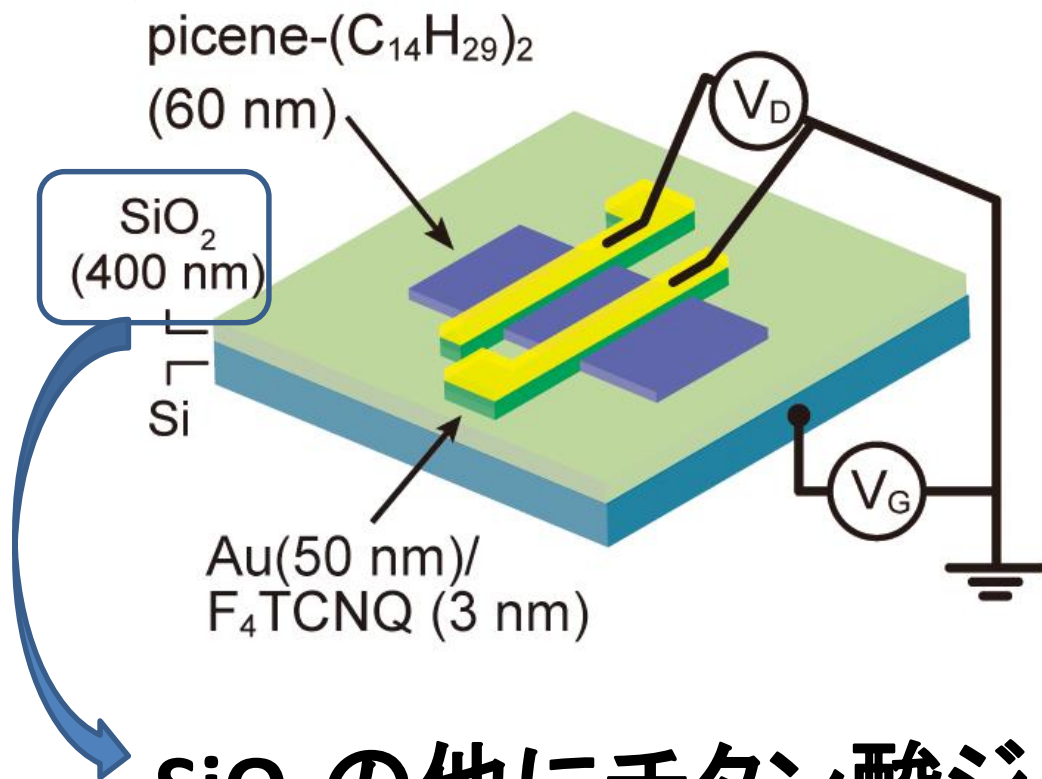
## 成果のポイント

活性層としてピセンにアルキル基のついた分子を使う → 高い電界移動  
高速動作 (世界最高レベル)

誘電絶縁膜としてチタン酸ジルコン酸鉛を使う → 低電圧駆動

低電力消費

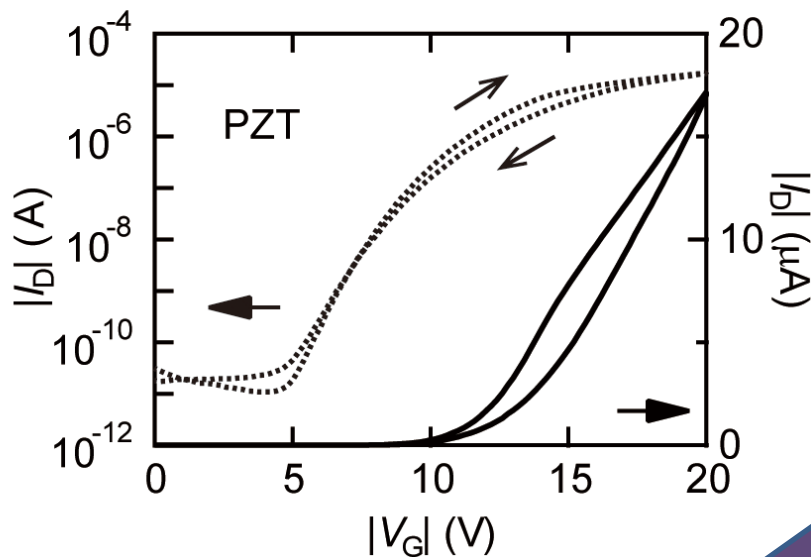
# どんなトランジスタを作ったか？



**重要ポイント：岡山大が  
高効率合成法を開発！！**

**$\text{SiO}_2$ の他にチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)  
などの高誘電絶縁材料使用**

# どんな特性が出たか???



電界効果移動度  
(トランジスタの速度)

およそ  $21 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$

有機薄膜トランジスタ

世界最高レベルの値

従来の世界最高レベル:

$17.2 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$  @2012

(ドイツ・ Univ. Erlangen-Nürnberg)

重要ポイント: 有機低分子  
材料における最高値を記録

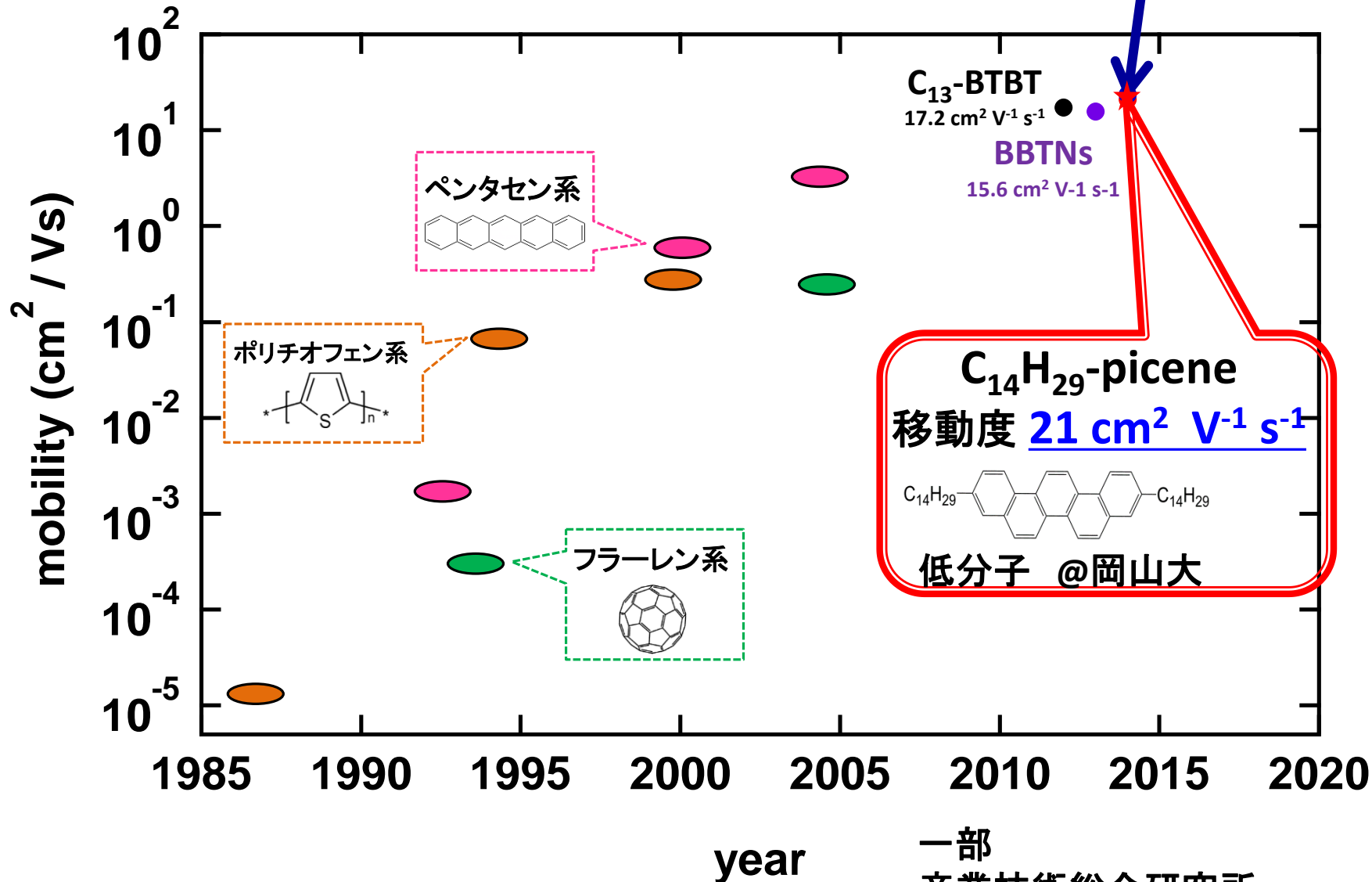
最近: 移動度  $23.7 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$  (2000年ノーベル化学賞受賞 Prof. A. Heeger)

(アメリカ・UC Santa Barbara-Mitsubishi Chemical Center for Advanced Materials)

有機高分子材料を使ったトランジスタが開発@2014

# これまでの移動度上昇の歴史

PCDTPT(高分子)  
23.7 cm<sup>2</sup> V<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> @ UC

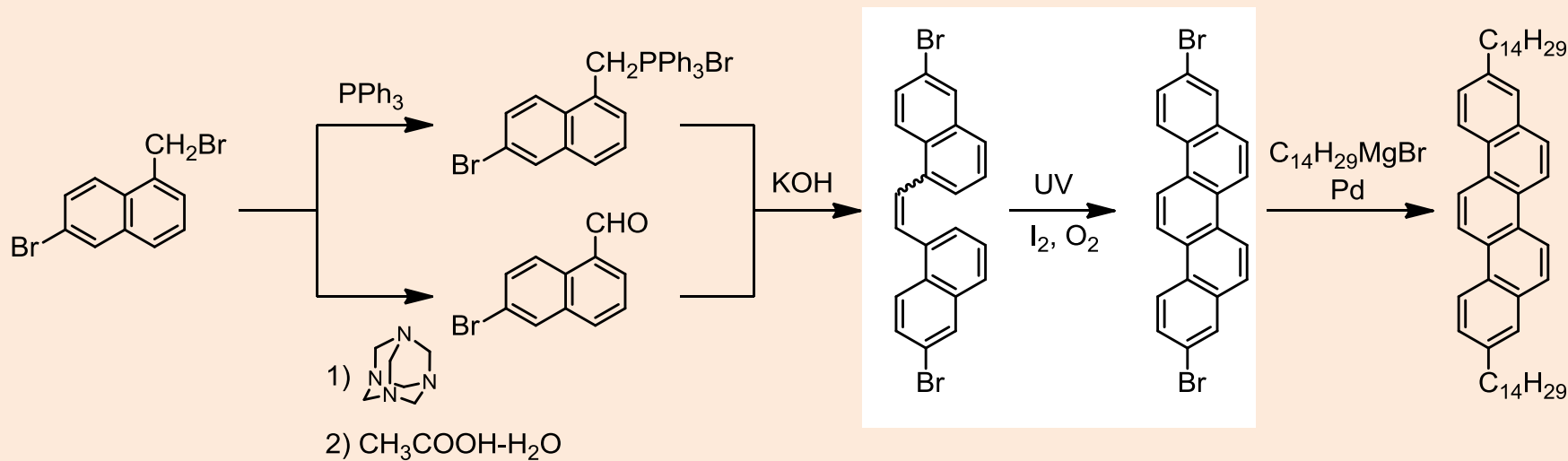


熾烈な世界記録争い！

一部  
産業技術総合研究所  
八瀬清志氏のスライドを引用

# 高性能デバイスができたのは何故？

重要ポイント： 効率的な合成法をみいだした！



重要ポイント： 界面制御を施して接触抵抗を下げた。材料そのものが非常に良い半導体特性を示す(きれいに配列・結晶性がよいなど)。低電圧駆動のための高誘電絶縁膜の使用

高誘電絶縁膜： $\text{PbZr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48}\text{O}_3$  (PZT),  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  などなど。。。。どれもよい特性

# 有機トランジスタが高度化すると、どんなことに使えるか？

有機物の特徴： 柔らかい、軽い、大面積化が可能、低コスト、  
低エネルギー消費（塗布型をすれば）、低毒性（処理が簡単）

フレキシブルニュースペーパー  
毎日配信される—新聞感覚で  
1枚1枚めくっていく

実はアンドロイド

機械ではなく生命体と  
同じ有機材料で作られた  
コンピュータシステム

服は有機太陽電池（繊維が太陽電池）。体調  
や周りの状況を知らせるセンサーになっている。  
さらには  
フレキシブルコンピュータで服や帽子と会話・相談

買い物に行くと商品に貼られたシールはICTAG

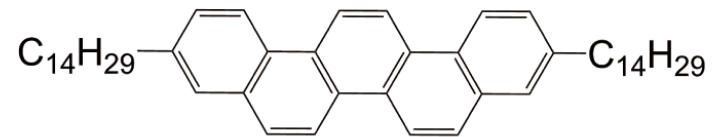
人に優しい  
ふわふわ  
お掃除やお買いものロボット  
相談もできる

重要ポイント：エレクトロニクスを硬いものから柔らかいものに変える



# 低分子を使うことの利点

- 1) 化学的組成がはっきりしているので、次の開発戦略が立てやすい
- 2) 思い通りの合成が容易(高分子では分子設計の自由度が低下)
- 3) 電子状態を系統的に変えることができる
- 4) 結晶構造の系統的な制御も容易



この分子の特徴(追加点): 空气中で安定  
デバイス動作が空气中で劣化しない!

デバイス応用に適している

次に向けて:さらなる高性能デバイスへ  
(フェナセン系列分子の有効性が立証)