



1





大阪工業大学 工学部 応用化学科 准教授 村田 理尚

2023年3月2日









Thermoelectric Performance

S: Seebeck Coefficient

 $S^2 \sigma T$

Κ

 $S^2\sigma$

ZT =

PF =

- σ : Electrical Conductivity
- **k** : Thermal Conductivity





フレキシブル熱電デバイス



モノのインターネット (IoT) のための環境発電技術 電源不要の無線センサネットワーク

微小な熱エネルギーから僅かな電力を得る 面積コストの低い,利便性の高い, 大面積フレキシブル熱電デバイスが必要 2~3 mm 以上の分厚い膜(体積)



(vs. ボタン電池)

フレキシブル有機薄膜デバイス:優れた有機材料の登場が牽引 有機EL

例)ヘルスケアのための

ウェアラブルセンサ



有機太陽電池

有機FET









A. Cantarero, et al., *Materials* 2014, 7, 6701.

代表的な p 型の導電性材料









モノのインターネット(IoT) のための **エナジーハーベスティング**



- ▶ 分子設計の指針の提唱
- ▶ 良い塗布法の開発
- ➤ 異方性があるため, 膜内部の配向制御の技術





 $ZT = 0.1 \sim 0.3$ (n-Type, RT)

S. Roth, et al., J. Prakt. Chem. 1983, 325, 957.
D. Zhu, et al., Adv. Mater. 2012, 24, 932.
D. Zhu. et al., Adv. Mater. 2016, 28, 3351.









国際的水準との比較(n型有機材料)





L. J. A. Koster, et al., (オランダ) *Adv. Mater.* 2017, *29*, 1701641.



 $PF = 17 \,\mu W/K^2 m ZT = 0.02$

D. Zhu, et al., (中国) ACS Appl. Mater. Interfaces 2017, 9, 28795.





T. Fujigaya, Chem. Lett. 2019, 92, 400.



国際的水準との比較(n型有機材料)





n型ドーパント: N-DMBI



C. Müller, et al., *ACS Energy Lett.* **2018**, *3*, 278–285.



 $\sigma = 0.65 \text{ S cm}^{-1}$ PF = 3.2 μ W m⁻¹ K⁻² n-dopant: *N*-DMBI

C₆H₁₃

C₈H₁₇

H. Chen et al., J. Am. Chem. Soc. **2021**, 143, 260.

0

.0

n

0

R

R =

0



 $\sigma = 5.0 \text{ S cm}^{-1}$ PF = 14 μ W m⁻¹ K⁻² n-dopant: *N*-DMBI

K. Takimiya, et al., *Macromolecules* **2017**, *50*, 857.

J. Pei, et al., Angew. Chem., Int. Ed. 2019, 58, 11390.

 $\sigma = 1.1 \text{ S cm}^{-1}$

 $PF = 2.0 \ \mu W \ m^{-1} \ K^{-2}$

n-dopant: *N*-DMBI





ニッケル錯体 n-type dopant フリー





PF = 23 uW/K²m S = -69 μV/K σ = 48 S/cm

S. K. Yee, et al., **当時、溶液プロセスの大気安定 n 型材料として最高レベル** Adv. Funct. Mater. 2018, 28, 1801620.







ニッケル錯体によるコアシェル構造が形成されたことを確認¹



成果1 新しい塗布法の開発







成果1 新しい塗布法の開発 二大阪工業大学









粒子を融合させる働き?コアシェル粒子は必要か? DMSO:



K. Ueda, Y. Yamada, T. Terao, K. Manabe, T. Hirai, Y. Asaumi, S. Fujii, S. Kawano, M. Muraoka, M. Murata, *J. Mater. Chem. A* **2020**, *8*, 12319-12322.

日刊工業新聞 2020年8月3日(25面)

特許出願:特願 2020-181877

















新規モノマーの汎用的合成法



M. Murata, S. Kaji, H. Nishimura, A. Wakamiya, Y. Murata, Eur. J. Inorg. Chem. 2016, 3228.









K. Ueda, H. Nakanishi, Y. Tsuboi, M. Murata, J. Synth. Org. Chem. Jpn. 2022, 80, 930-940.



<mark>成果2</mark>新物質の合成





K. Ueda, R. Fukuzaki, T. Ito, N. Toyama, M. Muraoka, T. Terao, K. Manabe, T. Hirai, C.-J. Wu, S.-C. Chuang, S. Kawano, M. Murata, *J. Am. Chem. Soc.* **2022**, *144*, 18744-18749.

Highly π-Extended Heteroarenes



K. Takimiya, et al., J. Am. Chem. Soc. 2007, 129, 2224-2225.





K. Ueda, M. Murata, et al., J. Am. Chem. Soc. 2022, 144, 18744-18749.



「今後の展開」について





高分散化、添加剤の最適化:不溶性固体を膜にする技術
 独自ポリマー構造の最適化:移動度の高い骨格を導入

新構造の n 型材料の開発、新塗布法との融合。 世界最高レベルの塗布型で空気安定な n 型熱電膜







とくに塗布プロセスおよび化学合成の技術を
 もつ企業との共同研究を希望します。

 塗布型有機半導体を開発中の企業、エネル ギーハーベスティング分野への展開を考えて いる企業には、本技術が寄与できると考えら れます。





本技術に関する知的財産権

- ・発明の名称:「フレキシブル熱電発電素子の作製に用いるn型半導体材料、及びフレキシブル熱電発電素子、並びにそれらの製造方法」
- 出願番号 : 特願 2020-181877
- •出願人
- 発明者

- :学校法人常翔学園
- :村田理尚





産学連携の経歴

- 2016年-2020年 JST-さきがけ事業に採択
- 2021年- JST-CREST事業に参加
- 2022年- A社と共同研究実施

イノベーション・ジャパン ~大学見本市&ビジネスマッチ ング~において、2018年、2019年、2021年に発表





お問い合わせ先

大阪工業大学 研究支援・社会連携センター URA 矢澤 亮

TEL 06-6954-4140 FAX 06-6954-4066 e-mail yazawa.ryo@josho.ac.jp