

## 構造化学研究室（古川研究室）

### 研究レビュー

(1) イオン液体トランジスター配置を用いてドープされた位置規則性ポリ(3-ヘキシルチオフェン)のラマンスペクトルと電気的性質

イオン液体トランジスター配置で、ラマンスペクトルのゲート電圧( $V_G$ )依存性を測定した。キャリヤーである正ポーラロン(電荷+ $e$ ；スピン1/2)と正バイポーラロン(電荷+ $2e$ ；スピン0)を同定した。電気化学的方法により、ドーピングレベル、電気伝導率、キャリヤーの移動度を求めた。ポーラロンの最高移動度は $0.31\text{ cm}^2/\text{Vs}$ であり、バイポーラロンの移動度はポーラロンの1/100程度であった。

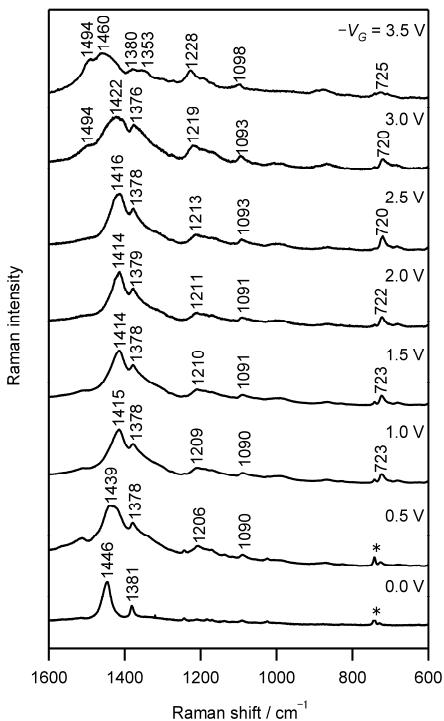


図1 ラマンスペクトル(830 nm)の $V_G$ 依存性。[1. Org. Electronics, 28, 82–87 (2016).]

(2) 赤外分光法を用いた強誘電性ナイロン12フィルムの電場誘起ダイナミックスに関する研究

ナイロン12に関して、溶融圧延後に急冷して一軸延伸した強誘電性フィルムに、1.4から-1.4 MV/cmの範囲で、ステップサイクル電場を印加して赤外スペクトルを測定した。NH伸縮振動とアミドIバンドは、強誘電体に特徴的なバタフライ型のヒステリシ

ス曲線を描いたが、CH伸縮振動はほとんど変化を示さなかった。また、ピークは数から水素結合していることがわかった。これらの結果は、逆平行 $\beta$ -シート構造において水素結合するアミド結合が反転して新しい水素結合を形成し、メチレン鎖は反転しないことにより強誘電性が発現するモデルで説明できる。

[3. Vib. Spectrosc., 84, 30–37 (2016).]

(3) 強誘電性 poly(vinylidene fluoride-co-trifluoroethylene) (P(VDF-TrFE))薄膜の電圧誘起赤外吸収

フッ化ビニリデンとトリフルオロエチレンの共重合体(P(VDF-TrFE))のスピニキヤスト強誘電性薄膜に関して、ステップサイクル電場を印加して赤外スペクトルを測定した。振動シタルク効果と配向分極信号を分離した。配向分極信号の影響が主であった。 $a_1$ と $b_2$ バンド(遷移モーメントは分子鎖に垂直)の強度変化は、強誘電体に特徴的なヒステリシス曲線を描いた。この結果は、高分子鎖全体が抗電場付近で、急速に分極反転することを示している。

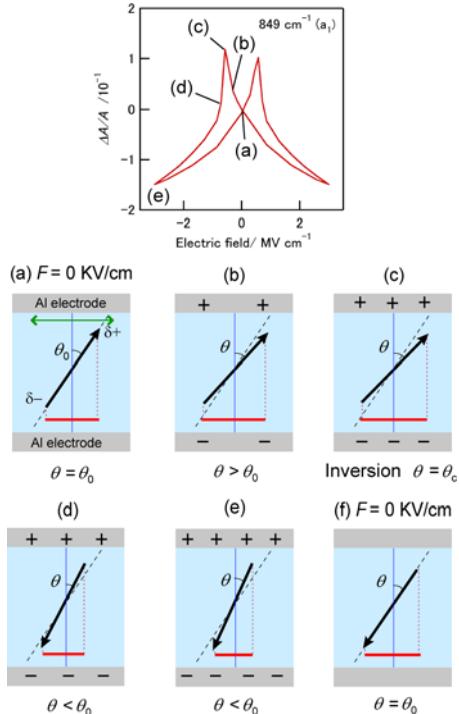


図2 849-cm⁻¹バンドの強度変化と双極子と遷移モーメントの反転・配向運動。

[7. Anal. Sci., 33, 59–64 (2016).]

## 研究業績

### ● 原著論文

1. "Raman Characterization and Electrical Properties of Poly(3-hexylthiophene) Doped Electrochemically in an Ionic Liquid-Gated Transistor Geometry"  
J. Yamamoto and Y. Furukawa  
*Org. Electronics* **28**, 82–87 (2016).
2. "Raman Study of the Interaction between Regioregular Poly(3-hexylthiophene) (P3HT) and Transition-Metal Oxides  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ , and  $\text{WO}_3$  in Polymer Solar Cells"  
J. Yamamoto and Y. Furukawa  
*Chem. Phys. Lett.* **644**, 267–270 (2016).
3. "Infrared Spectroscopic Study on Electric-Field-Induced Dynamics of Polymer Chains in a Ferroelectric Melt-Quenched Cold-Drawn Film of Nylon-12"  
H. Isoda and Y. Furukawa  
*Vib. Spectrosc.* **84**, 30–37 (2016).
4. "Raman Study on Pentacene: $\text{C}_60$  Bulk Heterojunction Films"  
Y. Iwasawa, T. Sasaki, T. Shibata, and Y. Furukawa  
*Vib. Spectrosc.* **84**, 133–138 (2016).
5. "Raman Spectra of Carriers in Ionic-Liquid-Gated Transistors Fabricated with Poly(2,5-bis(3-tetradecylthiophen-2-yl)thieno[3,2-b]thiophene)"  
Y. Furukawa, K. Akiyama, I. Enokida, and J. Yamamoto  
*Vib. Spectrosc.* **85**, 29–34 (2016).
6. "Reaction of a Stable Digermyne with Acetylenes: Symthesis of a 1,2-Digermabenzene and 1,4-Digermabarrelene"  
T. Sugahara, J-D. Guo, T. Sasamori, Y. Karatsu, Y. Furukawa, A. E. Ferao, S. Nagase, and N. Tokitoh, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **89**, 1375–1384 (2016).
7. "Voltage-Induced Infrared Absorption from a Spin-Cast Thin Film of Ferroelectric Poly(vinylidene fluoride-*co*-trifluoroethylene) (P(VDF-TrFE))"  
K. Takashima and Y. Furukawa, *Anal. Sci.*, **33**(1), 59–64 (2016).

### ● 総説, 単行本, プロシードィングスなど

なし

### ● 招待・依頼講演

1. "Raman Spectroscopy of Polymer Semiconductors and Their Devices"  
Y. Furukawa  
Fourth Taiwan International Symposium on Raman Spectroscopy (TISRS 2016),  
National Taiwan University, Taipei, Taiwan, June 29–June 30, 2016.

2. "Structural Chemistry — from Butadiene to Polyacetylene"  
Y. Furukawa  
Taiwan Association of Raman Spectroscopy Summer Camp  
Jinshan, Taipei, Taiwan, June 30 and July 1, 2016.
3. 「赤外・ラマン分光法による有機半導体薄膜の評価」  
計測分析に関する講演会「赤外分光法・ラマン分光法による工業製品の分析」, あいち産業科学技術総合センター, 豊田市, 2016年9月8日.

### ● 国内学会発表

1. 臭化鉛ペロブスカイト結晶のラマンスペクトル  
亀井未亜, 古川行夫, 松本祐樹, 下位幸弘, 片木京子, 山田康治  
第 63 回応用物理学会春季学術講演会 (東京工業大学大岡山キャンパス, 東京, 2016 年 3 月)
2. エシェル回折格子ラマン分光計を用いた精密ラマンスペクトル測定  
丸山薫平, 古川行夫, 片木京子, 吉岡俊博, 筒井哲夫, 川端宏信, 中村昭仁  
平成 28 年度日本分光学会年次講演会 (大阪大学豊中キャンパス, 大阪, 2016 年 5 月)
3. 低バンドギャップ高分子 PTB7 の励起ダイナミクス: フェムト秒時間分解赤外吸収および近赤外誘導ラマン分光による研究  
高屋智久, 藤松賢詩, 榎田一平, 古川行夫, 岩田耕一  
平成 28 年度日本分光学会年次講演会 (大阪大学豊中キャンパス, 大阪, 2016 年 5 月)
4. ラマン分光法を用いた有機薄膜太陽電子の P3HT:ICBA 層の温度測定  
丸山薫平, 古川行夫, 川端宏信, 中村昭仁, 吉沼由香, 山成敏広, 筒井哲夫  
第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 (朱鷺メッセ, 新潟, 2016 年 9 月)
5. ラマン分光法を用いた臭化鉛ペロブスカイト結晶の相転移の研究  
中田幸佑, 古川行夫, 松本祐樹, 下位幸弘, 山成敏広, 山田康治  
第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 (朱鷺メッセ, 新潟, 2016 年 9 月)
6. 赤外分光法による P3HT:PCBM 混合膜のキャリヤートラップの活性化エネルギーに関する研究  
齋藤諒人, 古川行夫  
第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 (朱鷺メッセ, 新潟, 2016 年 9 月)
7. 低バンドギャップ高分子 PTB7 およびその混合膜の時間分解赤外吸収および誘導ラマン分光計測  
高屋智久, 藤松賢詩, 榎田一平, 古川行夫, 岩田耕一  
第 10 回分子科学討論会 (神戸ファッショントマート, 神戸, 2016 年 9 月)

## ● 国際学会発表

1. "Raman and Electrochemical Measurements of Ionic-Liquid-Gated Transistors Fabricated with PBTTC-C16"  
I. Enokida and Y. Furukawa  
Fourth Taiwan International Symposium on Raman Spectroscopy (TISRS 2016),  
National Taiwan University, Taipei, Taiwan, June 29–June 30, 2016.
2. "<sup>13</sup>C-NMR Study of Acid Dissociation Constant (pKa) Effects on the CO<sub>2</sub> Absorption and Regeneration of Aqueous Alkanolpiperidine"  
Y. Furukawa, H. Koriki, D. Shuto, H. Sato, and Y. Yamanaka  
13th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Swiss Tech Convention Center, Lausanne, Switzerland, November 14–18, 2016.
3. "Experimental Evaluation of Temperature and Concentration Effects on Heat of Dissociation of CO<sub>2</sub>-Loaded MEA Solution in Strippers"  
T. Nakagaki, R. Yamabe, Y. Furukawa, H. Sato, and Y. Yamanaka  
13th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Swiss Tech Convention Center, Lausanne, Switzerland, November 14–18, 2016.

## ● 受賞

1. 日本分光学会賞（学会賞）「赤外・ラマン分光法を用いた高分子半導体・導体に関する研究」  
古川行夫  
2016年5月
2. 日本化学会 BCSJ 賞  
唐津勇作, 古川行夫  
2016年11月

## ● 研究助成

1. 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）次世代材料評価基盤技術開発（旧、次世代グリーン・イノベーション評価基盤技術開発）「有機EL材料の評価基盤技術開発」
2. 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）戦略的省エネルギー技術革新プログラム「次世代省エネルギー型CO<sub>2</sub>回収技術の実用化研究」