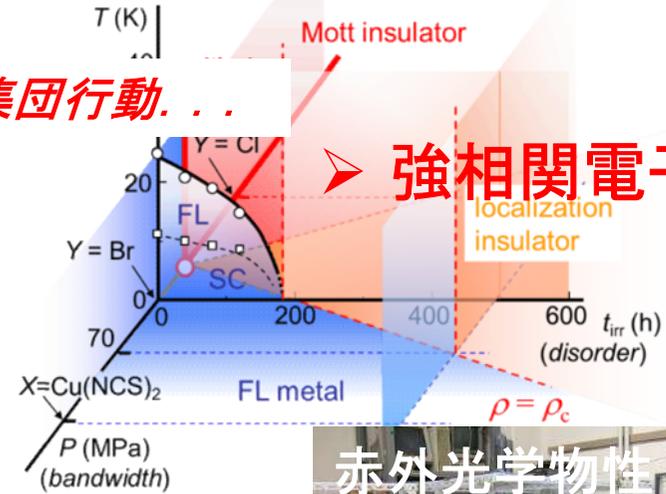
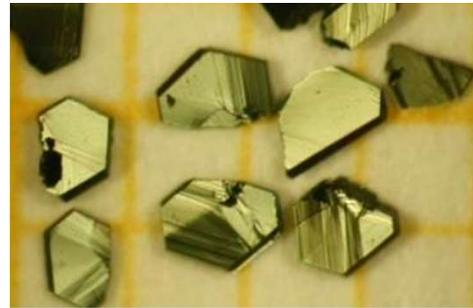


## 柔らかい有機物質中に多様な電子の個性を創製する

### ➤ 分子性導体

優柔不断な電子たちの集団行動...

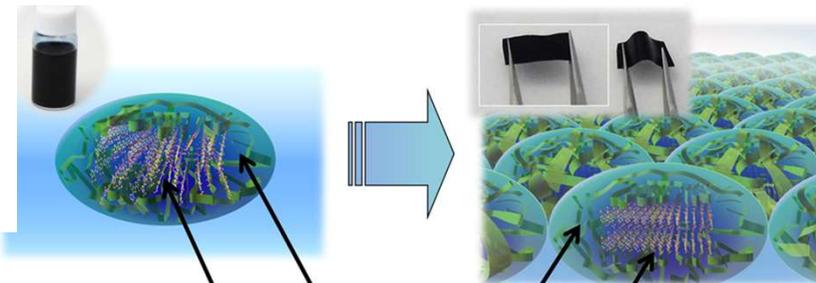


### ➤ 強相関電子系

赤外光学物性

### ➤ 導電性高分子

有機ポリマー超伝導... の夢 EDOT:PSS



コアを形成している  
乱れたPEDOT分子

シェルを形成している  
PSS分子

コアを形成している  
整列したPEDOT分子  
(ナノ結晶状態)

低温輸送物性



理学研究科物理学専攻 物性実験I 分子物性物理グループ  
 金属材料研究所 低温電子物性学研究部門 佐々木研究室  
<http://cond-phys.imr.tohoku.ac.jp/> takahiko@imr.tohoku.ac.jp



物理学専攻HP 5月Topics  
<http://www.phys.tohoku.ac.jp/>



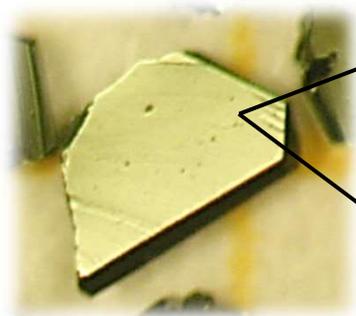
研究室HP <http://cond-phys.imr.tohoku.ac.jp/>



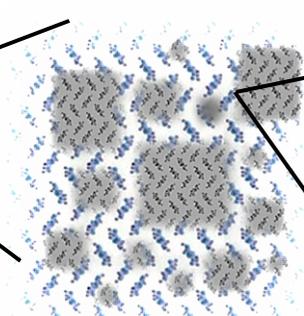
金属材料研究所HP

# 分子性導体に特徴的な多自由度(電荷・スピン・分子格子)が やわらかく協奏する強相関電子物性の世界

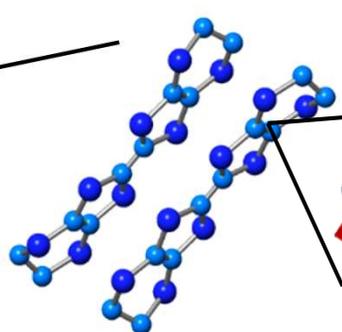
バルク結晶



分子積層



ダイマー



分子

電子



- ✓ 階層構造
- ✓ 自己組織化
- ✓ 非線形性
- ✓ 散逸構造
- ✓ 不均質とゆらぎ

分子性物質が有する階層性と分子自由度 ⇨

次世代複雑系  
電子状態の  
開拓・解明へ

## メンバー

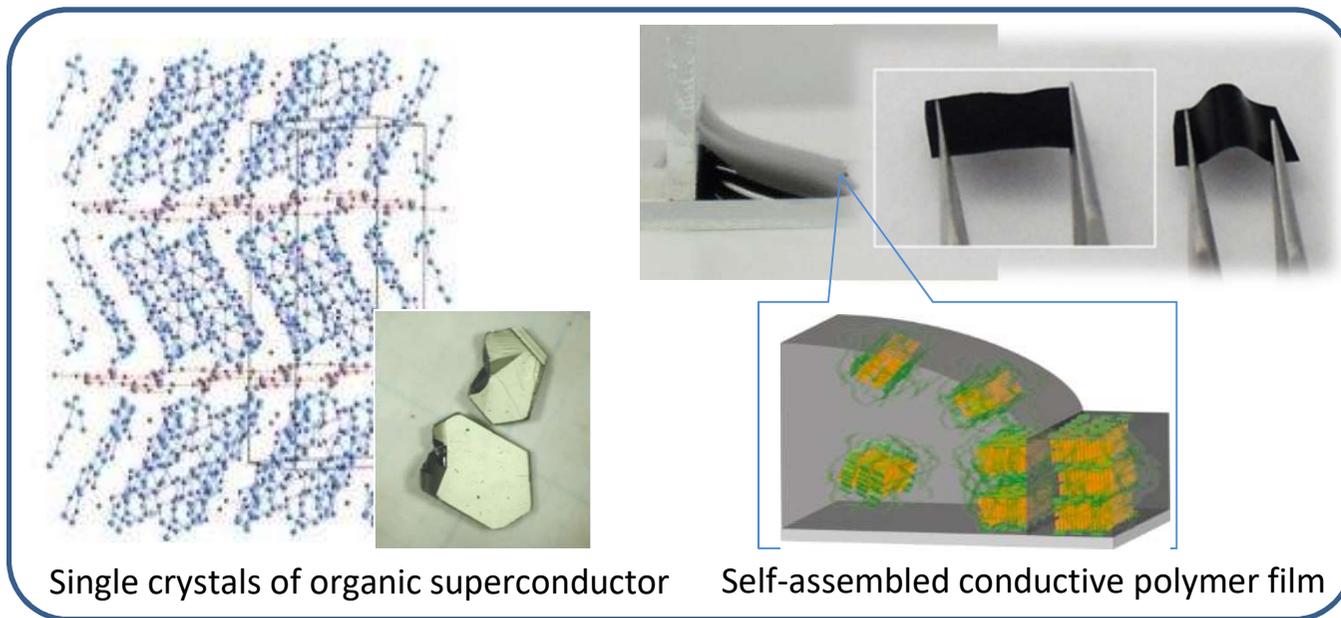
(2020.5現在)

教授 佐々木孝彦  
 准教授 井口 敏  
 助教 古川哲也  
 助教 杉浦栞理  
 秘書 小林亜紀  
 D1(IGPAS:インドネシア) 1名  
 M2(山形大(自己推薦), 東邦大) 2名  
 M1(東北大) 1名  
 (M1 IGPAS:インドネシア 1名)  
 B4

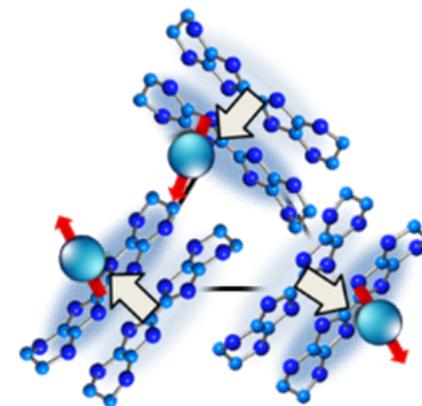


低温G(佐々木, 塚崎, 野島) 2019年11月芋煮会

# Physics of correlated $\pi$ -electrons in flexible assembly of organic molecules



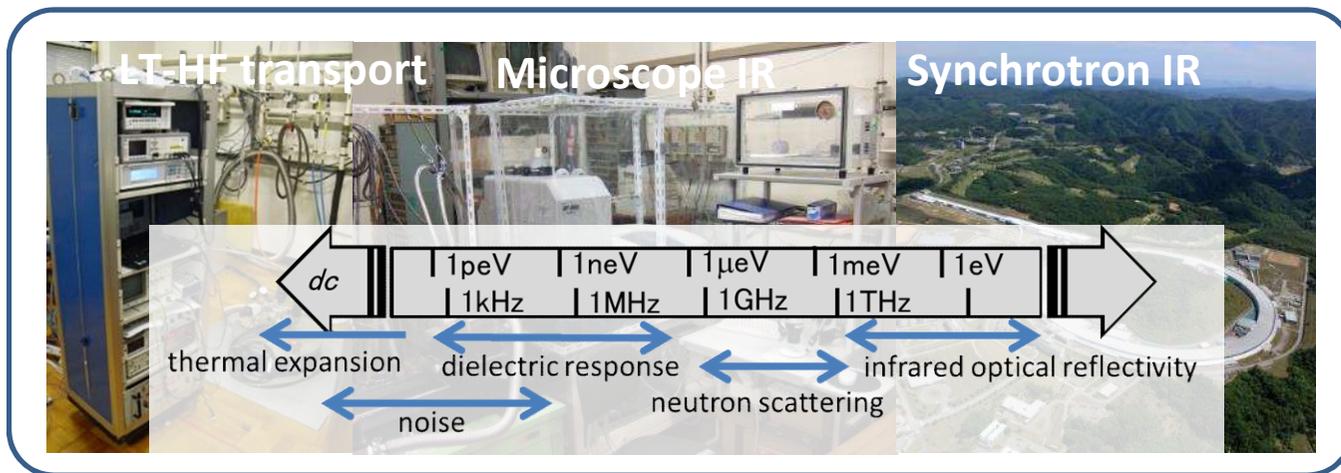
*$\pi$ -electrons*



*spin-charge degrees  
of freedom in soft  
molecular lattice*

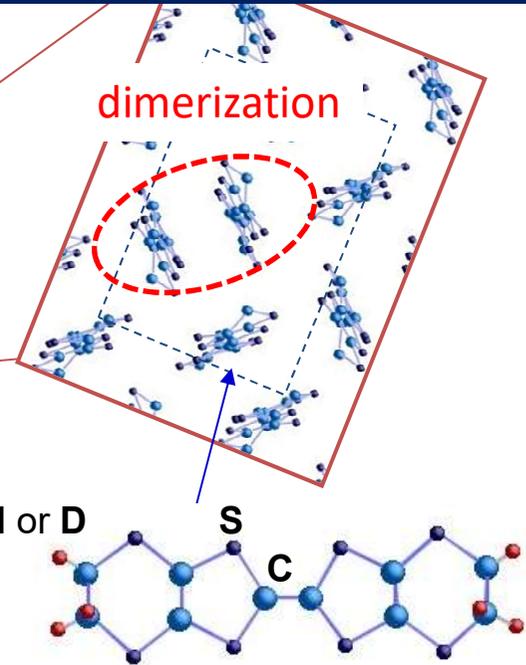
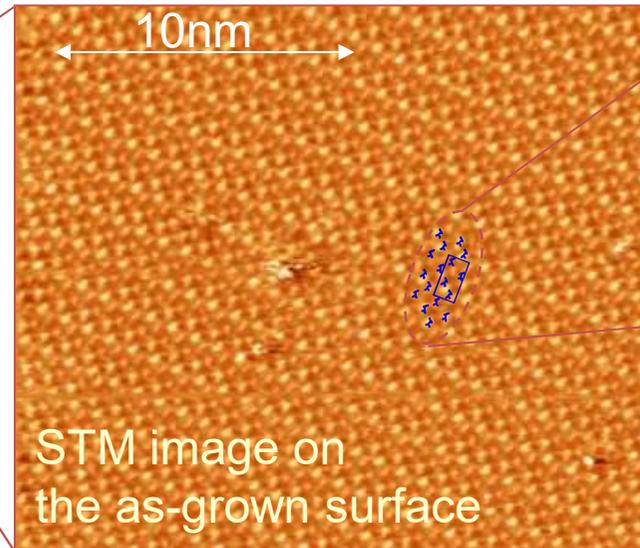
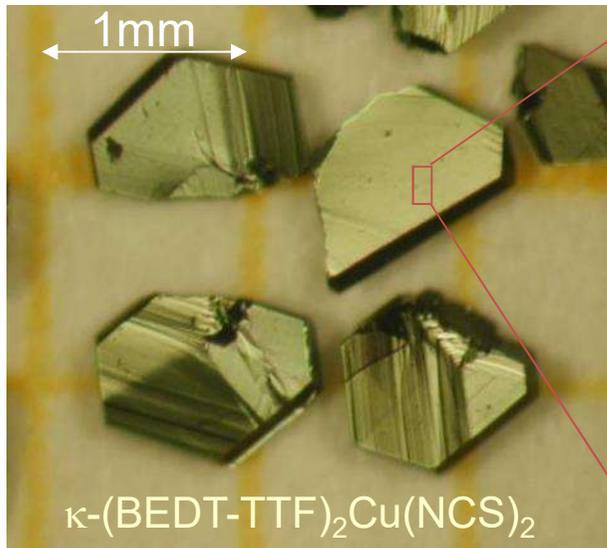


- Metal-insulator transition
- Superconductivity
- Quantum spin/dipole liquid



spectroscopic investigations on charge dynamics  
in molecular materials

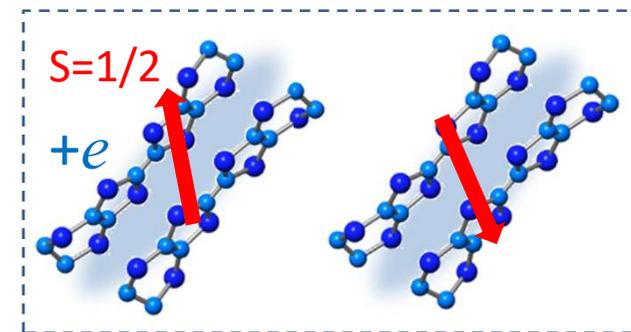
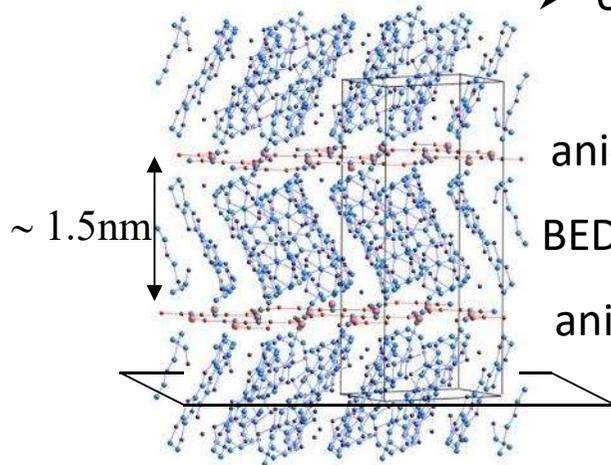
# BEDT-TTF molecule based organic conductor



BEDT-TTF molecule



- charge transfer salt
- quasi-two dimensional structure
- one hole/ two BEDT-TTF : 1/4 filling

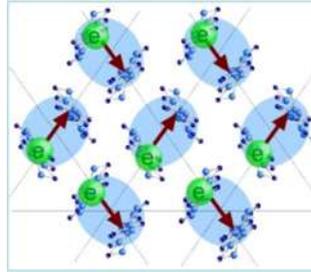


one hole / one BEDT-TTF dimer

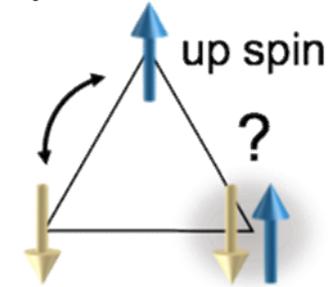
➡ 1/2 filling strongly correlated electron system

# Schematic phase diagram of $\pi$ -electrons in dimer system

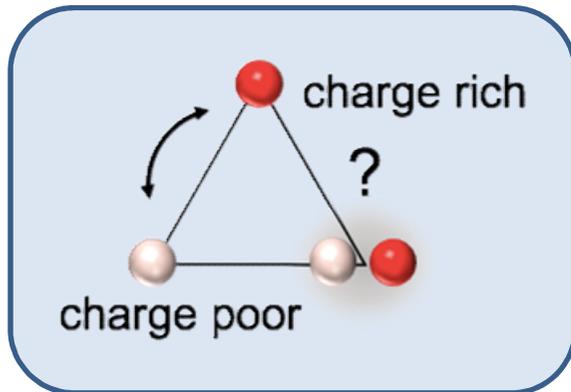
✓ relaxer type dielectric response



✓ quantum spin liquid



✓ charge order/charge glass

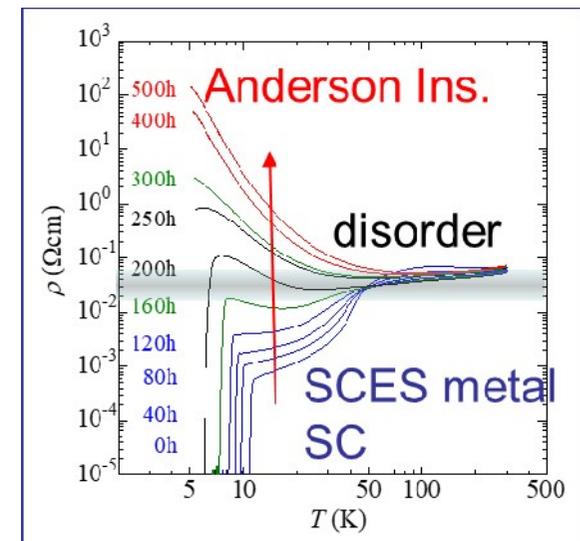
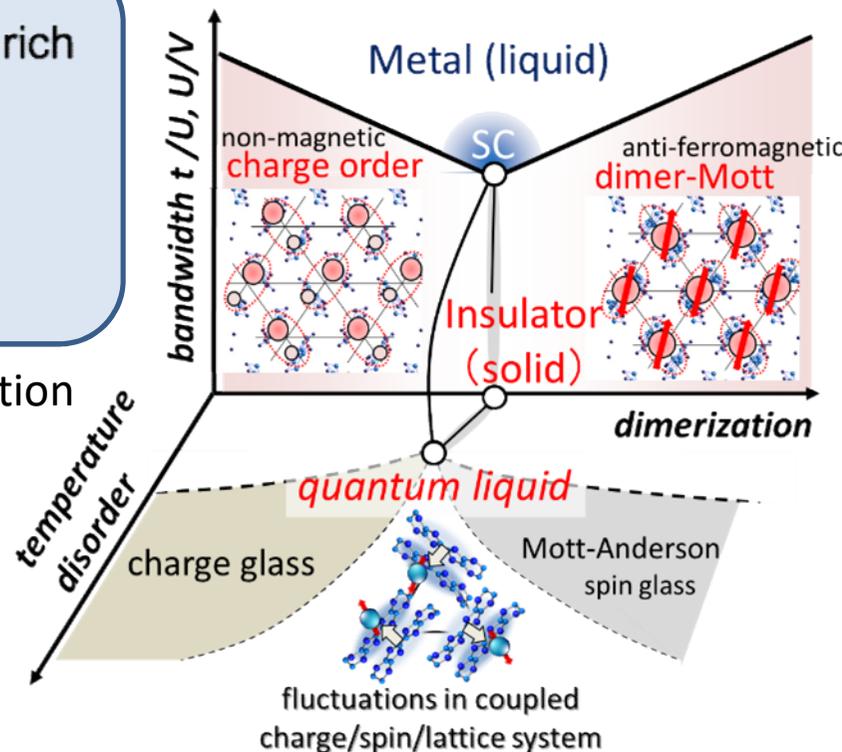


✓ anisotropic superconductivity

✓ Mott transition

✓ disorder effect

- geometrical frustration
- inter-site Coulomb interaction  $V$
- glass transition
- non-equilibrium process



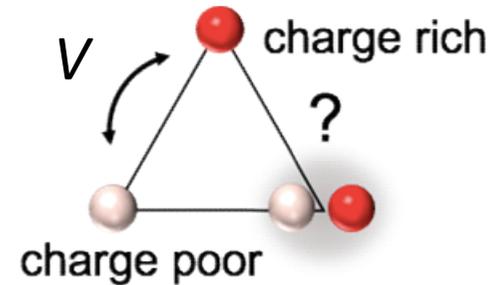
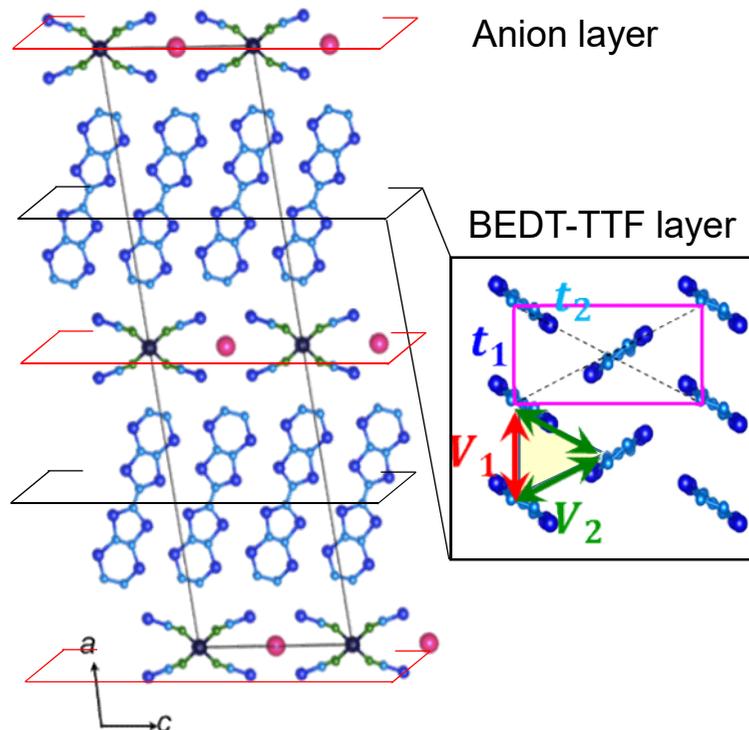
# Charge glass and crystal

SOLID-STATE PHYSICS

## Crystallization and vitrification of electrons in a glass-forming charge liquid

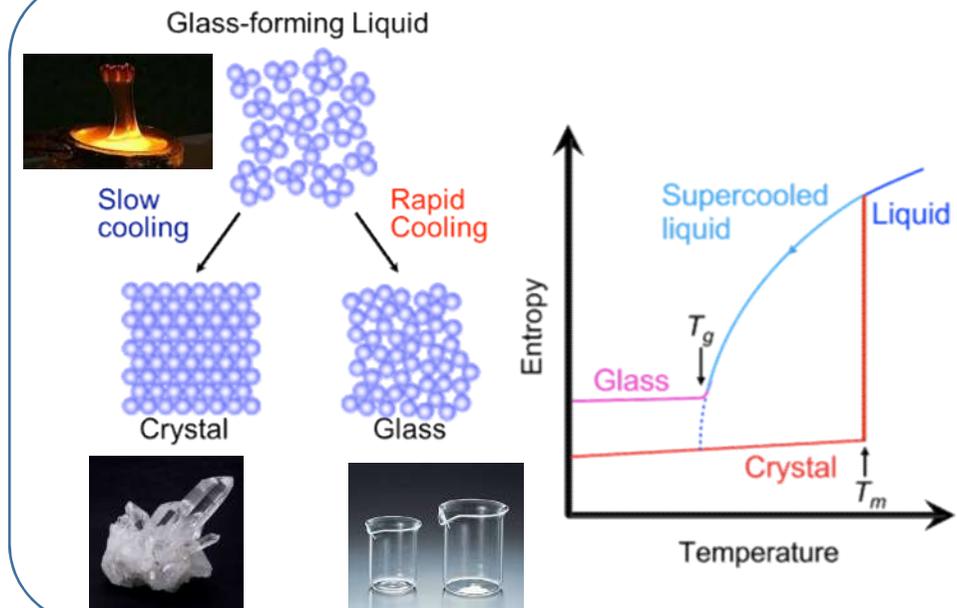
S. Sasaki,<sup>1\*</sup> K. Hashimoto,<sup>1\*†</sup> R. Kobayashi,<sup>1</sup> K. Itoh,<sup>1</sup> S. Iguchi,<sup>1</sup> Y. Nishio,<sup>2</sup> Y. Ikemoto,<sup>3</sup> T. Moriwaki,<sup>3</sup> N. Yoneyama,<sup>4</sup> M. Watanabe,<sup>5</sup> A. Ueda,<sup>6</sup> H. Mori,<sup>6</sup> K. Kobayashi,<sup>7</sup> R. Kumai,<sup>7</sup> Y. Murakami,<sup>7</sup> J. Müller,<sup>8</sup> T. Sasaki<sup>1</sup>

*Science* **357**, 1381-1385 (2017)



- ✓ Geometric frustration
- ✓ Inter-site Coulomb repulsive interaction

*Charge glass state in  $\pi$  electrons ?*



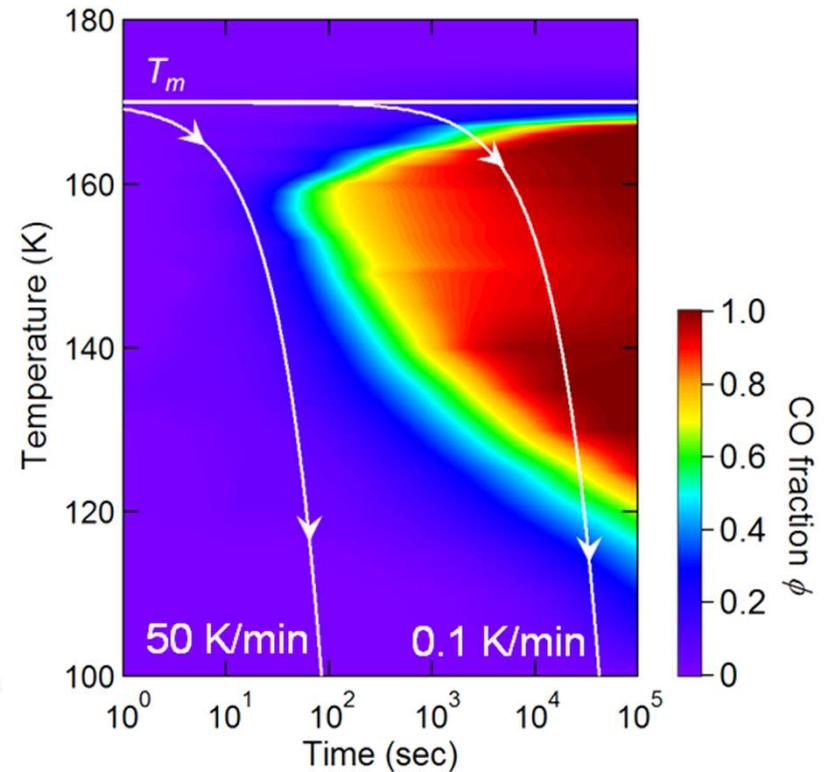
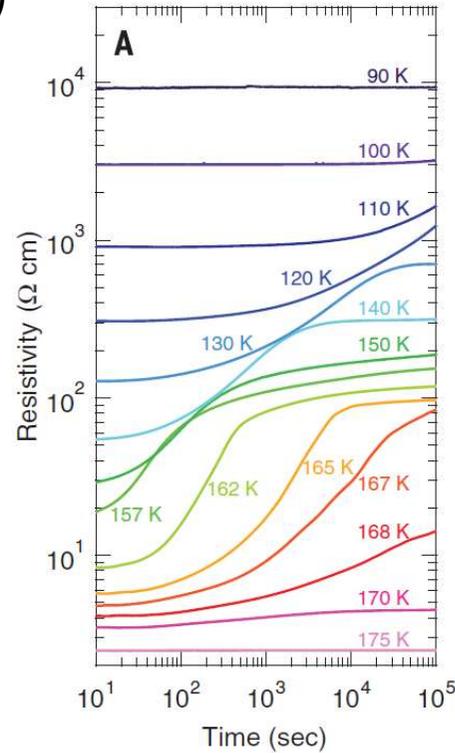
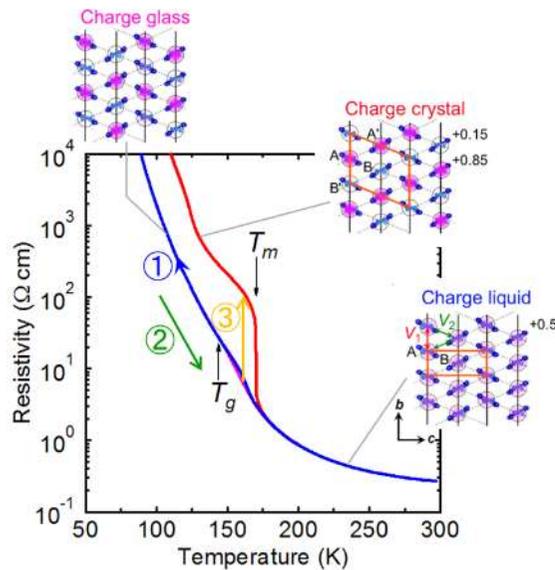
# Charge glass and Crystal

SOLID-STATE PHYSICS

## Crystallization and vitrification of electrons in a glass-forming charge liquid

S. Sasaki,<sup>1\*</sup> K. Hashimoto,<sup>1\*†</sup> R. Kobayashi,<sup>1</sup> K. Itoh,<sup>1</sup> S. Iguchi,<sup>1</sup> Y. Nishio,<sup>2</sup> Y. Ikemoto,<sup>3</sup> T. Moriwaki,<sup>3</sup> N. Yoneyama,<sup>4</sup> M. Watanabe,<sup>5</sup> A. Ueda,<sup>6</sup> H. Mori,<sup>6</sup> K. Kobayashi,<sup>7</sup> R. Kumai,<sup>7</sup> Y. Murakami,<sup>7</sup> J. Müller,<sup>8</sup> T. Sasaki<sup>1</sup>

*Science* **357**, 1381-1385 (2017)

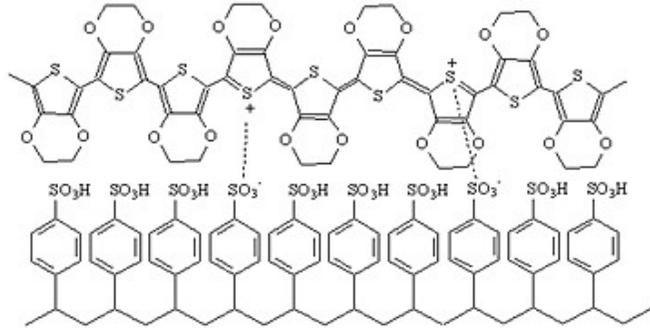


✓ Characteristic “*dome*” (or “*nose*”) structure

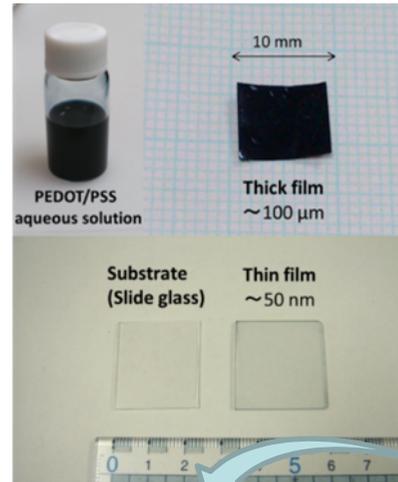
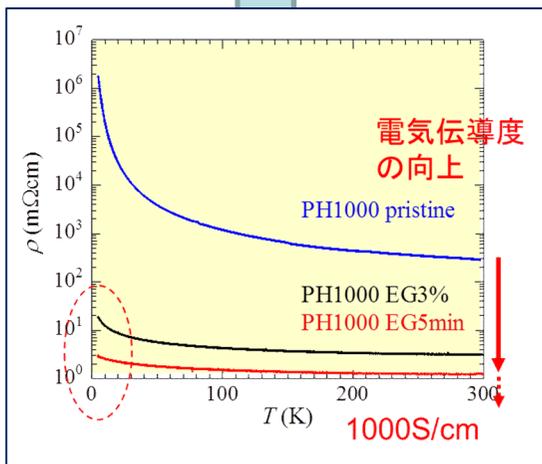
Time-Temperature-Transformation (TTT) diagram at charge glass formation in electron system

# 高分子導電体PEDOT/PSSの階層構造性と電子状態

PEDOT poly(3,4-ethylenedioxythiophene)



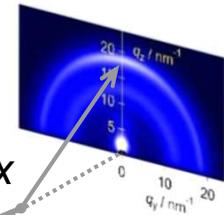
PSS poly(4-styrenesulfonate)



薄膜作製

高電気伝導化

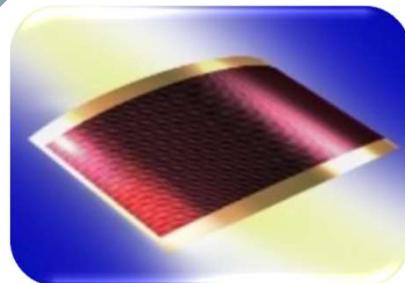
伝導特性・光学特性



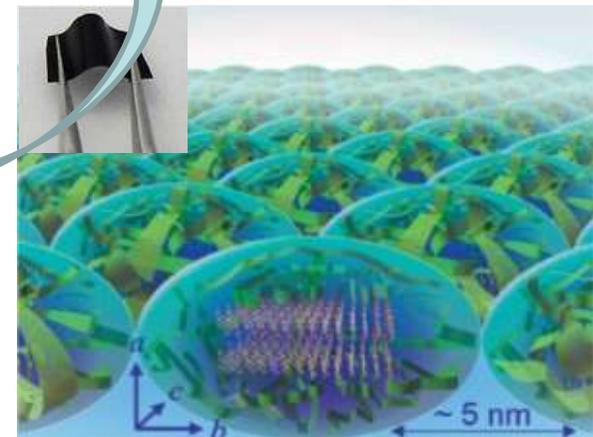
精密構造解析@SPring-8



Touch panel



Organic solar cell



## 修士・博士テーマ/輪講/セミナー

- 2016 博士 幾何学的フラストレーションを有する分子性有機導体における電荷ガラス形成と結晶化ダイナミクス
- 博士 導電性高分子PEDOT/PSS膜の高次構造制御と電子輸送特性の研究
- 修士 導電性高分子PEDOT/PSSの構造と電気伝導に対するポストトリートメントの効果
- 2017 修士 有機電荷秩序絶縁体 $\theta$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>RbZn(SCN)<sub>4</sub>の電荷ガラス形成に対するエックス線照射効果
- 2018 修士 有機電荷秩序絶縁体 $\theta$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>RbZn(SCN)<sub>4</sub>の電荷結晶化ダイナミクス
- 修士 分子性電荷移動錯体 $\alpha'$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Rb<sub>1.2</sub>Co(SCN)<sub>4</sub>の金属-絶縁体転移
- 2019 修士 モット絶縁体(BEDT-TTF)Cu[N(CN)<sub>2</sub>]<sub>2</sub>におけるエックス線照射効果
- 修士 分子性電荷移動錯体 $\alpha'$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Rb<sub>1.2</sub>Co(SCN)<sub>4</sub>の磁気輸送特性と磁気誘電効果
- 修士 分子性有機導体 $\theta$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>RbZn(SCN)<sub>4</sub>における電荷結晶化過程の比熱測定
- 学士 エックス線照射により分子欠陥を導入した有機超伝導体の赤外スペクトル測定

輪講(週1) 2019年 イバツハ/リュート 固体物理 2020年 ティンカム:超伝導  
研究室ミーティング(週1) 進捗状況報告・論文紹介

# 研究室(居室)



# 研究室(実験室)



# 研究室(実験室)



# SPring-8実験(大型放射光施設)



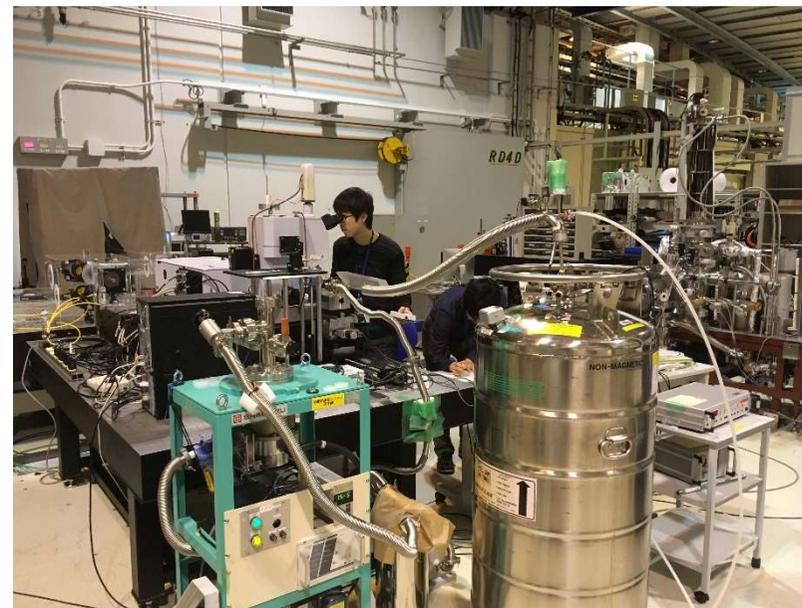
兵庫県光都



BL43IR 赤外物性ビームライン



BL43IR 磁気光学ステーション





金研花見



小学校への出前授業(毎年2校くらい)



2019年金研バレーボール大会 優勝  
金研フットサル大会 ほぼ最下位

## メンバー

(2020.5現在)

教授 佐々木孝彦  
准教授 井口 敏  
助教 古川哲也  
助教 杉浦栞理  
秘書 小林亜紀  
D1(IGPAS:インドネシア) 1名  
M2(山形大(自己推薦), 東邦大) 2名  
M1(東北大) 1名  
(M1(10月~) IGPAS:インドネシア1名)  
B4



低温G(佐々木, 塚崎, 野島) 2019年11月芋煮会