

枝川研究室

[固体の原子配列秩序と物性]



生産技術研究所 持続型材料エネルギーインテグレーション研究センター

Research Center for Sustainable Material Energy Integration

材料強度物性

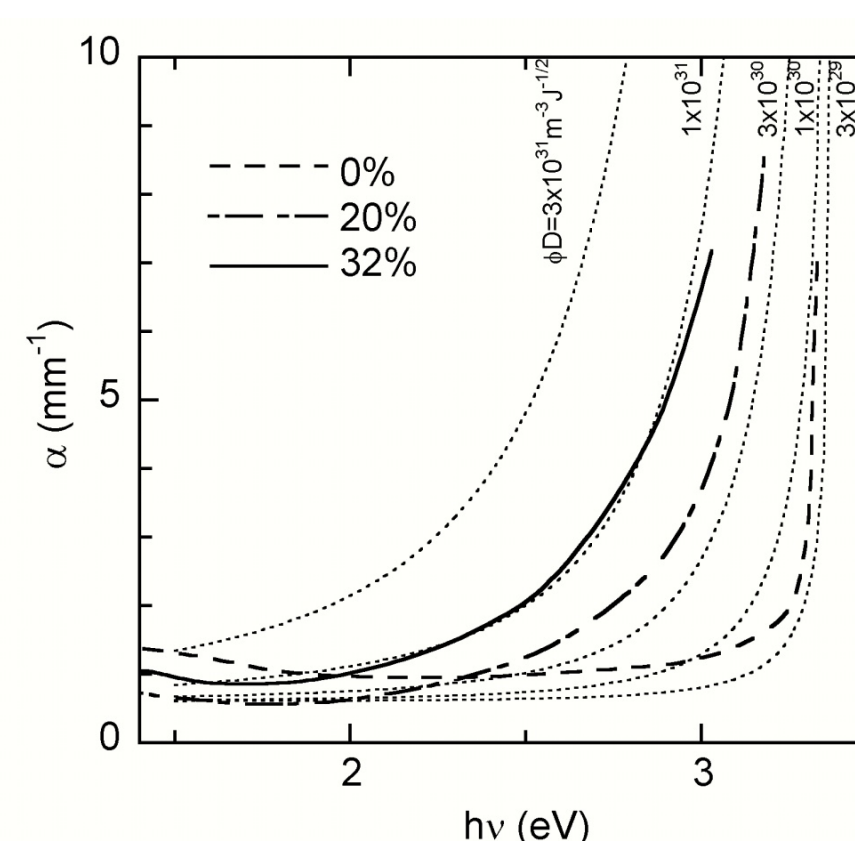
マテリアル工学専攻

<http://www.edalabo.iis.u-tokyo.ac.jp>

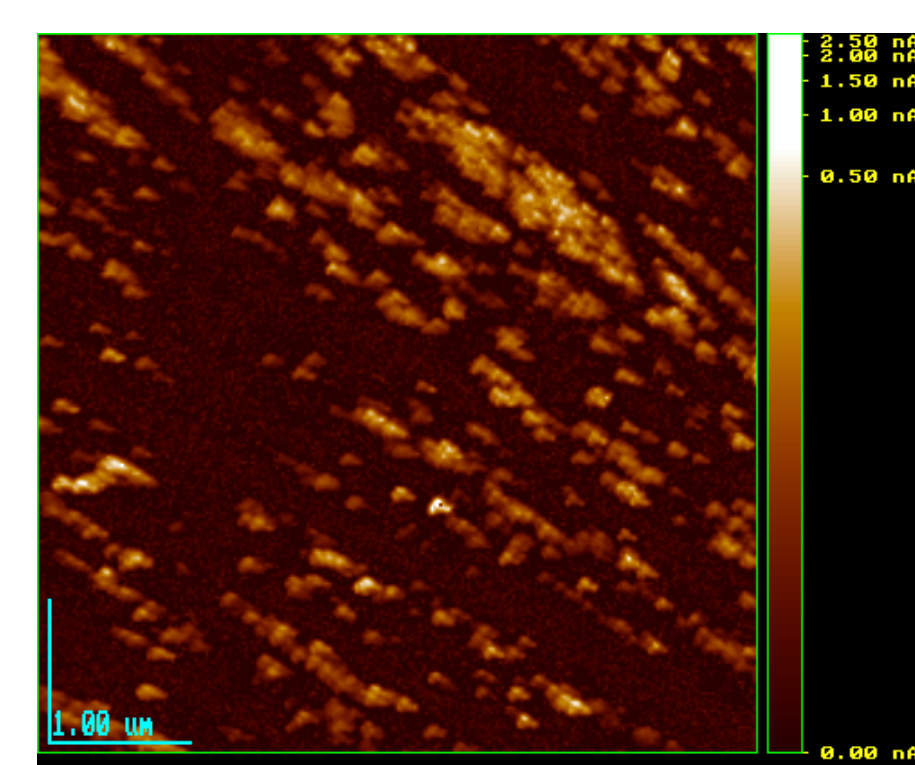
固体をミクロなスケールで眺めてみると、原子がある秩序をもって並んでいることがわかる。固体の微視的構造は原子(分子)の並び方によって**周期構造(結晶)**、**準周期構造**、**アモルファス**の3種類に分類できる。このような原子の並び方の違いが、巨視的な材料の性質を左右している。我々の研究室では、上記の観点から固体の微視的構造と物理的性質の関係を明らかにし、さらに得られた知見を新材料開発に応用することを目指している。

半導体中の転位の光学的・電気的性質

固体の変形により原子の並びに転位と呼ばれる乱れが生じ、その周囲の微小な領域で電子の振る舞いに変化することがある。このことを反映して半導体表面に点状に導電性の高い部分が生じたり、光の吸収特性が変化するなどの現象が発生することを実験的に確認した。



GaN結晶の光吸収スペクトルの塑性変形による変化

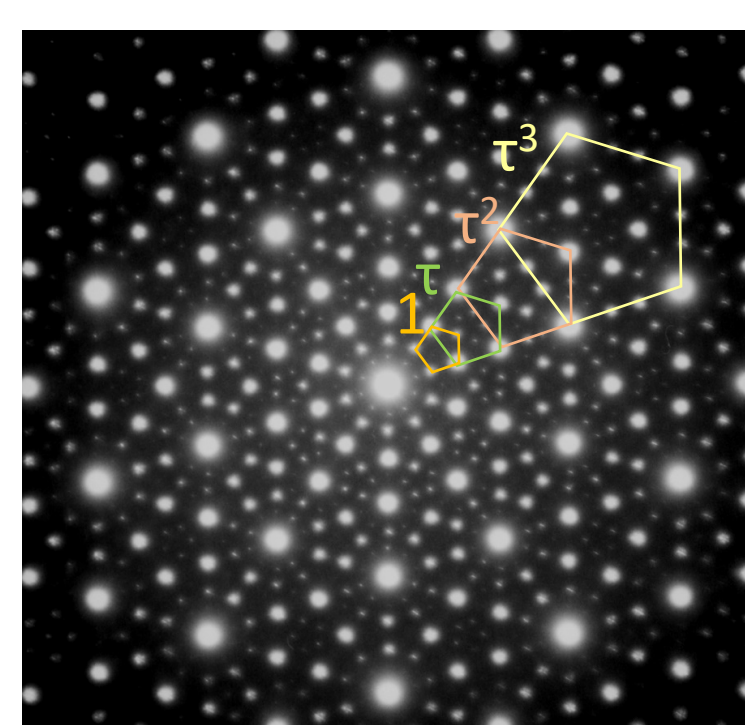


塑性変形によりGaN結晶表面に現れた導電性スポット

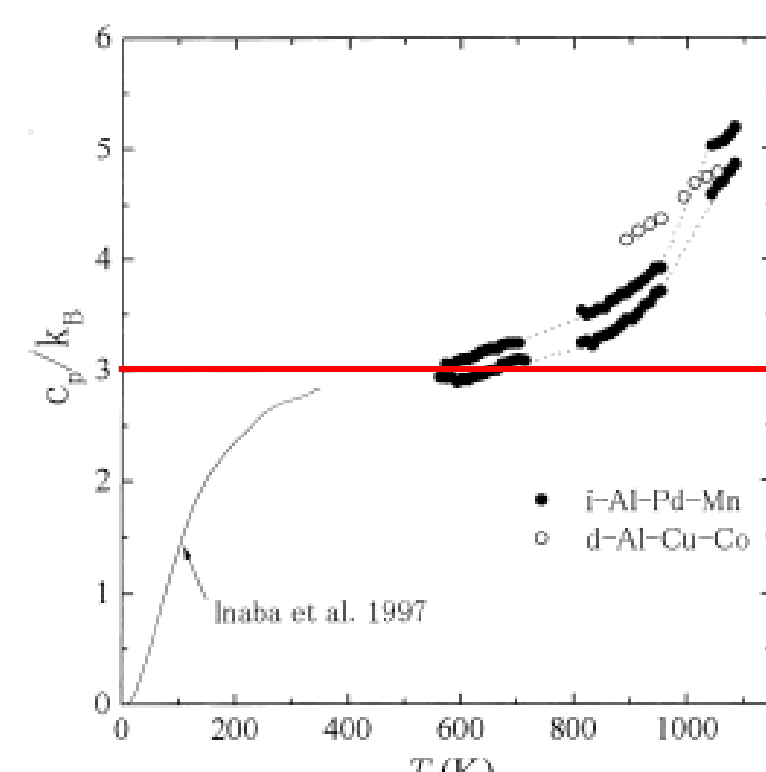
準結晶特有の物性

原子配列の長距離秩序を持ちながら結晶には許されない回転対象性を持つ準結晶に特有な物性として、高温での比熱が通常の結晶よりも高くなる現象を発見した。

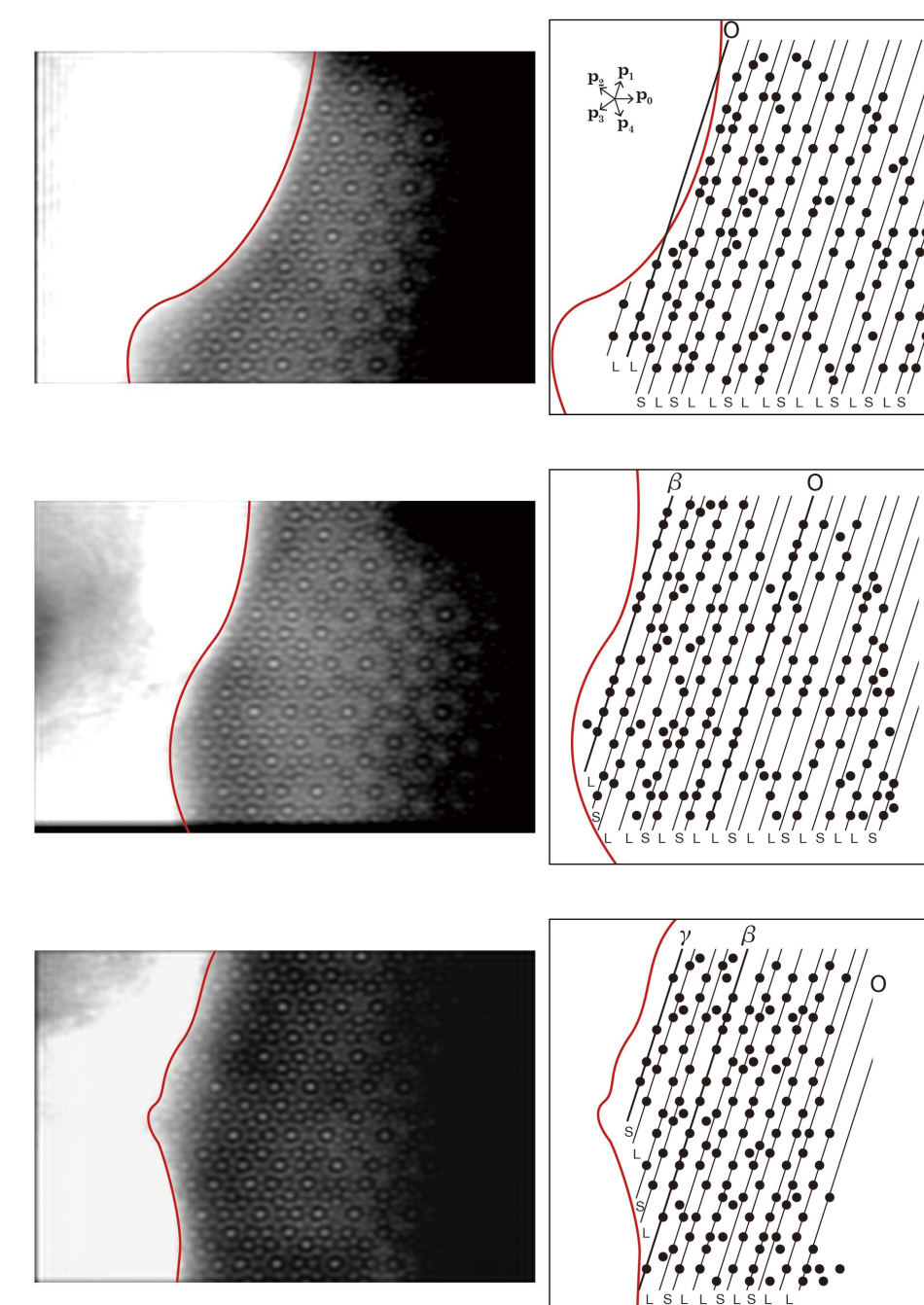
また、構造の非周期性のために準結晶がどのように成長するかは未解明であるが、電子顕微鏡内での高温その場観察により特殊な条件下での成長の様子を観察することに成功した。



Al-Cu-Fe系正20面体準結晶の5回軸入射の電子線回折図形



高温比熱におけるデュロン・プティ則の破れ

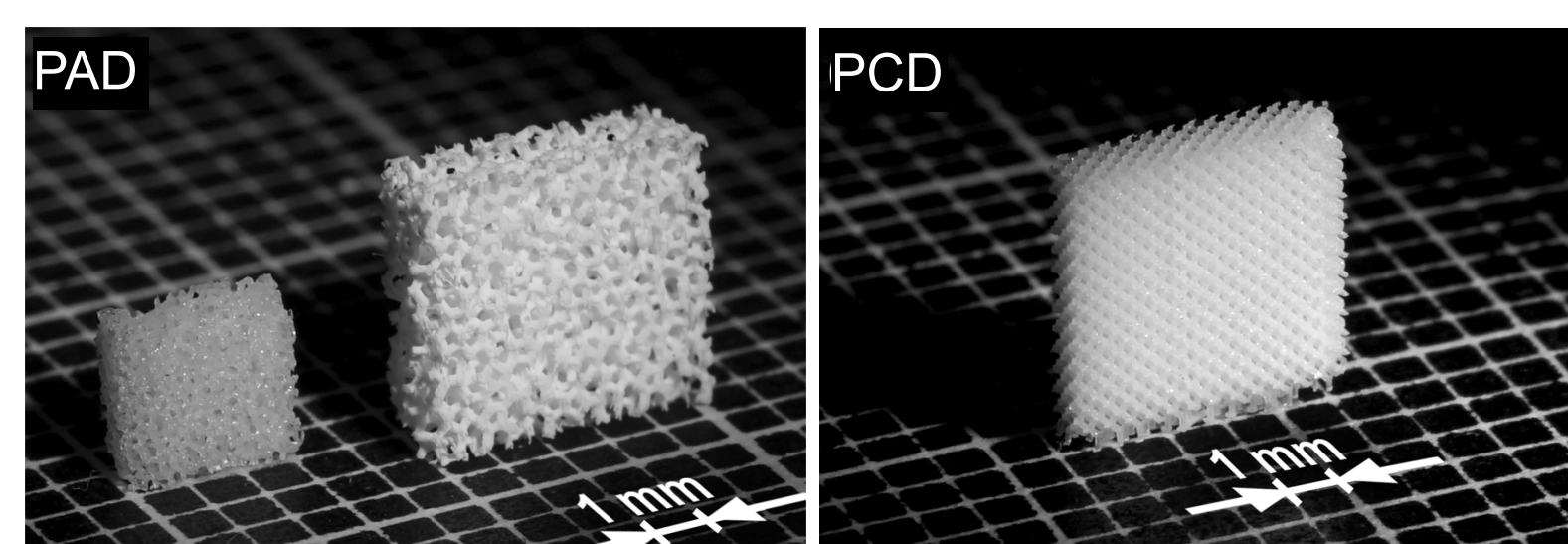
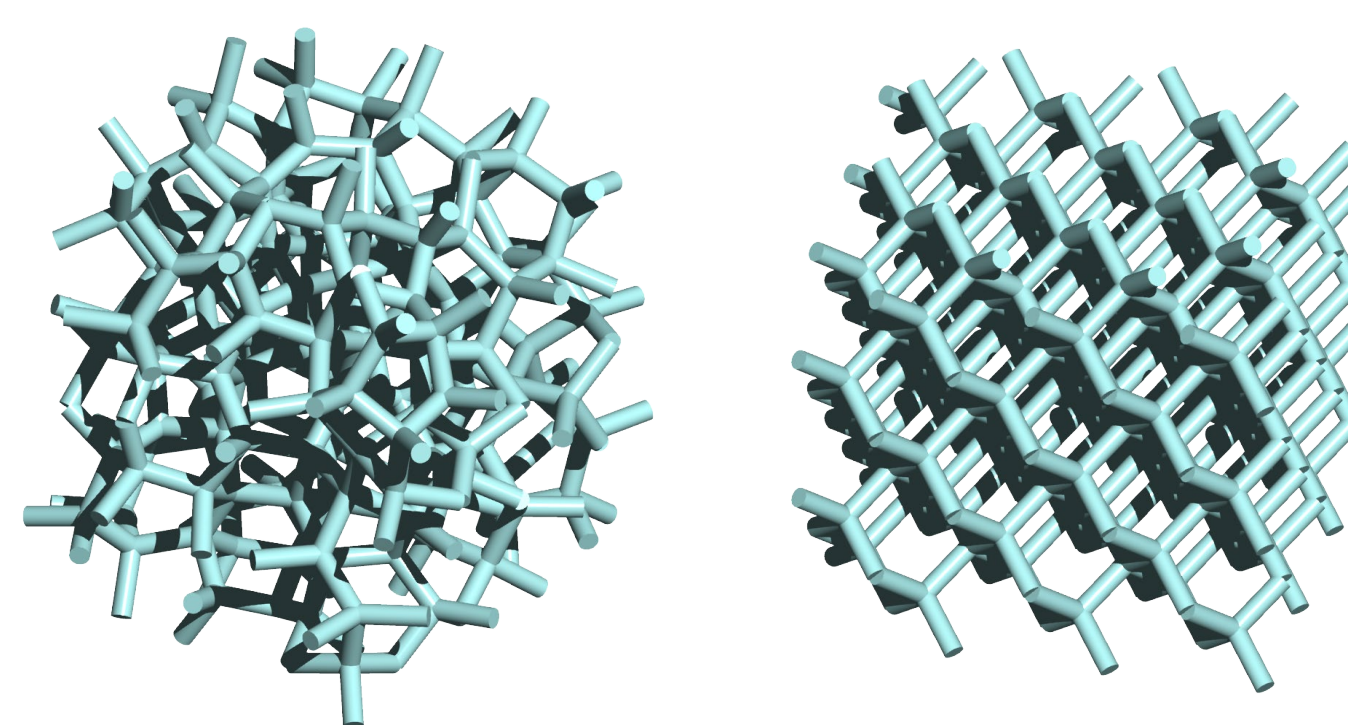


Al-Ni-Co系正10角形準結晶の成長の様子の透過電子顕微鏡高温その場観察

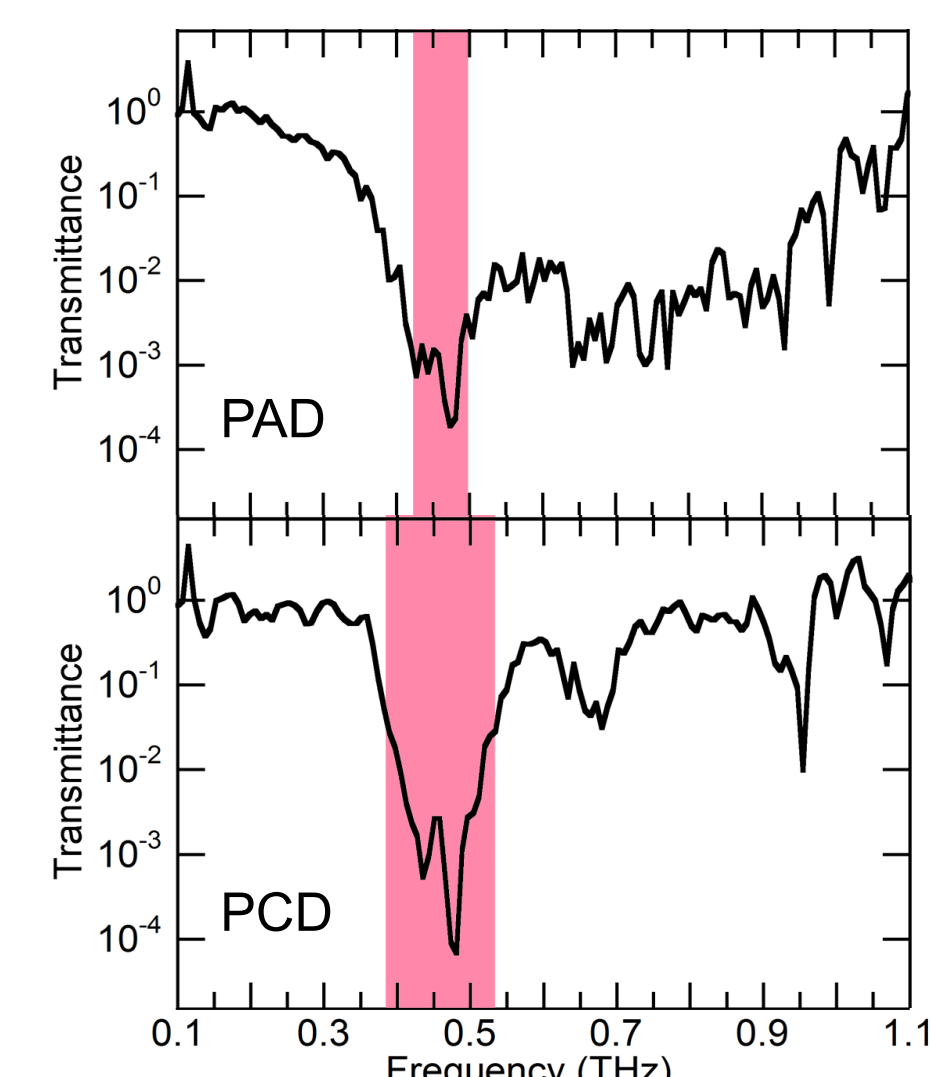
ランダムネットワーク構造を持つフォトニックデバイスの創成と展開

原子配列の秩序に起因して電子系に禁制帯が形成されるのと同様の理由で、適切に設計した誘電体の構造物をつくと、その内部ではある波長領域の電磁波が存在できない「光禁制帯」が形成されることが知られている。このような性質を示すのは周期構造に限られると考えられてきたが、当研究室ではある種のアモルファス構造でも同様の現象が実現されることを示した。

実際にこのような構造を持つ試料を3次元造形により作製した試料で電磁波透過実験を行い、ミリ波帯やテラヘルツ帯に顕著な透過率の落ち込みがあることを確認した。



光禁制帯を形成することが期待される構造モデル(上段)およびテラヘルツ帯に光禁制帯を形成するように作製された誘電体の試料(下段)。それぞれ、アモルファス構造(左)および結晶構造(右)。



作製したアモルファス構造(上)および結晶構造(下)のテラヘルツ帯電磁波透過特性