

## 鳴海研究室

## 溶かして固めるサイエンス

物質・環境系部門



凝固プロセス工学

工学系研究科 マテリアル工学専攻

https://cast.iis.u-tokyo.ac.jp/

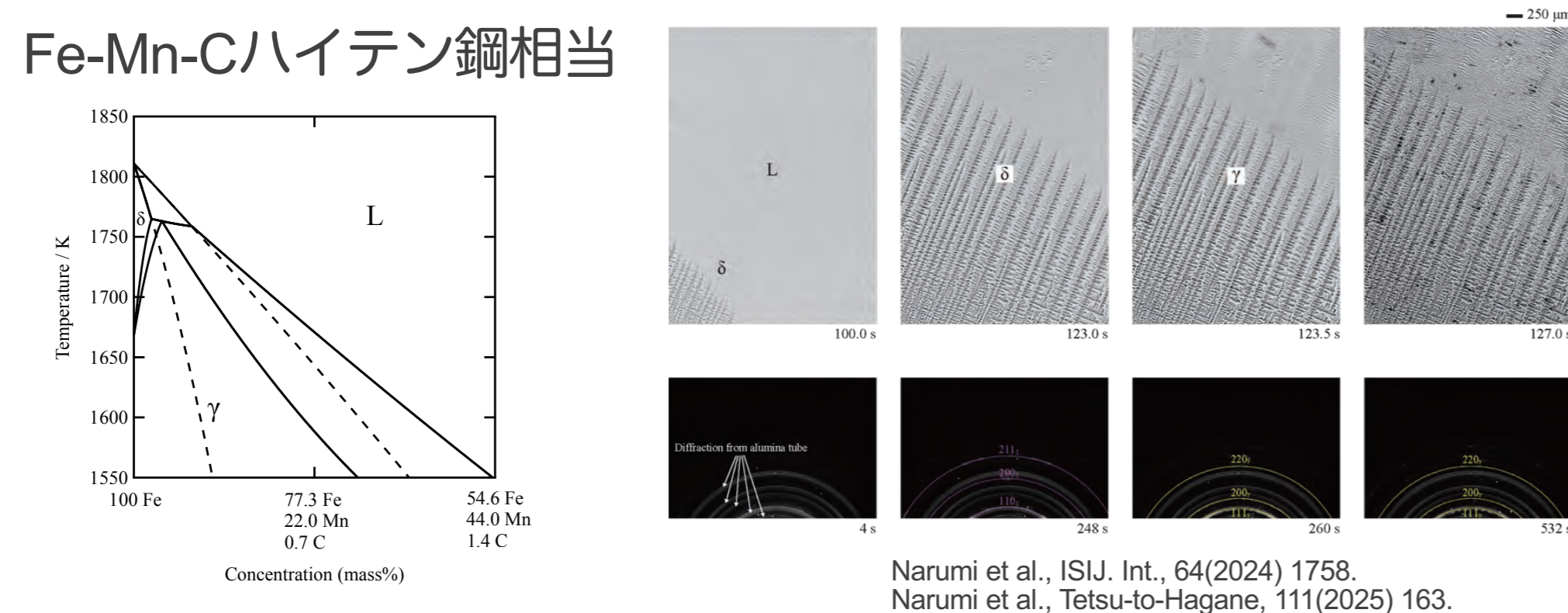
## 非平衡状態における凝固組織形成・結晶成長の法則を探る

## ～放射光X線イメージングを用いた凝固・結晶成長現象のリアルタイム計測～

融液からの凝固・結晶成長は、工学的に金属・半導体材料の特性や機能を発現させる重要なプロセスに位置付けられていますが、未解明の現象は少なくありません。また学術的に、液相から固相への相転移である凝固・結晶成長現象は、原子のダイナミックな振る舞いに端を発し、熱・物質・運動量の不均一場のダイナミクスが複合的・競合的・相互的に関与するマルチスケール現象であり、未解決課題が多く残されています。

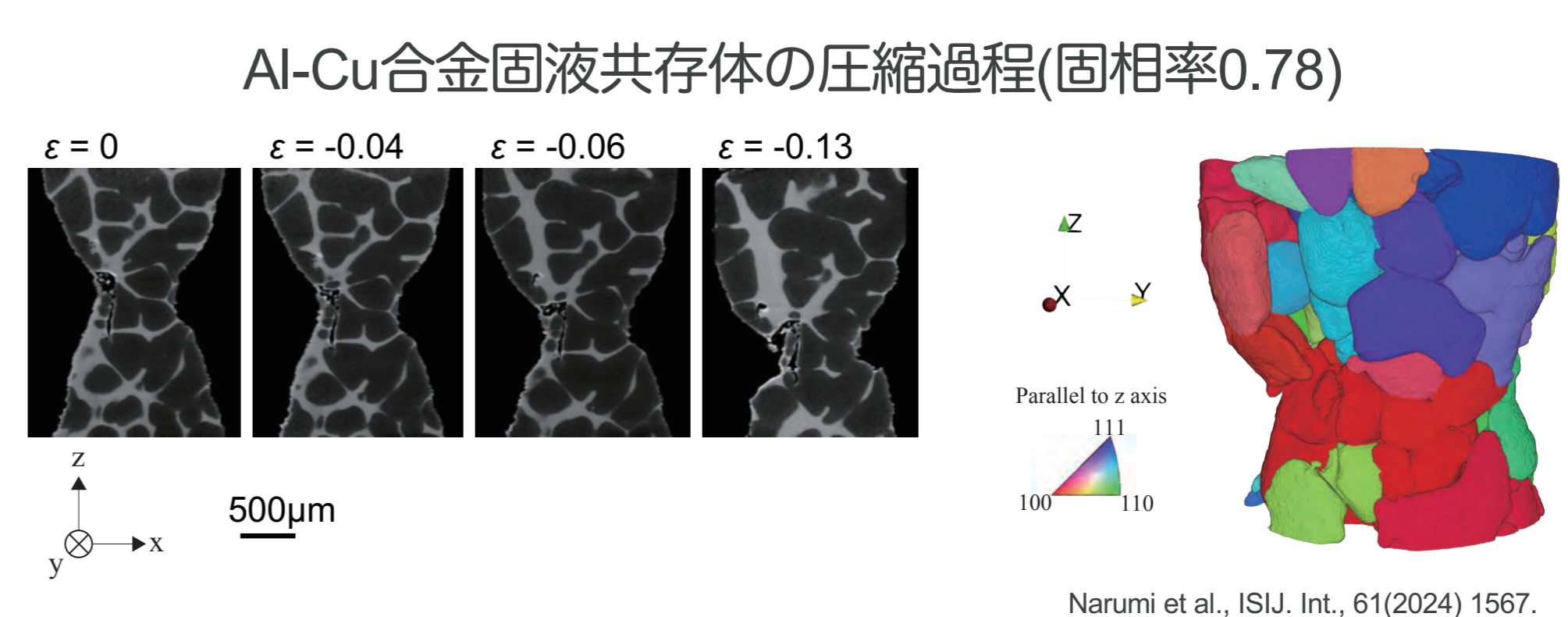
これまで高温かつ可視光を通さない融液中で起きる現象を直接観察できないことが研究の障壁となっていました。SPring-8などの大型放射光施設で得られる非常に明るいX線を活用すると、凝固・結晶成長をありのまま捉えられるようになってきました。当研究室では、これまで想像の域を超えられなかった凝固・結晶成長ダイナミクスに関する実証的研究と物理モデル・シミュレーションの構築・妥当性検証に取り組み、観察事実に基づいた新たな材料プロセスの実現を目指しています。

## 鋼の準安定凝固現象



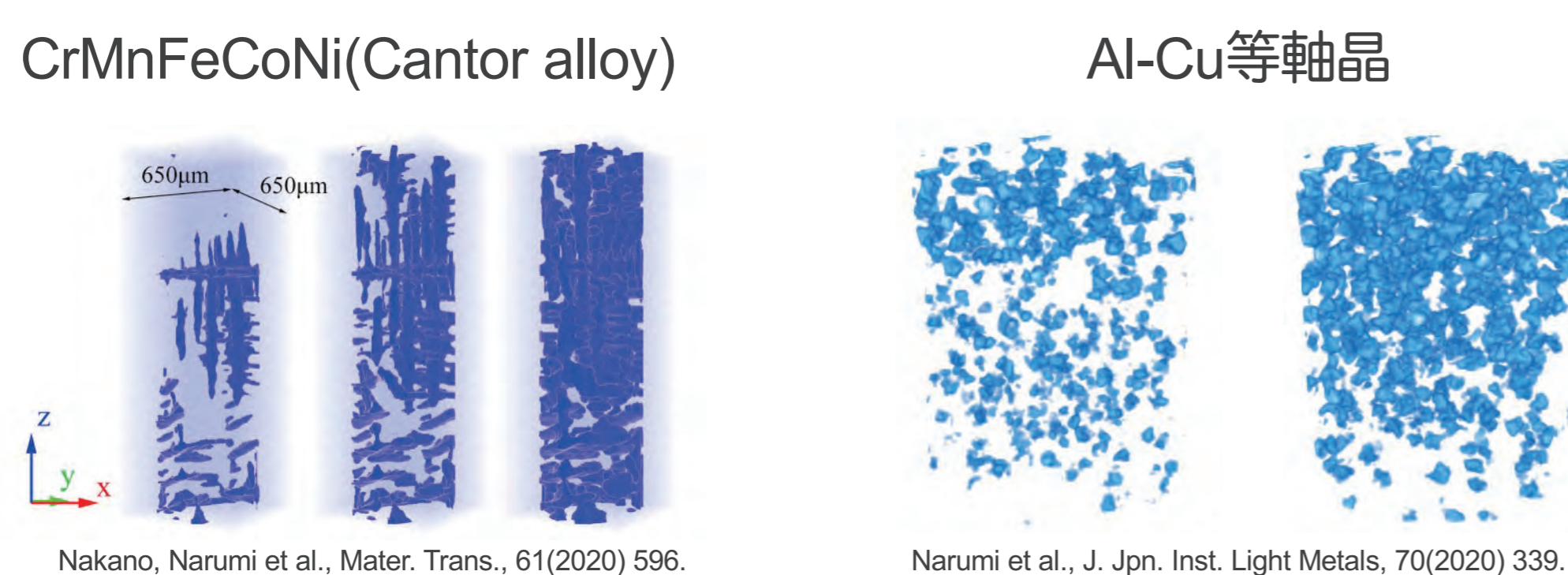
鋼に代表される一部の鉄合金の過冷却融液では、鉄の持つ同素変態に起因して核生成の競合が起き、準安定構造(δ)が優先的に核生成して安定構造(γ)に段階的に移行する準安定凝固が起きます。準安定凝固によって形成された凝固組織は平衡凝固よりも微細で化学成分が均一であり、組織制御の観点で魅力的です。準安定凝固を基軸とする新たな凝固組織制御手法の提案のため、定常的な準安定凝固環境を創り出す基礎研究を行なっています。

## 固液共存体の力学 | 凝固×変形



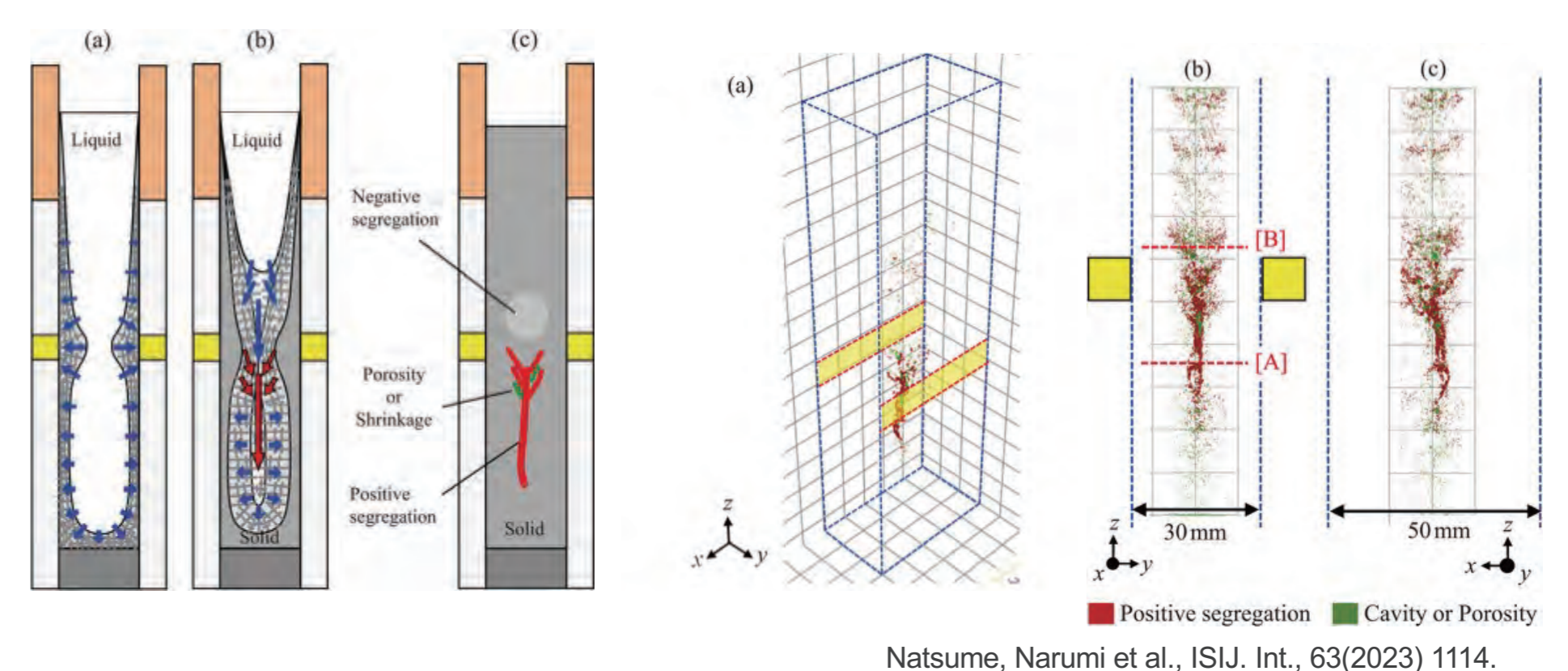
金属材料は体積収縮や外力によって凝固しながら変形する場合があります。凝固過程に固相と液相が混合された固液共存状態で変形が起きますと固体や液体の力学では記述できない興味深い力学挙動を示し、それが割れや空洞などのマクロスケールの材料欠陥の形成につながり、材料の特性や生産性に影響を及ぼします。直接観察によって固液共存体の変形挙動や欠陥形成機構の解明と力学モデルの構築を目指しています。

## 金属デンドライト成長の観察



金属デンドライトは雪の結晶のように美しく、その姿に見惚れる反面、なぜその形が選択されるか、どうすれば制御できるのかに関する科学的な理解は不十分です。直接観察により金属デンドライト成長の定量評価を行い、基礎データの取得を行なっています。

## インゴットの非破壊評価



放射光X線を利用して実材料相当の大きさの鑄造インゴットの内部組織を非破壊で観察して化学成分の分布を定量的に評価を行い、どのような条件で偏析が顕著となるか等の調査や鑄造条件へのフィードバックを行なっています。