

27. Ti-15Nb-1.5O合金の β 相溶体化処理後の 組織形成に及ぼす粒界 α 相及び格子欠陥の影響

物性制御工学研究室

中江友哉

緒言

Ti-Nb合金

- 比強度、耐食性、生体適合性に優れる
- 添加元素のNbも生体適合性が高い
- 相変態で形状記憶特性や超弾性特性が発現



<https://www.kobelco.co.jp/>

【問題点】

不純物の酸素の除去が困難
+
添加元素のNbが高価

→ 高コスト

【解決策】

酸素を制御して添加

低純度Tiの活用

+

Nb量の削減

(酸素もマルテンサイト変態に影響)

→ 低コスト化

酸素添加による組織形成への影響を研究

先行研究

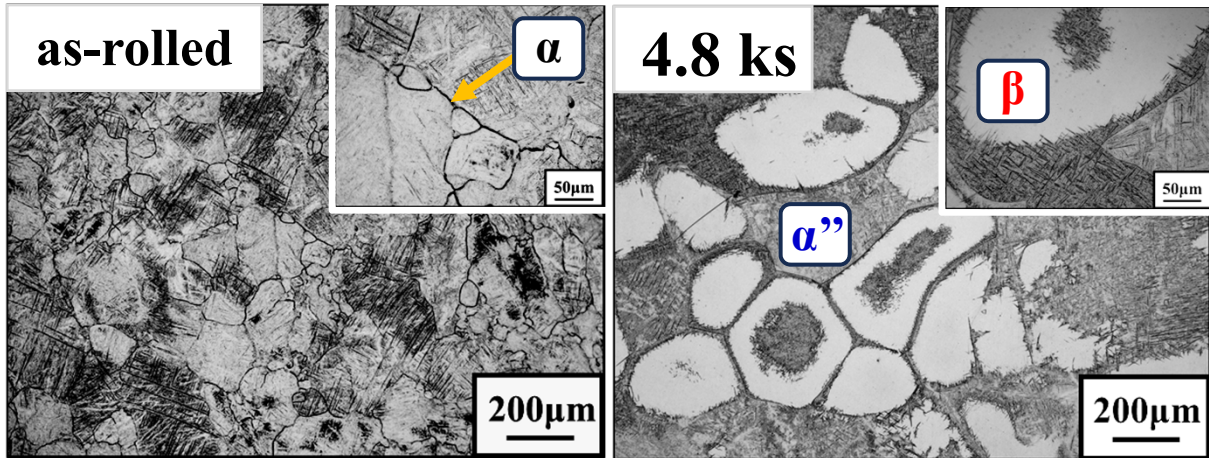
(組成 : Ti-15Nb-10 [at%])

1100 °C, 4.8 ks

溶体化処理

急冷

氷塩水



酸素濃度高 : β 相残留

酸素濃度低 : α'' 相へ相変態

格子欠陥 + 粒界 α 相

残留 β 相 + α'' 相

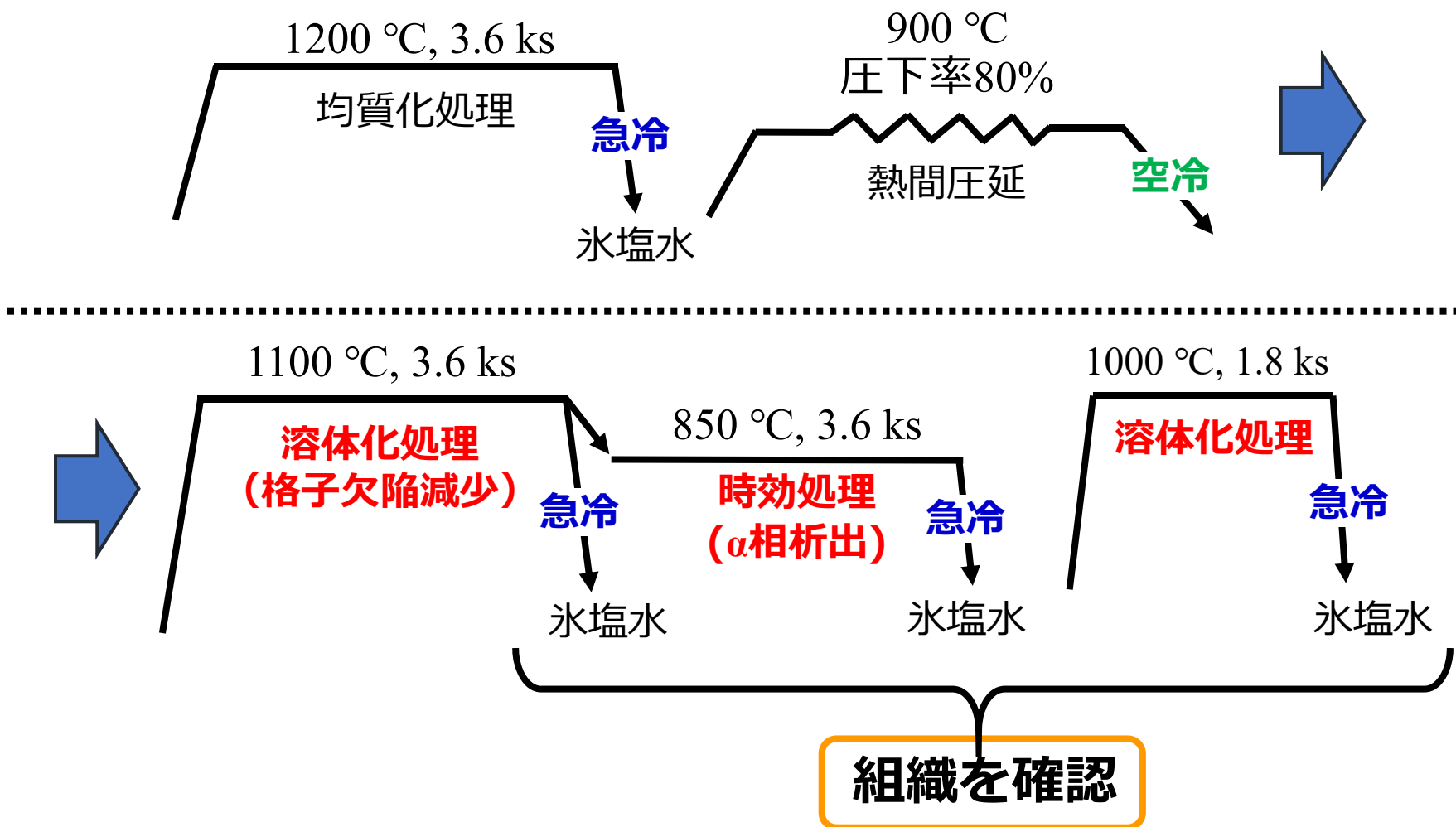
初期組織内の組織形成に関わる因子（酸素・格子欠陥）の作用については不明である



目的

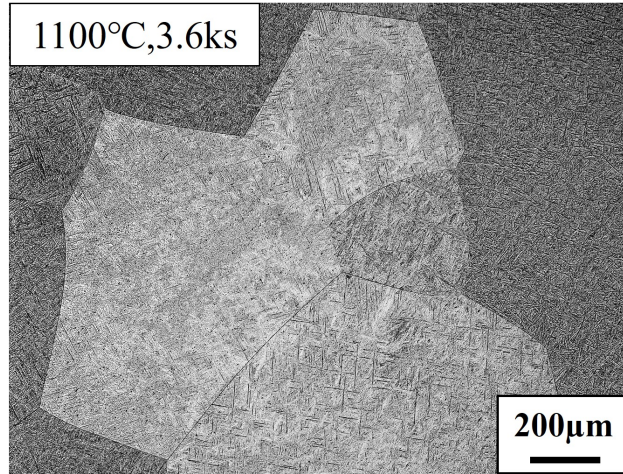
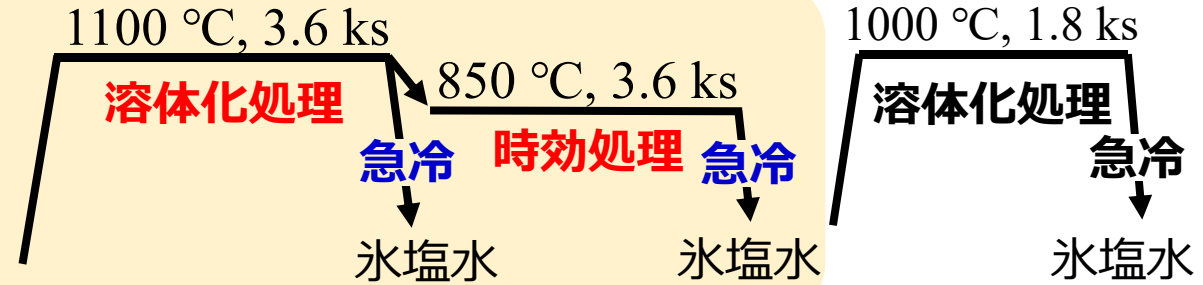
熱間圧延及び熱処理で組織内の格子欠陥量を変化させた後
 β 単相域溶体化処理を行い、組織形成の仕組みを解明する

実験方法 (組成：Ti-15Nb-1.5O [at%])



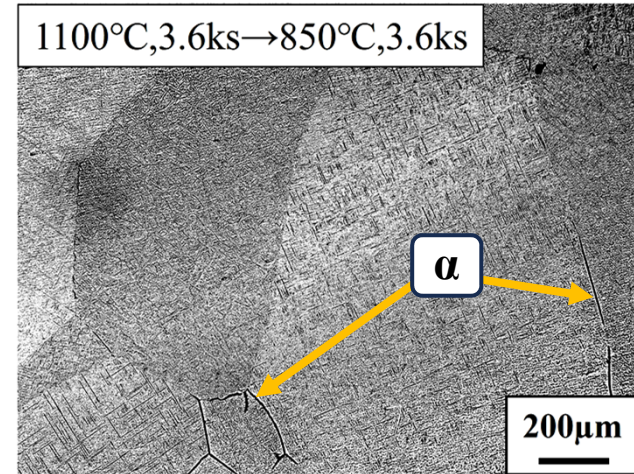
解析方法：光学顕微鏡観察、ビッカース硬さ試験

実験結果



全面ラス状組織

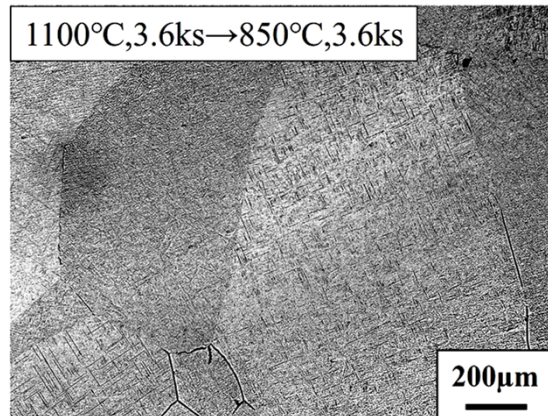
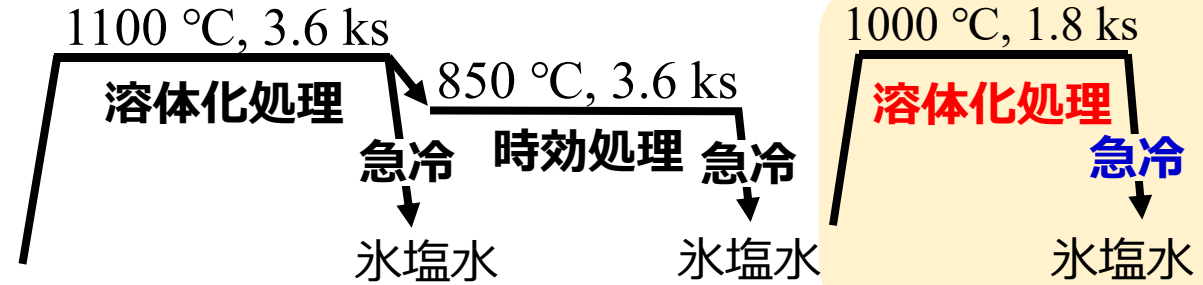
時効処理



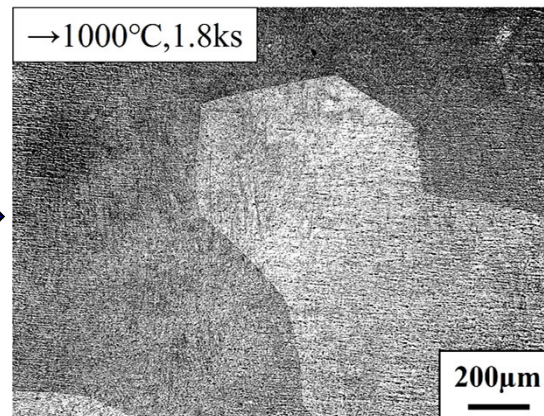
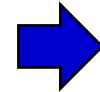
一部の粒界にα相

急冷後の組織は、時効処理の有無によらず
粒内の大部分でラス状組織となった

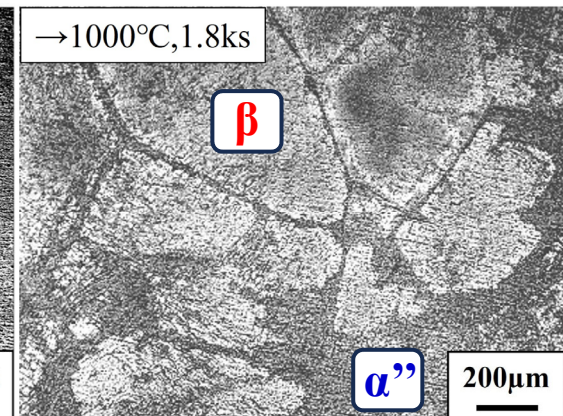
実験結果



大部分がラス状組織

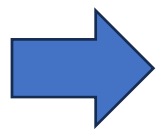


ラス状組織



平滑部を持つ組織

溶体化処理により、不均一な組織が試料内に形成された

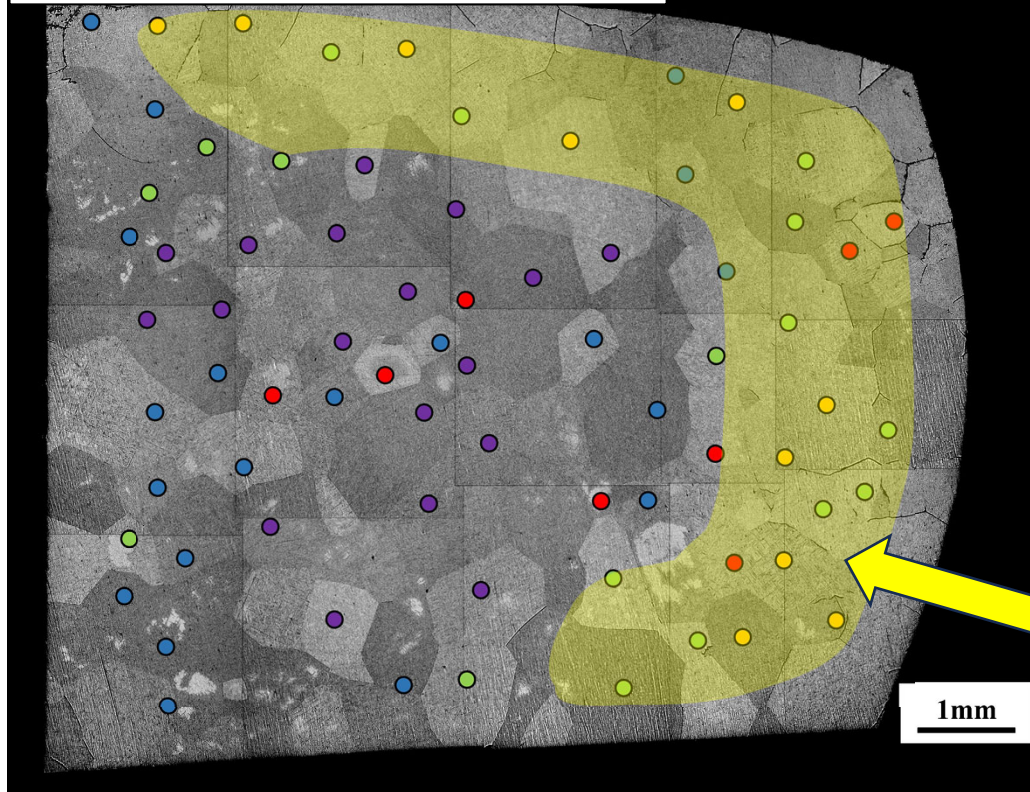


時効処理時、ラス状組織内においても
微細組織の変化が生じたと考えられる

実験結果

時効処理後の試料全体を硬度測定

1100°C,3.6ks→850°C,3.6ks



(粒内のラス状組織を測定)

- : 370HV以上
- : 360HV以上,370HV未満
- : 350HV以上,360HV未満
- : 340HV以上,350HV未満
- : 340HV未満

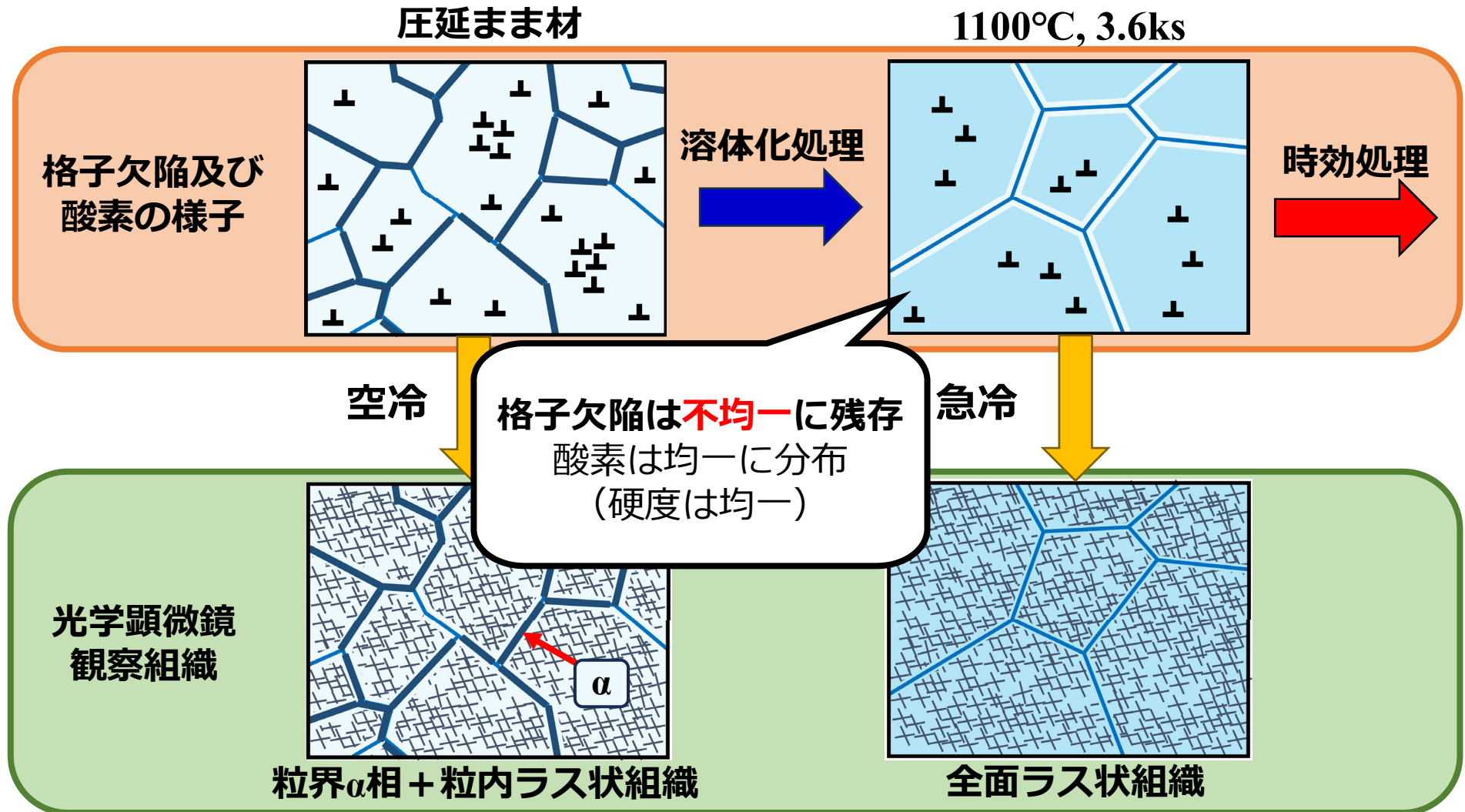
1100°C,3.6ks : 全体が約345HV

時効処理によって
硬度が上昇

時効処理前と同じラス状組織内でも
微細組織の変化が不均一に生じている

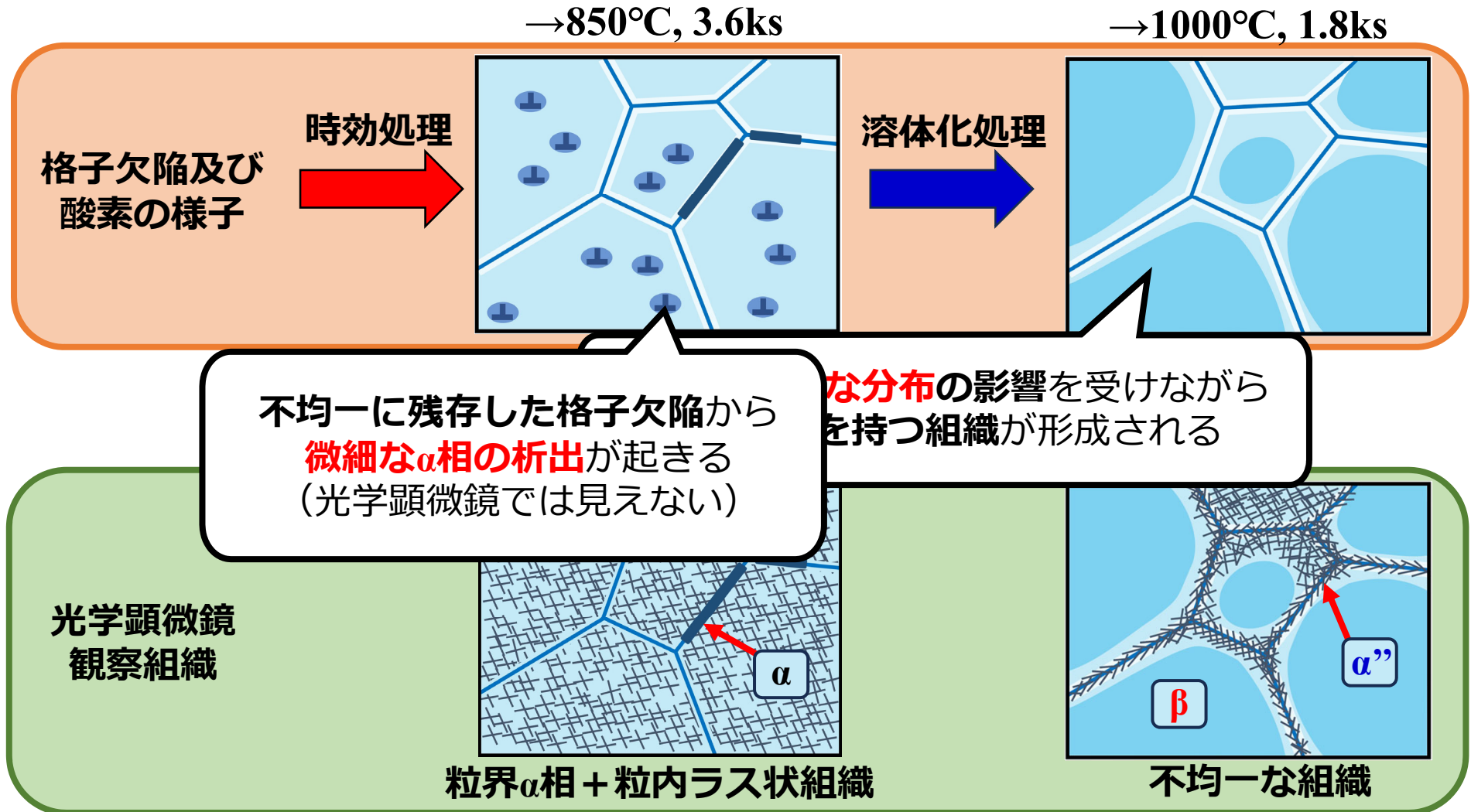
考察

酸素濃度を青色の濃さで表現

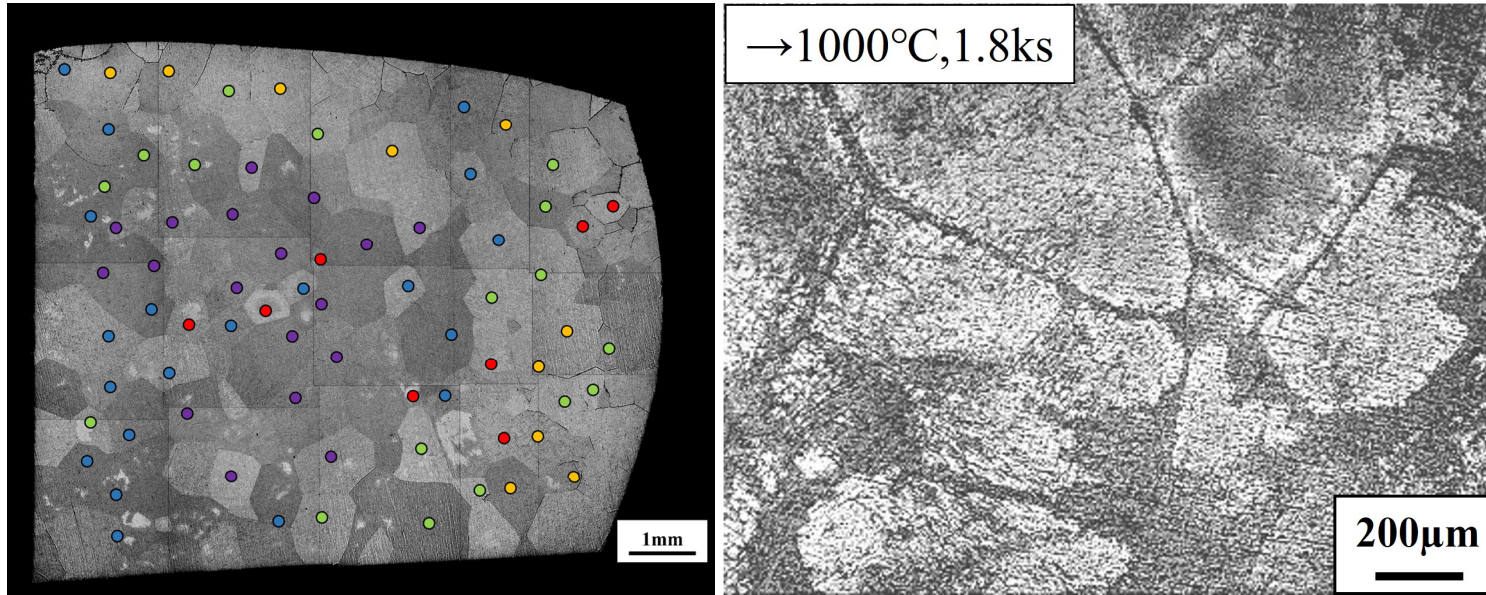


考察

酸素濃度を青色の濃さで表現



結言



硬度が不均一であった時効処理後の試料について
 β 単相域溶体化処理を行うと不均一な組織が得られた

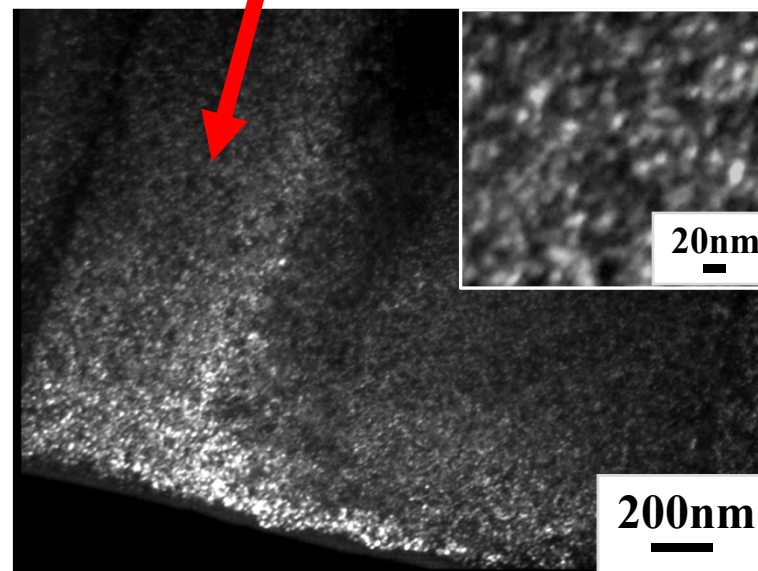
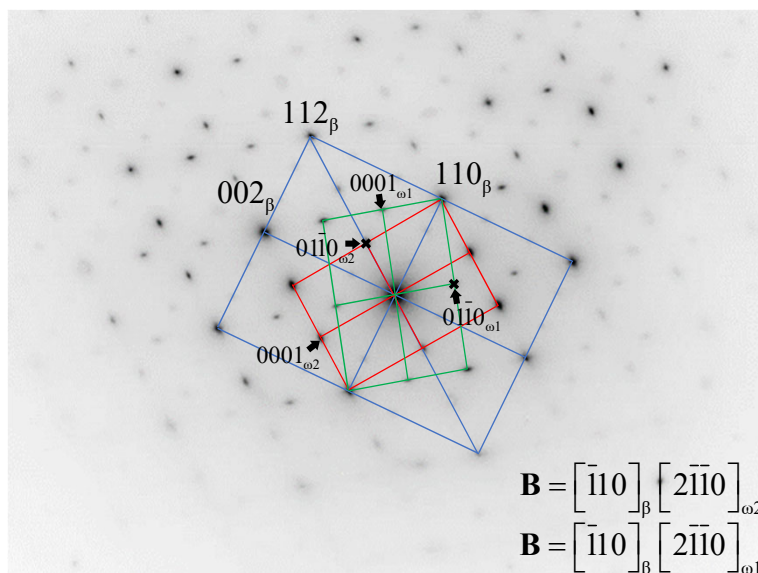
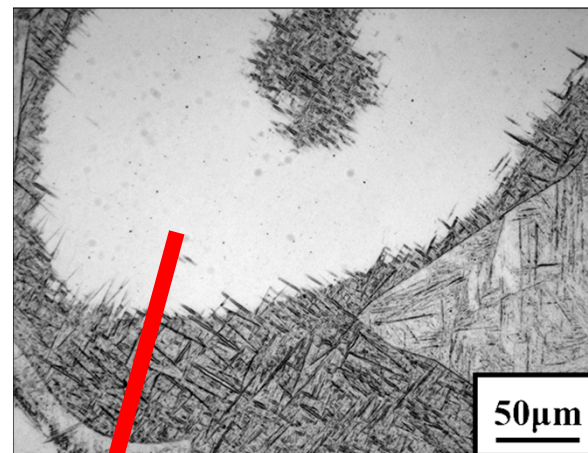
格子欠陥の影響による α 相の析出形態の変化が
溶体化処理時の組織形成の要因となりうる

予備スライド

平滑領域内部の微細組織

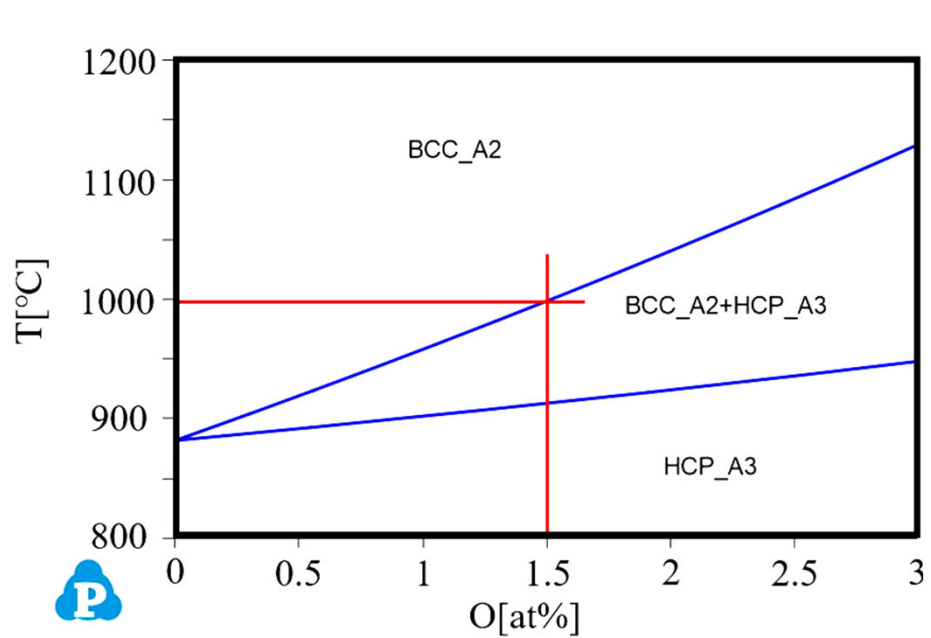
先行研究での組織解析結果

〔 試料組成：Ti-15Nb-1O
1100°C, 4.8 ks (TEM観察) 〕

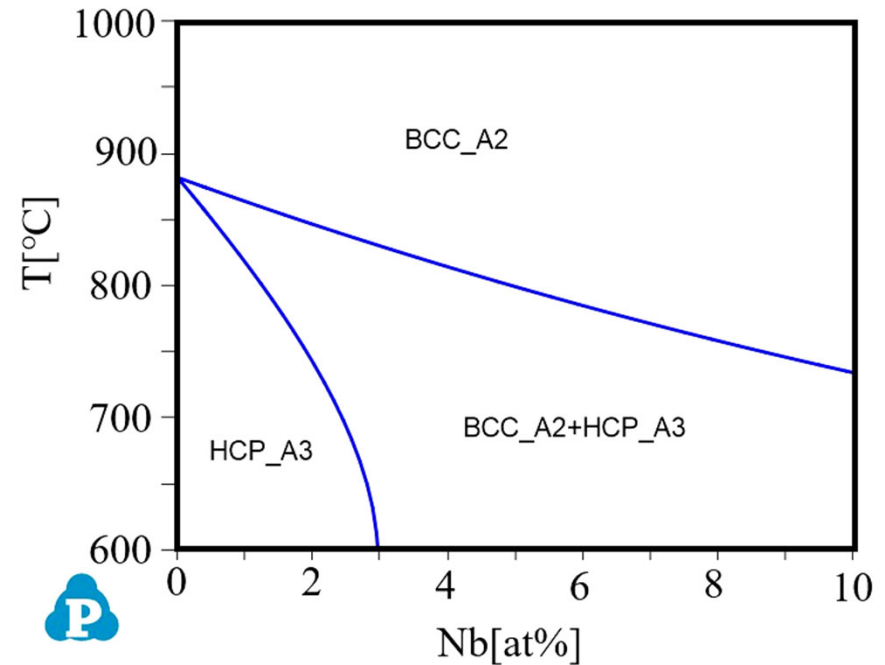


残留β相領域には、 ω_a 相の形成が確認されており
これによって硬度が上昇することも確認されている

β単相域溶体化処理条件の決定



Ti-1.5O[at%]のβ変態点は約1000°C



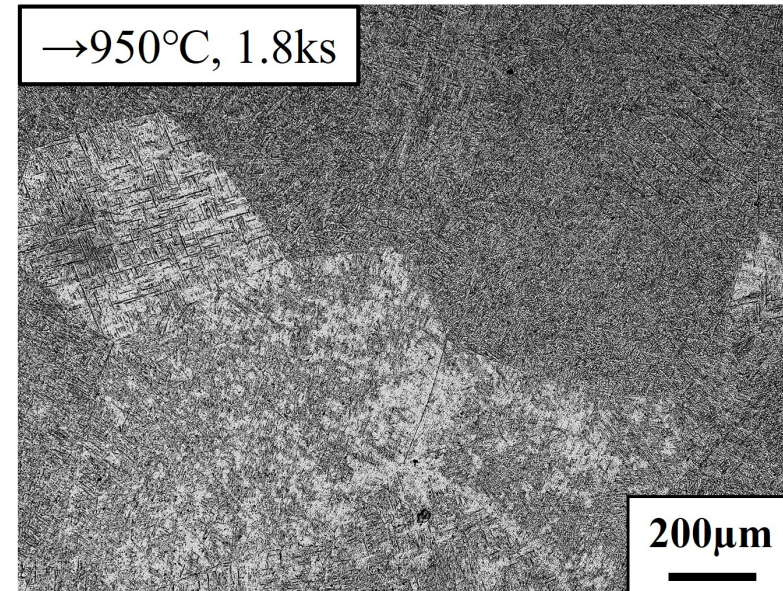
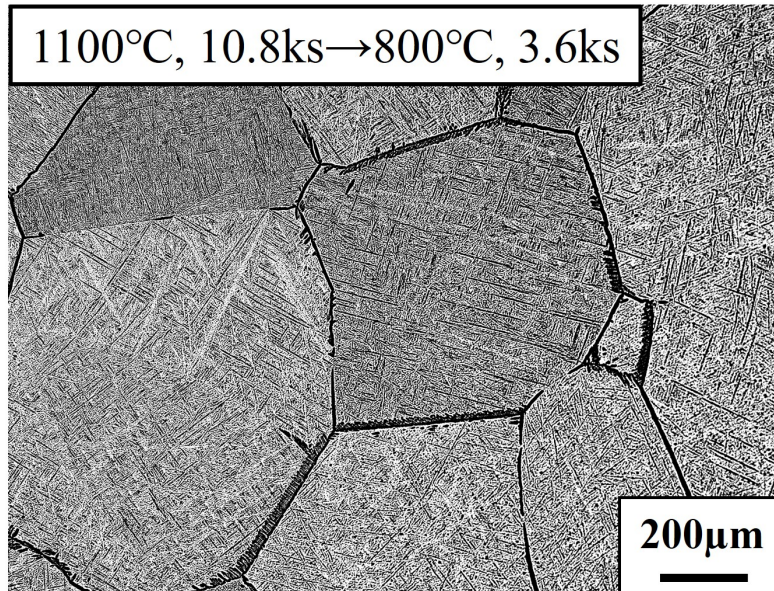
Ti合金においてNbはβ変態点を下げる



Ti-15Nb-1.5O[at%]合金のβ変態点は1000°C未満である

各要素による組織形成への影響について

(Ti-15Nb-10[at%])



溶体化処理後の時効処理で粒界に α 相が生じたものの
その後溶体化処理を行うとすぐに全面ラス状組織となった

➡ 粒界 α 相の消失のみでは平滑部を持つような
複雑な組織形成は難しいと考えられる