

S2-04

心豊かな未来を拓く
科学技術

析出物を利用した新たな組織制御法

- マルテンサイトの組織制御 -

物理工学専攻 助教 森谷 智一

概要

鉄鋼材料におけるマルテンサイトを理想の組織にコントロール

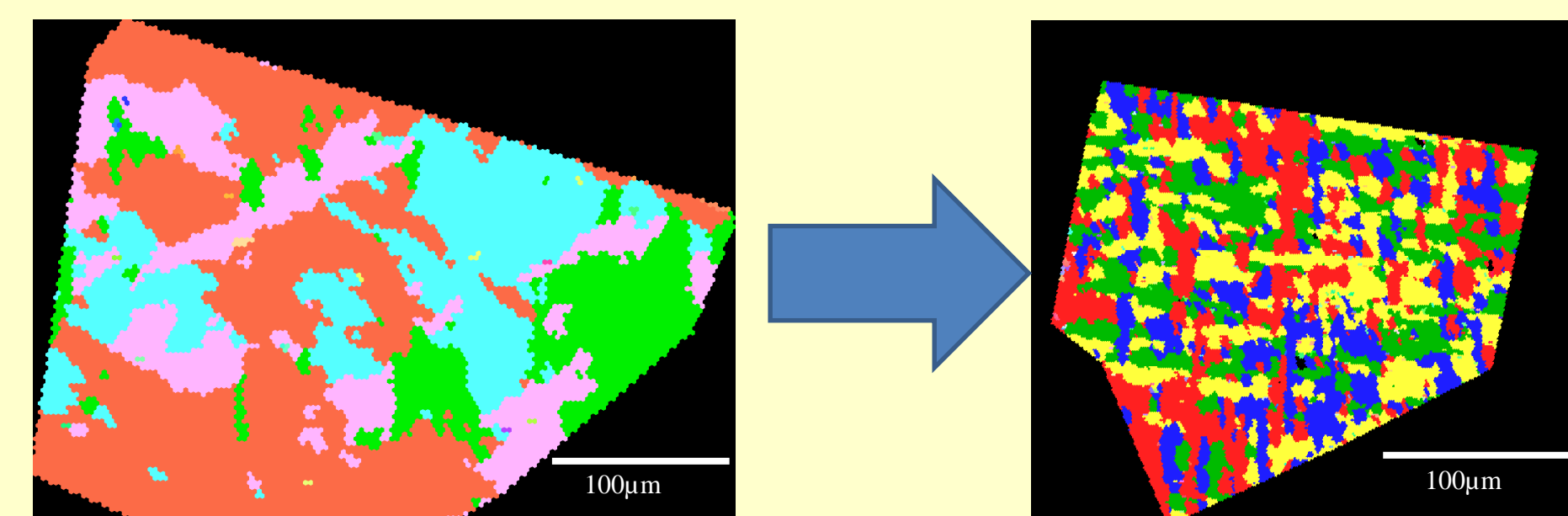
● 過去の問題点

鉄鋼に焼入れをすることで起こるマルテンサイト変態は強度を上げる一般的な組織制御法として用いられているが、微細組織をコントロール(粒子サイズや方位など)することは難しかった。

● 本研究ではあらかじめ特定の粒子を析出させておくことで

マルテンサイト組織のサイズや方位を制御できる技術を見出した。

鉄合金のラスマルテンサイト組織



同じ合金を均一微細に

特長

● 初期組織に α 系粒子 (bcc構造) を析出させておくことで鉄鋼のマルテンサイト組織をコントロールできる。

・ α 系粒子は多くの鉄鋼材料で析出させることが可能 (= 特殊な一部の合金のみの技術ではない)

・ 制御できる内容は、組織のサイズのみでなく結晶方位分布も可能。

● 従来、析出物(炭化物など)による上記のようなマルテンサイト組織制御はほぼ無理だと考えられており、本技術は鉄鋼のマルテンサイトの分野でブレイクスルーになると考えている。

現在工業的に用いられているマルテンサイト組織制御技術に対する優位性

	析出物の種類(合金系)		熱処理方法		制御できる対象	
本技術	◎	α 系粒子 (多くの鉄鋼材料に該当し、析出量も制御可能)	△	初期組織の作り込みに2段階の熱処理が必要	◎	組織のサイズ 結晶方位
従来技術	○	炭化物・窒化物など (多くの鉄鋼材料に該当するが、析出量が少ない)	○	水冷など、単純・短時間焼鈍が析出・組織制御を兼ねる	△	組織のサイズ (焼鈍時の粗大化の抑制)

本技術が拓く心豊かな未来社会の姿

● 構造用材料としての鉄鋼材料の性能を更に上げることが可能

→ 自動車などの軽量化 (= CO₂などの排出削減)

● 結晶方位の制御により、適材適所な材料の開発が可能

→ 鋼板など材料部材の製造の際のエネルギーコスト削減

今後の課題

● 鉄以外の合金系への応用

● 材料の大型化による組織不均一性の問題解決

求める連携先とメッセージ

● 本研究は材料組織学における原理・原則の基礎研究であることをご理解の上、実用化に関するご提案と二人三脚で進められる共同研究を希望します。

● 本研究の原理から、様々な材料に応用できる可能性があると考えています。

そのような応用可能性は私の想定を超えたところにたくさんあるはずで、少しでも関係できそうなご相談には、

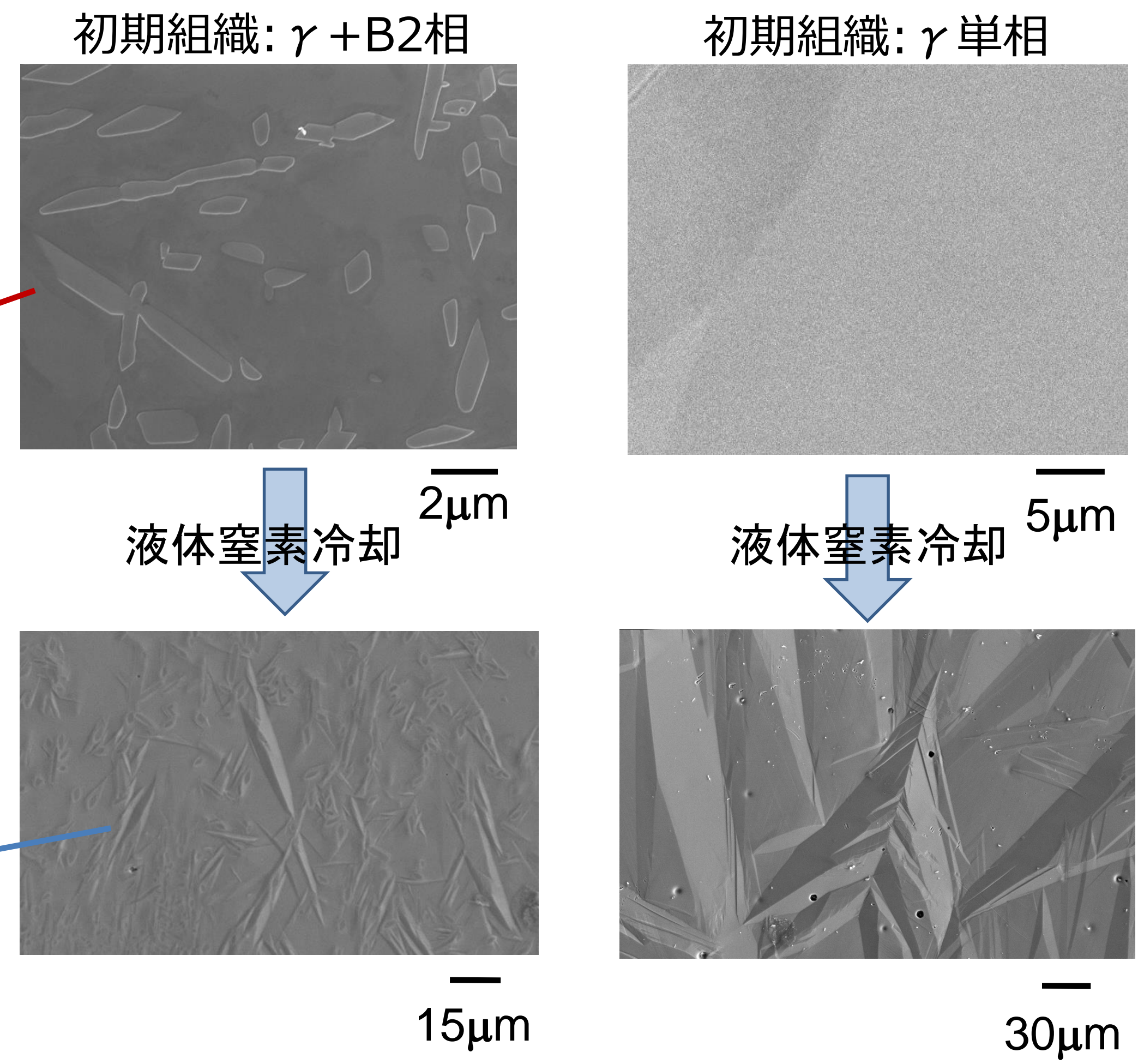
私自身積極的に勉強させていただきたいと思っています。



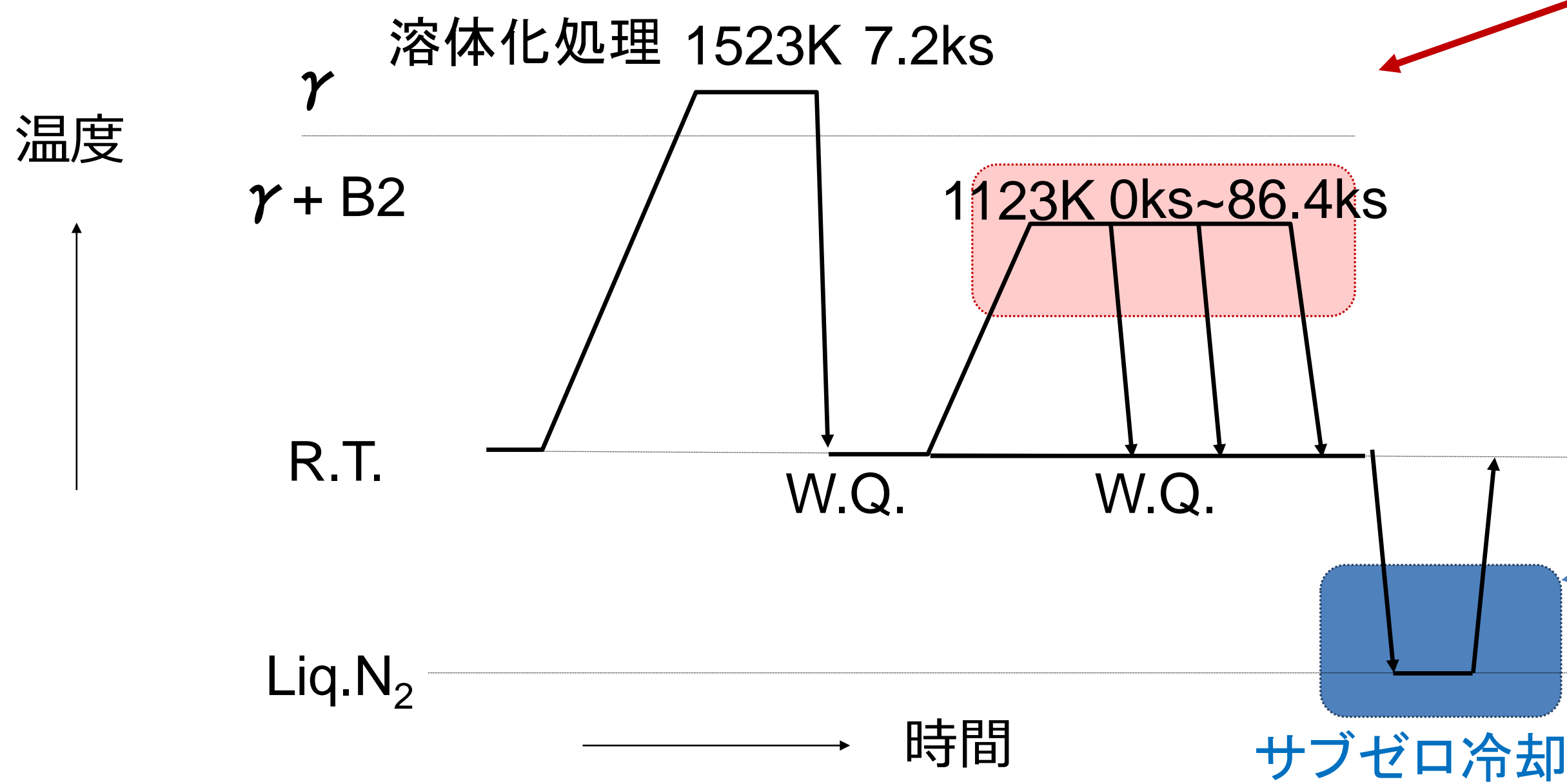
特長が発揮される仕組み

時効処理により γ 母相から B2 相 (bcc 規則構造; α 系粒子) を析出させた二相組織を初期組織としてマルテンサイト変態をさせると、 γ 単相 (fcc 構造) の場合と比べてマルテンサイト組織が微細化する。右の例は薄板状マルテンサイト組織だが、ラスマルテンサイト組織を呈する合金においても同様の現象が起こる。

Fe-29.5mol%Ni-10.1mol%Al合金の初期組織とサブゼロ後のマルテンサイト組織



主な熱処理過程



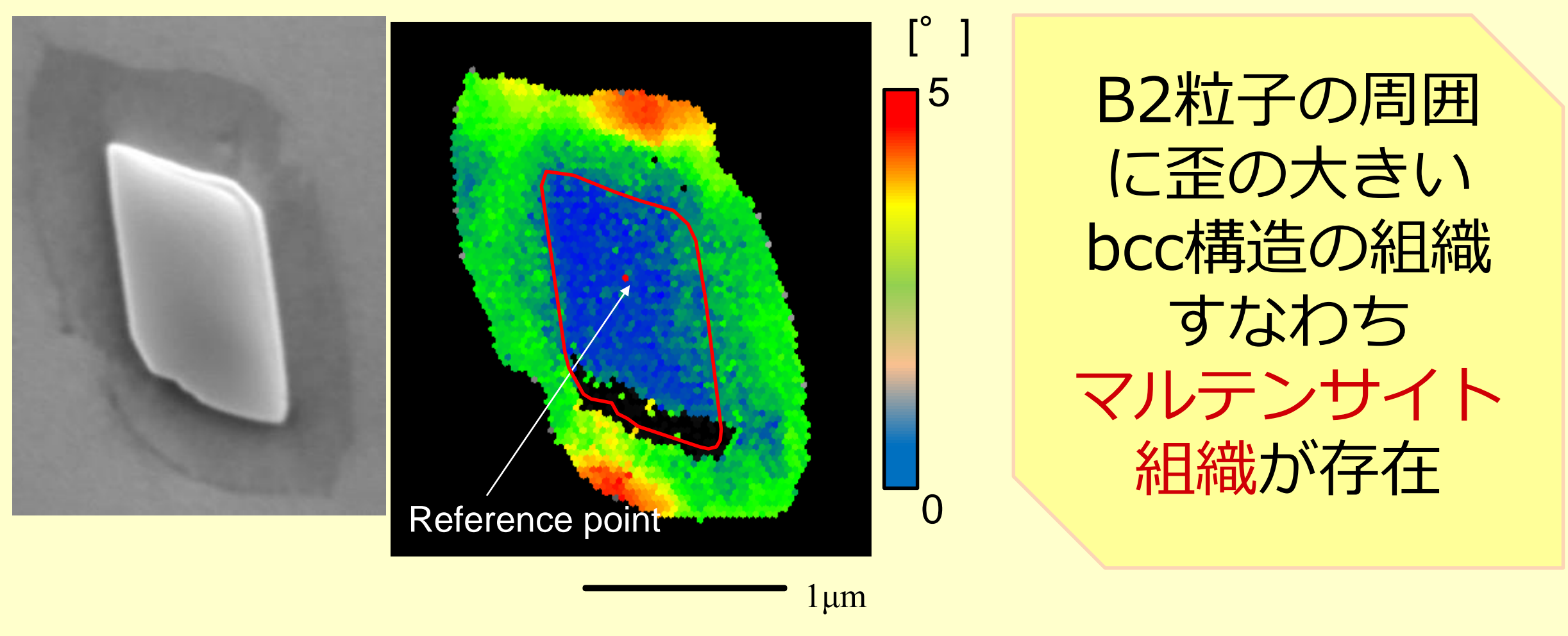
B2相の析出

微小なマルテンサイト (薄板状)

サブゼロ冷却

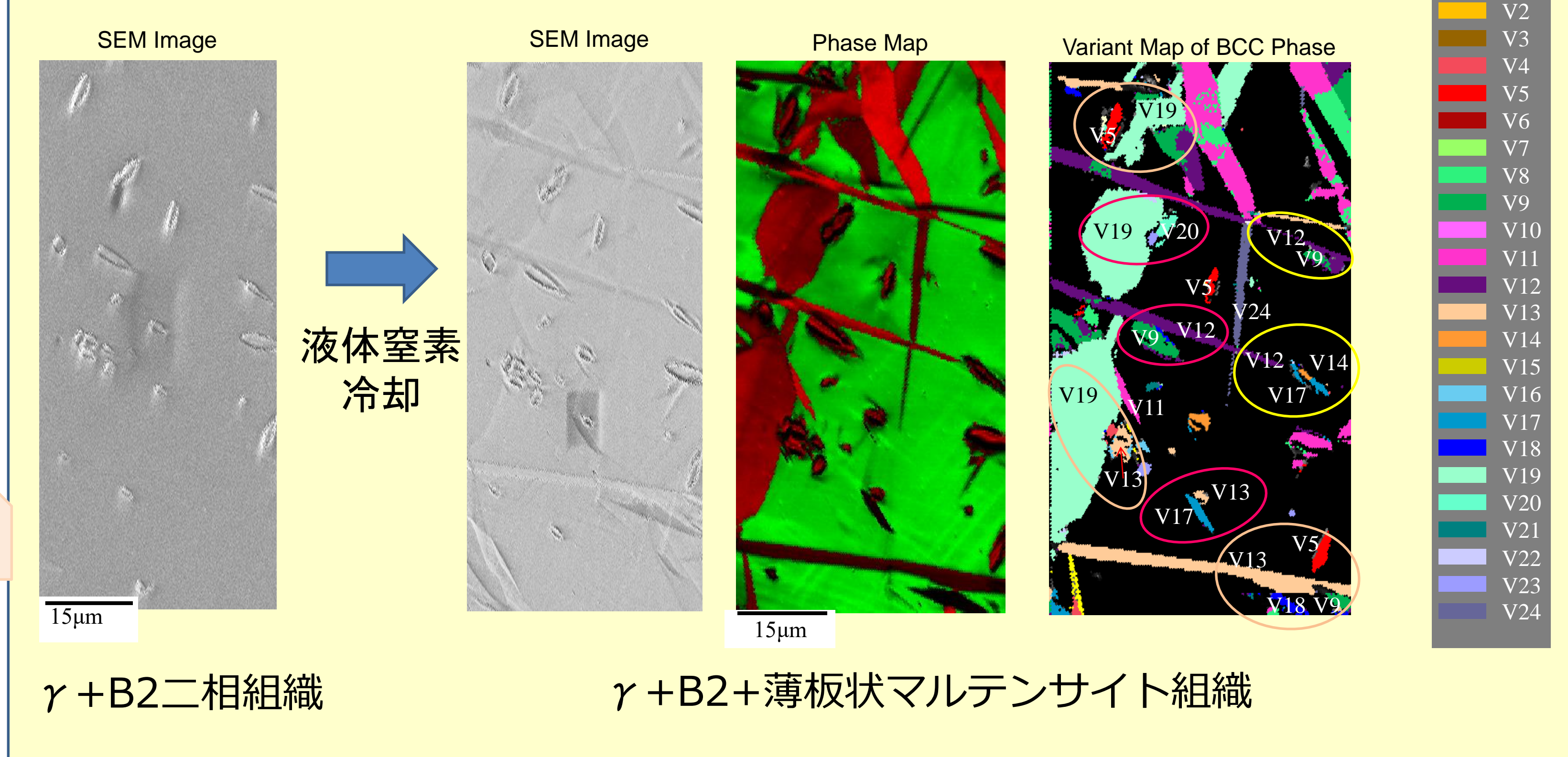
技術の特長の根拠となる実験データ等

Fe-29.5mol%Ni-10.1mol%Al合金の B2 粒子周囲の歪分布 (EBSD 方位差分布図)

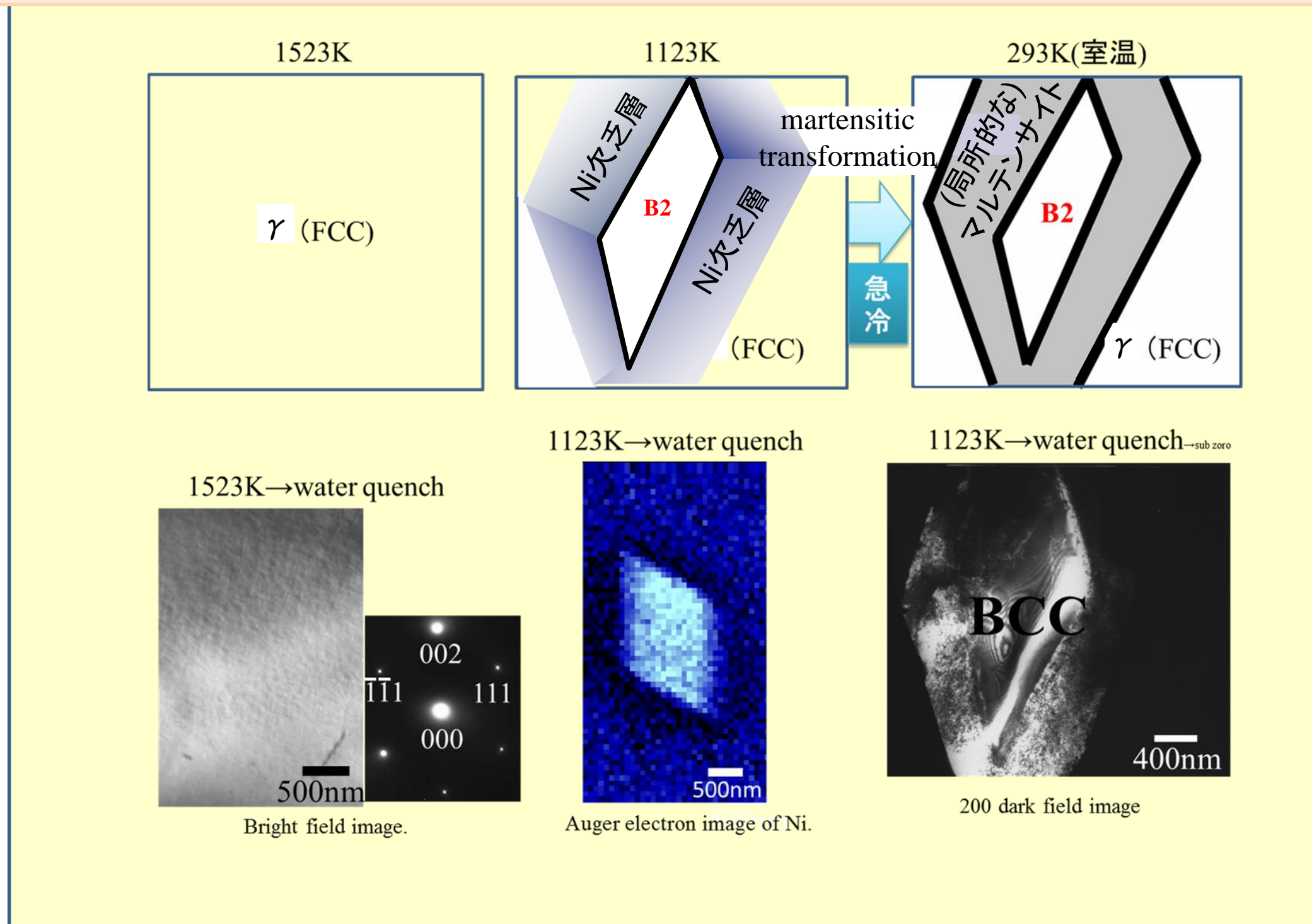


B2 粒子の周囲に歪の大きい bcc 構造の組織 すなわち **マルテンサイト組織** が存在

Fe-Ni-Al合金の $\gamma + B2$ 二相の初期組織とサブゼロ後の組織のバリエーション分布



B2 粒子の周囲にマルテンサイトが形成される過程の模式図



- ・初期組織における析出物である B2 粒子の周囲にマルテンサイトが存在することで周囲の γ 母相が歪む。
- ・その歪場がマルテンサイト変態の駆動力となる。
- γ 単相の場合に比べてマルテンサイト変態の起点が増える
- **マルテンサイト組織が微細化する**
- ・さらに、 γ 母相の歪は B2 粒子の方位に依存するため、サブゼロによって生成する薄板状マルテンサイトは B2 相の方位と関連の深いバリエーションに制限される。
- **方位の制御が可能となる**

試作品の状況

提供可

※提供の際は諸手続が必要となるため、下記問合せ先までご連絡願います。

文献・特許の情報

研究フェーズ



T.Moritani, H.Teramura, H.Fujiyama, M.Yamaji and T.Kozakai: CAMP-ISIJ, Vol.26,309, (2013).

【お問合せ】名古屋工業大学 産学官金連携機構

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町字木市29番

TEL:052-735-5627 FAX:052-735-5542

E-mail: nitfair@adm.nitech.ac.jp URL: <https://technofair.web.nitech.ac.jp/>