



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

Hot Deformation Behavior of Ferritic Stainless Steel in Single and Duplex Phase Regions

Chair of Engineering Materials
Graduate School of Engineering, The University of Tokyo
Yuki Shimomura and Prof. Dr.-Eng. Jun Yanagimoto



1. 研究背景

ステンレス鋼：Cr含有量が10.5%以上の鋼

耐食性が高く、炭素鋼より長寿命で、リサイクル性が高い

ライフサイクルコストの低減による環境保全効果

現在使用されているステンレスの70%がオーステナイト系であるが、Niは高価で、価格変動が大きい

オーステナイト系から二相系、フェライト系への置換



研究目的 フェライト系ステンレス合金の単相域と二相域の熱間流動応力を定式化し、その変形メカニズムを解明する

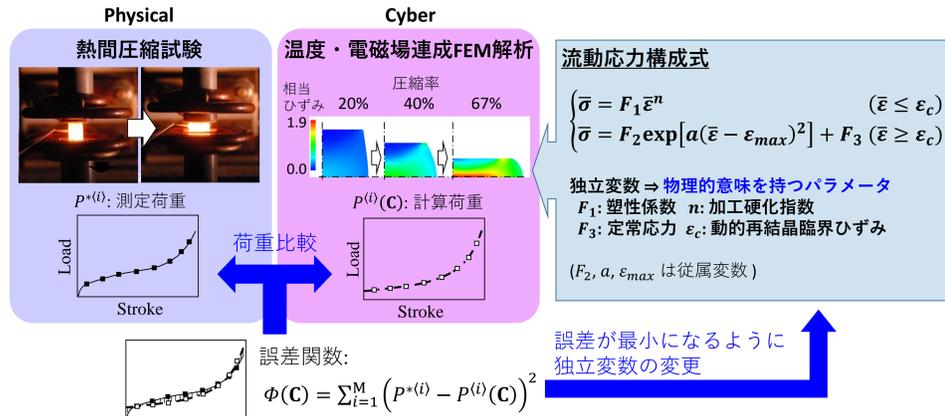
3. 熱間圧縮試験とその逆解析による流動応力の同定

圧縮試験においては、摩擦や熱伝導・加工発熱の影響で、温度やひずみが不均一になる
⇒温度・電磁場連成FEM解析を用いた逆解析[1]による単軸流動応力の取得

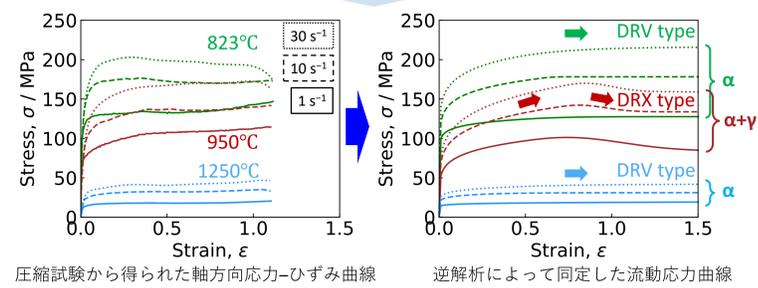


[1] A. Yanagida, J. Liu and J. Yanagimoto: Mater. Trans., 44 (2003), 2303.

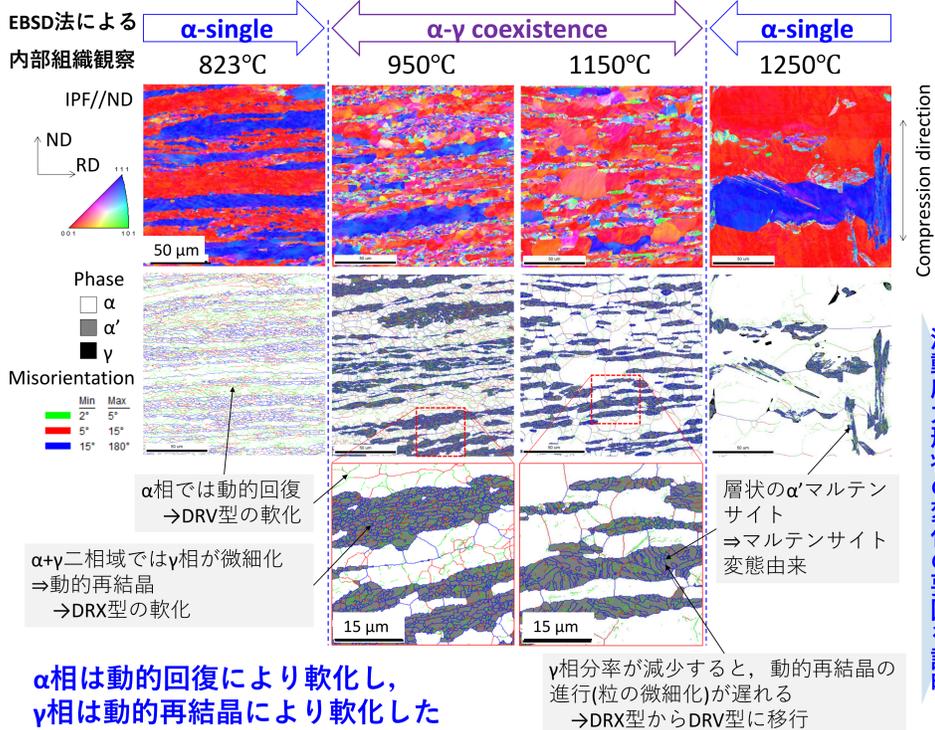
熱間圧縮試験のデジタルツインを用いた逆解析



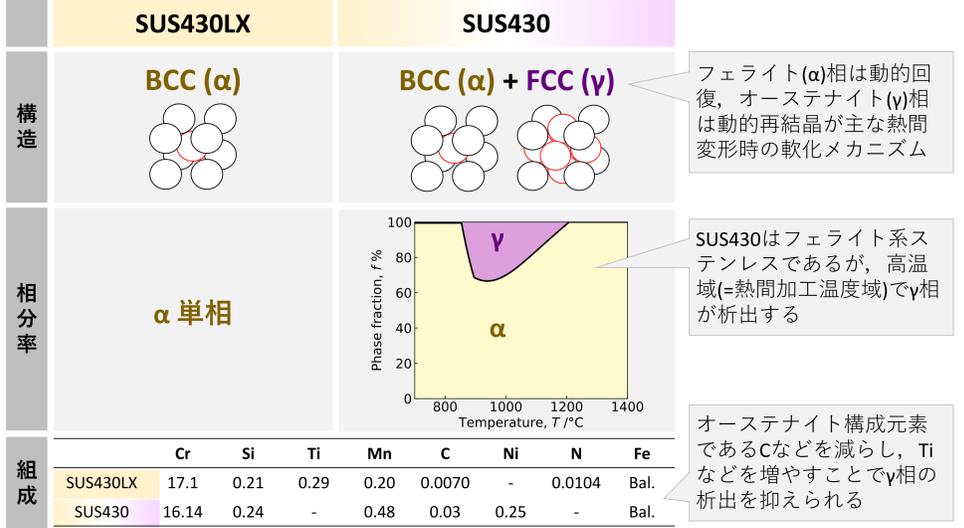
圧縮試験とFEMを用いた逆解析により、正確な単軸流動応力を同定
α相のDRVとγ相のDRXが明確にとらえられた



5. 内部組織観察による変形メカニズムの解明



2. SUS430LXとSUS430



組成に近い二種のフェライト系ステンレスを用いて、単相域と二相域の熱間変形挙動を比較する

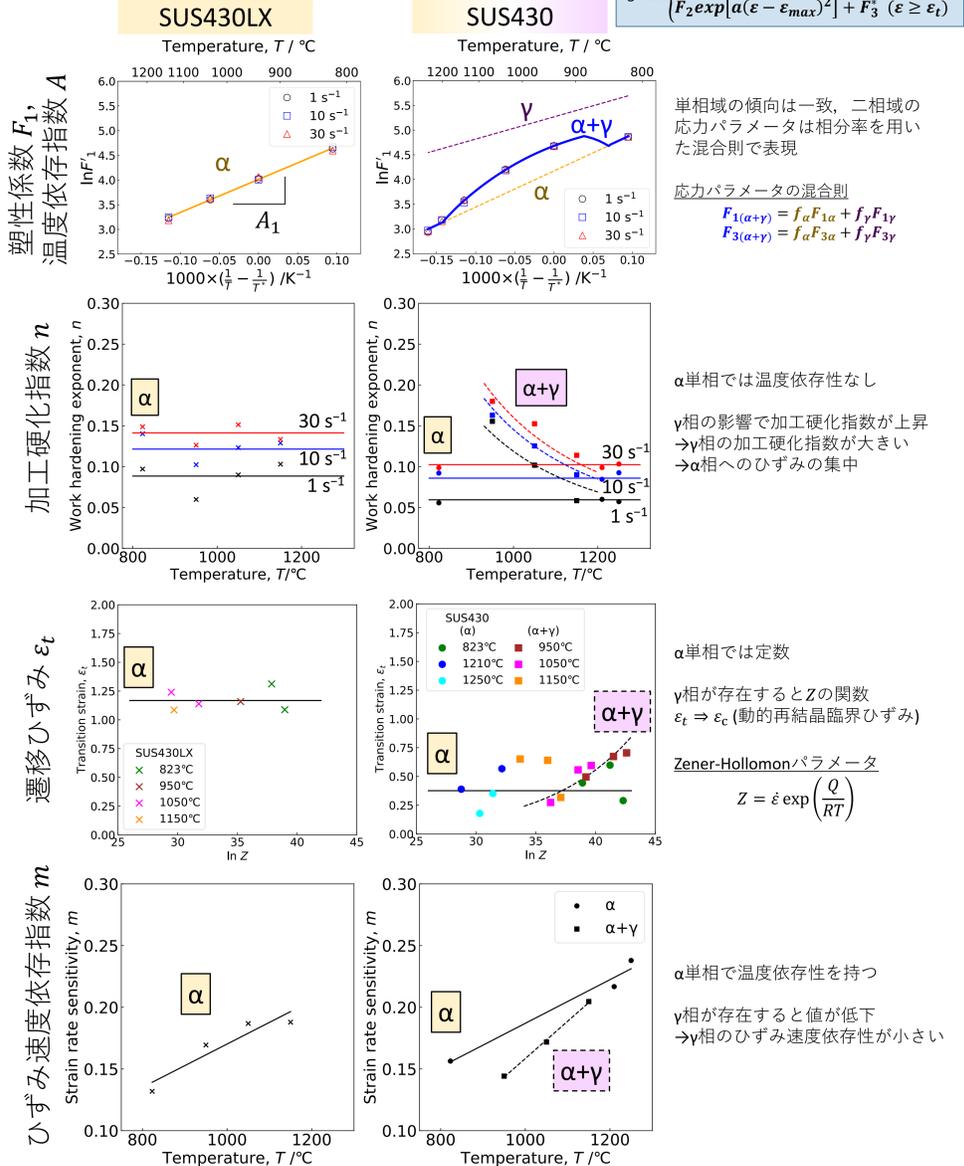
4. 流動応力パラメータの回帰分析

熱間圧縮試験と逆解析で同定したパラメータの回帰分析により、温度・ひずみ・ひずみ速度の関数である流動応力統合式を提示

流動応力統合式

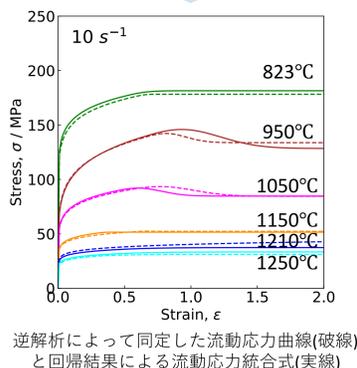
$$\sigma = \sigma^* \left\{ \dot{\epsilon}^m \exp \left[A \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right] \right\}$$

$$\sigma^* = \begin{cases} F_1 \bar{\epsilon}^n & (\epsilon \leq \epsilon_t) \\ F_2 \exp[a(\epsilon - \epsilon_{max})^2] + F_3 & (\epsilon \geq \epsilon_t) \end{cases}$$



回帰分析により流動応力統合式を提示

いずれのパラメータも単相域と二相域でそれぞれ異なる特徴を示した



6. 結論

- フェライト系ステンレスにおける単相域と二相域の熱間流動応力を同定した
- 圧縮試験の逆解析により、単相域と二相域の流動応力の変化を明らかにした
- γ相の析出が流動応力に及ぼす影響をパラメータの回帰分析により定量的に示した
- α相は動的回復、α+γ二相域のγ相は動的再結晶により軟化することを明らかにした