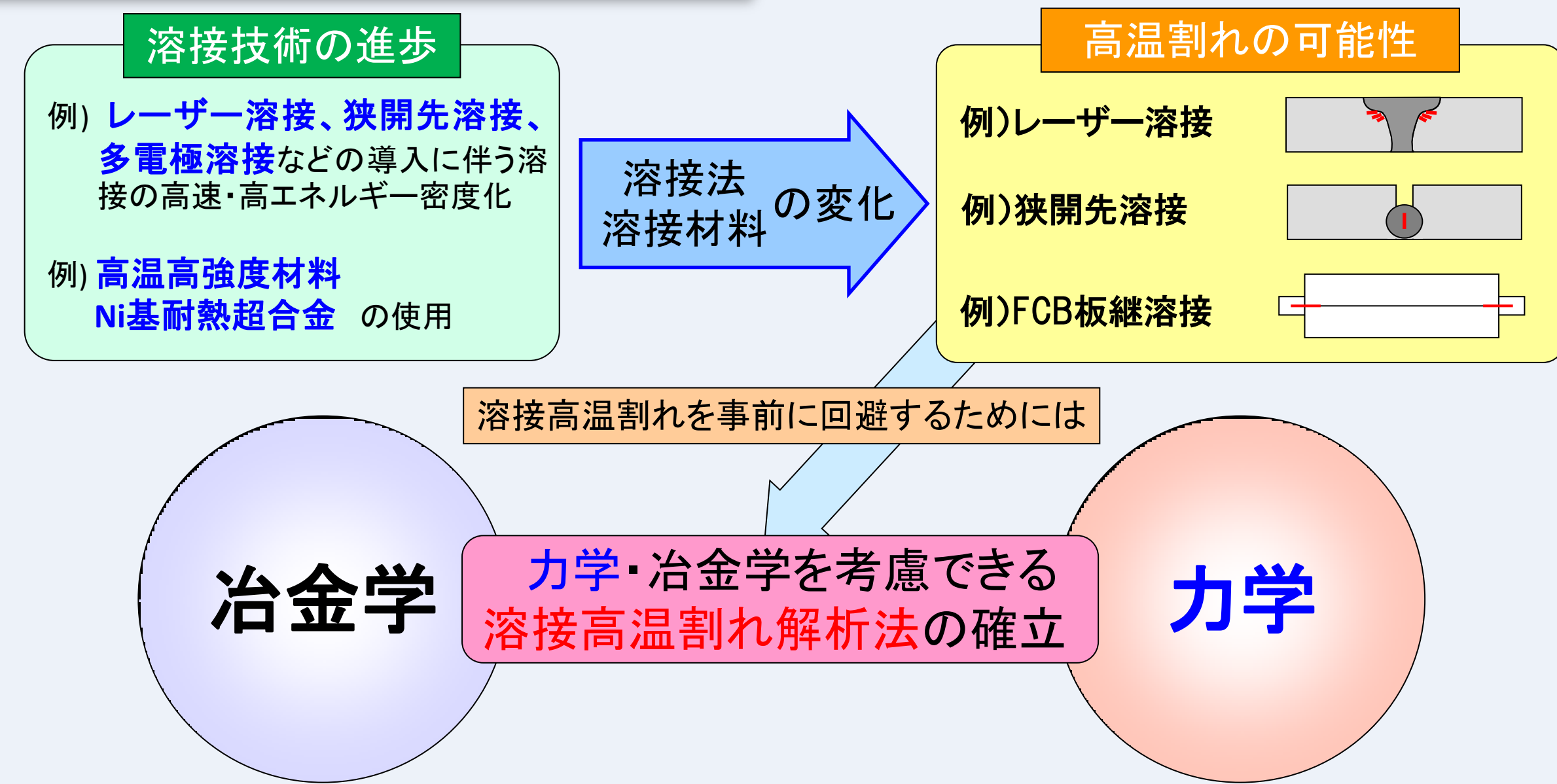


溶接高温割れの力学シミュレーション

大阪府立大学 山田 祐介, 生島 一樹, 柴原 正和
大阪大学 森 裕章

研究背景・目的

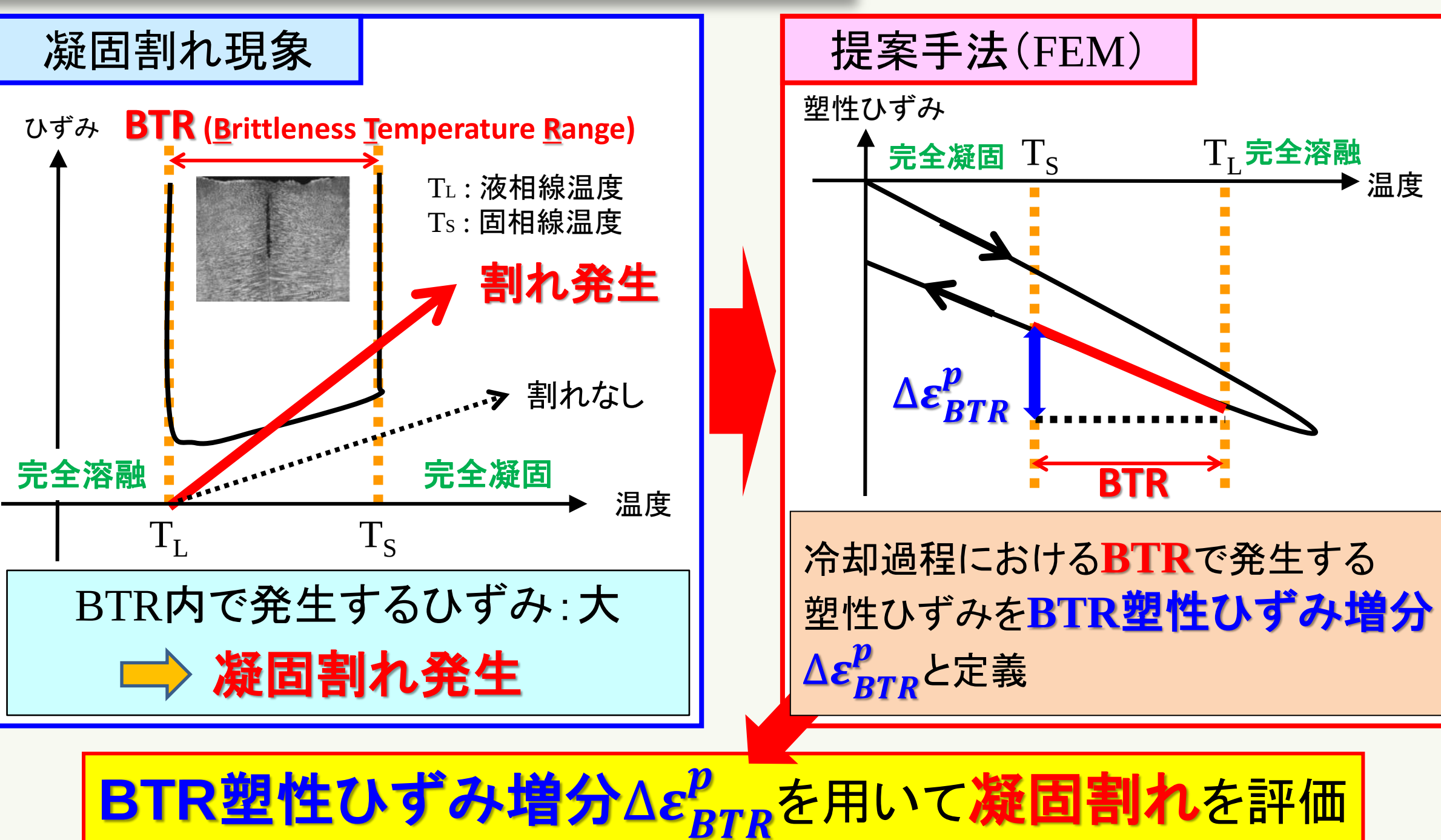


本研究の目的

FEMを用いて割れ発生場所および進展長さを評価することができる解析法の確立

サイドビード試験に適用することにより本手法の適用性について検討

凝固割れの評価方法



サイドビード割れ試験の力学的考察

割れ先端位置における曲率を梁理論と熱膨張によりモデル化

単位溶接長あたりの入熱量Q

$$Q = 2c\rho t b_h T_{BTR} \dots (1)$$

Q: 単位溶接長あたりの入熱量
c: 比熱、 ρ : 密度
t: 板厚、 b_h : 加熱幅
 T_{BTR} : BTRにおける代表温度

熱膨張力F

$$F = \int \sigma dA = t b_h (\alpha T_{BTR} E) \dots (2)$$

α : 線膨張係数
E: ヤング率

熱膨張力Fにより発生する曲げモーメントM

$$M = \frac{B-b_h}{2} \times F = \frac{B-b_h}{2} \times t b_h (\alpha T_{BTR} E) \dots (3)$$

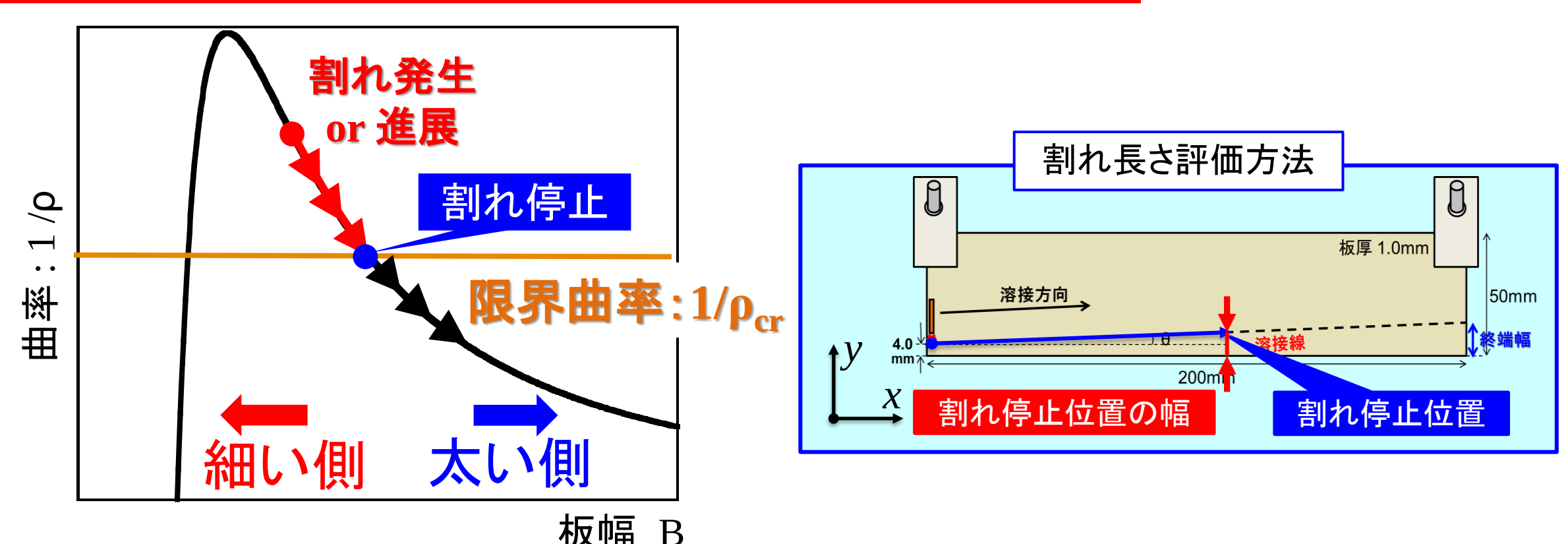
割れ先端における曲率 (単位長さあたりの開口角度変化)

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI} = \frac{3\alpha T_{BTR} (B-b_h) b_h}{B^3} \dots (4)$$

I: 半幅の断面2次モーメント

割れ停止条件: $1/\rho < 1/\rho_{cr}$ (ρ_{cr} : 限界曲率半径)

サイドビード割れ試験の割れ停止メカニズム



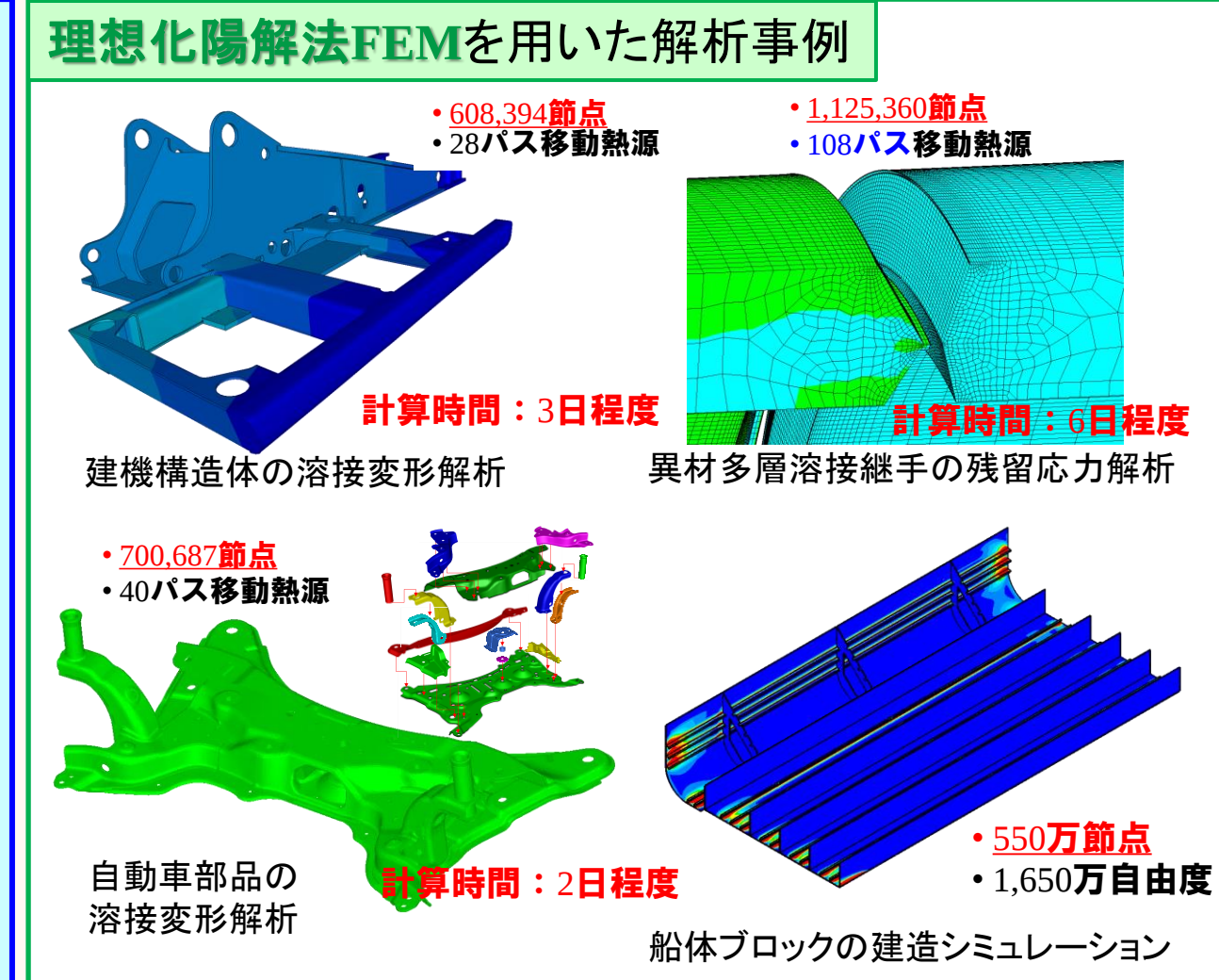
力学モデルを用いることで、サイドビード割れ試験の割れ停止メカニズムを説明することができる

理想化陽解法による解析手順

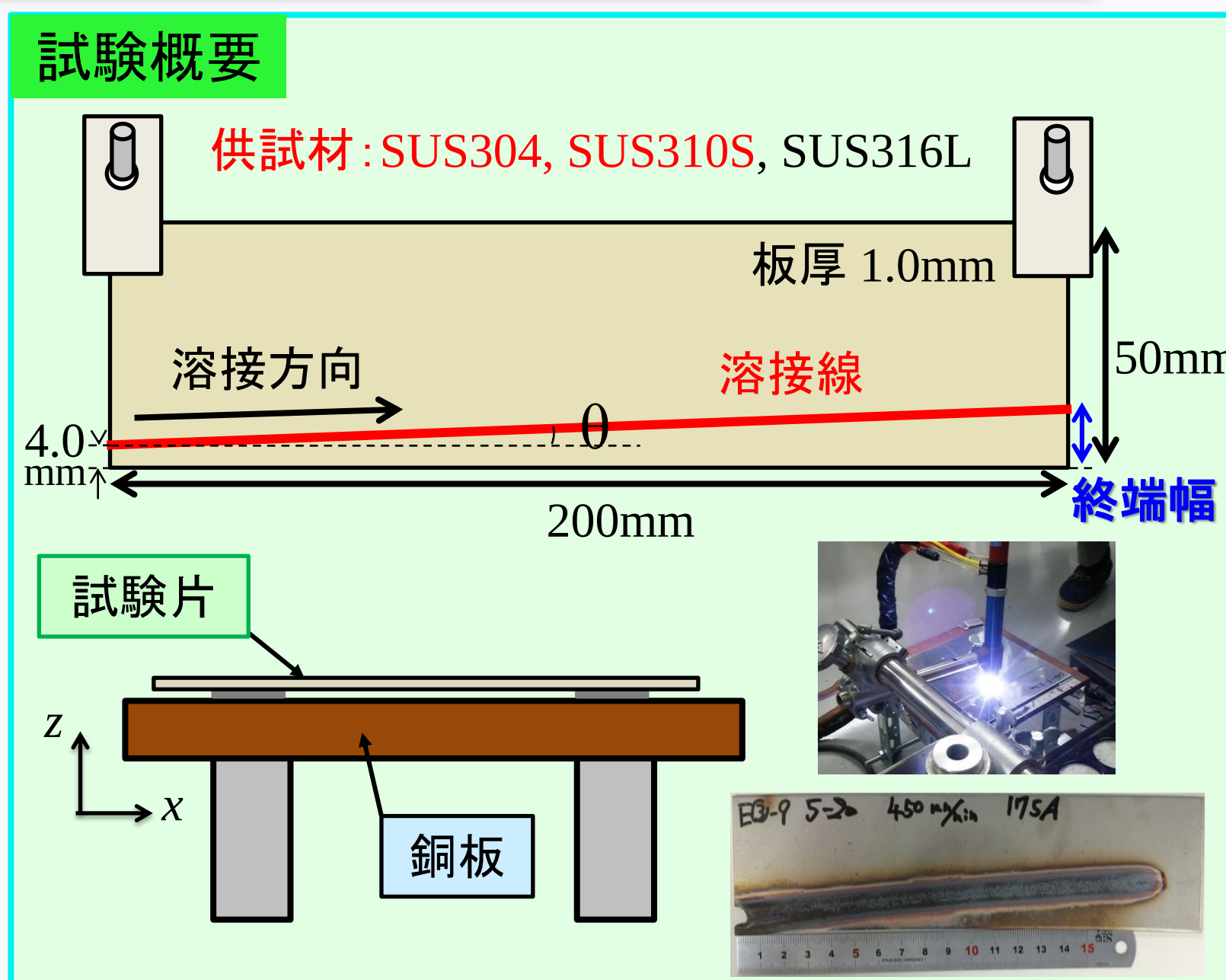
- ① 理想化陽解法FEMを用いた熱伝導解析を実施
- ② 理想化陽解法FEMを用いた熱弾塑性解析 (高温割れ解析) を実施

温度がBTR内にある要素において、冷却時のBTR塑性ひずみ増分 $\Delta \epsilon_{BTR}^p$ が限界ひずみ $\Delta \epsilon_{cr}$ より大きくなった時点でその要素を削除

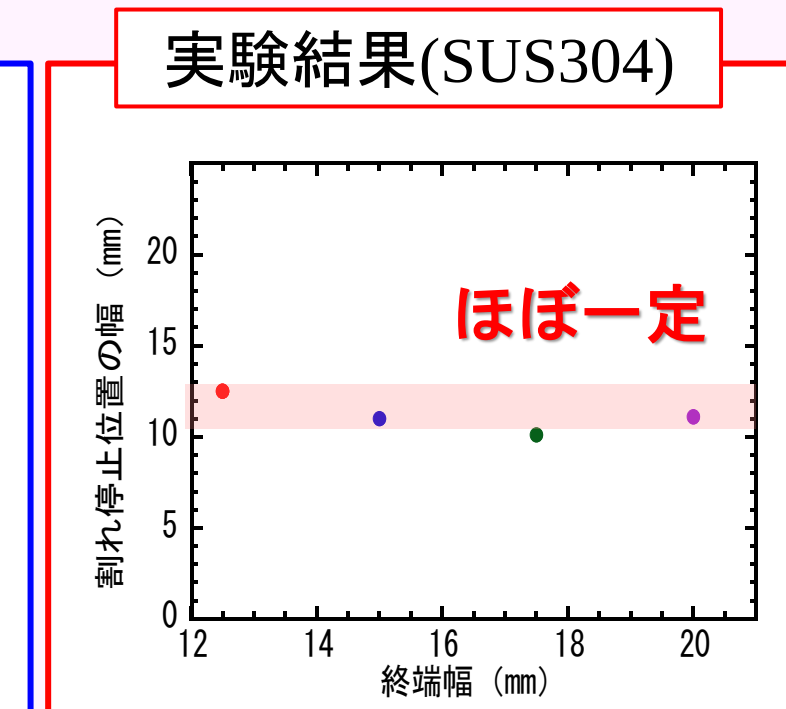
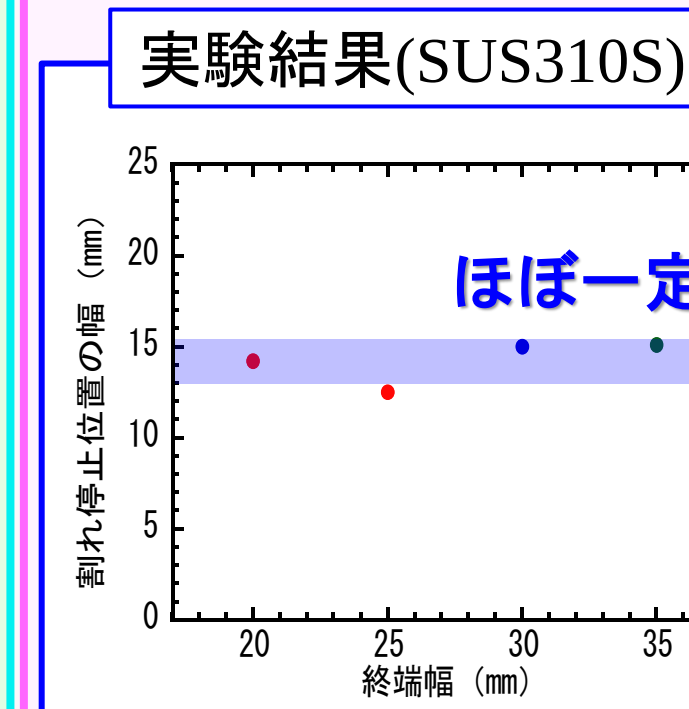
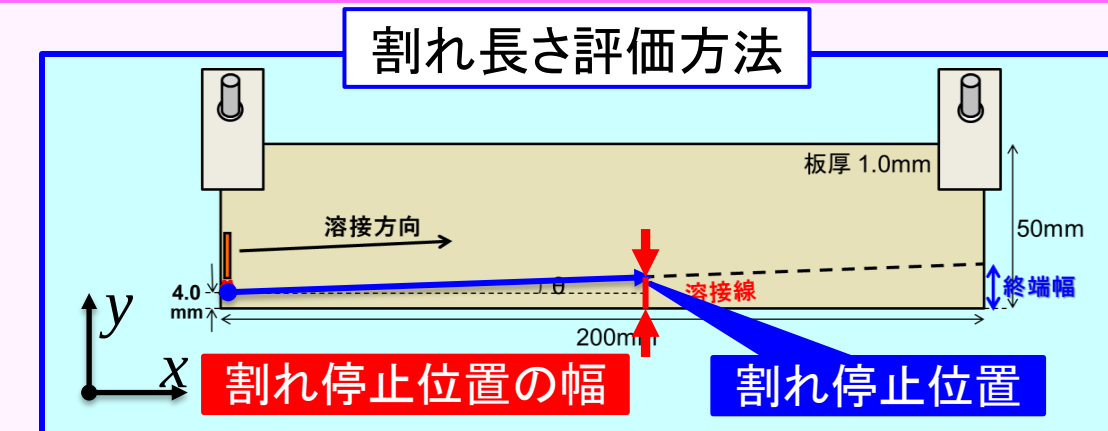
割れの発生・進展・停止をモデル化



サイドビード割れ試験



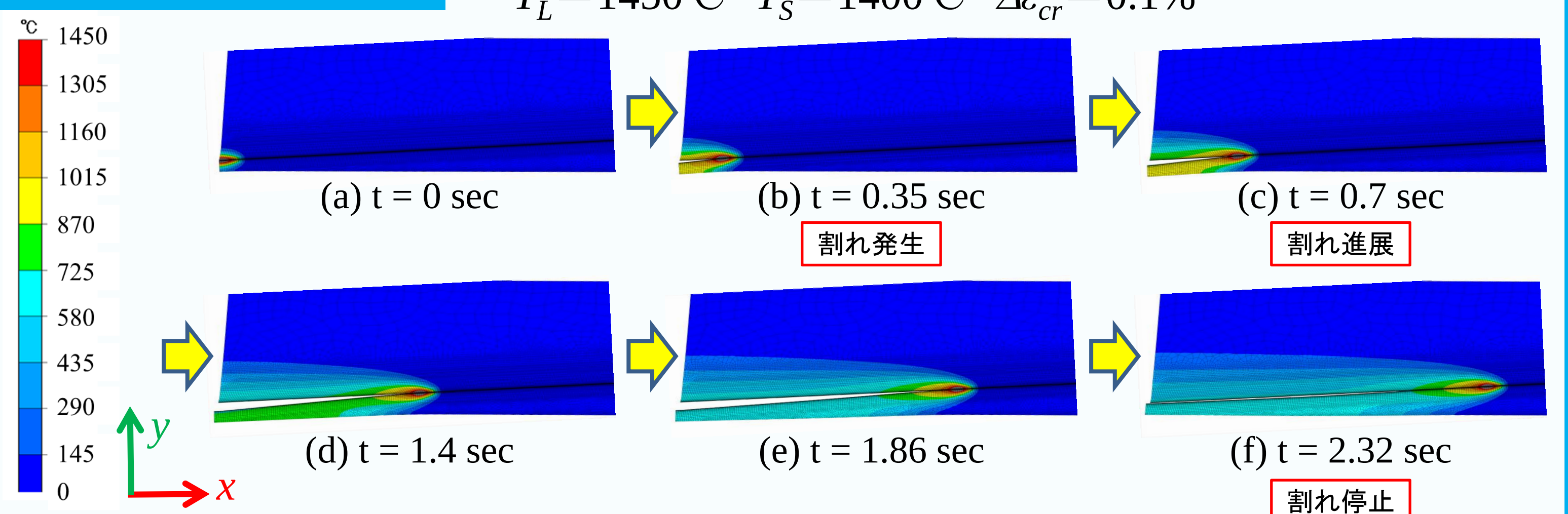
試験結果



材料を替えても割れ停止位置の幅はほぼ一定

サイドビード割れ試験の解析結果

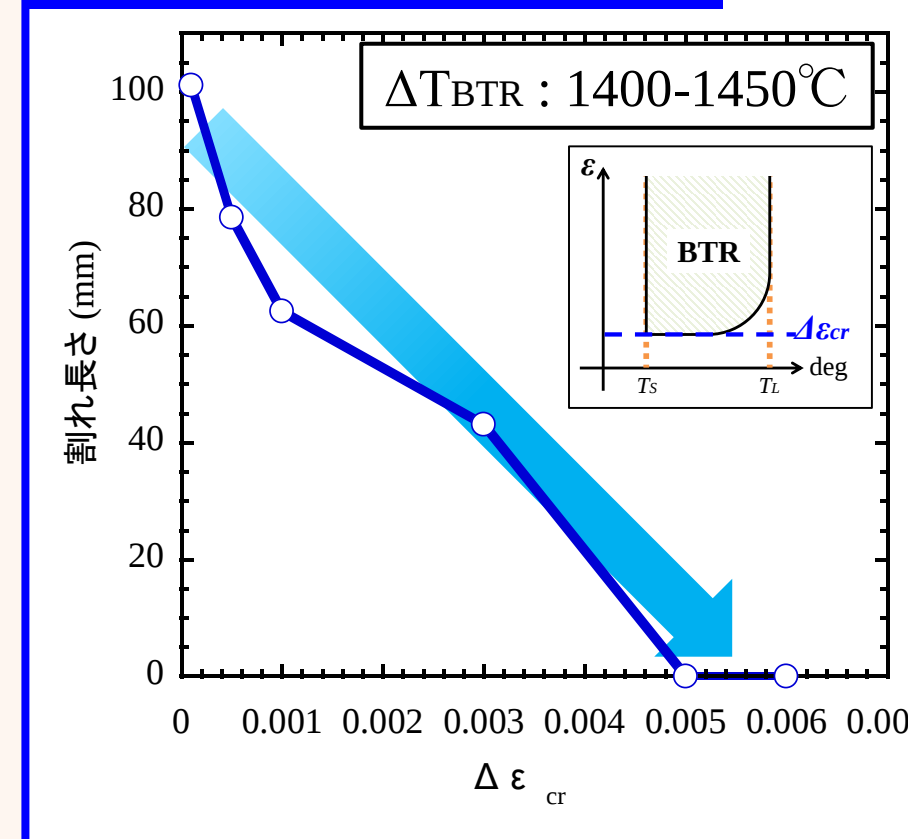
割れ進展解析結果



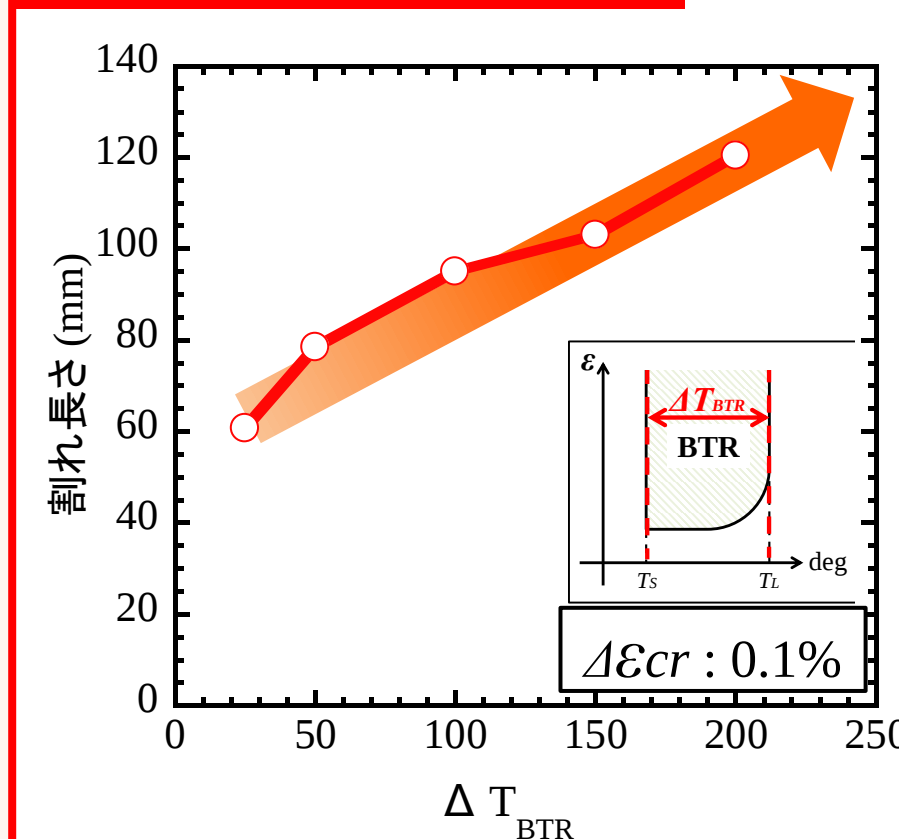
提案手法: 割れの発生・進展・停止を解析可能

材料的因子の影響

限界ひずみ $\Delta \epsilon_{cr}$ の影響

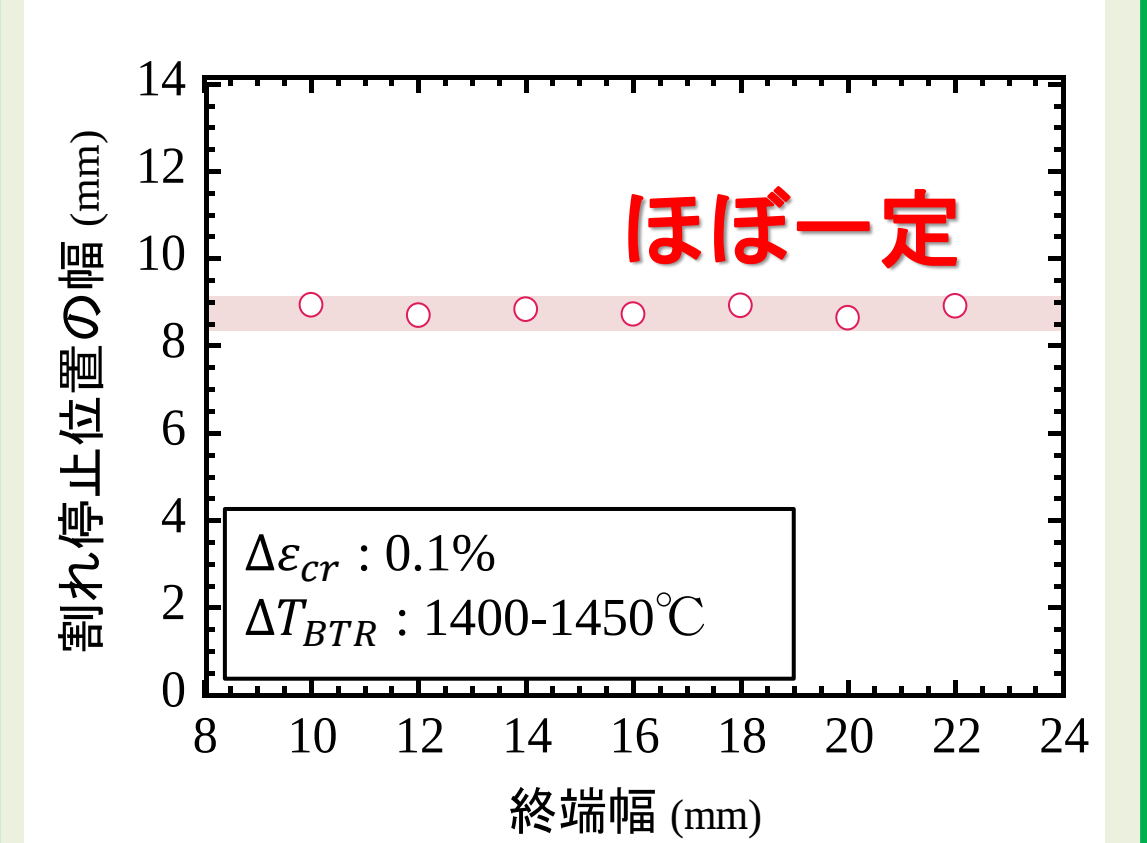


BTR幅 ΔT_{BTR} の影響



限界ひずみ: 大
BTR幅: 大
割れ長さ: 小
割れ長さ: 大

解析結果(SUS304)



解析においても実験同様割れ停止位置の幅は一致

提案手法でサイドビード割れ試験の割れ長さを評価可能であることを示した

結論

- サイドビード割れ試験の力学モデルを構築し、凝固割れ進展停止メカニズムを力学的な視点から考察した。
- 解析手法を構築し、凝固割れの発生・進展・停止を再現可能であることを確認した。
- 提案手法を用いることで、BTR幅や限界ひずみなどの諸因子が割れ長さに及ぼす影響について検討可能であることを示した。

本研究は内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム・SIP(委託事業)「テーマD65 溶接部性能保証のためのシミュレーション技術の開発」の一環として実施されたものである。