



TOHOKU
UNIVERSITY

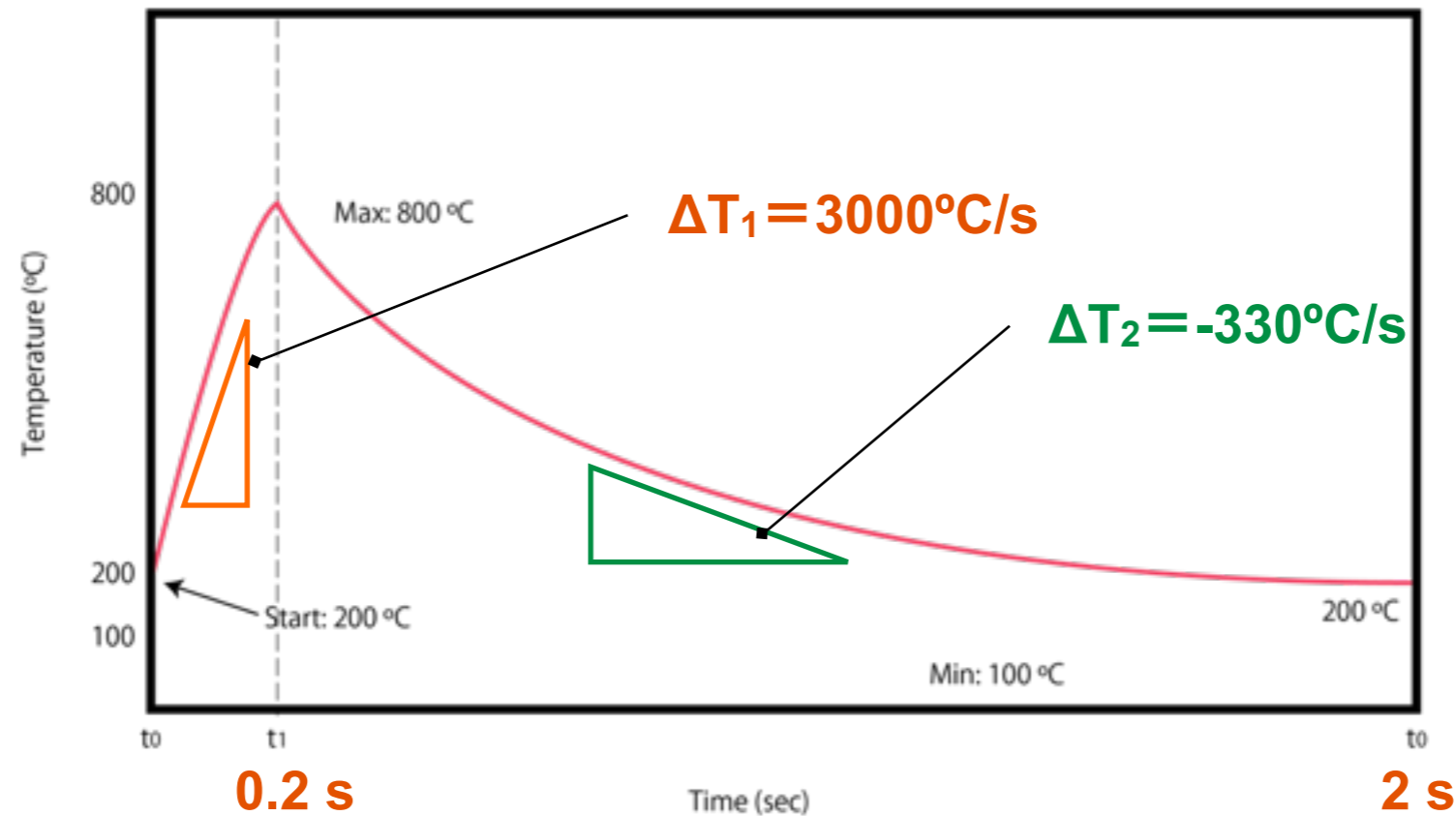
金型生産技術の信頼性向上に向けての ヒートクラック形成過程の解明と寿命評価・改善

東北大学 未来科学技術共同研究センター

庄子哲雄

<http://www.fri.niche.tohoku.ac.jp>

金型のヒートクラック形成過程問題



金型の熱履歴の一例

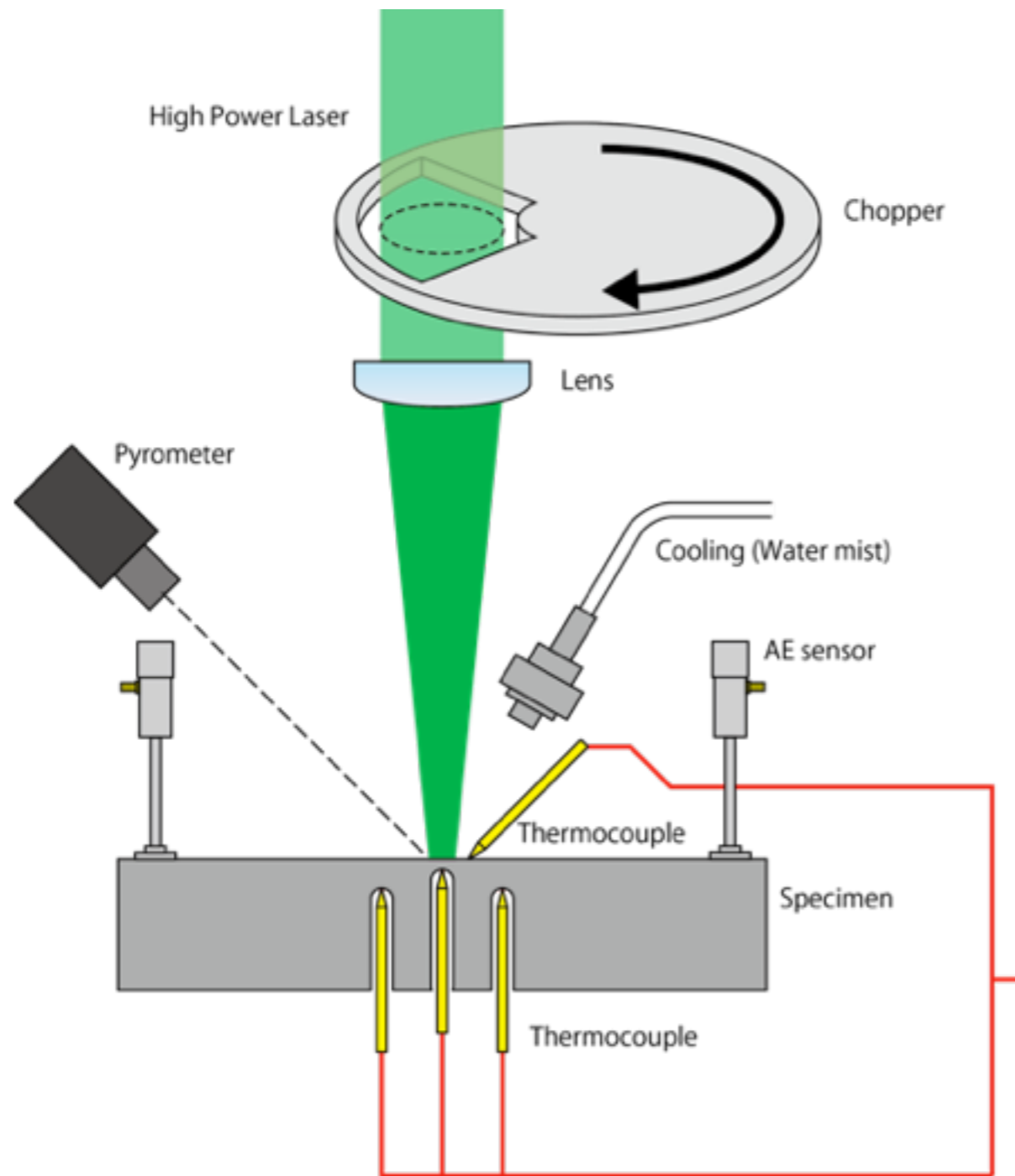
金型の設計にはCAE（Computer Aided Engineering）技術が広く用いられている。金型は過酷な熱環境下で使用されヒートクラックが発生し製品不良の原因となる。本研究では「ヒートクラック形成過程の解明と寿命評価・改善」を目的とする。

アプローチ

1. 再現試験法の確立
2. CAEとの連成による応力評価
3. ヒートクラック発生寿命の支配因子の解明と設計への応用

1. 再現試験方法の確立

レーザー熱衝撃疲労試験装置の開発

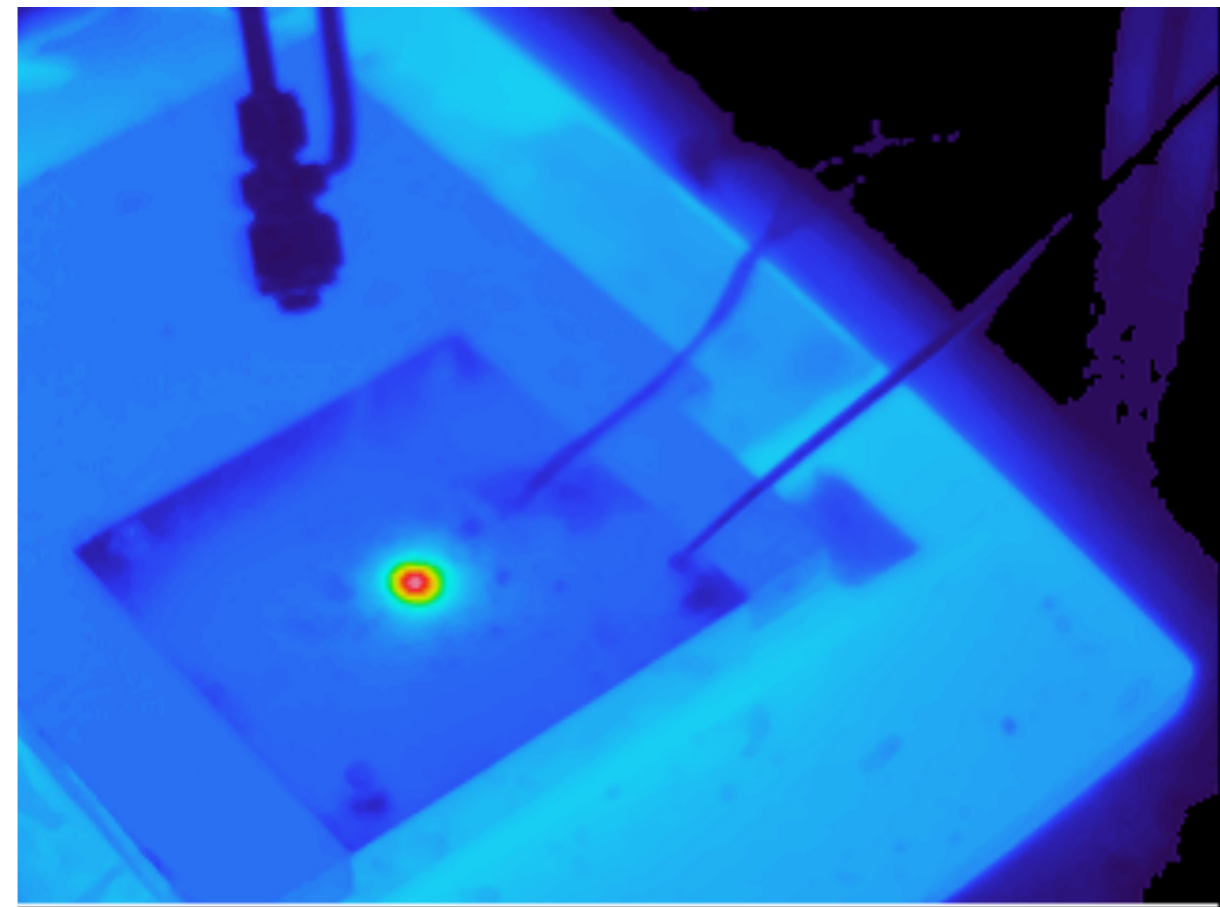


Laser facility: IPG YLR-800-SM

Type: Ytterbium fiber laser

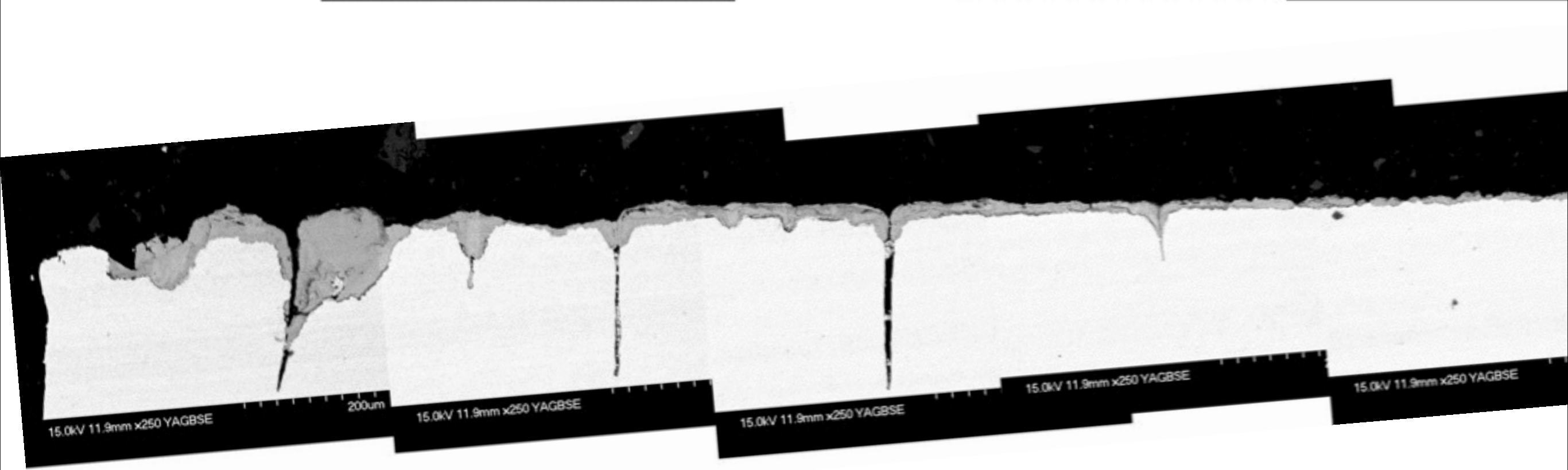
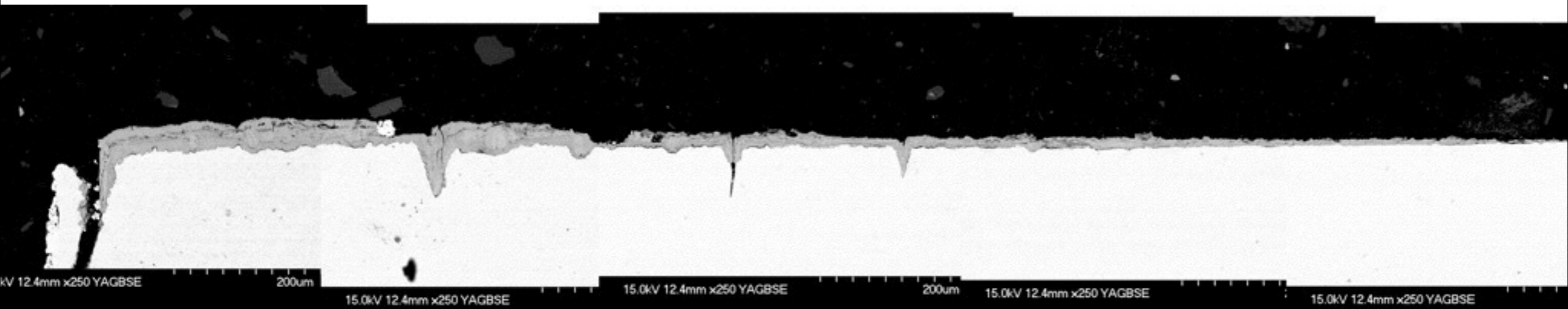
Wave Length: 1064 nm,

Power: 80-800W



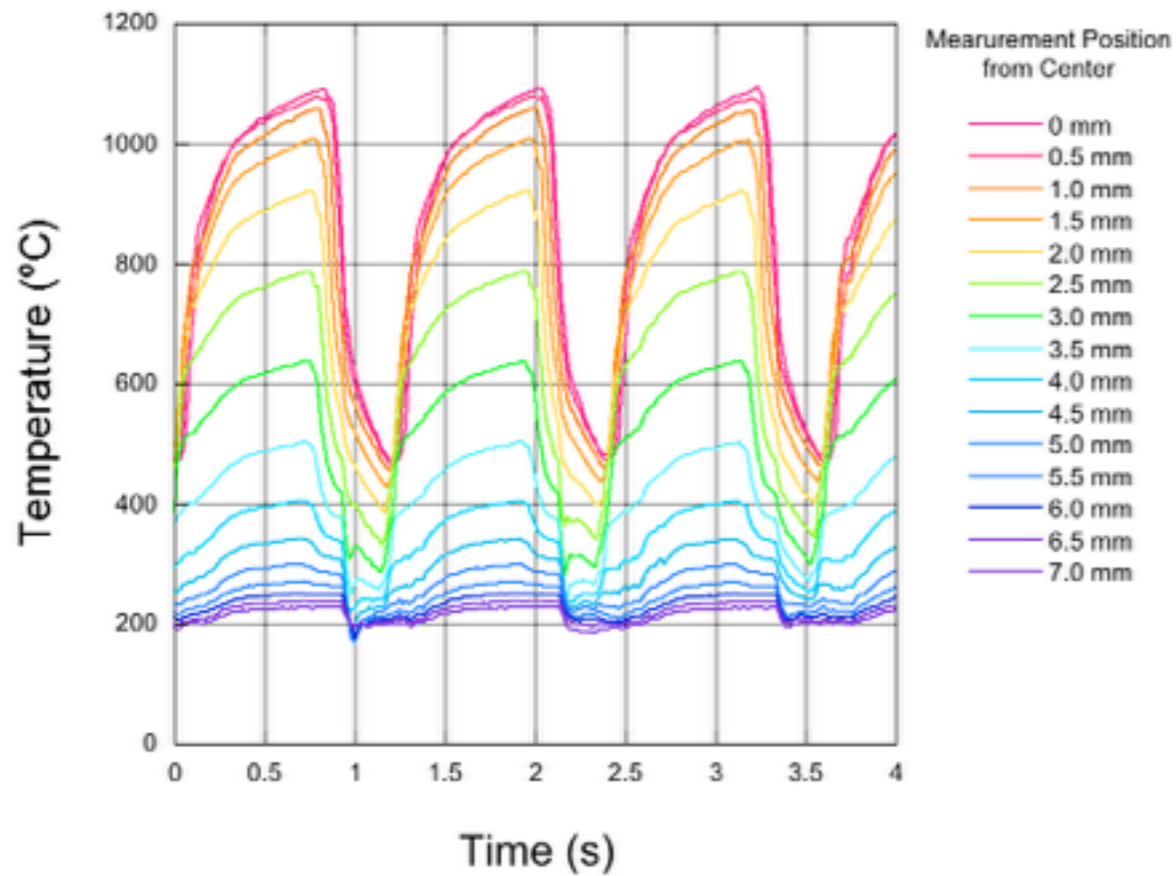
1. 再現試験方法の確立

レーザー熱衝撃疲労試験で再現されたヒートクラック

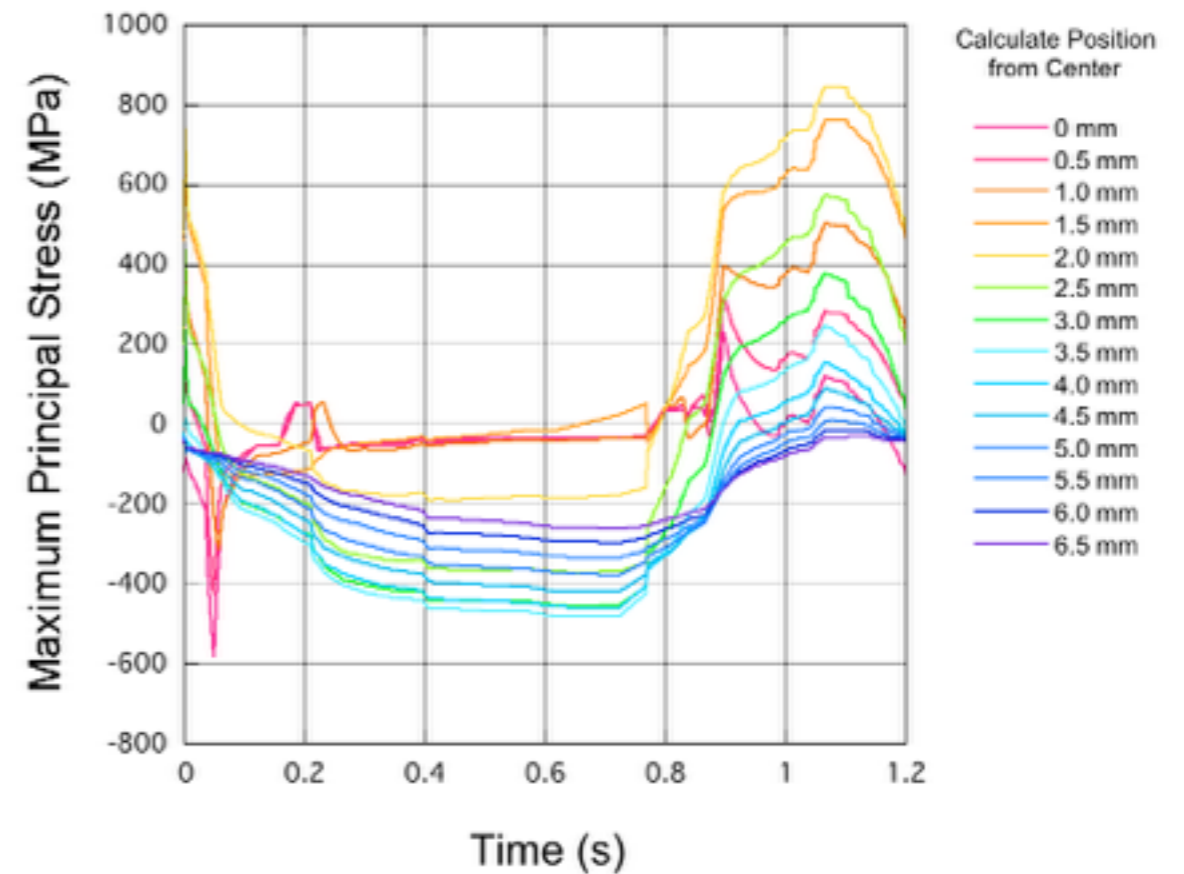
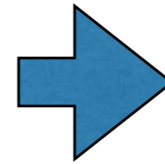


2. CAEとの連成による応力評価

実測した温度データから応力状態の把握



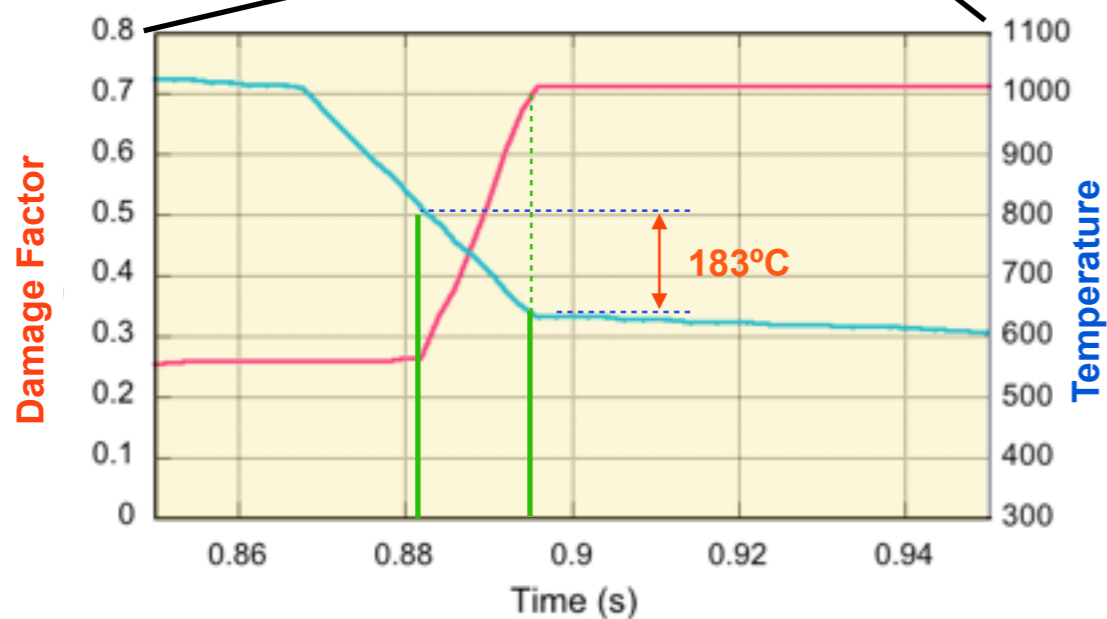
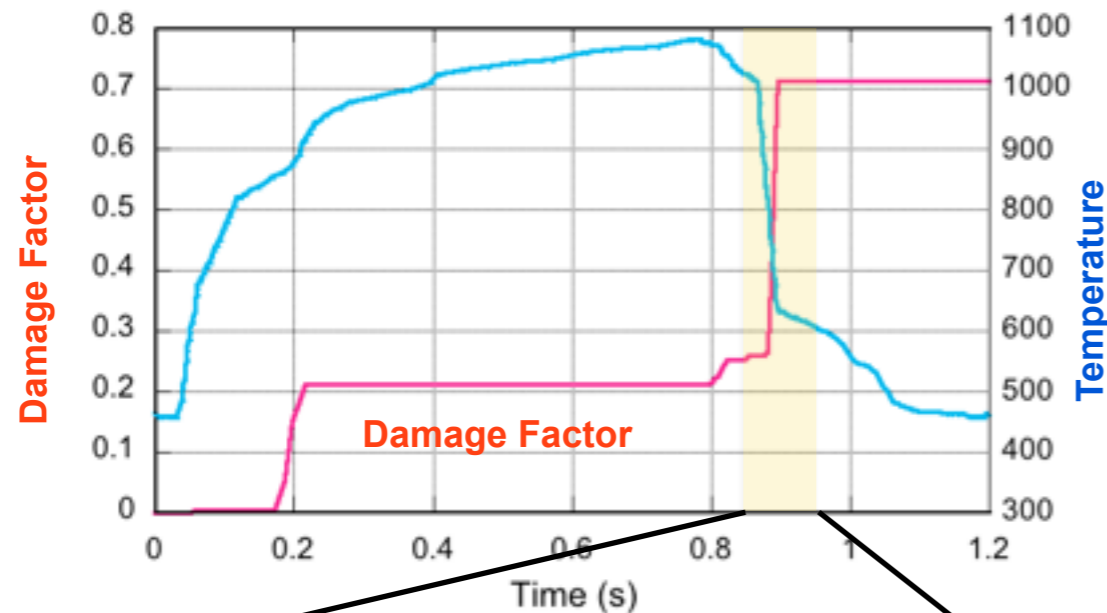
赤外線サーモグラフィで実測した
レーザ熱衝撃疲労試験中の温度プロファイル



温度プロファイルを元に算出した
試験中の応力分布

赤外線サーモグラフィで実測した試験中の温度プロファイルを入力値として、試験中に発生する応力・ひずみをシミュレーションした。

3. ヒートクラック発生寿命の支配因子の解明と設計への応用 ダメージファクタによる評価法の提案



サイクルごとに生じるダメージファクタ

Damage factor (Df) on each cycle:

$$Df = \int \sigma_{\max} d\varepsilon$$

Cumulative damage factor:

$$Df_A = n \sum_{i=1} Df_i = nDf$$

Crack initiate condition:

$$Df_c = \sum_{i=1}^N Df_i = N \cdot Df$$

N : Number of cycle to fatigue crack initiation

サイクルごとに生じるダメージファクタ（発生したひずみエネルギー）の累積がヒートクラック発生寿命の支配因子であることを見出した。