

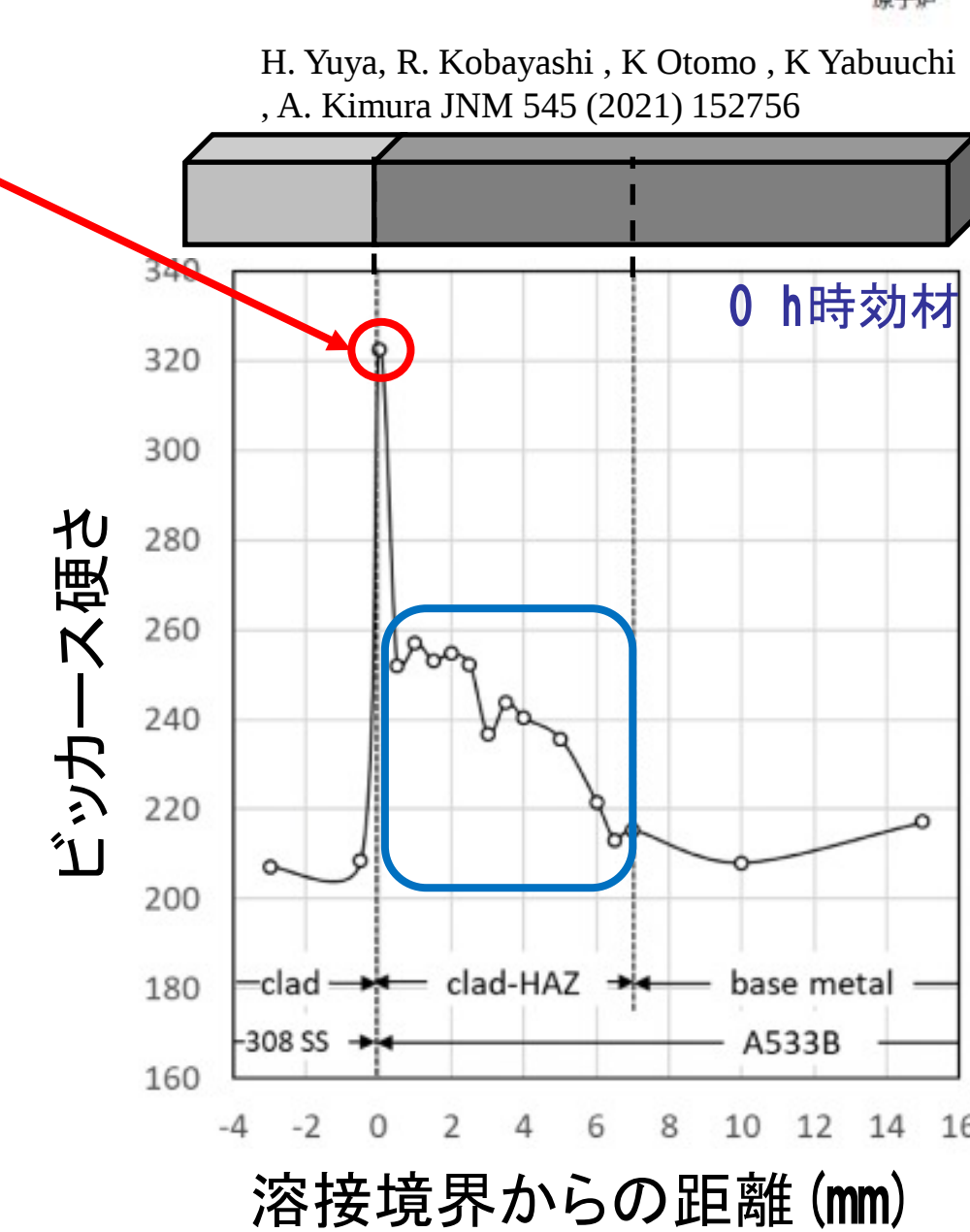
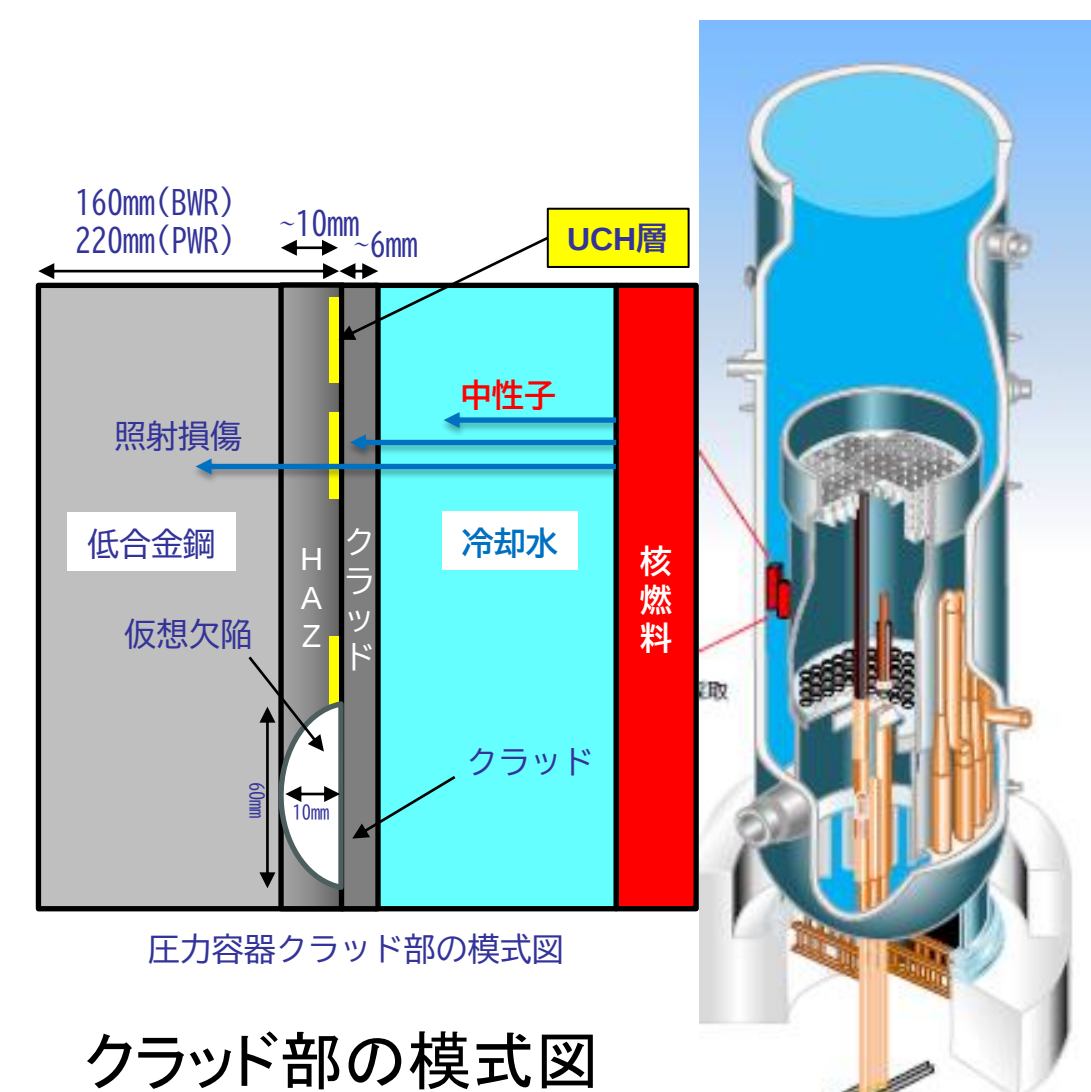
硬さで探る！原子炉压力容器の健全性 ～原子炉压力容器の内張近傍の硬い層への超微小試験～

東北大学金属材料研究所

笠田 竜太

研究の必要性

- 原子炉压力容器には**クラッド**と呼ばれるステンレスの一種が腐食防止のために低合金鋼に内張されています。
- 本研究では、クラッド直下に**極めて硬い層（UCH層）**が存在していることに着目しました。
- UCH層がどうして硬いのか？UCH層は脆いのか？を調べることは、原子炉の安全性を更に高めるために必要と考えられます。



本研究の特徴

- UCH層は極めて薄い（マイクロメートルレベル）と考えられるため、通常材料強度試験では系統的に調べることが困難です。
- そこで本研究では**超微小試験技術**と呼ばれる測定法を用いて、UCH層の硬さや強度、破壊特性を調べることにしました。
- また、電子顕微鏡でUCH層が何で出来ているのかを明らかにしました。



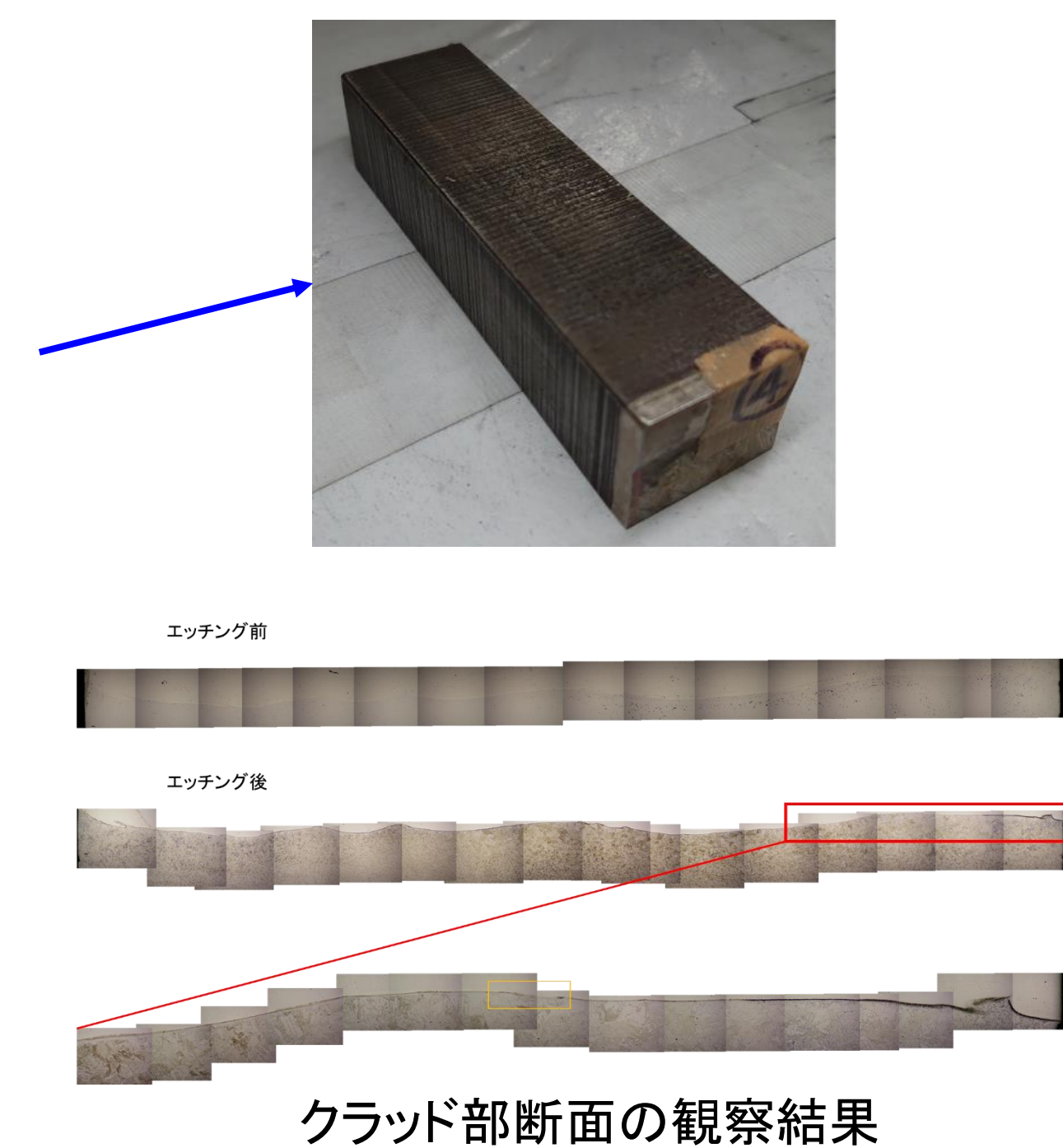
超微小試験に用いた
ナノインデント



電子顕微鏡
<https://emc.tohoku.ac.jp/>

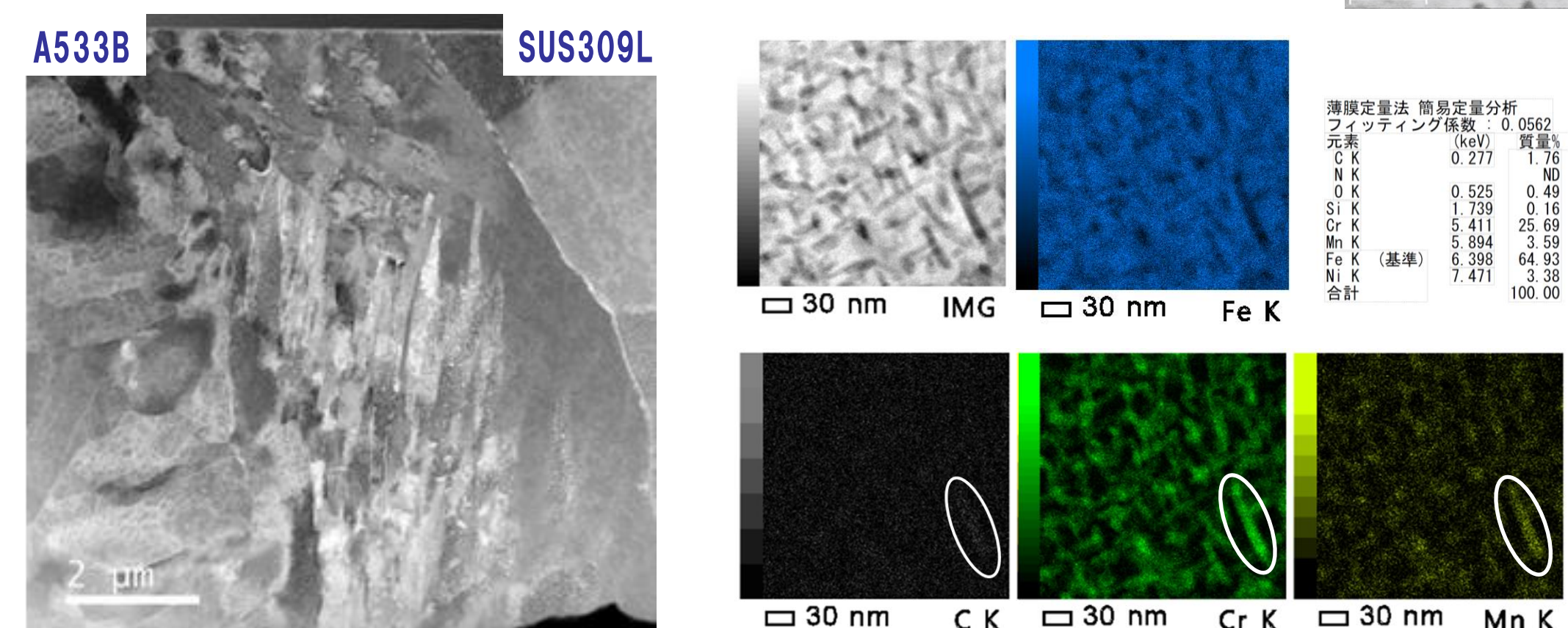
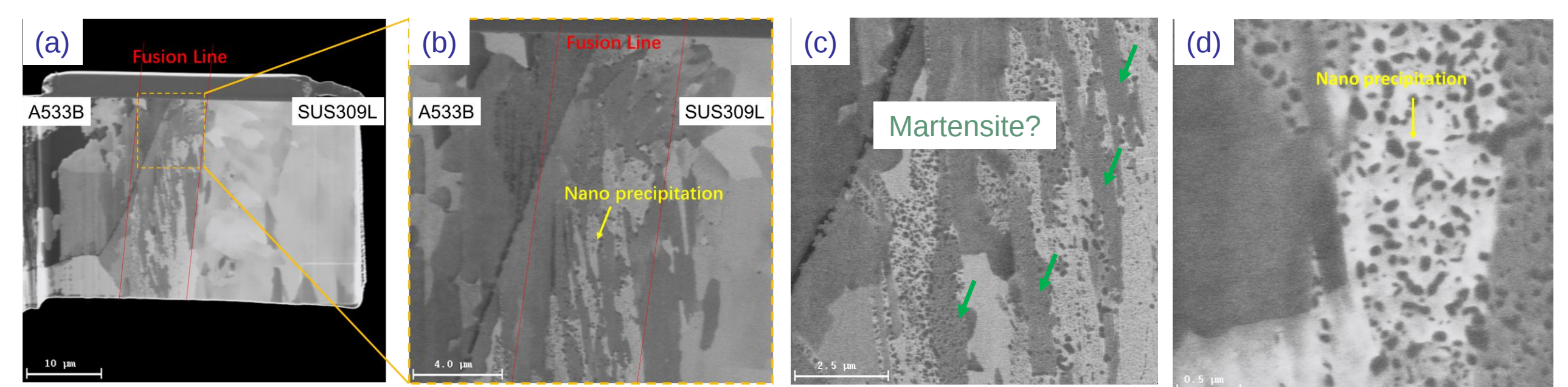
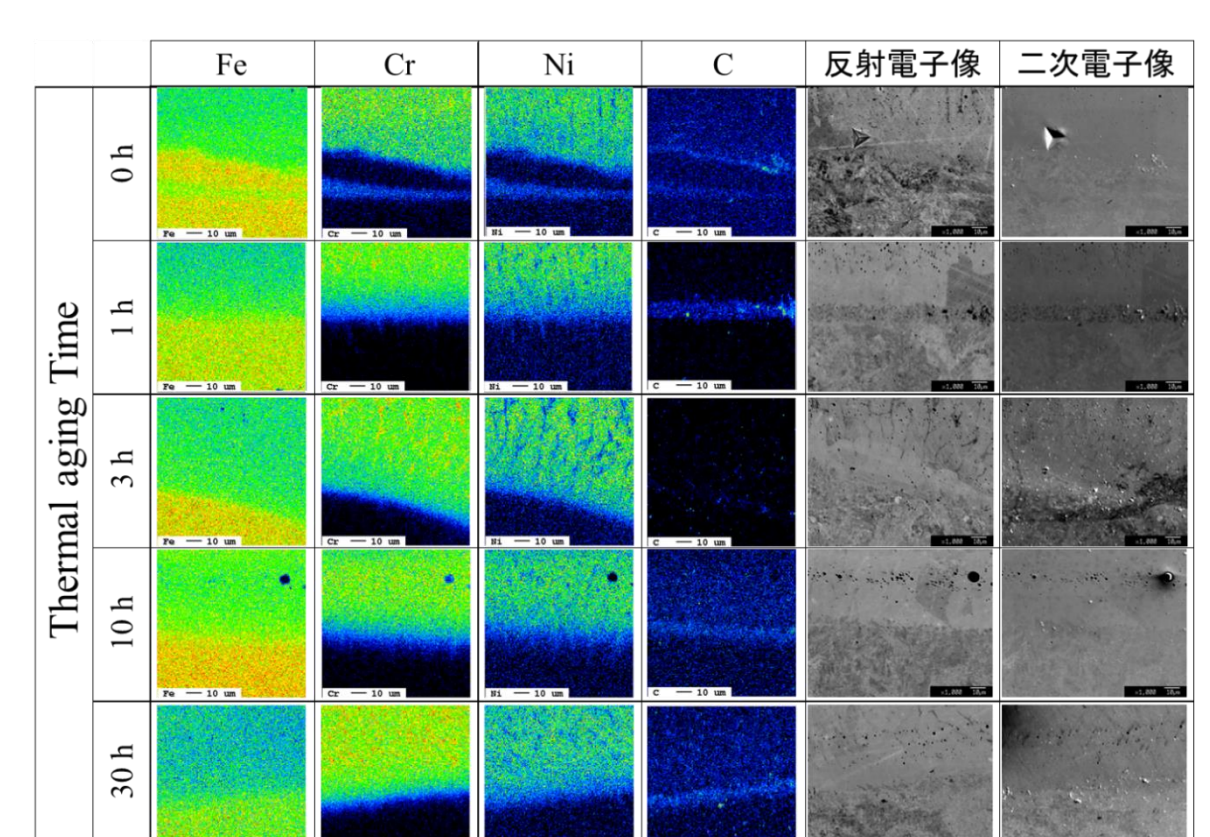
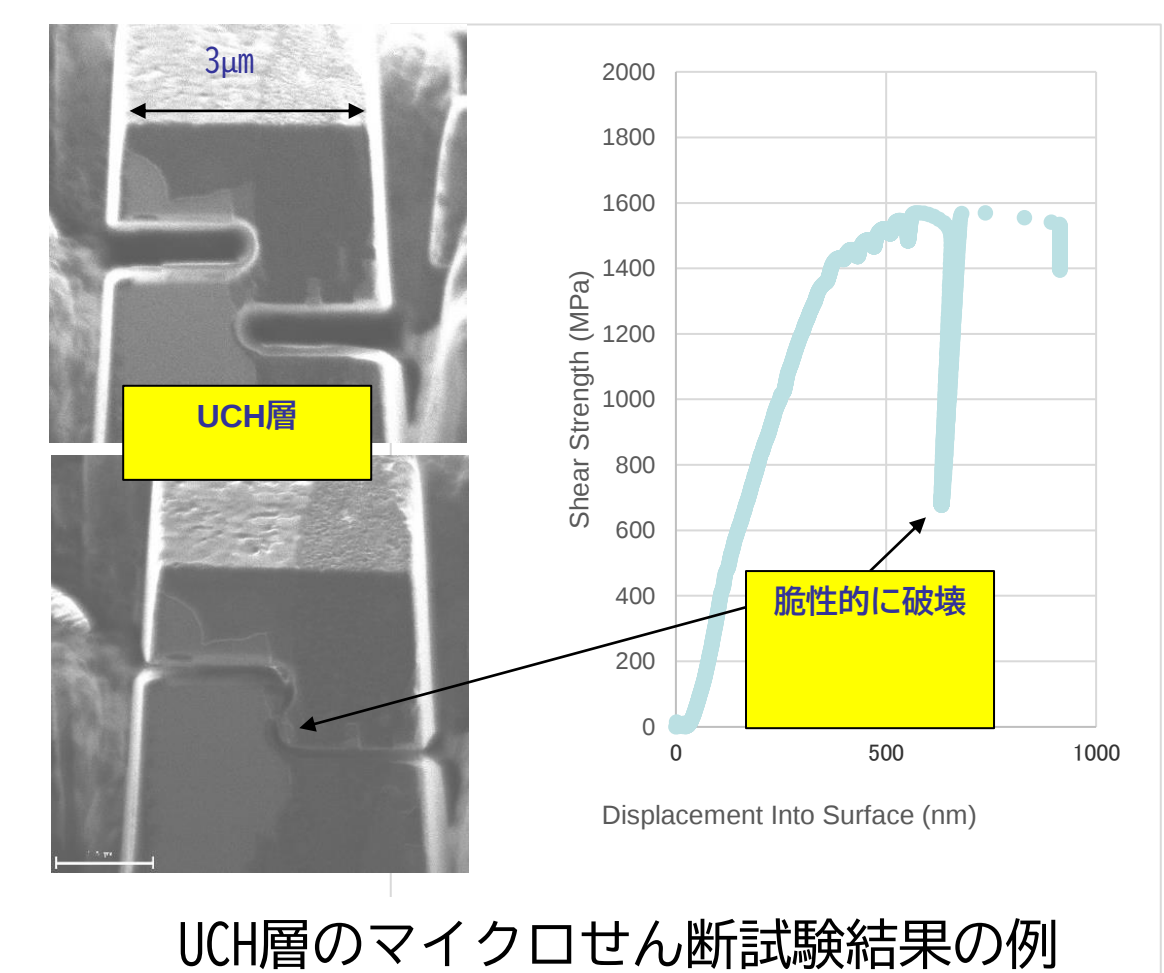
用いた材料

- 中部電力浜岡原子力発電所1号機の超音波探傷検査用ブロック（内面**クラッド付き原子炉压力容器ブロック材**）から断面试験片を切り出して用いました。
- エッチングすると、クラッド直下に腐食されやすい不均一な層が存在することが示され、UCH層に対応すると考えられます。



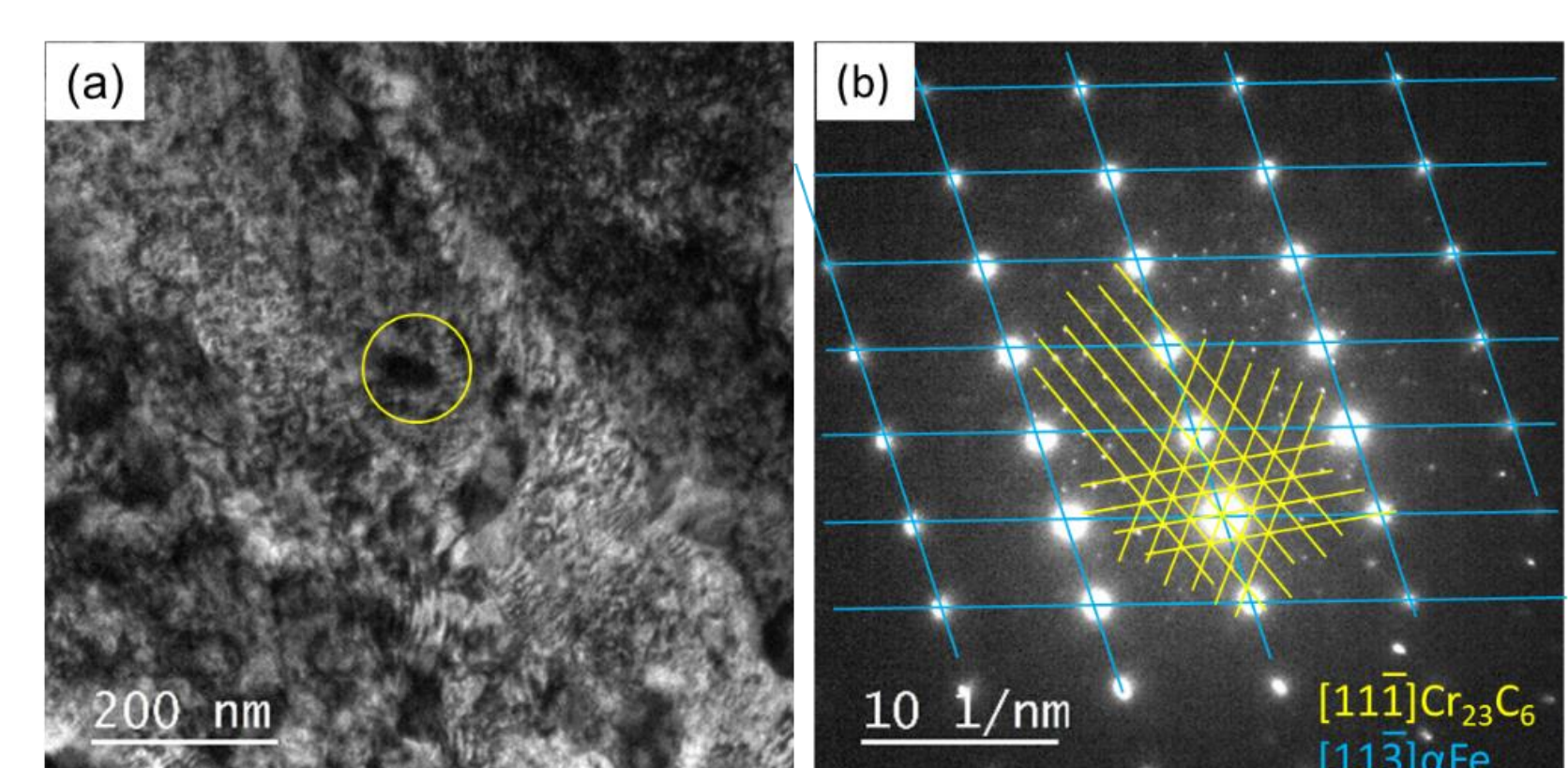
実験結果

- 超微小試験技術によって、UCH層は硬いだけではなく、脆いことがわかりました。
- 電子顕微鏡によって**UCH層はCr₂₃C₆という微小なクロム炭化物を多く含むマルテンサイト組織であることがわかりました。**
- UCH層の厚さは5μm程度であり、直ちに原子炉の安全性に関わるものではないと考えられますが、全体の分布など詳細な調査が必要です。



まとめと課題など

- 以上の結果から、今回のUTブロック材に見られたUCH層が実機に存在したとしても、原子炉压力容器の安全性に与える影響は小さいと考えられます。
- 一方、高経年化を考慮するとUCH層の強度特性や破壊挙動に対する中性子照射影響については更なる調査が必要です。今後はイオン加速器を用いた模擬照射実験に加えて、研究用原子炉BR-2（ベルギー）を用いた中性子照射材も活用して研究を進める予定です。



UCH層の電子顕微鏡観察によって見出された高密度のCr₂₃C₆