

鉄スケールの高温相変態過程のその場観察

新日鐵住金 大塚伸夫, 土井教史
日高康善, 東田泰斗
正木康浩, 水井直光

JASRI 佐藤眞直

本研究の目的

- ・ 時間分解能を高めた測定条件下でウスタイト**変態過程をその場で**観察する。
- ・ ウスタイト変態挙動に関する知見を得る。

→ SPring-8実験

供試材, 測定条件

TP寸法：20mmΦ 2mm厚

Beam line: BL19B2

加熱ステージ：Anton Paar DHS1100

二次元検出器：Piratus 2M

X ray energy: 28 keV

データ取り込み時間：30 s

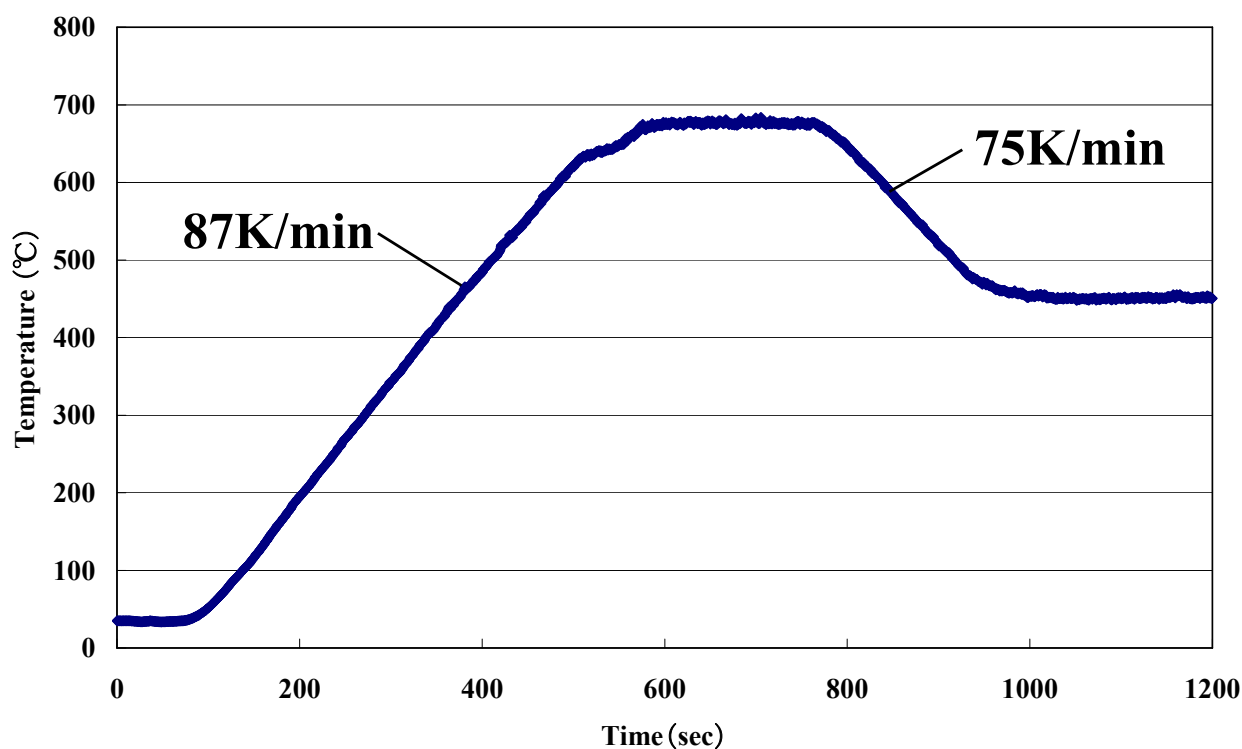
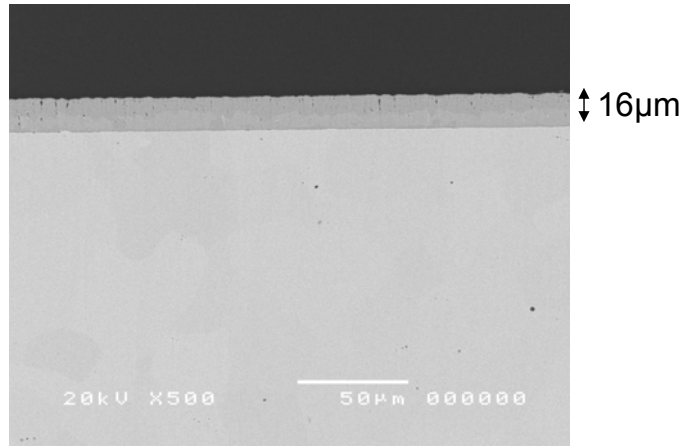
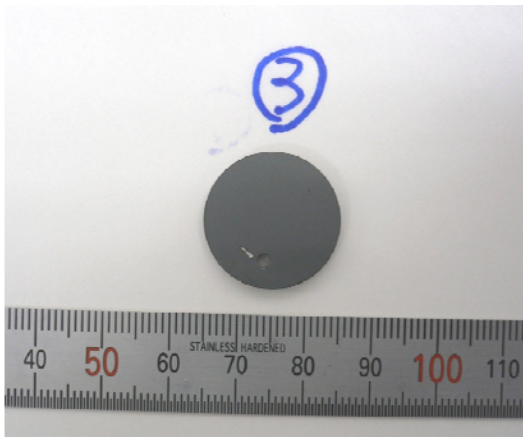


図 2. 温度パターンの一例 (③, F6 450°C)

スケール生成条件：675° C 180s

恒温変態温度：400, 450, 500°C



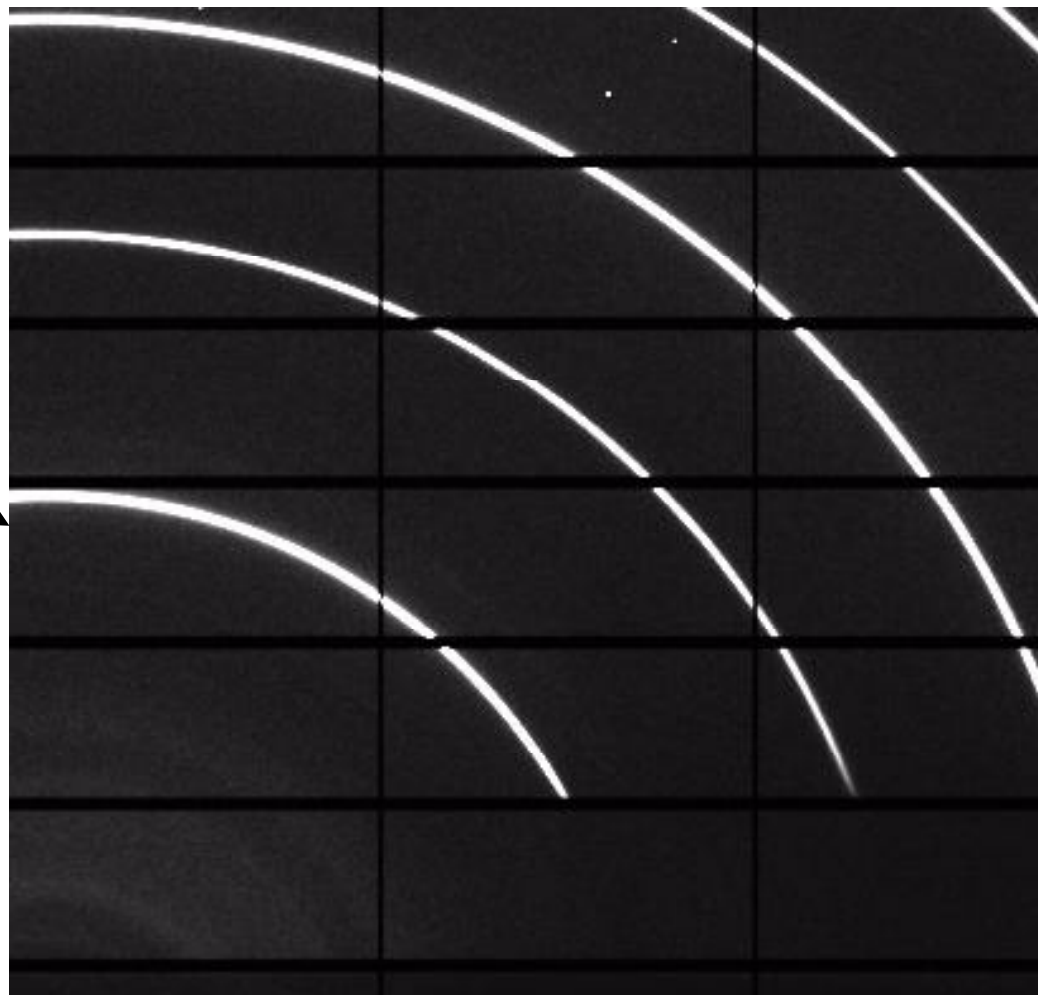
675° C 180 s加熱後 450°C110 min加熱保持材
に生成した鉄スケール

Fe (110)

Fe₃O₄
(400)

FeO(200)

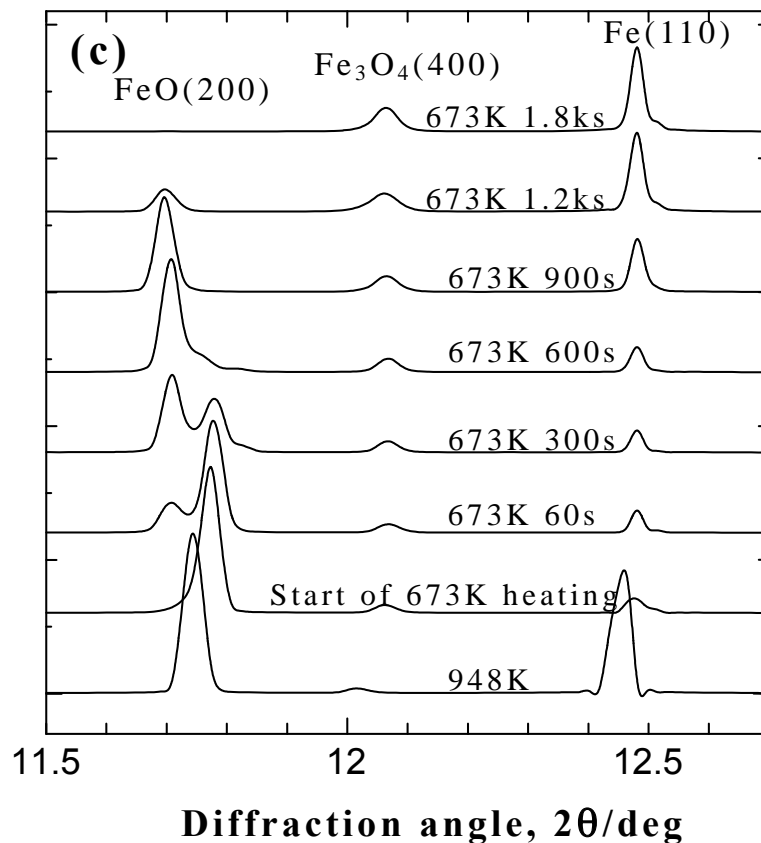
Transformation
from start of
heating
until 110 min



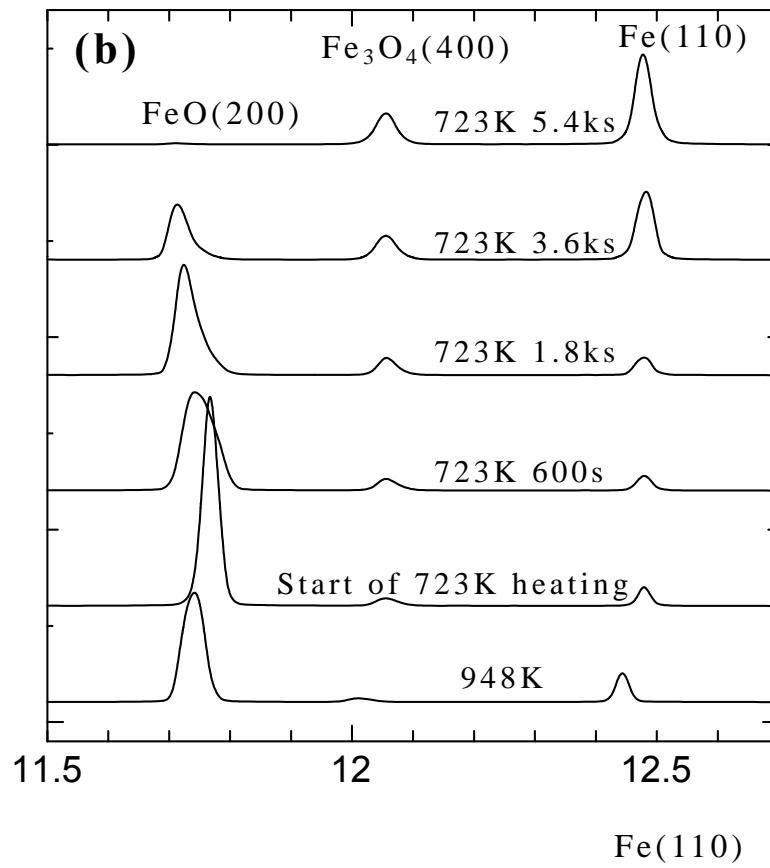
Diffraction rings of FeO(200), Fe₃O₄(400), and α -Fe(110) were cut out from the background by using the fit2d program.

The signal strength of each rings was integrated for the ψ angle between 77.7 and 91.7 degrees

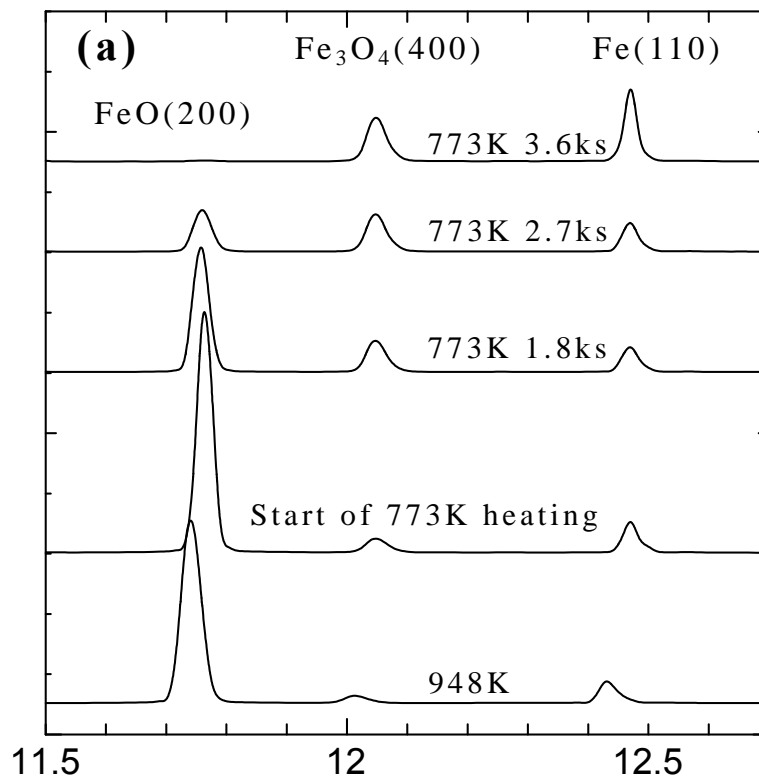
400° C 変態



450° C 変態

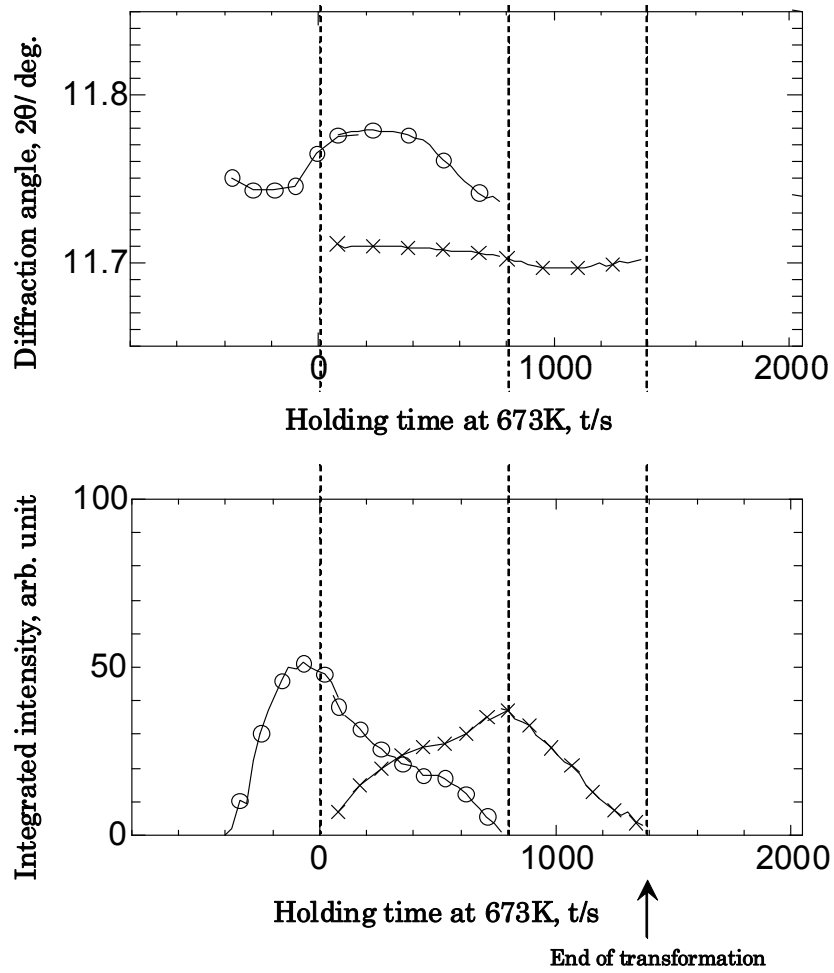


500° C 変態



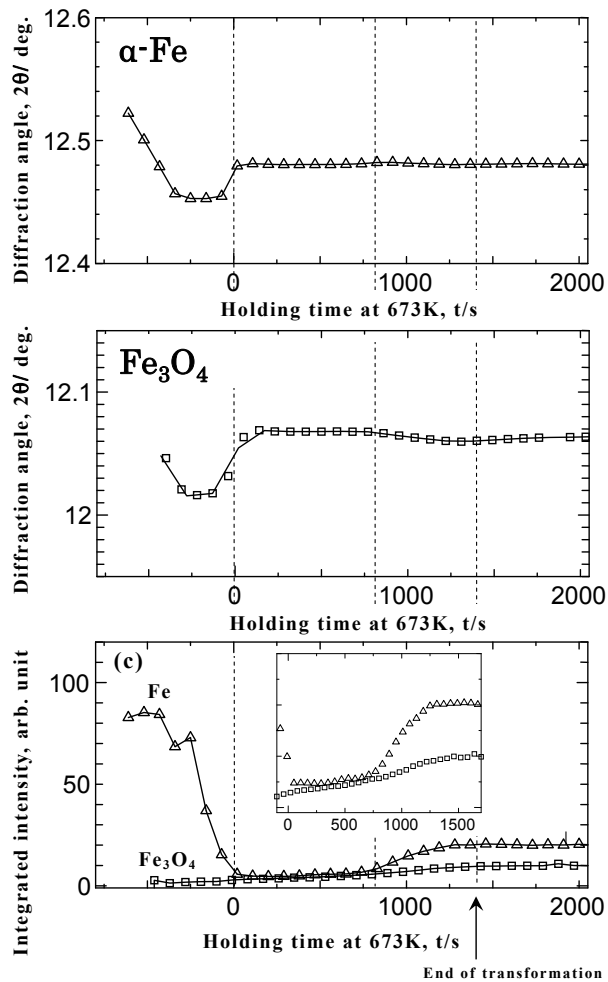
400° C
変態

FeO (200)



400° C
変態

Fe(110) and
Fe₃O₄(400)

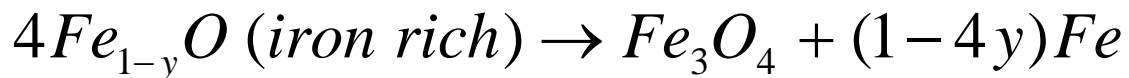
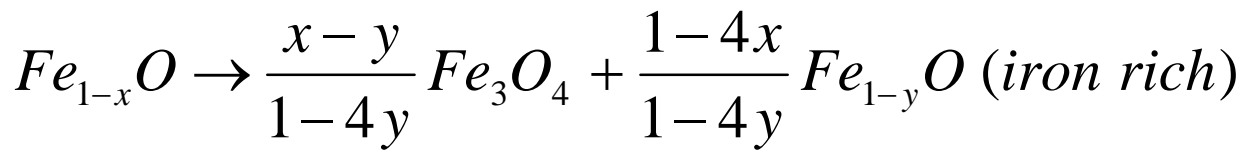


400°Cでの恒温変態

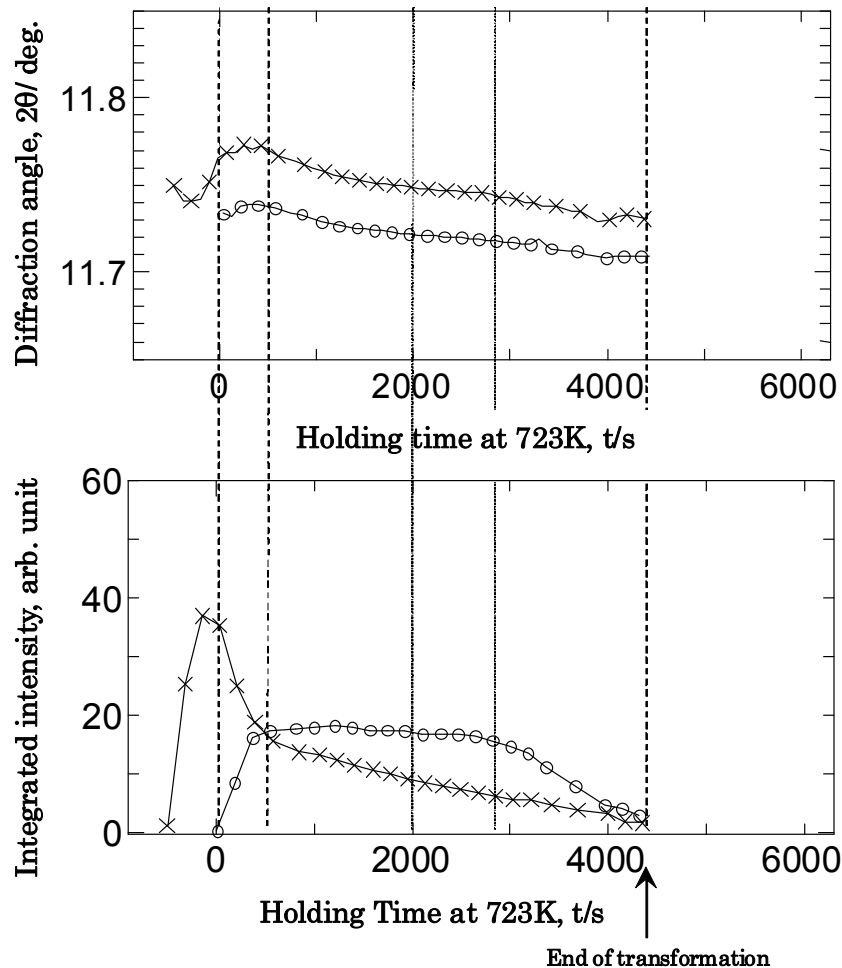
FeO母相からFe-rich なFeOが新たに生成

Fe-richなFeOがFeO母相と完全に置き換わる。
この段階でFeは析出せずFe₃O₄のみ析出

Fe-rich なFeOが変態してFeとFe₃O₄を析出

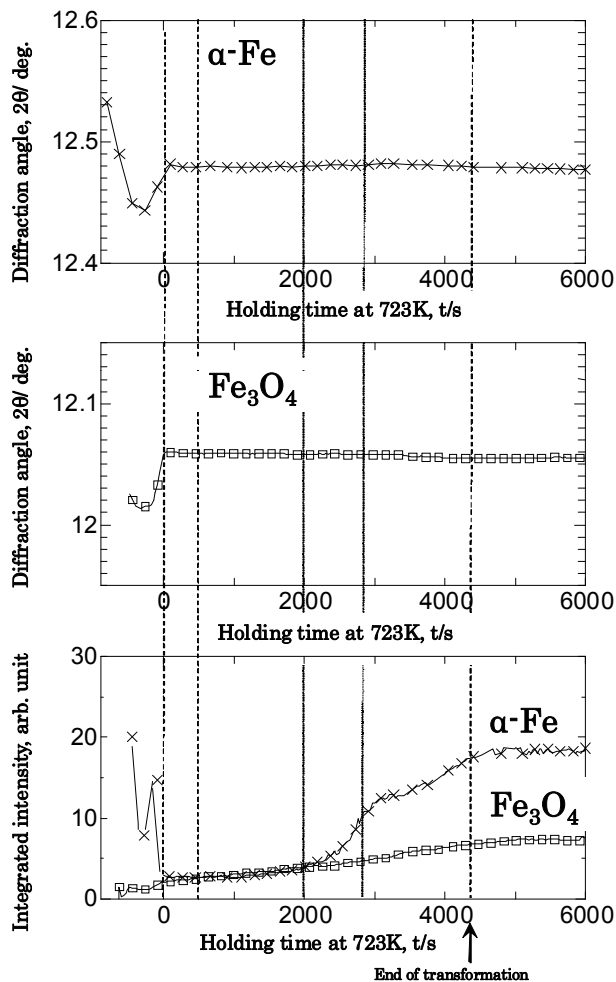


450° C
変態
FeO (200)



450° C
変態

Fe(110) and
Fe₃O₄(400)



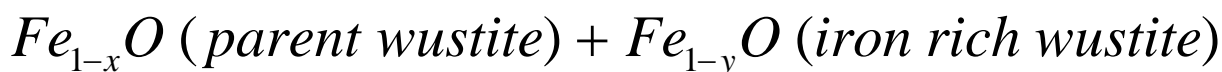
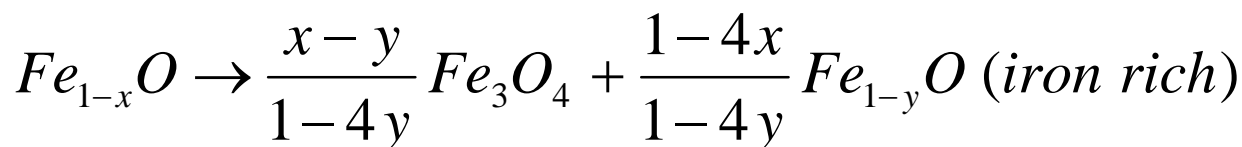
450°Cでの恒温変態

FeO母相からFe-rich なFeOが新たに生成

Fe-richなFeOが FeO母相に一部置き換わる。
この段階ではFeは析出せずFe₃O₄のみ生成

その間Fe-richなFeOとFeO母相はともにFeを
濃化

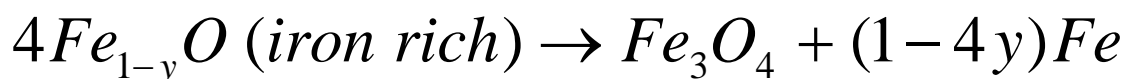
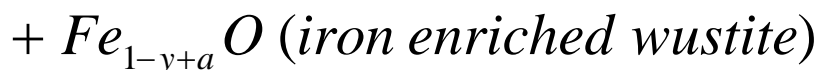
Fe-rich化したFeO母相とFe-rich FeOがともに
FeとFe₃O₄を析出



$$= \frac{2a}{1-4x+4a} Fe_3O_4$$

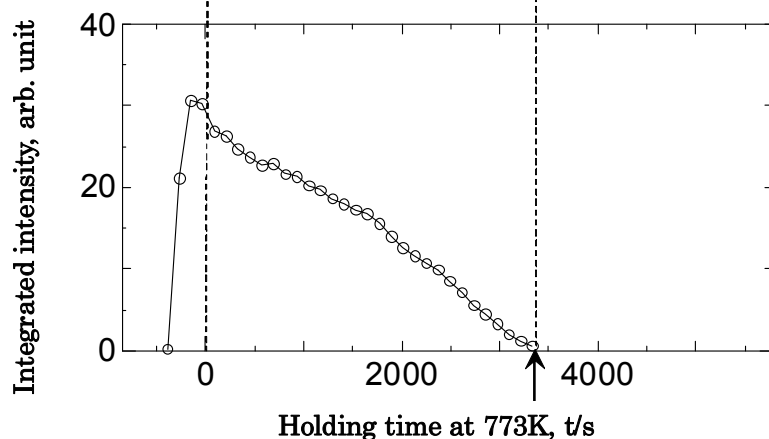
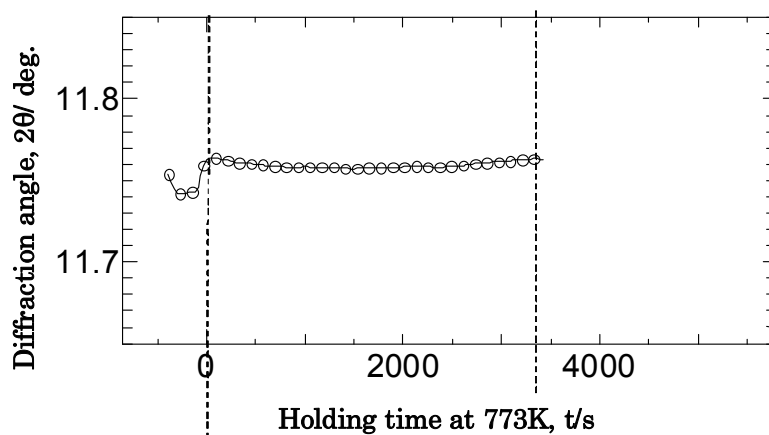
$$+ \frac{1-4x-4a}{1-4x+4a} Fe_{1-x+a}O$$

(iron enriched parent wustite)



500° C
変態

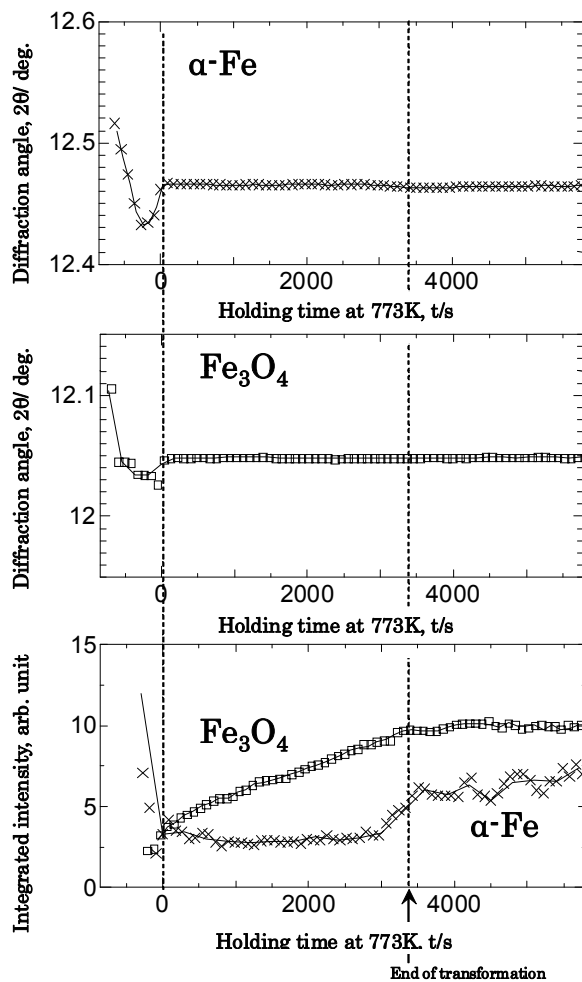
FeO
(200)



End of transformation

500° C
変態

Fe(110) and
Fe₃O₄(400)



500°Cでの恒温変態

FeO母相からFe-rich なFeOは生成しない

FeO母相は淡々とFe₃O₄を排出。反応最終段階でFeが一気に析出する



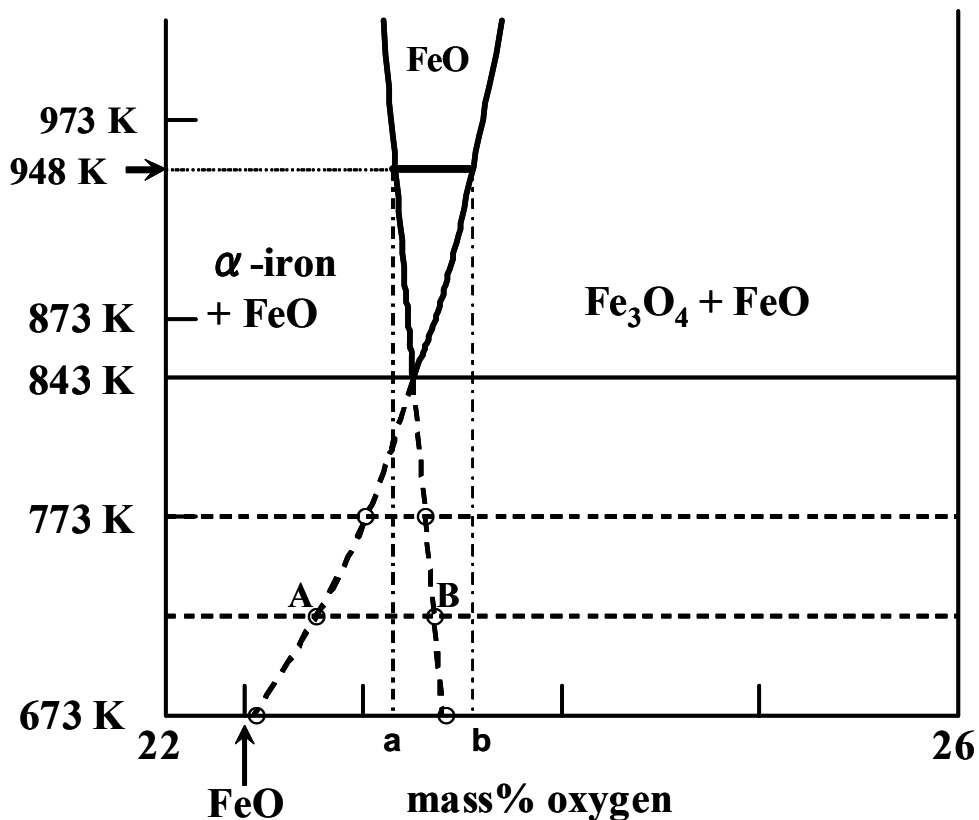
反応初期のFe：スケール中にメタルとして固溶？

中間まとめ

FeOからFeとFe₃O₄が同時析出する'ウスタイト変態'は400, 450°CではFeOがFe-rich化しないと開始しない。

'ウスタイト変態'の開始には潜伏期間が必要
(活性化エネルギー要)

400, 450°CでなにゆえFe-rich FeOが生成？



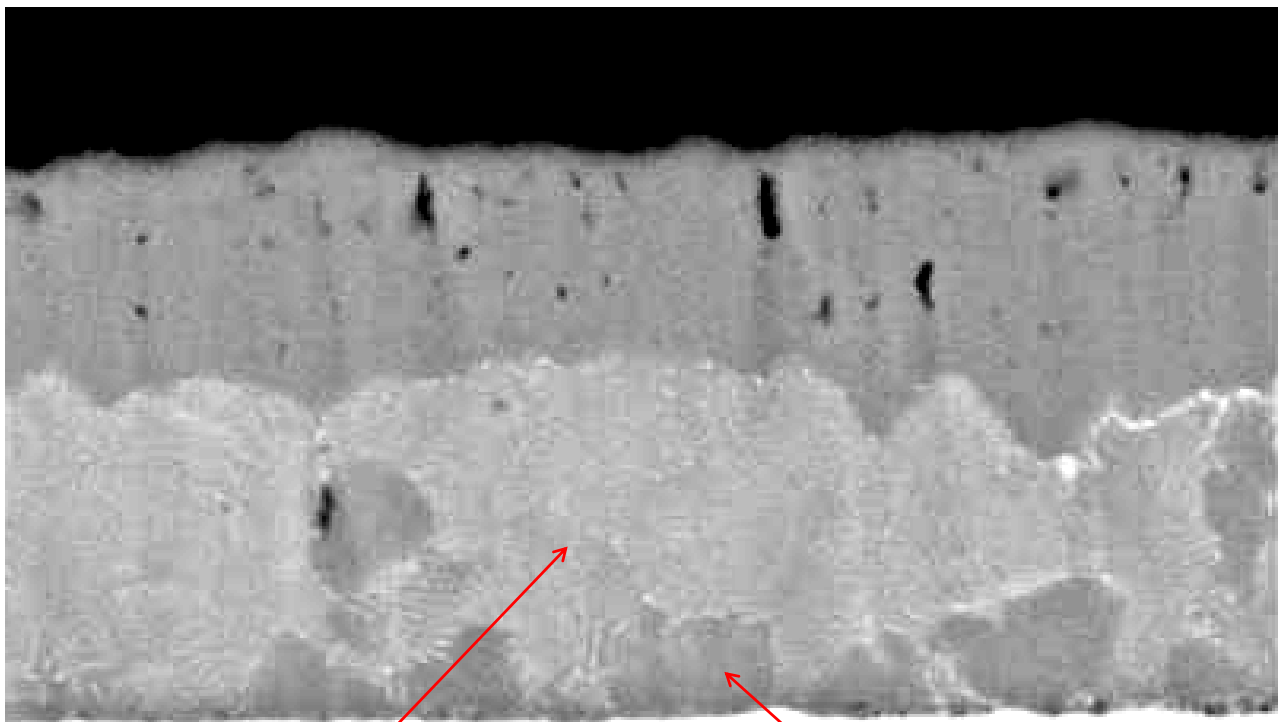
at 400 °C & 450 °C

Fe₃O₄と接するFeOはFe-richなFeO生成への
駆動力を活用してFe-rich化

地鉄と接するFeOも、本来O-rich側に移行
の方向だが、Fe₃O₄を吐き出すことでFe-rich化

at 500 °C

Fe-richなFeOは生成せずに淡々と変態が進行

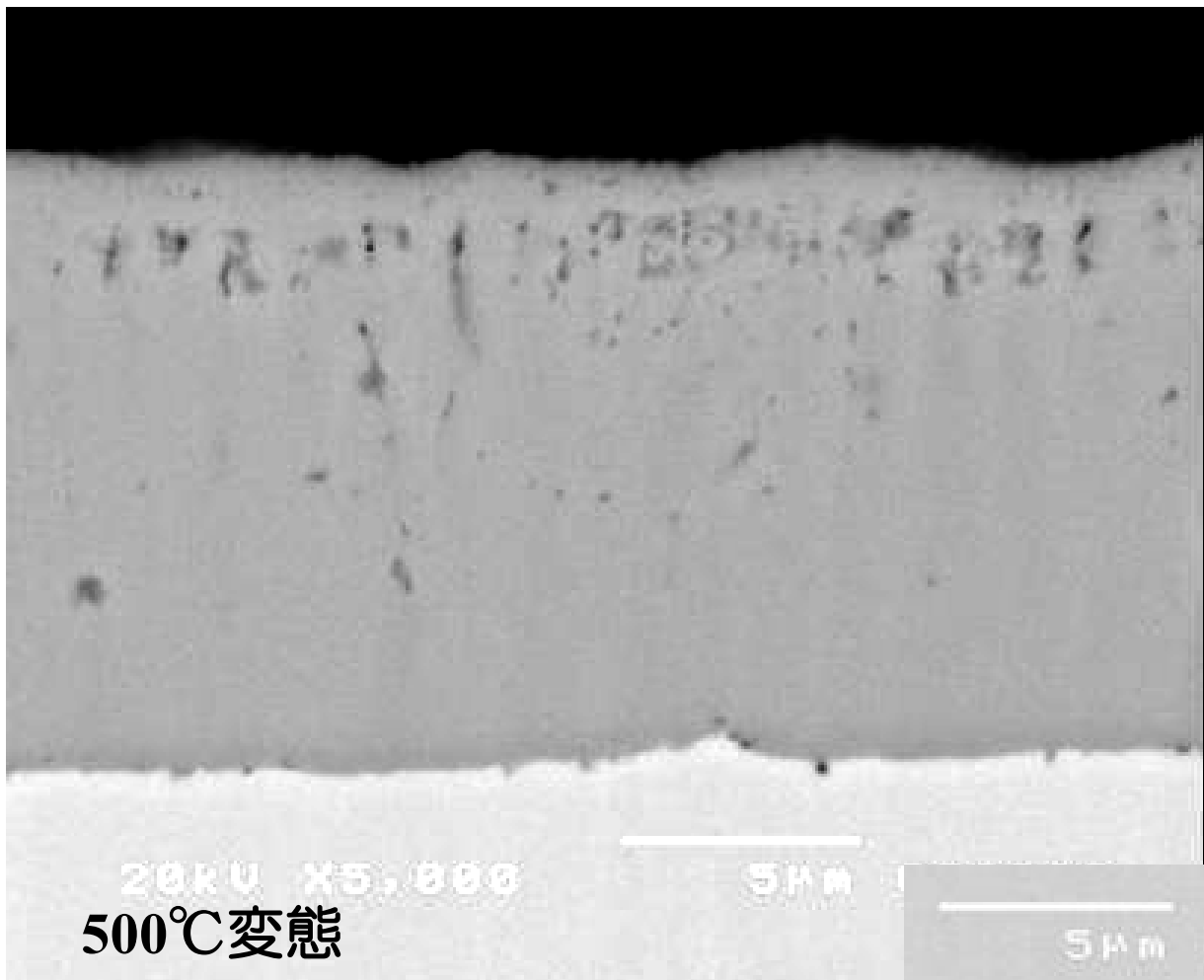
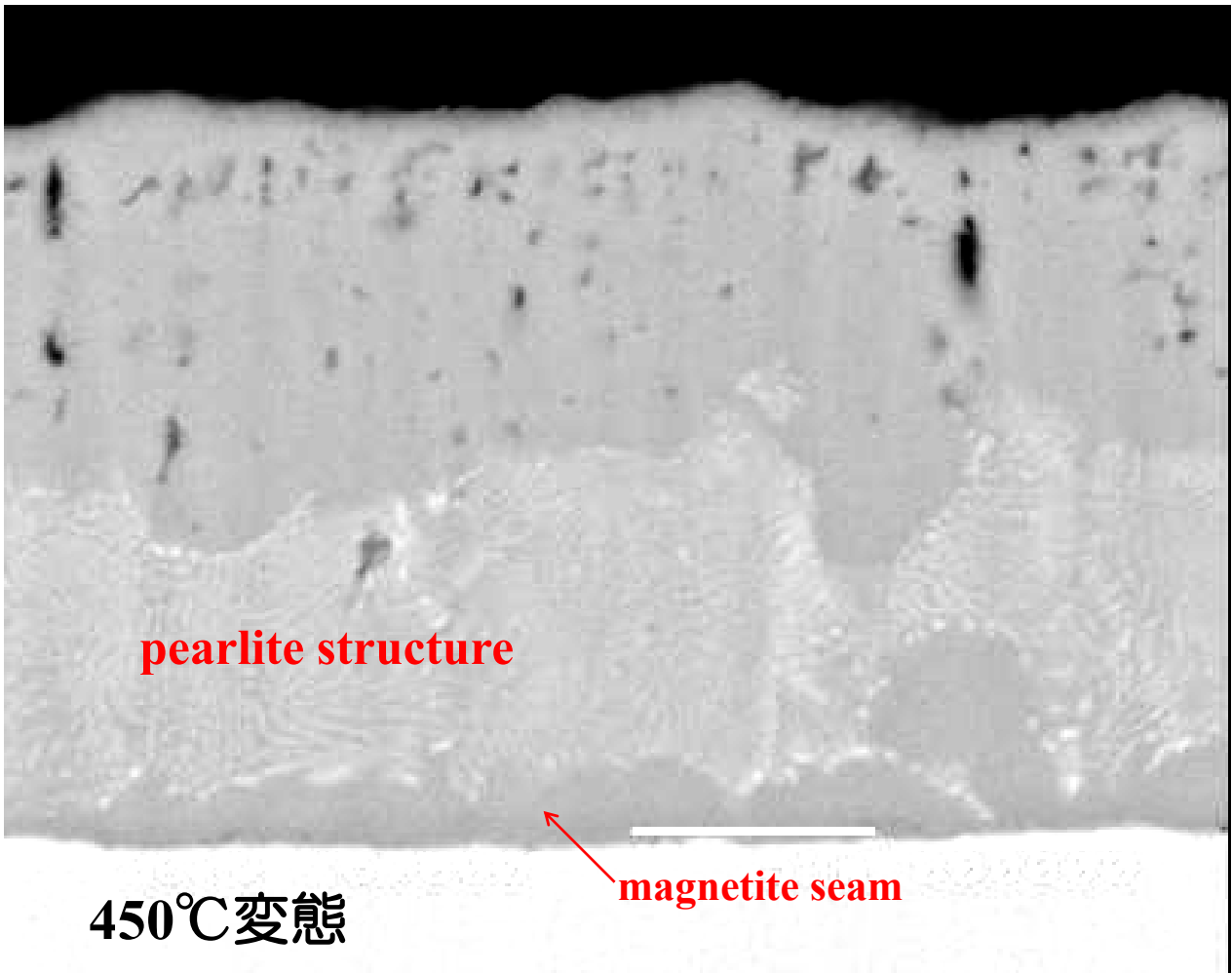


pearlite structure

magnetite seam

400°C変態

5 μm



結言

magnetite seam & pearlite組織はFe-richなFeOが生成する条件でのみ形成する

FeOがFe-rich化しない場合にはmagnetite seamとpearlite組織とも顕著には認められない

magnetite seamはFeO母相のFe-rich化過程で形成、pearlite組織はFe析出過程で生成する

magnetite seamは反応初期に、pearlite組織は反応終期に形成する