

日本鉄鋼協会第 176 回秋季講演大会シンポジウム
茨城県中性子利用研究会平成 30 年度第 1 回 iMATERIA 研究会
「微細組織形成過程解析のための観察と予測技術」

金属材料の集合組織を利用した特性制御は鉄鋼を始めとする多くの金属材料の基盤技術である。制御過程において生じる塑性変形や再結晶、相変態などの現象を科学的に理解するためには、結晶方位について注目する必要がある。より詳細な理解には、局所挙動と全体平均挙動、理論計算と実験・観察など、多角的な視点からの議論が望まれる。したがって、結晶方位およびその分布の評価と解析を含め、それに起因したマイクロ組織現象の解析と解釈、さらにシミュレーションを用いた予測技術が材料開発の進展に期待されている。本シンポジウムでは、結晶方位および集合組織をキーワードに測定と解析、シミュレーション、特性について討論する。

開催日：平成 30 年 9 月 19 日(水) 9:30-16:45

場 所：東北大学 川内キャンパス B 棟 2 階 B203 室

<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/profile/campus/01/kawauchi/areaa.html>

共 催：日本鉄鋼協会

鉄鋼のマイクロ組織要素と特性の量子線解析研究会

多結晶材料の異方性の評価と予測技術フォーラム

茨城県中性子利用研究会

中性子産業利用推進協議会

参加費：無料

本シンポジウムのみに参加する場合、日本鉄鋼協会第176回秋季講演大会への参加登録は不要です。(直接会場へお越し下さい)

<参加登録のご協力のお願い>

講演資料を配布致しますが部数に限りがあります。予め参加登録していただいた方に優先的に資料を配付いたしますので事前登録にご協力下さい。

(1)お名前, (2)ご所属先, (3)ご連絡先(電話番号, E-mail address)

をご記入の上, 9月12日(水)までに下記宛にご連絡下さい。

連絡先：茨城県中性子利用促進研究会 事務局 田中志穂

E-mail: tanaka@ibaraki-neutrons.jp

プログラム

9:30~9:35 開会挨拶 佐藤成男 (茨城大学)

座長：富田俊郎 (茨城県)

9:35~10:25 *Keynote* 「Microstructural Studies of Steels Using Neutron Diffraction」

Sven C. Vogel (Los Alamos National Laboratory, USA)

10:25~10:55 *Invited* 「Texture simulation of a severely cold rolled low carbon steel using polycrystal modeling」

高城重宏 (Los Alamos National Laboratory / JFE スチール)

S.C. Vogel, C.N. Tomé (Los Alamos National Laboratory)

I.J. Beyerlein (University of California, Santa Barbara)

10:55～11:05 休 憩

座長：佐藤成男（茨城大学）

11:05～11:30 Texture Development Accompanying Strain-Induced Martensitic Transformation in Cold-Rolling of Co-Cr Alloys

小貫祐介、佐藤成男、中川真惟子（茨城大学）、山中謙太（東北大学）

森真奈美（仙台高専）、星川晃範、石垣徹（茨城大学）

千葉晶彦（東北大学）

11:30～11:55 Texture evolution modeling of Ni alloys by crystal plasticity including twinning

伊東正登（三菱マテリアル）

Christopher A. Schuh (Massachusetts Institute of Technology)

— 昼 食 —

座長：小貫祐介（茨城大学）

13:10～13:30 J-PARC MLF パルス中性子ビームラインの産業利用の状況

富田俊郎（茨城県）

13:30～13:55 鋼の変態集合組織とバリエーション選択則

富田俊郎（茨城県）

13:55～14:20 薄鋼板の拡散型変態における集合組織形成に及ぼす温度の影響

田中泰明（新日鐵住金）

14:20～14:45 低炭素鋼の α - γ 組織の 3 次元再構築と結晶学的解析

畑 顕吾（新日鐵住金）

14:45～14:55 休 憩

座長：井上博史（大阪府大学）

14:55～15:20 冷延鋼板の集合組織発達に及ぼすフェライト形成元素の影響

早川康之（JFE スチール）

15:20～15:45 Fe-Si 鋼板の二次再結晶方位に及ぼす冷延圧下率の影響

片岡隆史（新日鐵住金）

15:45～16:10 チタン合金の鍛造プロセスにおける局所集合組織領域の微細化技術

伊藤良規（神戸製鋼所）、辻伸泰（京都大学）

16:10～16:35 FCC 金属の EBSD 法によるひずみ評価

高山善匡（宇都宮大学）

16:35～16:40 ICOTOM 19 の紹介

高山善匡（宇都宮大学）

16:40～16:45 閉会挨拶 富田俊郎（茨城県）

【問合せ先】佐藤成男（茨城大学）：shigeo.sato.ar@vc.ibaraki.ac.jp

Microstructural Studies of Steels Using Neutron Diffraction

Sven C. Vogel

Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM 87545, U.S.A.

Neutrons readily penetrate a centimeter of iron and in conjunction with cm²-sized beam spots provide bulk characterization capabilities, probing much larger volumes than electrons or X-rays and thus complementing these techniques. Consequently, neutrons play an important role in steel research and this presentation strives to highlight some accomplishments in this field at LANSCE. Texture analysis using time-of-flight neutron diffraction offers an efficient way to measure the orientation distribution function. Some fundamental aspects of this method will be discussed [2,1,3]. An excellent example for the opportunities offered especially by high temperature in situ texture neutron texture measurements is the validation and calibration of the Double Kurdjumov-Sachs orientation relationship, allowing to successfully predict texture memory in phase transformation textures [4]. While most phase diagrams of iron with its main alloying elements are well established, the crystal structure of the ϵ -phase in the Fe-Al phase diagrams remained unknown for almost 100 years. Experimental difficulties such as preferred orientation and an unquenchable phase in conjunction with grain growth at the temperatures where the phase is stable prevented other probes from solving the structure. It was determined to be a Cu₅Zn₈-type brass structure using in situ high temperature neutron diffraction at the HIPPO beam line [5,6]. As an example of ex situ characterization, Taylor impact tests provide a large range of plastic strains and effective deformation rates within the same sample. Using microstructural characterization, e.g. texture, phase composition, and micro-strains, a neutron diffraction scan along the axis of a gas-gun deformed steel sample produced by additive manufacturing allowed to evaluate the deformation microstructure as a function of distance from the impact surface. This knowledge allowed then to identify a region where the maximum weight fraction of ϵ -Fe was observed, which was subsequently characterized by electron microscopy to study orientation relationships with the matrix, underlining the complementarity of bulk and surface techniques [7]. As an example of in situ deformation studies, the case of additively manufactured 304L stainless steel compared with wrought material will be discussed. Crystallite size, crystallographic texture, dislocation density, and lattice strains were all characterized to understand the differences in the macroscopic mechanical behavior. The AM material's initial dislocation density was about 10 times that of the wrought material, and the flow strength of both materials obeyed the Taylor equation, indicating that the AM material's increased yield strength was primarily due to greater dislocation density [8].

References:

- [1] Wenk, H. R., Lutterotti, L., & Vogel, S. C. (2010). Rietveld texture analysis from TOF neutron diffraction data. *Powder Diffraction*, 25(3), 283-296.
- [2] Matthies, S., Pehl, J., Wenk, H. R., Lutterotti, L., & Vogel, S. C. (2005). Quantitative texture analysis with the HIPPO neutron TOF diffractometer. *Journal of Applied Crystallography*, 38(3), 462-475.
- [3] Takajo, S., & Vogel, S. C. (2018). Determination of pole figure coverage for texture measurements with neutron time-of-flight diffractometers. *Journal of Applied Crystallography*, 51(3), 895-900.
- [4] Tomida, T., Wakita, M., Yasuyama, M., Sugaya, S., Tomota, Y., & Vogel, S. C. (2013). Memory effects of transformation textures in steel and its prediction by the double Kurdjumov-Sachs relation. *Acta Materialia*, 61(8), 2828-2839.
- [5] Stein, F., Vogel, S. C., Eumann, M., & Palm, M. (2010). Determination of the crystal structure of the ϵ phase in the Fe-Al system by high-temperature neutron diffraction. *Intermetallics*, 18(1), 150-156.
- [6] Vogel, S. C., Stein, F., & Palm, M. (2010). Investigation of the ϵ phase in the Fe-Al system by high-temperature neutron diffraction. *Applied Physics A*, 99(3), 607-611.
- [7] Takajo, S., Brown, D. W., Clausen, B., Gray, G. T., Knapp, C. M., Martinez, D. T., ... & Vogel, S. C. (2018). Spatially resolved texture and microstructure evolution of additively manufactured and gas gun deformed 304L stainless steel investigated by neutron diffraction and electron backscatter diffraction. *Powder Diffraction*, 1-6.
- [8] Brown, D. W., Adams, D. P., Balogh, L., Carpenter, J. S., Clausen, B., King, G., ... & Vogel, S. C. (2017). In Situ Neutron Diffraction Study of the Influence of Microstructure on the Mechanical Response of Additively Manufactured 304L Stainless Steel. *Metallurgical and Materials Transactions A*, 48(12), 6055-6069.