3DAP を用いた Al-Zn 合金における溶質集合体のナノスケール解析

東京工業大学大学院生 小宮 良樹

東京工業大学大学院理工学研究科(現:横浜国立大学大学院工学研究院) 廣澤 渉一

東京工業大学大学院理工学研究科 里 達雄

Fig. 1 Al-4.9 mol%Zn 合金を 293 K で(a) 9 ks, (b) 21.6 ks, (c) 43.2 ks, (d) 108 ks 時効したときの 3DAP マップ.

典型的な二相分離型の相分解挙動を示す Al-Zn 合金の相分解初期に形成される溶質集合体に着目し、溶質集合体の形成-成長過程を三次元アトムプローブ(3DAP)を用いて解析した⁽¹⁾⁽²⁾.

Fig. 1 に Al-4.9 mol%Zn 合金を 293 K で時効したときの Zn 原子のアトムマップを示す. 透過型電子顕微鏡法や X 線小角散乱法(SAXS)などでは直接的検出が困難な微小な溶質集合体が 9 ks 時効でも形成し、時間とともに成長することが分かる. そこで、Fig. 2 の 3DAP マップ内に示すように、位置の分解能が最も高い分析深さ方向に平行なボックス領域内の濃度プロファイルから、個々の溶質集合体の Zn 濃度を評価した.

Fig. 3 に各時効段階で存在する溶質集合体の内部 Zn 濃度のサイズ d 依存性を示す. ここで、 d は溶質集合体と等体積球の相当直径である⁽²⁾. d が小さい溶質集合体の場合には、Zn 濃度のばらつきが大きいのにに対し、 d が約 7 nm 以上ではほぼ一定の濃度(約 60 mol%Zn)になることが分かる. すなわち、約 7 nm 以上の大きさの溶質集合体は GP ゾーンと定義でき、一方、これ以下の大きさの溶質集合体は、固有の溶質濃度をもたないナノクラスターとみなすことができる.

このように、3DAP 分析は SAXS から得られる平均化された値とは異なり、溶質集合体個々の組成や形状を評価でき、ナノクラスターと GP ゾーンを初めて明確に区別することができた. これによりナノクラスター

Fig. 2 Al-4.9 mol%Zn 合金を 293 K で 108 ks 時効したときの 3DAP マップと溶質集合体を貫く濃度プロファイル.

Fig. 3 Al-4.9 mol%Zn 合金を 293 K で各時間時効したときの溶質集合体の内部 Zn 濃度のサイズ依存性.

を活用する新たな合金開発が可能となる.

文 献

- (1) Y. Komiya, S. Hirose and T. Sato: Materials Science Forum, **519-521** (2006), 437-442.
- (2) 小宮良樹, 廣澤渉一, 里 達雄: 軽金属, **56** (2006), 662-666.

(2007年8月3日受理)

Nano-scale Analysis of Solute Clusters in an Al-Zn Alloy by 3DAP; Yoshiaki Komiya*, Shoichi Hirose**, Tatsuo Sato*** (*Graduate Student of Tokyo Institute of Technology, Tokyo. **Dept. of Metallurgy and Ceramics Science, Tokyo Institute of Technology, Tokyo. Present affiliation: Faculty of Engineering, Yokoyama National University, Yokohama. ***Dept. of Metallurgy and Ceramics Science, Tokyo Institute of Technology, Tokyo.)

Method: 3DAP, conditions: ultra-high vacuum (10^{-9} Pa), temperature (30 K), pulse fraction (15%).