

## 亜共晶改良 Al-Si 合金における添加 Sr 元素の挙動

利用者：<sup>a</sup>ベルリン・ヘルムホルツ・材料・エネルギー研究センター，<sup>b</sup>九州大学工学研究院  
ネリー・ヴァンデルカ<sup>a</sup>，他4名<sup>a</sup>，松村 晶<sup>b</sup>，他1名<sup>b</sup>

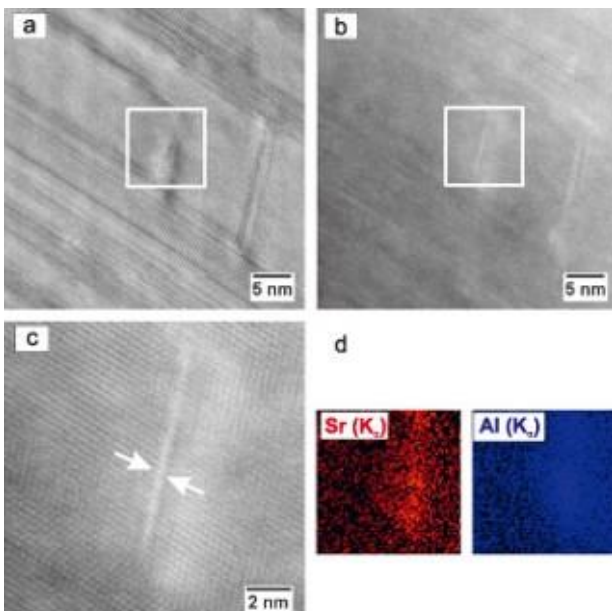
研究支援者：九州大学 松村 晶，山本知一

### 【研究目的】

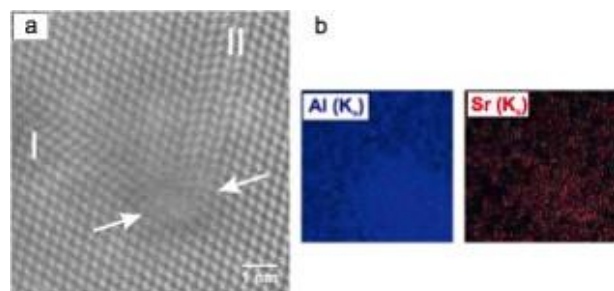
共晶Si相内で改良添加剤Srがどのように分布しているか、原子分解能で調べるために、透過電子顕微鏡-エネルギー分散型X線分光法TEM-EDSと高角度環状暗視野-走査透過電子顕微鏡法HAADF-STEMによる観察を行った。

### 【成果】

高効率のX線検出器を装着した球面収差補正TEM/STEMとレーザー支援アトムプローブトモグラフィ (APT) によって、改良合金の共晶Si相内にはロッド状のSr+Al共偏析領域と球状のAl偏析領域が存在することが初めて明らかにされた。しかも、Sr+Al共偏析領域はロッド状をしており、そこが異なる方位の双晶の交点となっていた。すなわち、添加したSrは凝固中のSiリッチ領域に濃化し、共晶反応でSi相が成長するときにSr+Alの共偏析が生じ、それが双晶発生の起点となるために、Siの成長方向を分散させる役割を演じることとなり共晶組織が微細化する機構を強く示唆している。EDS分析の効率が大幅に向上したことによって、これまで解析ができなかった微量添加元素の結晶学的な位置が明らかになり、実用材料のナノ解析に威力を発揮することが示された。検出効率を誇るX線検出器を搭載した収差補正走査/透過電子顕微鏡が材料工学分野にも革新的成果をもたらすことを実証した！



左図：改良Al-Si合金の共晶Si相の高密度双晶領域のBF-STEM(a)、HAADF-STEM(b)像とその拡大像(c)、同じ領域のEDS元素マップ(d)。AlとSrの共偏析が認められる。



上図：共晶Si相の二つの{111}双晶の交差点付近を、[110]方向から見た高分解能BF-STEM像(a)とXEDS元素マップ(b)。Srの偏析 (Alの濃度は非常に低い) が認められる。結晶学的偏析位置と分布の様子を世界で初めて解明することに成功！

### 【支援実施機関からのコメント】

ナノテクノロジープラットフォーム事業によって、世界的に最先端の研究設備を共用駆使した高いレベルの国際的共同研究を容易に推進することができる。本件はその好例の一つであり、改めて本事業の意義を示すものである。

### 【参考文献等】

- [1] M. Timpel, N. Wanderka, R. Schlesiger, T. Yamamoto, D. Isheim, G. Schmitz, S. Matsumura, J. Banhart, *Ultramicroscopy*, **136**, 216-221, (2013).