

# R<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub> (R=Ho,Tm,Yb) の育成と磁性

新潟大学 自然科学研究科 材料生産システム専攻 梨本貴史

## 1. 研究背景及び研究目的

スカッテルライト化合物RT<sub>4</sub>X<sub>12</sub>(R:希土類元素、T:遷移元素、X:P,As,Sb)は希土類元素が他の2種類の元素で作られるかごの中に入った構造を持つ。希土類の抜けた状態の2元系化合物の存在の可能性が示唆される充填型化合物としてPivanらはHo<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>を報告している。これらは六方晶を形作っているため立方晶のスカッテルライトとは異なり異方的な物性が期待される。そこで研究目的として、Ho<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>、Tm<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>、Yb<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>の粉末合成を行う。また、Yb<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>についてはフラックス法による単結晶の育成も行う。

## 2. 実験方法

### ・ Ho<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>粉末試料の合成

アーク炉で HoNi を作成しそれに Ho:Ni:P が 2:12:7 になるように粉末 Ni、燐片を加え、石英管に真空封入し電気炉を用い 600 で 2 日の反応の後 900 1 週間反応させ、1050 1 週間反応させた。

### ・ Tm<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>、Yb<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>粉末試料の合成

旋盤で屑状にした Tm と Yb に粉末 Ni、燐片を Tm:Ni:P、Yb:Ni:P が 2:12:7 になるように加え、石英管に真空封入し電気炉を用いて 600 2 日の反応の後 900 1 週間反応させた。

### ・ Yb<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>の単結晶

フラックス法によるYb<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>の単結晶の育成はフラックスとしてSnを用い、Yb:Ni:P:Snが、  
#1...2:12:7:20 #2...2:12:7:30 #3...2:10:10:20 #4...2:10:10:30 #5...5:10:10:20となるように屑状のYb、粉末のNi、燐片、Sn片を石英管に真空封入し、1050 から 100h かけて 350 までゆっくり冷却した。得られたHo<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>、Tm<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>、Yb<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>粉末試料に対してSQUIDで磁化率測定を行った

## 3. 実験結果及び考察

作成した粉末試料に対してX線回折を行った。Ho<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>とYb<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>の測定値と計算値の比較をFig.1 とFig.2 に示す。

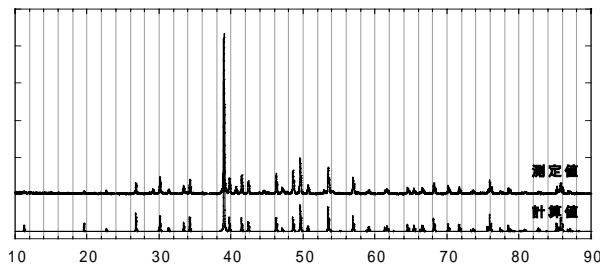


Fig.1 Ho<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub> 測定値と計算値

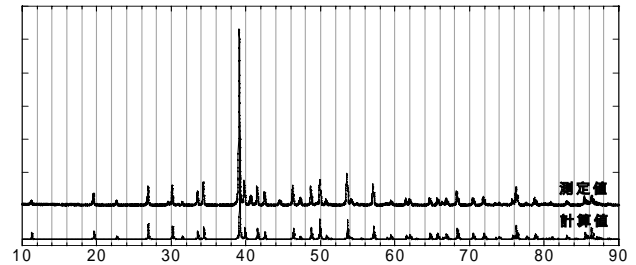


Fig.2 Yb<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub> 測定値と計算値

Ho<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>、Yb<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>の結果は計算値と非常によく一致していて目的の物質は育成できていると言える。Tm<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>はHo<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>、Yb<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>と比べると不純物が多く含まれているので純良化する必要がある。Yb<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>の単結晶については、顕微鏡で観察したところ、#1 から #4 は数mmの大きい単結晶と、数十μmの小さい単結晶が確認された。#5 は数十μmの単結晶のみ確認された。大きい単結晶のX線回折の結果からこれらはYb<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>ではないことがわかった。#1、#2、#5の小さい単結晶はYb<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>であった。磁化率はキュリーワイス則に従い、有効ボーア磁子p<sub>eff</sub>とワイス温度は、Ho<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>がp<sub>eff</sub>=10.3 μ<sub>B</sub>、θ = - 2.36K、Yb<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>がp<sub>eff</sub>=4.62 μ<sub>B</sub>、θ = - 116K、Tm<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>がp<sub>eff</sub>=7.63 μ<sub>B</sub>、θ = - 4.04Kとなった。これらの結果は希土類元素が3価であることを示している。

## 4. まとめ

Ho<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>、Yb<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>の粉末の合成に成功した。フラックス法によって得られたYb<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>の小さい単結晶はX線回折の結果から粉末合成より不純物が少ないので、Ho<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>やTm<sub>2</sub>Ni<sub>12</sub>P<sub>7</sub>についてもフラックス法によってより良い試料が作成できると考えられる。大きな単結晶の作成については仕込み量を変えて、より良い育成条件を調べる必要がある。