

Bi, In, Sn 合金の融点と各金属比率の関係

浅井 莉子

要旨

Bi, In, Sn 合金を, 各金属の比率を変えて作成し, その融点を測定した。その結果, Bi を増やし, Sn を減らせばより融点は低くなることが分かった。また, In が含まれていないと融点は 100 度以下にすることは難しいことも判明した。そして, In を増やすことでも融点は下がることが実験から分かった。

キーワード: 低融点合金 ビスマス インジウム スズ

I. はじめに

I. 研究の背景

複数の金属から作られた合金は, 元の金属より融点が極端に低くなる「融点降下」という現象がある。この現象の原理は, 液体の凝固点降下と類似したものである。

低融点合金の一般的な利用としては原子炉の冷却剤として Pb や Bi の合金を用いている。砂川・Adam・Glenn (2013) においては, 水との反応が乏しく, 環境や人体へ影響が少ない In, Bi, Sn 合金の仕様を考え, 合金の新たな作成及び精製手法を提案することを目的に実験・研究を行った。その精製過程において, Bi・In・Sn の比率を変えてその合金の融点を計測すると, 融点が上下することが分かっており, その比率と結果は以下の表のようになっている。

表1 先行研究における各金属の比率とその融点

	Bi・In・Sn の比率	融点
[1]	Bi(32.5%), In(51%), Sn(16.5%)	60°C
[2]	Bi(57%), In(26%), Sn(17%)	79°C
[3]	Bi(54%), In(29.7%), Sn(16.3%)	81°C

II. 各金属の特徴

Bi は原子番号 83, 原子量 208.98, 融点は 271.3°C, 菱面体系, In は原子番号 49, 原子量 114.82, 融点 156.6°C, 正方晶系, Sn は原子番号 50, 原子量 118.71, 融点は 231.9°C の金属である。

III. 研究の目的と仮説

1) 目的

は, 3 つの金属の比率と融点に関係性があるのかどうか, またそれは何かを調べることに, 本研究で行った実験においてできる限り最も低い融点となる比率を調べることである。

2) 仮説

先行研究より, 3 種の実験において, 1 番融点の低い [1] と [2], [3] では In の割合が大きく違っているため, In の割合を増やせば融点は下がっていくのでは無いか, という仮説が立てられる。

II. 手法

まず, 各金属を自身で設定した比率分電子天秤を用いて用意する。設定する比率は以下のようにする。

表2 実験で行った各金属の質量と全体に占める割合

		Bi	In	Sn
[1]	質量 [g]	0.53	0.84	0.28
	割合 [%]	32.5	51.0	16.5
[2]	質量 [g]	1.88	0.86	0.56
	割合 [%]	57.0	26.0	17.0
[3]	質量 [g]	1.48	0.81	0.45
	割合 [%]	54.0	29.7	16.3
[4]	質量 [g]	1.73	0.60	0.69
	割合 [%]	57.0	20.0	23.0
[5]	質量 [g]	1.78	1.00	0.34
	割合 [%]	57.0	32.0	11.0

〔6〕	質量 [g]	1.71	0.00	1.30
	割合 [%]	57.0	0.0	43.0
〔7〕	質量 [g]	1.31	0.54	0.22
	割合 [%]	63.0	26.0	11.0
〔8〕	質量 [g]	51.0	26.0	23.0
	割合 [%]	1.02	0.52	0.46

融かす順番としては、融け残りを防ぐために融点の高い順に融かしていく。三脚に三角架を乗せ、そこに Bi を入れた蒸発皿を乗せてガスバーナーで融かし、完全に Bi が融けたことを確認して Sn を入れる。また、この時に、加熱時に試験館内を還元状態に保つために粉末状の炭素粉（活性炭）で覆う。るつばさみやガラス棒で蒸発皿を揺らし、中の金属が完全に融けていることを確認して In を加え、先程と同様に完全に融けていることが確認できたらガスバーナーの火を止め、そのままの状態で冷ます。金属が冷え、揺らして固まったことが確認できたら水道で炭素粉を洗い流して合金を取り出す。

融点を計測する前に、その合金が 100℃以下で融けるかどうかを事前に簡易的に確認するため、ポットで湯を沸かし、合金が入ったビーカーに入れて合金が融けるかをガラス棒で突きながら視認する。

先行研究で行われていた〔1〕～〔3〕の比率においては、既に融点が 100℃以下であるという結果が出されているため、ポットでの確認のみ行う。〔4〕～〔8〕は合金を乗せたガラス皿をホットプレートで熱し、スタンドで温度計を固定し、常に合金の温度を測れるようにする。温度計が 100℃付近を示したらホットプレートでの加熱を止め、金属の様子と温度計の値を見ながら固まり始める温度を計測する。この過程を 2～3 回繰り返し、出た値の平均値を結果とする。ガラス皿や蒸発皿に付着した合金は塩酸を少しずつかけて剥がし、洗い流して再度使用する。

III. 結果

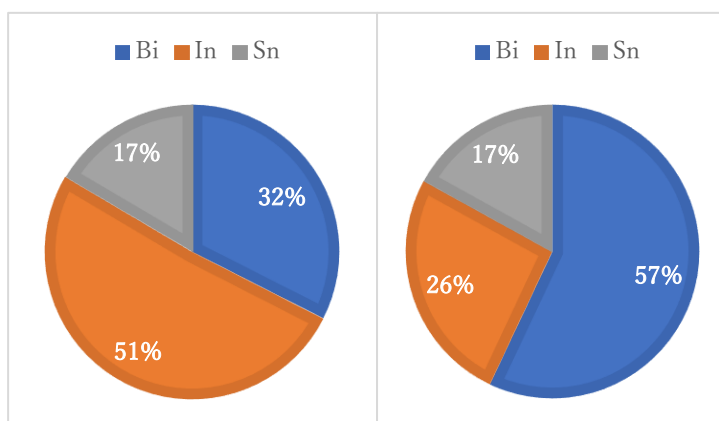
結果は以下ようになった。

表 3 実験番号とポットでの融解の有無と融点

実験番号	ポットでの融解の有無	融点
〔1〕	融けた	—
〔2〕	融けた	—
〔3〕	融けた	—
〔4〕	融けた	70.2℃
〔5〕	融けた	69.9℃
〔6〕	融けなかった	—
〔7〕	融けた	66.1℃
〔8〕	融けた	46.7℃

※—は計測してないことを示す

各実験の金属比率を可視化したのが下図である。



〔1〕の金属比率

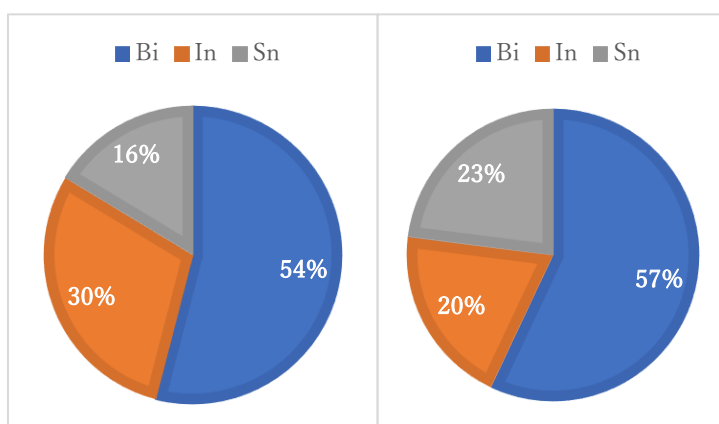
融点:60℃

(先行研究より)

〔2〕の金属比率

融点:79℃

(先行研究より)



〔3〕の金属比率

融点:81℃

(先行研究より)

〔4〕の金属比率

融点:70.2℃

V. 結論

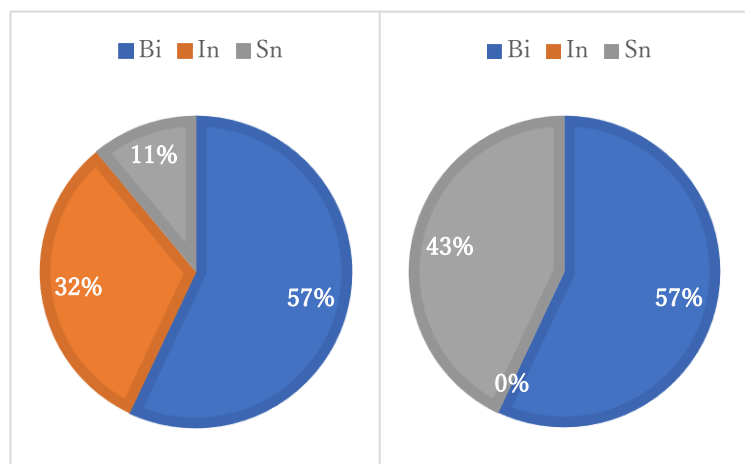
Biを増やし, Snを減らせば融点はより低くなり, In がないと融点は 100℃以下にすることはできない。また, In を増やすことでも融点は下がることが実験より分かった。

謝辞

助言をくださったり, 実験にご協力いただいた化学科の先生方に感謝を申し上げます。

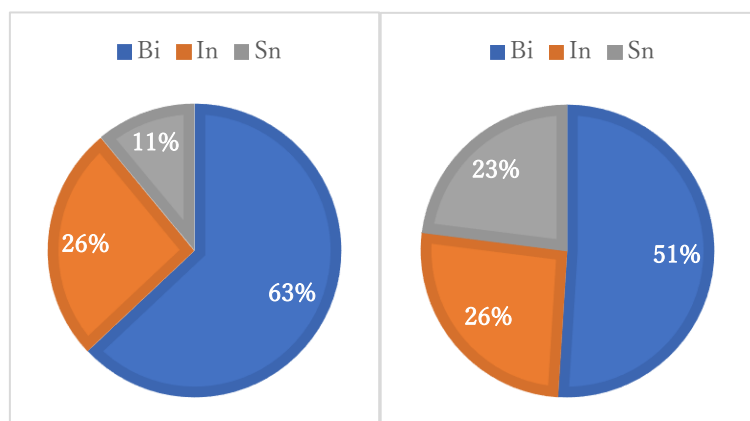
文 献

砂川武義, Adam Lipchitz, Glenn Harvey (2013) :
In, Bi, 及び Sn を用いた低融点合金作成に関する研究.



〔5〕の金属比率
融点:69.9℃

〔6〕の金属比率
融点:100℃以上



〔7〕の金属比率
融点:66.1℃

〔8〕の金属比率
融点:46.7℃

今回行った実験の中では, Bi, In, Sn をそれぞれ 51:26:23 の割合で合金を作成すると, 最も低い融点が出た。

IV. 考察

〔4〕・〔5〕より, Snの割合が低いと融点は下がり, 〔5〕・〔7〕より, Biを増やすと融点は下がる。また, 〔6〕より In がないと融点は 100℃以下にならない。そして 〔4〕・〔8〕より Biを増やすより Inを増やす方が, 融点の下がる度合いに与える影響は大きい。