マクロ偏析演習

【入門編(ビギナー)】

用語

- 正偏析 ↔ 負偏析
 - 濃度を基準
 - 平均濃度よりも濃度が高い偏析を正偏析、低い偏析を負偏析
- 正常偏析 ↔ 逆偏析
 - 偏析の形成時期を基準
 - 凝固末期に形成する偏析を正常偏析、凝固初期に形成する偏析を逆偏析
 - 「正常」を使う時点でバイアスがあり、混乱を招く表現である。 (例:正常の反意は異常)

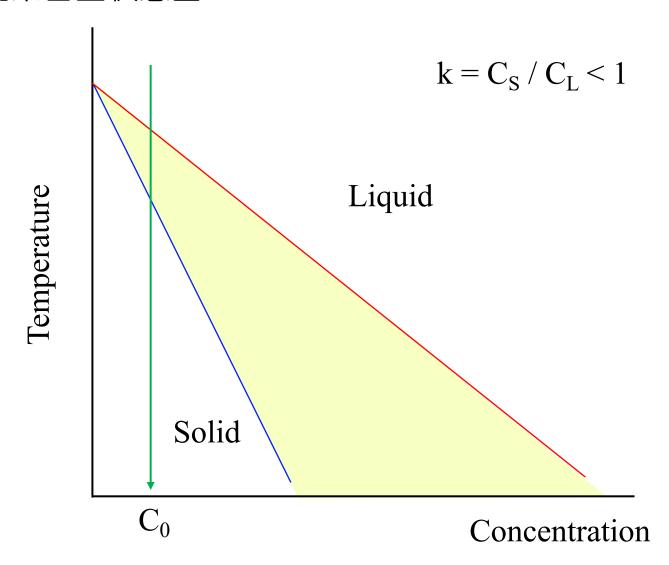
用語についてはあくまでも便宜的に使用すべき。例えば、分配係数が1以下の二元系合金において、正偏析の形成機構と負偏析の形成機構はまったく違う。単純な「正・負の分類」は形成機構の理解を妨げる可能性があります。

メモ:基本的に、正偏析:同世代中の格差、負偏析:世代間の格差

前提条件

- 固液界面では化学平衡が成立する
- 界面の曲率効果は無視する
- 特に断りがない限り、液相の流動による熱輸送が温度場に与える影響は無視できる。つまり、高温側から低温側に流動した液相による流入領域の温度上昇は無視できる。Q4、Q6、Q9、Q10
 - 電磁撹拌では温度に影響することもある (Q7、Q8)

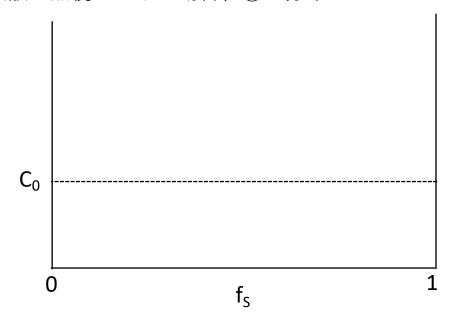
二元系合金状態図



Q1:デンドライトアーム間のミクロ偏析プロファイル?

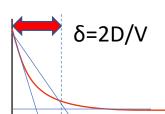
組成	分配係	系数	凝固収縮	液相		固相	
C_0	k<1	L	ΔV=0%	完全混	合	拡散な	し
平滑 Solid	界面 Liquid		Solid	界面 quid		A	Z 滑界i
1次元	_ T		2 次元	3	3次元		球 <i>0</i> 中心

- ① 1,2,3次元のケースについて、凝固終了時の固相濃度と固相率の関係
- ② 固相中の拡散が無視できない場合、①の分布はどのように変化するか



Q2:平滑界面で凝固するときの濃度プロファイル?

組成	分配係数	凝固収縮	液相	固相
C_{o}	k<1	ΔV=0%	拡散あり	拡散なし



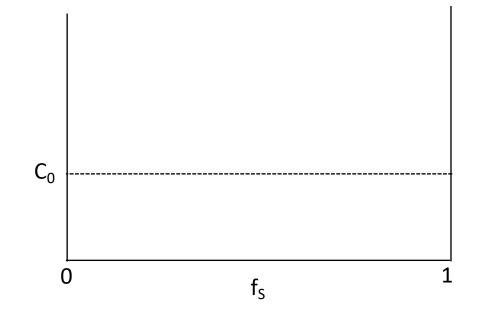
D:液相中の溶質の拡散係数

V:成長速度 L:凝固距離

平滑界面 Length, L

次の3ケースの凝固後の 濃度プロファイル

- ① **δ<<L**
- ② **δ~L**
- ③ δ>>L



Q3: 凝固後の平均組成分布は?

 C_0

組成	分配係数	凝固収縮	液相流動	固相移動	
C_0	k<1	ΔV=0%	なし	なし	\\ f= 70 \+
·••+***********************************	デンドライト				半無限遠
	Solid	······································	Liquid		
					\$400- \$400- \$400- \$400- \$400-
温度は左か	ぃ ら右へ単調に増	力口			

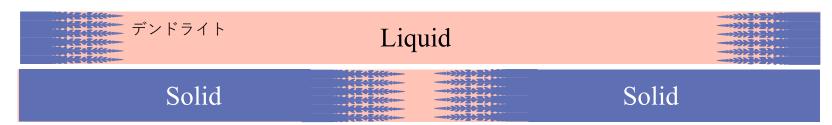
Q4: 凝固後の平均組成分布は?

 C_0

	組成	分配係数	凝固収縮	液相流動	固相移動	
	C_0	k<1	ΔV=-4%	凝固収縮流のみ	なし	
	······································	デンドライト				半無限遠
		Solid	······································	Liquid		
					······································	60m- 60m- 60m- 60m- 60m-
· 二	温度は左か	、 ら右へ単調に増	力口			
1						

Q5: 凝固後の<u>平均</u>組成分布は?

組成	分配係数	凝固収縮	液相流動	固相移動
C_0	k<1	ΔV=0%	なし	なし



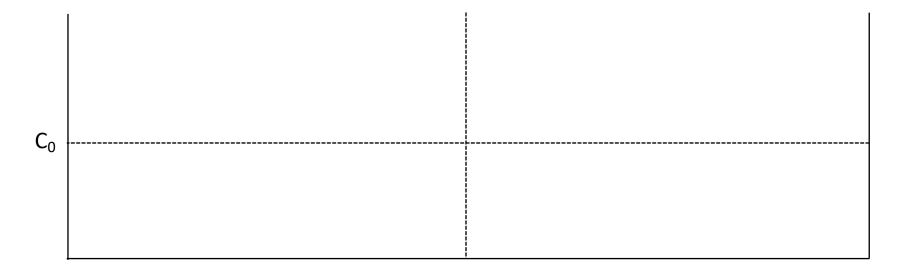
温度は左から中央、右から中央へ単調に増加 鋳片の長さは拡散距離に比べて十分に大きい 平均組成 → ミクロ偏析の濃度分布を平均化した組成、つまり、ミクロ偏析ス ケールより十分に大きいスケールでの平均組成

(
C 0	

Q6: 凝固後の平均組成分布は?

組成	分配係数	凝固収縮	液相流動	固相移動	
C _o	k<1	ΔV=-4%	凝固収縮流のみ 中央部の補充	なし	
······································	デンドライト	Liquid	<u> </u>		← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ←
	Solid		**************************************	Solid	

温度は左から中央、右から中央へ単調に増加 凝固収縮分として中央部から等しい温度、組成C₀の液相が補給される(仮想的)



Q7: 凝固後の水平方向の平均組成分布は?

Cok<1	C ₀ K<1 ΔV=0% 電磁撹拌 デンドライト 電磁撹拌開始 Liquid Solid 電磁撹拌終了 Liquid	組成	分配係数	凝固収縮	液相流動	固相移動
Tiquid Solid 電磁撹拌開始 Liquid Liquid Liquid Liquid	Tiquid Solid 電磁撹拌開始 Liquid Liquid Liquid Liquid	C_0	k<1	ΔV=0%		なし
		······································		占 Liqu	id	
Solid	Solid	Solid		電磁撹拌終了		Liquid
			Solid			

電磁撹拌:自然対流に比べて高速、液相のみの領域では乱流

 C_0

Q8: 凝固後の水平方向の平均組成分布は?

組成	分配係数	凝固収縮	液相流動	固相移動	ı	
C_0	k<1	ΔV=0%	液相領域に 電磁撹拌	なし		
デンドライト 電磁撹拌 Liquid						
Solid	······································	電磁撹拌		Liquid		
	Solid			> }		

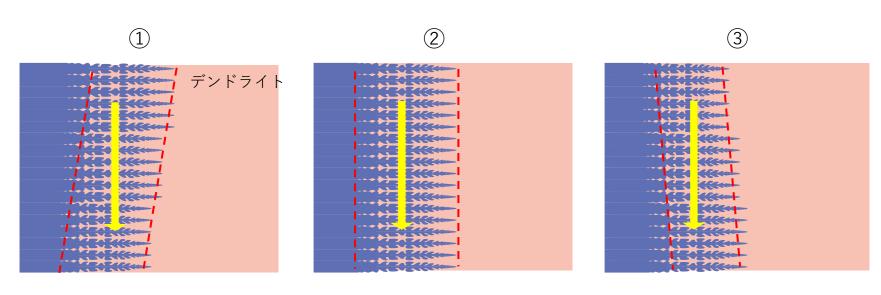
凝固開始前から凝固終了まで固液界面付近の液相領域に電磁撹拌(強度は十分で一定)



Q9:正偏析、負偏析が生じやすい領域?

組成	分配係数	凝固収縮	液相流動	固相移動
C_o	k<1	ΔV=0%	図中に表示	なし

固液共存領域の流動は鉛直下向き(黄矢印)、等温面は図中に記入(赤点線)



Q10: なぜ正偏析のみが認知される?

組成	分配係数	凝固収縮	液相流動	固相移動
C_0	k<1	ΔV=0%	図中に表示	なし

下記の図はQ9の3つをまとめた、現実に起こりえる流動パターン。 一般的に、チャンネル型の正偏析が認知されても負偏析が認知されることは ない。なぜか?

