目　　次

1. 序　　論 …… 1

1・0 概　　説 …… 1

1・1 固体と液体との平衡 …… 1

1・2 融　解　点 …… 2

1・3 合 金 の 平 衡 …… 3

平衡状態図 3　コングルアント・メルティング 5　共 晶 6

包 晶 9　偏 晶 9

1・4 気体－金属平衡 …… 10

1・5 3元および多元合金 …… 11

1・6 相　　律 …… 12

1・7 分 配 係 数 …… 13

1・8 平衡に対する熱力学的基準 …… 16

2. 原子的過程としての凝固 …… 19

2・1 固 体 と 液 体 …… 19

結晶質固体の性質 19　液体の性質 21　結晶と液体との差異 23

準化学的取扱い 24

2・2 固 液 界 面 …… 25

界面の微視的形状 27

2・3 純金属とその融液との平衡 …… 33

2・4 結 晶 成 長 過程 …… 41

結晶成長の運動論 41

2・5 合金での固体－液体平衡…… 43
2・6 欠陥の起源…… 48
空孔 49 転位 52 リニッジ組織 55

3. 核生成…… 59

3・1 過冷液体の準安定性…… 59
3・2 曲った界面に対する平衡条件…… 60
曲った界面の安定性，原子的考察 60 曲った界面を介しての平衡の熱力学的処理 61
3・3 臨界半径の計算…… 62
3・4 核生成の過程…… 64
核生成速度の理論 65 核生成温度 66 実験と理論との比較 67
臨界核の大きさ 70
3・5 合金での均質核生成…… 72
3・6 不均質核生成…… 72
3・7 融解の核生成…… 79
3・8 動的に刺激された核生成…… 80
3・9 核生成理論の現状についての総括…… 84

4. ミクロ的な熱流の考察 …… 87

4・1 定性的観察…… 87
4・2 潜熱の除去…… 90
4・3 伝導による結晶中への潜熱の抽出…… 91
表面および粒界の影響 92
4・4 液体中への潜熱の伝導…… 93
“リボン状”結晶 95 “羽毛状”成長 97
4・5 デンドライト状成長…… 98
凝固した全体の量 98 成長の速度 99 デンドライト状成長の方向 109 デンドライト・アームの間隔 114
4・6 過冷度が非常に大きい場合の凝固…… 115

5. 凝固のさいの溶質の再分布 …… *119*

5・1 概　論 …… *119*

5・2 分配係数 …… *119*

5・3 溶質の排出 …… *121*

いつも平衡が保たれる *122*　液体中の混合は拡散のみによって起こり，固体中では拡散がない *123*　流体運動の影響：対流 *130*　液体の完全または部分的混合：固体中に拡散がない *131*　合金の固相線温度 *134*

5・4 帯域精製法 …… *134*

5・5 組成的過冷 …… *138*

組成的過冷による不安定 *139*

5・6 セル状サブ組織 …… *144*

セル状サブ組織の起源 *145*　セル生成の定量的研究 *146*　セルの形状 *149*

5・7 セルラー・デンドライト …… *152*

5・8 合金における自由デンドライト状成長 …… *156*

デンドライト・アームの間隔 *158*

5・9 現存界面の前方における結晶の核生成 …… *159*

5・10 偏析の形式 …… *160*

正常偏析 *160*　粒界偏析 *160*　セル状偏析 *161*　デンドライト状偏析 *161*　逆偏析 *167*　有核組織および粒界偏析 *170*　重力偏析 *170*

6. 多相合金の凝固 …… *173*

6・1 凝固中のガス発生 …… *173*

ガスと金属の平衡 *173*　気泡の生成 *175*　溶解したガスによる化合物の形成 *179*

6・2 共　晶 …… *179*

共晶の顕微鏡組織 *182*　純2元共晶 *183*　層状共晶の凝固 *184*　界面の形状 *186*　層状成長：理論 *186*　層状成長：実験 *190*

くずれた共晶組織 192　共晶のモディフィケーション 192　不連続共晶 194　非共晶組成 200　共晶液体の構造 201　共晶の重力偏析 202　分離共晶 202　3元共晶 203　鋳鉄 203

6・3 包晶凝固……207

6・4 固相が存在しているときの凝固……210

懸濁粒子 210　多孔性固体中での液体の凝固 212

7. マクロ的な熱流と液体の流れ……215

7・1 概説……215

7・2 流体の流れ……215

液体金属の粘性 215　流動性 217

7・3 熱流……218

凝固速度 219　連続鋳造 223　ディップ・フォーミング 230

7・4 凝固しつつある物体内の熱応力……232

8. 鋳造金属の組織……235

8・1 概説……235

8・2 鋳造金属のマクロ組織……237

鋳造組織の描写 237　実験観察 238　鋳型内での凝固 240　連続鋳造材の組織 256　組織に及ぼす振動の影響 258　鋳造法としての溶接，硬ろうづけ，軟ろうづけ 260

8・3 偏析……261

8・4 小規模実験の意義……263

8・5 凝固のさいの体積変化……264

パイプの形成 264　一方向収縮 265　収縮孔の形成 265　不健全さのコントロール 266　ポロシティ 266　表面ポロシティ 268

8・6 気泡……268

8・7 凝固によって生ずる表面の様相……269

表面張力の効果 *269*　湯　境 *270*　捕捉されたガス *270*　表面デンドライト *271*　浸出と表面ポロシティ *272*　自由表面の形態 *272*　凝固後の表面形態の変化 *272*　熱漬法による金属の被覆 *273*　ブリキ *274*

付録　融液からの単結晶の製造……*277*

A・1 概　説……*277*

A・2 方位の制御……*277*

A・3 形状の制御……*279*

A・4 組成の制御……*281*

汚　染 *281*　蒸　発 *281*　組成の均一性：短範囲 *281*　組成の均一性：長範囲 *282*　包晶化合物 *283*

A・5 完全さの制御……*284*

空　孔 *284*　転　位 *284*　リニッジ *285*　“ストレイ・クリスタル” *285*

A・6 双　結　晶……*286*

索　引……*289*