

Title	EMBRYONIC FLUCTUATIONS AT MARTENSITIC PHASE TRANSFORMATION
Author(s)	Fuchizaki, Kazuhiro
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/24534
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	みち 淵	ざき 崎	かず 員	ひろ 弘
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	8699	号	
学位授与の日付	平成元年3月24日			
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	エンブリオ生成に伴う揺ぎとマルテンサイト相変態			
論文審査委員	(主査) 教授 藤田 英一			
	(副査) 教授 吉森 昭夫 教授 藤井 保彦			

論文内容の要旨

所謂マルテンサイト変態は変位型の一次構造相転移ではあるが、他の変位型の2次構造相転移と異なり相転移に伴い「前駆現象」が見られる事を含めその相転移スキームはソフトモード理論では記述出来ないことが知られている。本研究ではbcc基合金のマルテンサイト変態の(準)微視的な変態機構を明らかにしそれをモデル化する事によりマルテンサイト変態の前駆現象を含めた相転移スキームを記述する事を試みた。更に議論を固体中での一般的な一次構造相転移の場合に拡張して前駆現象の出現可能性について考察した。本論文は次の様に構成されている。

まず相変態の微視的原因について考察した。bcc(β)-マルテンサイト変態を行なう物質に共通に見られる特徴(1) $\{110\} \langle 1\bar{1}0 \rangle$ せん断変形に対する格子不安定性及び(2)ソフトモードの存在から局所的な低温(マルテンサイト)相の生成に伴う原子のコヒーレントで準静的な熱揺ぎこそがカギとなる微視的な変態機構であると考えた。この揺ぎ(以下エンブリオ生成揺ぎ)の発生は転移点より高温で複数の安定状態をもつのが原因と考えられる。即ちその一つは母相の構造に対する安定状態と他は低温相のエンブリオに対する準安定状態である。このエンブリオ生成揺ぎという観点から様々な前駆現象を概観した。

エンブリオ生成揺ぎのアイデアに基づきbcc基合金のマルテンサイト変態の微視的記述を次の様に展開した。物理的に意味のある最小ユニットはエンブリオであると考えると全系の自由度はエンブリオの運動自由度に減じられる。更にエンブリオの並進自由度を消去することによってエンブリオ生成エネルギーとエンブリオ間相互作用からなる(準)微視的有効ハミルトニアンが得られる。この有効ハミルトニアンから秩序変数及び平衡エンブリオ密度を求めた。こうして得られた相転移スキームは最近の実験結果と定性的に一致した。特に転移点より高温での所謂前駆状態に於いて低温相のエンブリオが平衡的に存在し

得る事がわかり前駆状態とエンブリオ生成揺ぎとの間に密接な関係がある事を明らかにした。次に微視的な相変態モデルを現実の系に適用して低温相の生成過程を論じた。特にNi-Al合金で見られる7倍周期構造に対してモデルから得られた低温構造の回折パターンを計算したところ実験結果と満足し得る一致をみた。

次にエンブリオ生成揺ぎと固体中の一次相転移の前駆現象との関係を熱力学的観点から論じた。有効ハミルトニアンから系の粗視化した自由エネルギー汎函数を導き転移点より高温での自由エネルギーを極小にする系の配置としてエンブリオ生成揺ぎを得た。エンブリオ生成揺ぎから原子変位がわかり前駆状態での回折パターンを計算する事が出来る。この一連の手続きから秩序変数(今の場合ソフトモードの振幅)と巨視的ひずみが強くカップルする様な系では一般的な一次構造相転移の前駆現象として回折パターンに異常不整合性を観測し得る事を明らかにした。最後に二次相転移の臨界現象に対して一次相転移の前駆現象のもつ物理的意味の重要性を強調した。

論文の審査結果の要旨

同君の論文はマルテンサイト相変態の一部に見られる前駆現象が空間的な揺ぎによって生成された微小なマルテンサイト相の胚芽(エンブリオ)の細かい分布とそれに伴う歪みから成ると云う認識に立って、その出現条件、エネルギー状態などを求めうる一般的な理論を展開したものであり、実験との比較も行われている。

まず微小なマルテンサイト領域の形成に伴う格子変形を一樣な剪断変形による変態部分とその間を繋ぐずれ歪み部分とに分けて考え、そのようなモデルに対応して、生成エネルギーと相互作用エネルギーを含む有効ハミルトニアンを組立て、母相と正負の剪断方向に相当する領域の3個の安定域の間を往復する秩序変数を使って、エンブリオの状態を記述した。

これに統計熱力学的取扱いを加え、実際にマルテンサイト変態を生じる β 相型のNi-Al合金を例にとり、前駆現象としてのエンブリオ分布の温度変化などをかなりよく再現した。

この理論は一次元の取扱いであるが、マルテンサイト変態の前駆現象であるエンブリオの分布状態の把握とその表現方法を与えた一つの独自の記述方法として評価されるものである、よって博士論文として価値ありと認められる。