

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | MÖSSBAUER EFFECT STUDY ON THE MAGNETIC PROPERTY AND PHASE DECOMPOSITION OF IRON-CHROMIUM ALLOYS |
| Author(s)    | 桑野, 壽   |
| Citation     |   |
| Issue Date   |   |
| Text Version | ETD   |
| URL          | <a href="http://hdl.handle.net/11094/366">http://hdl.handle.net/11094/366</a>                   |
| DOI          |   |
| rights       |   |
| Note         |   |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

|         |  |
|---------|--|
| 氏名・(本籍) | 桑野 <sup>くわの</sup> 壽 <sup>ひさし</sup>                                     |
| 学位の種類   | 工 学 博 士  |
| 学位記番号   | 第 6 3 0 4 号  |
| 学位授与の日付 | 昭 和 59 年 2 月 15 日  |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 5 条第 2 項該当   |
| 学位論文題目  | Fe-Cr合金の磁性と 2 相分離についてのメスバウアー効果による研究                                    |
| 論文審査委員  | (主査)<br>教 授 藤田 英一<br>(副査)<br>教 授 中村 伝 教 授 山田 安定 教 授 國富 信彦<br>教 授 藤田 広志 |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本研究はメスバウアー効果と電子顕微鏡を用いて、合金組成の変化にともなう核形成-成長型からスピノーダル分解型への 2 相分解機構の転移過程を明らかにすることを主目的としてなされ、付随的にえられた磁性に関する知見をまとめたものである。

本論文は第 1 章(緒言)、第 2 章(Fe-Cr 固溶体の磁氣的性質)、第 3 章(Fe-Cr 固溶体の 2 相分離)および謝辞から構成される。

第 1 章においては、機械・プラント構造材料として多用されている Fe-Cr 合金に“475 °C 脆性”と呼ばれる先天性欠陥が内在し、その原因とみなされる固溶体の 2 相分離に関する研究は工業的に重要であるとともに、学問的にも興味ある課題で、ここ 10 年来、統計物理学、コンピュータシミュレーションおよび中性子散乱実験の立場から、J.W.Cahn や J.E.Hilliard らの古典的スピノーダル分解理論に対して多くの論争があった事と関連して、その研究の意義が述べられている。さらに、核形成-成長型とスピノーダル分解との相違を明確に識別するためには、2 相分解の初期段階における第 2 相の析出過程およびマトリクス濃度の局所的变化を明らかにすることが必要であるとの観点から、本研究は<sup>57</sup>Fe 核のメスバウアー分光法を主たる研究手段として用いることの理由が述べられている。

第 2 章においては、Fe-Cr 合金の基本的な磁氣的性質を把握するため、常温と液体ヘリウム温度において全組成領域にわたるメスバウアー効果測定がなされ、平均内部磁場・アイソマーシフトと組成との間の関係式、平均内部磁場と磁気モーメントとの間の実験式が求められている。さらに、常温のメスバウアースペクトルは局所環境効果の仮定に基づいてコンピュータ解析され、Fe の内部磁場とアイソマーシフトに対する第 1 および第 2 隣接位置の Cr 原子の影響を表わす係数は試謬法で求められ、20 ~

56%Crの広い組成領域で濃度にはほとんど依存しないことが確認されている。

最後に、81～99.4%Crの高Cr濃度の合金の内部磁場の温度依存性が1.7～300Kの間で調べられ、反強磁性構造のCrマトリクス中で孤立したFe原子の持つ低い飽和内部磁場(≒30kOe)は近藤効果によって解釈され、近藤温度として73Kがえられたことが報告されている。

第3章においては、前章でえられた平均内部磁場とアイソマーシフトの組成依存性の結果を活用して、Fe-Cr合金系のパイノーダル線のメスバウアー効果による精確な決定が試みられる。その結果、従来の研究で見落されていた準安定状態のパイノーダル線が本研究ではじめて発見されたことが、メスバウアー分光法を用いた成果の1つとして強調される。次に、20～56%Cr合金の748Kでの等温時効にともなう分解過程が調べられ、数10分以内の短時間時効において核形成-成長型とスピノーダル分解型との間に明確な差違が識別されたこと、特に2つのメスバウアースペクトルの差、および内部磁場分布曲線より常磁性高濃度Cr相の析出とマトリクス内におけるFeの多い組成領域の生成がメスバウアー分光法によって極めて鋭敏に検出されたことが、第2の成果としてあげられる。

潜伏期の濃度依存性、Johnson-Mehlの式による分解速度の解析、メスバウアー吸収ピーク幅の時効時間依存、透過電子顕微鏡によるマイクロ組織観察、メスバウアースペクトルのコンピュータ合成等の結果を総合して、古典的スピノーダル線近傍では特に分解過程の異常は認められず、核形成-成長型からスピノーダル分解型への変化は30～40%Crの組成範囲で徐々に起こるが、40%Cr以下の組成領域では核形成-成長型が支配的分解機構であることが確認され、K. Binderらのコンピュータシミュレーション結果と定性的に一致する結論がえられた。

## 論文の審査結果の要旨

本論文はFe-Cr合金の相分解の過程を主としてメスバウアー分光によって刻明に追跡した結果を纏めたものである。まず、Fe-Cr合金系全組成領域に亘って、 $^{57}\text{Fe}$ 核のメスバウアー効果が測られ、高い精度のコンピュータ解析により内部磁場、アイソマーシフト等と組成、隣接配置との関係性が求められた。それらを使用して、Fe-Cr合金系の二相分離線の正確な決定が試みられ、従来の研究で看過されていた“準安定状態”の二相分離線が初めて確認され、正則溶体近似による熱力学的計算結果と良く一致する事が示された。次に、20～56at%Crの範囲で748Kにおける二相分離機構が核形成-成長かスピノーダル分解かを明らかにするため、(1)潜伏期の組成依存性、(2)Johnson-Mehlの式による分解速度解析、(3)メスバウアー吸収線幅、内部磁場分布及び差のスペクトルの時効時間による変化、及び(4)透過電子顕微鏡によるマイクロ組織変化が調べられた。これらを総合して、古典的定義によるスピノーダル点(748Kでは≒27at%Cr)近傍においては、Cahn-Hilliardの理論で云う処の分解過程の異常は認められず、核形成-成長型からスピノーダル分解型への転移は30～40at%Crの範囲で組成変化に対して徐々に起こるが、38at%Cr以下では核形成-成長型が支配的分解機構であると結論された。これは最近のBinderらの計算に合う結果である。

斯くして本研究は従来の Fe-Cr 合金の相分離線を全く書き替え、メスバウアー効果のパラメーターを初めて正確に与え、その上に、この系のスピノーダル分解に関して理論的に定まらなかった二三の重要問題に結論を与えたので博士論文の価値ありと認める。