

98-391

金属中の結晶欠陥の研究

Study of Crystalline Defects in Metals and Alloys

東京大学名誉教授 堂山昌男
帝京科学大学理工学部教授 Masao Doyama

<p>略 歴 昭和 2年 2月 8日生</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 27年 東京大学工学部冶金学科卒業 ◇ 27年 東京大学工学部冶金学科特別研究生 ◇ 29年 米国ノートルデイトン大学冶金学科大学院テイチングフェロウ ◇ 30年 米国ノートルデイトン大学冶金学科大学院修士 ◇ 30年 米国イリノイ大学物理学科大学院研究助手 ◇ 33年 米国イリノイ大学物理学科大学院修士 ◇ 37年 米国イリノイ大学Ph.D ◇ 38年 米国アルゴンヌ国立研究所 Residential Research Associate ◇ 39年 米国イリノイ大学物理学科 Visiting Research Assistant Professor 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ 42年 東京大学工学部助教授 ◇ 50年 工学博士 (東京大学) ◇ 50年 東京大学工学部教授 ◇ 59年 文部省学術国際局科学官 (昭和63年3月まで併任) ◇ 61年 名古屋大学工学部教授 (併任) ◇ 62年 中国蘭州大学名誉教授 ◇ 62年 東京大学定年退官 (東京大学名誉教授) ◇ 62年 名古屋大学工学部教授 <p>平成 2年 名古屋大学定年退官</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 2年 西東京科学大学理工学部教授 ◇ 7年 帝京科学大学理工学部教授 (名称変更) <p>受賞歴 平成 5年 本多記念賞</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 5年 紫綬褒章 ◇ 5年 日本金属学会賞
---	--

業績の概要

堂山昌男博士の研究業績は多岐に亘るが、なかでも40年に亘る結晶欠陥に関する一貫した研究は国際的にこの分野を先導してきた。研究手段においては陽電子消滅法を確立するとともに、電子計算機シミュレーション法を先駆的に開発した功績は大きい。修士論文として行ったAuCu₃、AuCu₂の研究は規則-不規則変態の運動論としては当時独創的なものである。イリノイ大学では、KC1中の色中心による降伏強度への影響の実験を行い、色中心により試料が硬くなることを世界で初めて示した。Ph.D.論文としては、銀の急冷及びその後の回復実験を行い、原子空孔の形成、移動エネルギーを決定した。これにより酸化しやすい物質中の原子空孔の挙動の実験方法として新しい道が開けた。この実験結果は35年後の現在でも引用されている。その後アルミニウム及び希薄合金の急冷と低温照射の実験を行い、照射損傷のStage IIIが原子空孔の移動によるものであることを提唱した。現在でもこの

解釈が正しいことが証明されている。

アルゴンヌ国立研究所に移ってからは、計算機シミュレーションの創生期において、結晶欠陥の計算を行った。原子空孔の形成エネルギーを世界最初に用い矛盾のないポテンシャルを求め、応用した。その中でも、面心結晶格子中の転位の計算は、3次元転位の世界で最初の計算として、古典的名論文として現在も広く引用されている。また、原子空孔クラスターの計算も世界に魁けたものとして残っている。原子空孔と希薄合金原子との結合エネルギーと固溶限の間に関係を見出したのは重要な結果である。この法則はDoyama's Ruleとよばれている。

14年間の留学を終え、帰国後は東大冶金学科として初めての金属電子論の講義を起し、理論計算、陽電子消滅実験、電界イオン顕微鏡実験などを行った。陽電子消滅による結晶欠陥および相変態の研究を精力的に行い、この分野の先駆的実験が多い。その中でも銅

の電子線低温照射による損傷の回復で、陽電子寿命がステージⅢで長くなることを実験的に実証し、このステージで原子空孔が移動していることを確認し、20年来の議論に終止符を打った。高濃度合金中の原子空孔形成エネルギーが電子密度と線形的関係があることを見つけた。金属中で母相より原子価の低い固溶元素に陽電子が引かれる現象を見出した。これも Doyama's Rule とよばれている。鉄中の原子空孔は当時 180℃ で移動すると信じられていたが、180K で移動することを陽電子消滅を使って証明した。規則-不規則変態、GP ゾーン形成、析出、マルテンサイト変態、による陽電子消滅の変化から、これを利用した欠陥、変態の検出、研究、これらを利用した非破壊検査の手段としての陽電子消滅の利用、陽電子顕微鏡の提案など多大の貢献をした。これらの業績により現在日本を代表する陽電子消滅国際委員である。陽電子と同じ電荷をもち質量の重い正ミューオンを用いた金属間化合物中での原子空孔に正ミューオンが捕えられることを世界で初めて実験的に示し、金属、合金中の結晶欠陥の研究の新しい研究方法として確立した。また、一般には液体温度以下の温度でしか観測されないといわれている電界イオン顕微鏡を用いて、赤熱温度でも原子1個1個が観察されることを見出した。高温における表面原子のその場観察に有効なことを示した。この実験は誠に意表をついた実験であった。

また、最近には塑性変形の計算機シミュレーションを分子動力学を用いて行い、実験では出来ない、高速変形のシミュレーションを行っている。

また、現在陽電子顕微鏡を試作している。これが完成した暁には電子顕微鏡では見えない結晶の欠陥が見えるものと期待されている。この像記録として、イメージング・プレートが陽電子にも感じるという実験結果も得ている。

堂山昌男博士は日本金属学会会長、日本鉄鋼協会理事、日本 Materials Research Society の会長、International Union of Materials Research Societies 会長、などを歴任している。

堂山博士はこの他物理学、材料、先端材料に関する図書の翻訳を十数冊行っている。アルゴンヌ国立研究所在職中に「急冷金属中の格子欠陥」、日本に帰国後「格子欠陥相互作用」、「材料と未来社会」、「第1回、第2回コンピュータの材料科学工学への応用」、「先進材料国際会議」、など多くの国際会議を主催している。また、東京大学出版会より出版の「材料テクノロジー」全25巻も編集している。国際学会誌 Mechanics of Materials, Materials Forum, Journal of Materials Research, Materials Letters, Computational Materials Science, Modelling and Simulation of Materials Science などの編集委員でもある。昭和59年より3年半文部省科学官として大学教育、研究、文部行政に力

を注いだ。

このように堂山昌男博士は結晶欠陥研究において世界に誇るべき幾多の業績を残して、国際的にも高く評価されている。

業績に関連する主要文献

- 1) M. Doyama, J. Takano, M. Inoue, T. Yoshiie, Y. Hayashi, M. Kiritani and T. Oikawa : Applications of Imaging Plates as Position Sensitive Detectors of Positrons, Nuclear Instrument & Methods in Physics Research Section A, **394**, 146-150 (1997).
- 2) 堂山昌男 : 金属中の原子移動に重要な点欠陥, 学術研究の動向, 学術月報, 1279-1287(1995).
- 3) M. Doyama : Computer Simulation of Deformation and Fracture of Small Crystals by Molecular Dynamics, Bull. Materials Science, **18**, 311-323 (1995).
- 4) M. Doyama : Computer Applications to Materials Science, Materials Transactions JIM, **32**, 105-113 (1991).
- 5) M. Doyama : Studies of Lattice Defects and Phase Transitions by Positron Annihilation, Proc. Fifth International Conference on Positron Annihilation, ed. R.R. Hasiguti and K. Fujiwara (Japan Institute of Metals, Sendai, 1979) p. 13-30.
- 6) M. Doyama, R. Nakai, H. Fukushima, N. Nishida, Y.J. Uemura and T. Yamazaki : Trapping of Positive Muons by Vacancies in Cu-Al and Ni-Al Non-Stoichiometric Compounds, Hyperfine Interaction, **6**, 341-344 (1979).
- 7) M. Doyama, T. Nishida, M. Obara and S. Tanigawa : Atomistic Images in Field Ion Microscopy at High Temperatures, Japanese Journal of Applied Physics, **17**, 805-810 (1978).
- 8) M. Doyama, J.S. Koehler, Y.N. Lwin, E.D. Ryan and D.G. Shaw : Annealing Study of Dilute Aluminum Alloys Electron Irradiated at Liquid Nitrogen Temperature, Phys. Rev., **B3**, 1069-1081 (1971).
- 9) R.M.J. Cotteril and M. Doyama : Energy and Atomic Configuration of Complete and Dissociated Dislocations, I. Edge Dislocation in an F.C.C. Metal, Phys. Rev., **145**, 465-478 (1966). "II. Screw Dislocation in an F.C.C. Metal", Phys. Rev., **150**, 448-455 (1966).
- 10) M. Doyama and J.S. Koeler : Quenching and Annealing of Lattice Vacancies in Silver, Phys. Rev., **127**, 21-31 (1962).