

学会賞

山脇道夫 氏 (東京大学教授, 工学博士)



〔業績〕 高温質量分析法による原子力材料の蒸発熱化学的研究

山脇道夫氏は1964年東京大学工学部原子力工学科を卒業し、引き続き同工学系研究科修士、博士課程を経て、1969年工学博士の学位を授与された。同年に東京大学助手になり、助教授を経て、1987年に工学部教授に就任し現在に至っている。同氏はその間一貫して高温質量分析法による高温材料の蒸発熱化学に関する研究を続けてきた。その研究には、雰囲気制御型高温質量分析計の開発およびその高温反応研究への適用、高温質量分析計と高温ケルビン計を組合せた新しい欠陥化学的研究など、斬新で先導的な研究が含まれている。

当初は、高温質量分析計による蒸気圧測定の精度と感度を向上させる目的で、変調ビーム・パルス計数法やパルスカウント法の導入を図るなどの研究を行ったが、その後、質量分析計の外部からごく微量の気体をクローゼンセル内に連続的、安定的に導入するシステムを開発して、雰囲気制御型高温質量分析計と命名するとともに、同装置を用いた研究により、固体-気体高温化学平衡研究に新しい領域を開拓した。さらに、本装置と高温ケルビン計を組合せる手法を初めて導入することにより、酸化物の格子欠陥研究に新機軸を開く成果をあげた。

また多くの高温材料について蒸発熱化学的研究を行ってきた。研究対象は、弗化リチウム、304L ステンレス鋼、316 ステンレス鋼、(Th, U)O₂, CeTe, U-Zr 合金, ThC_{1+x}, (Th_{1-y}, U_y)C, LiNbO₃, Li₂SnO₃, Cs₂MoO₄, U-Fe 合金, BaUO₃ など広範囲の原子力関連材料であり、それらは合金、酸化物、炭化物、テルル化物、溶融塩に及んでいる。学術上および実用上にも有用なデータを多く提供してきたが、なかでもステンレス鋼に関する研究は表面偏析層の組成をオージェ電子分光により分析した結果に基づき合金成分の活量を評価したもので、先駆的研究として注目された。また、(Th, U)O₂, (Th, U)C などの混合セラミックスの活量測定から、従来知られていた相合蒸発に加え、あらたに定常蒸発という学術的概念を提唱するなどの基礎学術的な貢献も行っている。

雰囲気制御型高温質量分析計を用いては、核融合炉ブランケット増殖材料 Li₄SiO₄, LiAlO₂, Li₂TiO₃, Li₂ZrO₃ などについて、微少圧の水素/水蒸気を導入したときの蒸発分子・原子種の同定と蒸気分圧の測定から、雰囲気酸素ポテンシャルの効果により、Li₄SiO₄ と Li₂ZrO₃ では酸素空孔生成消滅に伴う非化学量論的挙動が現れるのに対し、他の複合酸化物ではそのような挙動が現れないという興味深い挙動を見いだしている。同時に、ブランケット酸化物増殖材の照射下 Li 損失量評価に寄与するデータを提供することにより、国際的なブランケット増殖材評価活動への貢献も果たしている。また、原子炉燃料 UO₂ 中での強放射能 FP の Sr, Ba, Cs の存在状態を明らかにする目的で、UO₂ と各 FP との複合酸化物について、蒸発特性への雰囲気酸素ポテンシャルの影響を調べた結果、還元雰囲気において各 FP の蒸気圧が顕著に増加する場合 (Cs₂U₄O₁₂, BaUO₄, SrUO₃) と、ほとんど影響のない場合 (Cs₂U₄O₁₂) のあることを見だし、それらの機構を解明した。これらの成果は、軽水型原子炉の過酷事故時における強放射能 FP の挙動評価などに貢献している。

以上のように、山脇氏は質量分析の進歩に大きな貢献を果たし、国際的にも評価される成果をあげており、日本質量分析学会賞に値するものと認められた。

主要文献リスト

- 1) 山脇道夫, 安本 勝, 中野忠一郎, 菅野昌義, 変調ビーム・パルス計数法による高温質量分析計の蒸気圧検出感度の改善, 質量分析, **28**, 317-326 (1980).
- 2) 山脇道夫, 安本 勝, 中野忠一郎, 菅野昌義, パルスカウント法によるイオン電流測定の精度向上を目指す二次電子増倍管計数効率の新しい測定法, 質量分析, **29**, 345-353 (1981).

- 3) M. Yamawaki, M. Yasumoto, C. Nakano, and M. Kanno, New Pulse-Counting Method to Improve the Sensitivity and Precision of Vapor Pressure Measurement, *High Temp.-High Press.*, **14**, 423–430 (1982).
- 4) M. Yamawaki, M. Hirai, M. Yasumoto, and M. Kanno, Mass Spectrometric Study of Vaporization of Lithium Fluoride, *J. Nucl. Sci. Technol.*, **19**, 563–570 (1982).
- 5) M. Hirai, A. Kozuru, M. Yamawaki, and M. Kanno, Mass Spectrometric Study of Vaporization of SUS304L Stainless Steel, *J. Nucl. Sci. Technol.*, **20**, 333–338 (1983).
- 6) M. Yamawaki, T. Nagasaki, and M. Kanno, Vaporization of Thoria-Urania Solid Solution, *J. Nucl. Mater.*, **130**, 207–216 (1985).
- 7) T. Koyama, M. Kanno, and M. Yamawaki, Activity Measurement of Surface Segregated Type 316 Stainless Steel by Mass Spectrometry and Auger Electron Spectroscopy, *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.*, **35**, 56–62 (1988).
- 8) T. Koyama and M. Yamawaki, Vaporization Study of Solid CeTe by the Knudsen Effusion Mass Spectrometric Method, *J. Nucl. Mater.*, **152**, 30–34 (1988).
- 9) M. Kanno, M. Yamawaki, T. Koyama, and M. Morioka, Thermodynamic Activity Measurement of U–Zr Alloys by Knudsen Effusion Mass Spectrometry, *J. Nucl. Mater.*, **154**, 154–160 (1988).
- 10) 小山正史, 山脇道夫, 相合蒸発と定常蒸発, 熱測定, **15**, 166–171 (1988).
- 11) M. Yamawaki, T. Koyama, and Y. Takahashi, Thermodynamics of the Vaporization of Nonstoichiometric Thorium Monocarbides, $\text{ThC}_{1\pm x}$, *J. Nucl. Mater.*, **167**, 113–121 (1989).
- 12) T. Koyama and M. Yamawaki, High Temperature Vaporization of Thorium-Uranium Mixed Carbide ($\text{Th}_{1-y}, \text{U}_y$)C, *J. Nucl. Mater.*, **167**, 122–126 (1989).
- 13) M. Yamawaki, M. Yasumoto, and S. Tanaka, “Thermochemistry of Vaporization of Lithium Niobate (LiNbO_3) by Knudsen Effusion Mass Spectrometry,” *Advances in Ceramics*,” Vol. 27, American Ceramic Society (1990), pp. 147–159.
- 14) M. Yamawaki, K. Yamaguchi, and M. Yasumoto, Thermochemical Study of Vaporization of Ceramic Breeding Materials by Knudsen Effusion Mass Spectrometry, *J. Nucl. Mater.*, **179–181**, 804–807 (1991).
- 15) M. Yamawaki, Nonstoichiometry and Relevant Thermochemical Properties of Thorium and Thorium-Uranium Monocarbides, *Solid State Ionics*, **49**, 217–223 (1991).
- 16) M. Yamawaki, T. Oka, M. Yasumoto, and H. Sasaki, Thermodynamics of Vaporization of Cesium Molybdate by means of Mass Spectrometry, *J. Nucl. Mater.*, **201**, 257–260 (1993).
- 17) S. Kurosawa, T. Oka, M. Yasumoto, S. Ueta, N. Morioka, N. Komada, and M. Yamawaki, Thermodynamic Study of a U–Fe Alloy by means of Knudsen Effusion Mass Spectrometry, *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.*, **41**, 329–334 (1993).
- 18) M. Yamawaki, A. Suzuki, M. Yasumoto, and K. Yamaguchi, Effect of Sweep Gas Chemistry on Vaporization of Li_4SiO_4 , *J. Nucl. Mater.*, **223**, 80–83 (1995).
- 19) M. Yamawaki, J. Huang, K. Yamaguchi, M. Yasumoto, and Y. Suzuki, Investigation of the Vaporization of BaUO_3 by means of Mass Spectrometry, *J. Nucl. Mater.*, **231**, 199–203 (1996).
- 20) M. Yamawaki, A. Suzuki, M. Yasumoto, and K. Yamaguchi, Sweep Gas Chemistry Effect on Lithium Transport from Ceramic Breeder Blanket Materials, *J. Nucl. Mater.*, **247**, 11–16 (1997).
- 21) K. Yamaguchi, A. Suzuki, M. Tonegawa, Y. Takahashi, M. Yasumoto, and M. Yamawaki, Hydrogen Atmosphere Effect on Vaporization of Lithium-based Oxide Ceramics by means of High Temperature Mass Spectrometry and Work Function Measurement, *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.*, **47**, 10–15 (1999).
- 22) M. Yamawaki, K. Yamaguchi, J. Huang, M. Yasumoto, F. Ono, H. Sakurai, and M. Hirai, Effects of Hydrogen/Water Vapor Atmosphere upon Vaporization of UO_2 -Based Complex Oxides with Sr, Ba, and Cs by means of High Temperature Mass Spectrometry, *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.*, **47**, 16–

22 (1999).

- 23) M. Yamawaki, S. Yasumoto, and K. Yamaguchi, Development of a New Gas Inlet System for a Knudsen Cell of the Atmosphere Controlled High Temperature Mass Spectrometer, *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.*, **47**, 54-57 (1999).
- 24) J. Huang, M. Yamawaki, K. Yamaguchi, F. Ono, M. Yasumoto, H. Sakurai, and J. Sugimoto, Vaporization Properties of $\text{Cs}_2\text{U}_4\text{O}_{12}$ in LWR Severe Accident Simulating Conditions, *J. Nucl. Mater.*, **270**, 259-264 (1999).