

企画にあたって

井田駿太郎¹ 鈴木真由美² 高島克利³ 寺本武司⁴
長谷川 誠⁵ 松本洋明⁶ 眞山 剛⁷

現代社会が直面するエネルギー問題や持続性社会の実現に向け、構造材料の高強度化・軽量化は重要な課題である。これまでに固溶強化、析出(分散)強化、転位強化、結晶粒強化を利用して構造材料の高強度化、軽量化が図られてきたが、平成23~27年度(2011~2015)に実施された新学術領域研究「シンクロ型 LPSO 構造の材料科学」で長周期積層(LPSO)構造を有する Mg 合金(LPSO 型 Mg 合金)における「微視的な硬質/軟質の層状構造のキンク強化」という新しい材料強化機構が見出された。さらに、平成30年度(2018)に発足した新学術領域研究「ミルフィーユ構造の材料科学」においては LPSO 構造から発展した上位概念であるミルフィーユ構造における現象として、金属に高分子とセラミックスを加えた 3 大材料におけるキンクの形成と強化に関する組織的な研究が展開されている。そうした中で、LPSO 構造のように結晶構造スケールで硬質層と軟質層が積層する、いわゆる「結晶構造型ミルフィーユ構造」に加えて、共晶/共析合金のように複相組織スケールで硬質層と軟質層が積層する、いわゆる「組織制御型ミルフィーユ構造」においても顕著なキンク形成が観察されており、多様な組織の制御によるキンク強化の実現にも期待が寄せられている。一方で、キンクは材料種によらない変形局所化の様式であることから、一般的な現象として理解・表現する理論的アプローチの対象としても魅力的であり、ひずみ勾配塑性論や回転型の結晶欠陥である回位としての記述も試みられている。本特集では、多様なミルフィーユ構造を有する材料創製から実験・理論・数値解析に基づいたキンクの形成・強化メカニズムの解明に関する 7 件の解説をいただいた。

光原昌寿准教授(九州大学)らには「LPSO 型 Mg 合金のキンク形成観察とキンク導入加工プロセスの最適化」と題して、変形や加工に伴うキンク形成挙動に関する詳細な解析およびキンクを優先的、かつ、大量に組織中に導入するための塑性加工プロセスについて解説をいただいた。

江草大佑助教(東京大学)らには、「3 大材料におけるキンク変形帯の微視的構造」と題して、キンク現象に関して金属、セラミックス、高分子の材料の観点から代表的なキンク組織・構造における知見を解説いただき、液晶性ブロック共重合体におけるキンク組織および構造に関しては詳細に解説をいただいた。

眞山剛准教授(熊本大学)らには、「キンク形成とキンク強化の結晶塑性解析」と題して、結晶塑性解析手法により、塑性異方性の強い HCP 金属と塑性異方性は小さいが 2 相の強度が著しく異なるミルフィーユ構造体におけるキンク帯形成について解説いただいた。また、キンクの形態がキンク強化に及ぼす影響についても解説をいただいた。

稲邑朋也教授(東工大)らには、「幾何学的理論に基づくキンク変形のモデリングと解析」と題して、ミルフィーユ構造体に生じるキンク変形の形成機構とそれに伴う材料強化機構を対象とした連続体力学に基づく解析理論について解説をいただいた。

斎藤拓教授(東京農工大)には「ミルフィーユ構造を有する高密度ポリエチレン結晶の高強度化メカニズム」と題して、高密度ポリエチレン(HDPE)のミルフィーユ構造形成と熱延伸による高強度化について、高分子の結晶構造に関する概説と共に解説をいただいた。

¹ 東北大学工学研究科知能デバイス材料科学専攻; 助教

² 富山県立大学工学部機械システム工学科; 教授

³ JFE スチール株式会社 スチール研究所 接合・強度研究部

⁴ 神戸大学大学院工学研究科機械工学専攻; 助教

⁵ 横浜国立大学大学院 工学研究院; 教授

⁶ 香川大学創造工学部先端材料科学領域; 教授

⁷ 熊本大学大学院先端科学研究部; 准教授(〒860-8555 熊本市中央区黒髪 2 丁目39-1)

Preface to Special Issue on "Various Kink Phenomena in Mille-Feuille Structure Materials"; Shuntaro Ida¹, Mayumi Suzuki², Katsutoshi Takashima³, Takeshi Teramoto⁴, Makoto Hasegawa⁵, Hiroaki Matsumoto⁶ and Tsuyoshi Mayama⁷

Keywords: *kink, deformation, strengthening, MFS, LPSO, alloys, polymers, ceramics*

2022年 7 月26日受理[doi:10.2320/materia.61.541]

池田賢一准教授(北海道大学)には「MAX相セラミックス Ti_3SiC_2 焼結体におけるキンク変形とキンク強化の可能性について」と題して、MAX相における $M_{n+1}X_n$ 層と A 層の結合の強さが異なる層が交互に積層されたミルフィーユ構造に由来するキンク強化の可能性について解説をいただいた。

江村聡氏(物質・材料研究機構)には「Ti 基合金におけるミルフィーユ構造の形成とキンク帯導入への展開」と題して、固溶強化能が大きな元素を含まない β 系 Ti-Mo 系ならびに Ti-Cr 系合金に対し、冷間軽圧延と時効処理を組み合わせることで hcp 層と bcc 層から成る組織制御型ミルフィーユ構造の導入が可能であることや、この構造へのキンク導入に関する研究について解説をいただいた。

本特集では、ミルフィーユ構造を有する 3 大材料(金属、高分子、セラミックス)における多様なキンク現象について、材料創製からキンク形成・強化メカニズムの解明を目指した実験的・理論的・数値的アプローチによる研究を取り上げた。本特集が材料の力学特性を考える上で、新しい視点を「まてりあ」読者にもたらす一助となることを期待する。

最後に、ご多忙の中ご執筆いただきました先生方に対し、心より御礼申し上げます。



井田駿太郎



鈴木真由美



高島克利



寺本武司



長谷川誠



松本洋明



眞山 剛