

【国際会議発表】

発表研究者	長岡技術科学大学 技学研究院 機械系 助教 上林 恵太	2252003
国際会議名	XVIII International Conference on Computational Plasticity, Fundamentals and Applications	
国際会議主催者	CIMNE Michele Chiumenti	
開催地	スペイン・バルセロナ	
渡航期間	2025 年 8 月 31 日～2025 年 9 月 6 日（7 日間）	
発表論文名	TOPOLOGY OPTIMIZATION OF MECHANICAL METAMATERIALS VIA FINITE STRAIN ENERGY-BASED ESTIMATION OF MACROSTRUCTURAL PROPERTIES	

【国際会議の概要】

COMPLAS2025 (International Conference on Computational Plasticity, Fundamentals and Applications) は, CIMNE (International Centre for Numerical Methods in Engineering) が主催する 37 年の歴史を持つ国際会議であり, 高度な非線形構造力学分野の研究実務者が最近の進歩について議論し将来の研究の方向性を見出すための学会として機能している。設立当初は, その当時固体力学の最先端であった塑性解析が主題であったが, その後にマルチスケール均質化法や逆解析 (材料設計), 疲労や破壊, さらに近年では量子計算に至るまで, 広く固体力学に関する最新の話集が集う会議となっていると報告者は解釈した。

【参加の目的・意義】

本会議に参加する目的は, 報告者の研究分野である非線形構造解析に基づく構造最適化手法における最新動向を把握し, 理論的・数値的手法の理解を深めることにあった。報告者は, 従来素材では実現できない力学的特性を有するメタマテリアルの数値設計手法開発を通して, 革新的医療用材料やソフトロボティクス, ウェアラブルスマートデバイスの実現に寄与することで『人と機械の調和促進』に資する研究活動を目指している。この研究推進にとって, COMPLAS2025 への参加は, 自身の研究推進に対する適切なフィードバックを得ることができ, 自身の問題解決手法だけでなく, 問題提起の適正化にまでつながることに意義を設定した。また, 報告者は欧州への渡航経験がないため, 異国の文化に触れることで日本の良い悪いを把握するとともに, 国内アカデミック界の将来について「なしたい姿」を想う良い機会ともなると考えた。

【自分の発表の状況・反応と得られた成果・効果】

参加したオーガナイズセッション (OS) は「Mechanics or Machine Learning Methods for Computational Material Design (計算材料設計における力学および機械学習手法)」であり, メタマテリアルを代表とする革新材料を設計するための様々な数値手法について講演が行われた。講演時間 15 分と質疑応答 5 分の持ち時間があり, 報告者の講演時には, 国内外の 2～30 名程度の研究者が会場に参加していた。発表後には数件の具体的な質問とコメントを受けた。変形現象を再現するために自身が提案した計算手法における妥当性についての質問とコメント, また, 得られた設計解の解釈に関する質問があった。これにより, 自身が提案しようとする数値設計手法の立ち位置をより深く理解するとともに, 今後の手法開発における方向性を多角的な視点で再認識することができた。

また, 講演後には, 同 OS の研究者らと名刺交換を介して追加で議論を行った。特に, 英国で准教授として勤めておられる中国人研究者と議論を深めた。この先生は, 従来の古典的手法を製造手法の進化に応じて再定義し, 新たな設計手法を提案するという, 自由で斬新な取り組みを行っていた。「同じ

ものを見ているのに異なることを考える」という, 「アイデアに基づく新規性創出」を間近に拝見でき, 報告者は自身の研究テーマ設定の際にも意識すべきものだと感じた。

さらに, 研究環境についても様々に意見交換を行うことができた。新任教員でも研究室主宰者になれること, 研究資金が潤沢にあること, 入試など学内運営業務が, ほとんど無いことなど, 日本との違いを認識できた。研究者が教育や運営業務に過度に縛られず研究に専念できる環境整備が重要な課題であると痛感した。今後は, 海外研究者と伍せる研究者となるために, これらの環境整備を, 自分単位, それから組織単位で考えていきたいと感じた。

Optimized design	2 × 2 RVEs	Effective elasticity matrix [MPa]
(a) $l = 0.01$		$\mathbf{C}^H = E \begin{bmatrix} 0.0372 & -0.0203 & 0 \\ -0.0203 & 0.0368 & 0 \\ 0 & 0 & C_{1212}^H \end{bmatrix}$ $\Rightarrow \nu_{12}^H = -0.552, \nu_{21}^H = -0.546$
(b) $l = 0.05$		$\mathbf{C}^H = E \begin{bmatrix} 0.0405 & -0.0192 & 0 \\ -0.0192 & 0.0403 & 0 \\ 0 & 0 & C_{1212}^H \end{bmatrix}$ $\Rightarrow \nu_{12}^H = -0.476, \nu_{21}^H = -0.474$
(c) $l = 0.10$		$\mathbf{C}^H = E \begin{bmatrix} 0.0374 & -0.0176 & 0 \\ -0.0176 & 0.0376 & 0 \\ 0 & 0 & C_{1212}^H \end{bmatrix}$ $\Rightarrow \nu_{12}^H = -0.476, \nu_{21}^H = -0.471$
(d) $l = 0.15$		$\mathbf{C}^H = E \begin{bmatrix} 0.0338 & -0.0128 & 0 \\ -0.0128 & 0.0325 & 0 \\ 0 & 0 & C_{1212}^H \end{bmatrix}$ $\Rightarrow \nu_{12}^H = -0.394, \nu_{21}^H = -0.379$

Analysis conditions:

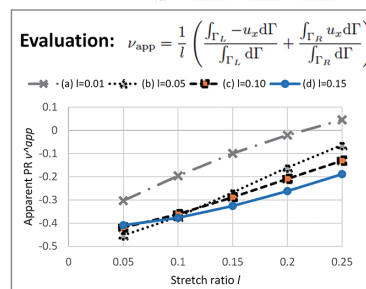
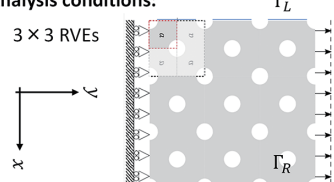


図 負のポアソン比を有するメカニカルメタマテリアル (MMs) の有限歪に基づくトポロジー最適設計結果: (上図) 想定する歪の大きさによって異なる MMs のユニットセル最適化設計; (下図) ユニットセルを周期的に配置した巨視構造の変形応答。