

研究成果報告書

研究テーマ (和文)	弾塑性の構造保存型数値解法		
研究テーマ (英文)	Structure-preserving numerical methods for elasto-plasticity		
研究期間	2018年～2022年		研究機関名 大分大学
研究代表者	氏名	(漢字)	吉川 周二
		(カタカナ)	ヨシカワ シュウジ
		(英文)	Shuji Yoshikawa
	所属機関・職名	大分大学・理工学部 教授	
共同研究者 (1名をこえる場合は、別紙追加用紙へ)	氏名	(漢字)	
		(カタカナ)	
		(英文)	
	所属機関・職名		

概要 (600字～800字程度にまとめてください。)

本研究の目標は、弾塑性の動的変形を記述する偏微分方程式に対する構造保存型差分解法とその数学解析手法の開発である。塑性は、負荷をかけて変形させた物体から除荷しても変形したままで元の形に戻らないような変形のこと、数学的にはヒステリシス作用素と呼ばれる多価作用素を用いて表現される。一方で構造保存型差分解法とは、エネルギー保存則など微分方程式が備え持つ性質を引き継ぐように離散化した差分解法のことである。構造保存型差分解法は、自然に安定性などが満たされるため数値解の性質や誤差評価などを容易に示すことができる。なぜなら微分方程式においてエネルギー構造を利用して解の諸性質を導出するエネルギー法がほぼ同じ手順で構造保存型差分解法に適用できるためである。この「構造保存型差分解法のエネルギー法」についてまとめた論説記事を「応用数理」に発表した。

本研究では、まず熱弾性や相分離を伴う粘弾性や弾性といった方程式に対して構造保存型差分解法の提案やその誤差評価を示した。またエネルギー法を用いて時間依存する係数をもつ梁の方程式の解の漸近挙動を分類した。さらに半離散解法ではあるがより非線形性が強い準線形の変曲型平衡則へのエネルギー法による解の存在を示した。

これらの研究成果を基にして目標である熱粘弾塑性方程式のエネルギー保存・モーメント保存・エントロピー増大の3つの構造を継承する構造保存型差分解法を提案した。また構造保存型差分解法のエネルギー法によりこの差分解法の解の存在と誤差評価を示した。ただしこの結果では、空間は1次元でかつ弾塑性は完全弾塑性であり、更に温度は空間について一様分布という強い仮定を課している。この結果については現在投稿中である。最後に、これらの仮定を取り除きより一般の熱弾塑性問題に拡張することが今後の課題となる。

発表文献 (この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。)						
雑誌	論文課題	Conservative finite difference schemes for one-dimensional nonlinear thermoelasticity				
	著者名	Shuji Yoshikawa	雑誌名	数理解析研究所講究録		
	ページ	1~11	発行年	2 0 1 9	巻号	2121
雑誌	論文課題	構造保存型差分法のエネルギー法				
	著者名	吉川 周二	雑誌名	応用数理		
	ページ	2~9	発行年	2 0 2 0	巻号	30(2)
雑誌	論文課題	Error estimate for structure-preserving finite difference schemes of the one-dimensional Cahn-Hilliard system coupled with viscoelasticity				
	著者名	Kazuki Shimura, Shuji Yoshikawa	雑誌名	RIMS Kokyuroku Bessatsu		
	ページ	159~175	発行年	2 0 2 0	巻号	82
雑誌	論文課題	Classification of asymptotic profiles for the Cauchy problem of damped beam equation with two variable coefficients: Effective damping case				
	著者名	Shuji Yoshikawa, Yuta Wakasugi	雑誌名	Journal of Differential Equations		
	ページ	938~957	発行年	2 0 2 1	巻号	272(25)
雑誌	論文課題	Global existence for a semi-discrete scheme of some quasilinear hyperbolic balance laws				
	著者名	Shuji Yoshikawa, Shuichi Kawashima	雑誌名	Journal of Mathematical Analysis and Applications		
	ページ	No. 124929(17pp)	発行年	2 0 2 1	巻号	498
雑誌	論文課題	A new conservative finite difference scheme for 1D Cahn-Hilliard equation coupled with elasticity				
	著者名	Kazuki Shimura, Shuji Yoshikawa	雑誌名	Journal of Applied Analysis		
	ページ	To appear	発行年	2 0 2 2	巻号	28
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ		発行年		巻号	

英文抄録 (100語~200語程度にまとめてください。)

Our aim of this subject is to propose structure-preserving finite difference schemes for the system of partial differential equations describing the dynamics of elasto-plastic deformation and to investigate mathematical methods for the scheme. A plastic property is that some degree of extension remains when we remove the load beyond a threshold. From the mathematical point of view, plastic deformation is represented by using hysteresis operators.

We propose the structure-preserving finite difference scheme for the system with the hysteresis operator called a stop operator. The solution of the scheme satisfies the energy conservation law, momentum conservation law and the law of increasing entropy in the discrete sense. Moreover, by using the energy method, we give the proofs of the existence of solution for the scheme and the error estimate under the assumption that the temperature is uniformly distributed with respect to the space variable. We also mention that to reach the result we obtain several related results such as the error estimates for the Cahn-Hilliard equation with visco-elasticity and elasticity and the existence of solution for semi-discrete scheme of some quasilinear hyperbolic balance law.

共同研究者	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
	所属機関・職名			
	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
	所属機関・職名			
	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
	所属機関・職名			
	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
所属機関・職名				
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				