

**京都大学教育研究振興財団助成事業  
成 果 報 告 書**

2020年 4 月24日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会 長 藤 洋 作 様

所 属 部 局 理学研究科

職 名 准教授

氏 名 成瀬 元

助 成 の 種 類	<b>2019年度 ・ 研究活動推進助成</b>			
申請時の科研費 研究 課 題 名	深層学習ニューラルネットワークによる津波・混濁流・火砕流の逆解析			
上記以外で助成金を 充 当 した 研 究 内 容				
助成金充当に関 わる共同研究者	(所属・職名・氏名)			
発表学会文献等	(この研究成果を発表した学会・文献等) Naruse, H. (2019). Inverse modeling of turbidity currents using 2D shallow-water model and neural network toward understanding of development processes of submarine fans.			
成 果 の 概 要	<b>研究内容・研究成果・今後の見通しなどについて、簡略に、A4版・和文で作成し、添付して下さい。(タイトルは「成果の概要／報告者名」)</b>			
会 計 報 告	交付を受けた助成金額	1,000,000 円		
	使用した助成金額	1,000,000 円		
	返納すべき助成金額	0 円		
	助成金の使途内訳	費 目	金 額	
		物品費	298,400円	
		旅費	471,945円	
		人件費・謝金	0円	
その他		157,028円		
	旅費 (執行見込)	72,627円		
当財団の助成に つ い て	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 本助成金をいただいたことにより、研究プロジェクトを滞りなく進めることができ、次につながる成果を挙げることができました。結果として、今年度は科研費(基盤B)を獲得することができました。また、新型コロナウイルス禍に伴い年度末の学会が突然延期となり、使い切り予定の旅費が72,627円余ることとなってしまいましたが、この予算の執行に関しても担当者の方に柔軟な対応をしていただき感謝しております。残額は延期された学会への参加旅費もしくはオンライン参加用機材の購入費として使用させていただきます。			

# 京都大学財団・2019年度研究活動推進助成 成果の概要／成瀬 元

---

## 1. 研究内容

本申請は、堆積物から過去のイベントを定量的に復元する汎用の逆解析手法を開発することを目的としている。これは、「地層から過去の地球の姿を復元できるのか」という地質学のもっとも根幹的な問いに答えようとするものである。また、過去の災害イベント発生履歴を地層から推定することは、深刻な自然災害の防災・減災にもつながるテーマといえる。

本申請の手法の特徴は、ニューラルネットワーク（NN）を利用することである。本申請で提案する手法は、通常の地球科学での NN の利用法（実際の計測データを学習させて将来予測を行う）とは大きく異なり、まず数値モデルにさまざまな初期条件を与え、それぞれの条件に応じて形成される堆積物の層厚・粒度分布を計算し、NN に数値計算結果を学習させる。この結果、学習済みの NN に堆積物の特徴を入力すると、流れの初期条件が出力される逆解析モデルとして働くようになる。この手法は申請者が考案したものだが、従来の逆解析手法と比較して汎用性に優れ、しかも飛躍的に高速である。これまで、堆積学分野での逆解析研究では、モデルの非線形性により逆解析の目的関数が局所最適解に陥りがちで、大域的な最適解を得ることが困難だった。本研究はこの問題をクリアしており、将来有望な研究手法といえる。

本申請の研究では、この逆解析法を混濁流および津波堆積物に実装し、浅水方程式モデルをフォワードモデルとして採用して、堆積物から流れの情報を読み取る逆解析手法を開発する。

## 2. 成果の概要

### 成果 1. 1次元水理モデルによる混濁流 DNN 逆解析の水槽実験による検証

ニューラルネットワークによる混濁流の逆解析モデルを開発し、さらにそれを水槽実験によって検証した。この逆解析モデルはタービダイトから混濁流の流速や濃度を復元するものである。数値計算で作った人工タービダイトの特徴から、逆解析モデルは高い精度で流れの初期条件を復元した。一方、水槽実験によるタービダイトを解析したところ、流速に関しては少し精度が劣るが、他の復元されたパラメーターは実験条件とよく一致していた。混濁流の逆解析モデルが実験で検証されたのは初めてのことであり、上記の研究と同様に、このモデルは海底扇状地におけるタービダイト砂岩層の形状を推定することに貢献できる。

### 成果 2. 津波堆積物の1次元逆解析手法の開発

津波堆積物から過去の津波の規模を読み取ることは、それぞれの地域の災害リスクを見積もり、防災・減災を実現するための急務となっている。本研究は、津波からの堆積作用を1次元準定常モデルによって再現し、ニューラルネットワークを用いた逆解析モデルを開発した。このモデルを実際の2011年東北地方沖太平洋津波の堆積物に適用したところ、実際に観測された津波の浸水深や流速は逆解析モデルの復元値とよく一致した。このことは、本研究のモデルを用いれば過去の津波の規模も十分に復元できることを意味している。

### 成果 3. 2次元混濁流モデルおよびそのDNN逆解析モデルの開発

混濁流の2次元浅水方程式モデルをオープンソースソフトウェアとして開発した。このモデルは任意の海底地形を流れ下る混濁流およびその堆積・侵食作用をシミュレートする。さらに、このモデルを応用して、畳み込みニューラルネットワークによる逆解析モデルも併せて開発した。このモデルは、海底扇状地における混濁流の水理条件を解明し、十分な密度でコア・震探データが得られない領域においてもタービダイト砂岩層の形状を推定することに貢献できる可能性がある。

## 今後の見通し

今年度の研究により、混濁流及び津波堆積物の1次元逆解析モデル開発には目途が立った。今後は、これらのモデルを2次元および3次元に発展させるとともに、水槽実験による検証を行いたい。また、開発した手法を実際の堆積物（日本海溝に堆積した津波起源タービダイトや世界各地の津波堆積物）に応用することを目指す予定である。

今年度得られた成果は、当初は2020年3月27-30日に日本堆積学会2020年島根大会にて発表される予定であった。しかしながら、新型コロナウイルス禍により学会は突如延期されることとなった。そのため、上記の成果および新たに得られる研究結果は延期された大会、もしくは堆積学会が最終的に中止となる場合は関連学会（e.g. 日本地球惑星連合大会）にて取りまとめて発表される予定である。