

二国間交流事業 共同研究報告書

令和6年1月23日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]
京都大学・大学院工学研究科
[職・氏名]
教授・金 哲佑
[課題番号]
JPJSBP 120217405

1. 事業名 相手国: 中国 (振興会対応機関: NSFC) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) コピュラ強化学習によるスマート移動橋梁点検

(英文) Smart Drive-by Bridge Inspection Based on Copula Probability Enhancement Learning

3. 共同研究実施期間 2021年4月1日 ～ 2023年12月31日 (2年9ヶ月)【延長前】 年 月 日 ～ 年 月 日 (年 ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Tsinghua University・Associate Professor・Yi Zhang

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		3,966,733 円
内訳	1年度目執行経費	1,169,260 円
	2年度目執行経費	1,369,473 円
	3年度目執行経費	1,428,000 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	11名
相手国側参加者等	9名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	0	0	(0)
2年度目	0	5	(0)
3年度目	0	3	2 (0)

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣: 委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入: 相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

本研究交流は、橋梁上を走行する車両の振動情報から車両振動に潜んでいる橋梁の特徴量を抽出・確率空間に射影し、橋梁の異常検知を行うことを目的とする。本交流を通して、日本側の強みである「理論と模型橋梁車両実験」と、中国側の強みであるコピュラをはじめとする「確率的評価」の融合を試みる。新型コロナウイルスと中国国内の公安事情により、派遣と受入は計画通り実行できなかったが、オンライン交流を行い、お互いの強みをどのように融合できるかについて議論を深めた。

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

本研究交流は、構造動力学、データおよび確率統計理論の融合を図った企画である。得られた学術的価値は、「統計的分析による移動車両橋梁点検の可能性を向上」、「車両—橋梁連成系の微分方程式とデータを融合した代替モデルである「Vehicle Interaction Neural Operator: VINO」の提案」、「VINO の概念を橋梁の物理的な Digital Twin につながる代替モデルとしての利用について展開を開始」である。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

日本側は、車両—橋梁連成系の理論構築や工学問題への応用経験が深い。一方で、車両—橋梁連成系の逆解析は、非適切問題であり理論的解法は存在しない。そこで、車両振動に潜んでいる橋梁の振動成分を確率空間上の特徴量とし、中国側の協力のもとで、その特徴量の変化を確率的に扱う方法の構築を進めてきた。その結果、物理法則とデータを融合したグレーボックスモデルの提案への方法論を検討することができた。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

スマート移動車両橋梁点検の可能性が確認できれば、すでに運用中の車両に必要なセンサを搭載し、橋梁上を走行するだけで橋梁モニタリングの実現が見込め、それによる社会的インパクトは大きい。将来的に自動運転車両のリアルタイム情報を活用した橋梁のモニタリングへの拡張が期待される。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

我が国の若手研究者が清華大学の優秀な若手研究者と切磋琢磨し、インフラが直面している問題の解決に挑戦できる場を提供できた。日本側からは30歳前後の若手が延べ9人(助教2人、博士課程3人、修士課程4人)参加した。コロナの影響や中国国内の公安事情で相手国への派遣は実現しなかったが、オンライン交流で培った英語での議論経験を活かし、若手を第三国へ派遣し学術発表の機会を増やした。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

本共同研究の成果により、将来的に自動運転車両のリアルタイム情報を活用した橋梁のモニタリングへの拡張が期待される。また、Neural Operator の橋梁工学への適用は、橋梁の物理的 Digital Twin につながる代替モデルへの拡張に発展できると考えている。

(7)その他(上記(2)~(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

例: 大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など

相手国の研究代表者と国際会議にて2022年1回、2023年1回のシンポジウムを共催しており、2024年にも1回のシンポジウムを共催する計画である。また、相手国の清華大学からポストドクターの受入れを検討している。