

二国間交流事業 共同研究報告書

平成25年 1月22日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

共同研究代表者所属・部局 東北大学・大学院工学研究科職・氏名 (ふりがな) 教授・進藤 裕英
しんどう やすひで1. 事業名 相手国(中国)との共同研究 振興会対応機関(CAS)2. 研究課題名 極低温デバイス用マルチ機能ナノコンポジットの性能評価と信頼性・耐久性向上

3. 全採用期間

平成22年4月1日～平成24年12月31日 (2年9ヶ月)

4. 経費総額

(1) 本事業により執行した研究経費総額 4,500,000 円初年度経費 1,500,000 円、 2年度経費 1,500,000 円、 3年度経費 1,500,000 円(2) 本事業経費以外の国内における研究経費総額 0 円

5. 研究組織

(1) 日本側参加者 (代表者は除く)

氏名	所属・職名
成田 史生	東北大学・准教授
竹田 智	東北大学・助教
真田 和昭	富山県立大学・准教授
渡邊 俊二	東北大学・修士学生
福崎 達也	東北大学・修士学生

(2) 相手国側研究代表者

所属・職名・氏名 Chinese Academy of Sciences ・ Professor ・ Shao Yun FU

(3) 相手国参加者 (代表者は除く)

氏名	所属・職名
Hong-Mei Xiao	Chinese Academy of Sciences ・ Assistant Professor
Jiao-Ping Yang	Chinese Academy of Sciences ・ Assistant Professor
Cheng-Bin Qu	Chinese Academy of Sciences ・ Engineer
Qingping Feng	Chinese Academy of Sciences ・ Associate Professor

6. 研究実績概要（全期間を通じた研究の目的・研究計画の実施状況・成果等の概要を簡潔に記載してください。）

本研究は、次世代マルチスケール有機複合材料の極低温強度・機能特性を理論・実験両面から解明するものである。また、上記理論的・実験的研究に基づき、マルチ機能ナノコンポジットを利用した極低温デバイスの信頼性・耐久性向上を目指した設計・評価指針を提供することも目的の一つである。得られた成果を要約すると以下の通りである。

1. 極低温破壊・疲労特性

- a) 極低温用ナノコンポジットに最適なカーボンナノチューブ（CNT）・カーボンナノファイバ（CNF）含有量やポリマーの種類等を日本・中国側研究グループ間で検討し、マルチスケール織物有機複合材料（CNT・CNF分散ポリマーを母材とする織物有機複合材料）の作製に成功した。また、静的・繰返し負荷を受けるマルチスケール織物有機複合材料の極低温引張・層間せん断試験を行い、破壊・疲労特性に及ぼすマイクロ・ナノ構造の影響を解明した。
- b) 円孔を有する織物有機複合材料の極低温力学特性を解明し、有孔試験片による新しい極低温強度評価法の開発に成功した。

2. 極低温損傷検知特性

- a) き裂を有するマルチスケール有機複合材料の破壊・疲労試験および電気抵抗測定を行い、損傷発生・進展と電気抵抗との関係を解明して、電気抵抗変化を利用した極低温損傷検知特性について検討を加えた。
- b) 電気伝導特性に関する数値シミュレーション法を開発・応用し、マルチスケール有機複合材料の極低温損傷検知特性を理論的に解明した。また、数値シミュレーション結果と実験結果を比較・検討して、解析モデルの妥当性・合理性を検証した。さらに、CNT・CNF分散ポリマーのマイクロ・ナノ構造を変化させて数値シミュレーションを行い、極低温損傷検知特性の高感度・高精度化について検討を加えた。

3. 自己修復特性

- a) き裂を有するマルチスケール有機複合材料の極低温破壊・疲労試験を行い、極低温損傷の修復可能性について検討した。
- b) 損傷修復特性に関する数値シミュレーション法を開発・応用し、実験結果に理論的検討を加えた。

4. 圧電応答特性

- a) 圧電効果を有する極低温用マルチスケール電子複合材料の電気力学特性を解明・考察した。また、電子複合材料の極低温圧電応答に及ぼす電場の影響を明らかにした。
- b) 圧電アクチュエータを有する織物有機複合材料の層間はく離特性に及ぼす電場の影響を解明し、破壊制御可能性について検討を加えた。

上記マルチスケール有機複合材料の極低温強度・機能特性に関する研究活動を促進し、両研究者間の連帯と協力を図るため、定期的に日本・中国側研究者が相手国を訪問し、研究進捗報告・情報交換会を開催した。