

## 二国間交流事業 共同研究報告書

平成23年 4月14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 岡山大学・資源植物科学研究所

職・氏名 <sup>(ふりがな)</sup> 助教・森 泉 <sup>もり いずみ</sup>

1. 事業名 相手国 (ロシア) との共同研究 振興会対応機関 (RFBR)

2. 研究課題名 宇宙環境ストレスに曝露した休眠生物の生存能力とライフサイクルの解析

3. 全採用期間

平成21年4月1日 ~ 平成23年3月31日 (2年      ヶ月)

4. 経費総額

(1) 本事業により執行した研究経費総額 5,000,000円

初年度経費2,500,000円、 2年度経費2,500,000円、 3年度経費      円

(2) 本事業経費以外の国内における研究経費総額       円

## 5. 研究組織

### (1) 日本側参加者（代表者は除く）

| 氏名<br><small>(ふりがな)</small> | 所属・職名                        | 研究協力テーマ                                   |
|-----------------------------|------------------------------|---|
| 奥田 隆                        | 農業生物資源研究所 昆虫科学<br>研究領域・ユニット長 | 宇宙環境ストレスにおけるネムリユスリカ<br>乾燥幼虫の生物学的解析        |
| Gusev Oleg                  | 農業生物資源研究所 昆虫科学<br>研究領域・特別研究員 | 宇宙環境ストレスにおけるネムリユスリカ<br>乾燥幼虫と大麦種子の分子生物学的解析 |

### (2) 相手国側研究代表者

所属・職名・氏名

Institute of Biomedical Problems (IBMP), RAS・Head of Laboratory・Novikova D. Natalia

### (3) 相手国参加者（代表者は除く）

| 氏名                      | 所属・職名（国名）                      | 研究協力テーマ                        |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Deshevaya A. Elena      | IBMP, Head of Laboratory (ロシア) | 宇宙環境ストレスにおける真菌類の生物学的解析         |
| Karetkin G. Aleksey     | IBMP, Junior Researcher (ロシア)  | 宇宙環境ストレスにおける真菌類の生物学的解析         |
| Alekseev R. Victor      | IBMP, Senior Researcher (ロシア)  | 宇宙環境ストレスにおける Bacillus 類の生物学的解析 |
| Polikarpov A. Nikolay   | IBMP, Senior Researcher (ロシア)  | 宇宙環境ストレスにおける Bacillus 類の生物学的解析 |
| Levinskikh A. Margarita | IBMP, Senior Researcher (ロシア)  | 宇宙環境ストレスにおける植物の生物学的解析          |
| Sychev N. Vladimir      | IBMP, Head of Laboratory (ロシア) | 宇宙環境ストレスにおける植物の生物学的解析          |

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。）

今後人類が地球軌道から遠く離れた宇宙空間で長期に渡り滞在して活動する場合、地球から運搬する食料や宇宙環境で栽培した作物等を安定した状態で保存する必要がある。しかし、宇宙空間は微小重力、真空状態、急激な温度変化、宇宙放射線などが複合した環境であり、地上とは全く異なるストレスを生物に与えると考えられ、宇宙環境で長期間に渡り保存した生物の成長や世代交代が地上と同様に維持されるのか全く不明で予測できない。本共同研究では宇宙環境がクリプトビオシスにある大麦種子、ネムリユスリカ乾燥幼虫、細菌のライフサイクルに及ぼす影響について生物学的、分子生物学的、分子構造学的レベルで明らかにすることを目的とした。

2007年3月にソユーズ宇宙船により大麦種子、ネムリユスリカ乾燥幼虫、バチルス属細菌がセットされた3つの金属カセットが国際宇宙ステーション（ISS）に運搬、同年6月にISS船外のドッキングコンパートメントに装着し、宇宙空間への曝露実験を開始した。曝露開始から13ヶ月、18ヶ月、31ヶ月後にそれぞれ金属カセットを地球に搬送した。

大麦種子については、播種したところ13ヶ月、18ヶ月曝露種子の発芽率は82%、98%であり高い生存率を示したが、31ヶ月曝露種子は0%であり完全に死滅した。そこで、発芽した種子を地上コントロールとともに栽培収穫し各種形質の調査データを解析した。13ヶ月、18ヶ月の宇宙船外曝露大麦はともに順調に成育し、出穂し、稔実した。宇宙船外曝露種子と地上コントロールの稔実率は共に95%以上であった。成育途中、外観上に異常は認められず、またt検定から稈長、穂首長、穂長、粒数、不稔粒数、穂数に有意差は認められなかった。次に、DNAの変異や損傷を検討するために宇宙船外曝露大麦種子の植物体からDNAを抽出し16組のプライマーセットによるAFLP解析をおこなったところ、地上コントロールと差を認められなかった。以上の結果、13ヶ月、18ヶ月におよぶ宇宙船外環境ストレスは大麦種子のDNAに損傷を及ぼさないことが明らかになった。更に、宇宙船外曝露大麦種子に含まれる元素組成を誘導結合プラズマ質量分析計（ICP-MS）法と放射化分析法により解析した結果、13ヶ月、18ヶ月、31ヶ月曝露種子において組成比が異なる元素は認められず、宇宙船外環境ストレスは大麦種子の構成元素に影響を及ぼさないことが明らかとなった。

ネムリユスリカ乾燥幼虫については、13ヶ月、18ヶ月、31ヶ月曝露乾燥幼虫を水に戻すと、地上コントロールと同様に80%以上の蘇生率を示し、蛹、成虫へと成長した。また、コメット解析から曝露ごの乾幼虫のDNAにはニックが入っているが水に戻し再生する段階で修復が行われることが明らかとなった。

細菌については、*Bacillus subtilis* #2335, #20, #24, #25, *Penicillium expansum* は13ヶ月、18ヶ月、31ヶ月曝露後増殖したが、*Aspergillus sydowii*, *Aspergillus versicolor*, *Penicillium aurantiogriseum* は完全に死滅した。

以上の結果から、大麦種子は18ヶ月、ネムリユスリカ乾燥幼虫は31ヶ月におよぶ宇宙船外環境ストレス下で生存できること、細菌は種族により宇宙環境ストレスに対する抵抗性が異なることが明らかとなり、宇宙空間における長期間保存の可能性が示唆された。