

令和元年6月15日現在

機関番号：31604

研究種目：基盤研究(A) (海外学術調査)

研究期間：2014～2018

課題番号：26257309

研究課題名(和文) 古代エジプト・クフ王第2の船の復原に関する研究

研究課題名(英文) Study on Restoration of the Khufu Second Boat, Ancient Egypt

研究代表者

黒河内 宏昌 (Kurokochi, Hiromasa)

東日本国際大学・エジプト考古学研究所・教授

研究者番号：70225291

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 30,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究はエジプト・ギザ遺跡のクフ王ピラミッドに副葬された木造船「クフ王第2の船(通称)」(紀元前2600年ごろ)の復原案を示すことを目的とする。この船は約1200点の部材からなり、分解してピットに収められていた。そこで部材を実際にピットから取り上げ、保存処理ののち測量し、それらを組み立てた当初の船の形態を図面や三次元データ化した(現地作業には(独)国際協力機構の支援も得た)。取り上げは約1000点を終了したが、当初の船は全長が約40メートルで、甲板室とそれを覆う天蓋、そして各舷26本ずつの櫂を備えていたこと、また船体は35点の巨大な厚板からなる大変珍しい構造形式をとっていたことが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

クフ王第2の船は、計画的に部材を組み合わせて建造された木造構造船としては世界で最も古く、また劣化が進んで崩壊した個所が目立つものの、部材の残存率が良いことでもすでに博物館で展示されている第1の船と並んで他に類を見ない。この船の復原案を考察することは、人類が紀元前2600年に持っていたきわめて高度に発達した木造技術を発見することにつながり、学術的に極めて意義のある研究と言えよう。また第2の船は、日本のODAをもとに現在ギザで建設中の「大エジプト博物館」の敷地内に、別館を建ててその中で展示されることになっている。したがってその復原案を考察することは、実質的な社会貢献となる研究であると言えよう。

研究成果の概要(英文)： This is the study on the restoration of the Khufu Second Boat (around B.C. 2600) in Giza Pyramid Area, Egypt. The ship, consists of 1200 wooden pieces, is dismantled and stored in the pit nearby the Great Pyramid. We are extracting them from the pit, conserving them, taking their measurement, making drawings or 3D data and studying on the restoration of this boat. The actual work in the site is also supported by Japan International Cooperation Agency (JICA).

During five years from April 2014 till March 2019, almost 1000 wooden pieces have been extracted. And it becomes clear that this boat is over 40 meters long, equips a deckhouse covered with a canopy and 26 short oars in each side. We also found that the hull is made of 35 thick large wooden planks and such structure is one of the characteristics of old shipbuilding technique. The Second Boat equips much more oars than the First Boat and it shows that two boats had different function in each at the funeral ceremony of King Khufu.

研究分野：建築史

キーワード：古代エジプト 木造船 保存 復原 建築史 考古学 三次元物体変形モデル コンピュータグラフィクス

1. 研究開始当初の背景

エジプトにはピラミッドや神殿など古代の素晴らしい石造建造物が数多く残っているが、木造に関しても驚くべき遺構を見ることができる。1954年、カイロ郊外のギザ遺跡に建つクフ王ピラミッドの岩盤下から、二つのピットが発見された。そして一方から保存状態の良い分解された木造船が発見された。この船はクフ王の「第1の船」と通称され、エジプト考古省によって組み立てののち、1982年に一般公開された。「第1の船」は、紀元前2600年にさかのぼる世界最古の大型木造船(長さ約43メートル)で、鉄を全く使用せず、古代エジプトの木造技術の粋を集めて建造されていた。

しかしもう一つのピットは漏水のため、中に収められていた「第2の船」は劣化が進み、木材の強度は失われ、部材の多くは壊れてしまっていた。エジプト考古省は長年の経験を持つエジプト考古学者・吉村作治(東日本国際大学学長)に、「第2の船」に関する共同プロジェクトを依頼した。「第2の船」の姿がよみがえれば、「第1の船」とあわせ、葬祭の内容やピラミッドの建設目的、当時の発達した木造技術などがさらに明らかになることが期待された。

2. 研究の目的

蓋石を取り除いて「第2の船」のピットを開封し、中に収められている部材を注意深く取り上げ、ハンドリングできるまでに保存修復する。そしてそれらを測量し、組み立てた場合にどのような船となるかを考察する。

3. 研究の方法

取り上げに関しては、部材の劣化が著しいためピット内でフェーシング(部材表面に和紙を貼りつけて一時的に補強する方法)などの仮補強を行う必要があった。保存修復に関しては、可塑性、可逆性の担保される薬品をテストして選定し、次の測量作業に耐えるレベルまで部材を強化することを目指した。実際に組み立て復原を行う際には、復原案に沿って部材を最終的な形状に矯正する第二次保存処理を行う。

測量と復原考察に関しては、手測量と図面、模型による組み立て復原考察という方法とともに、レーザースキャナーによる三次元データを用いた組み立て復原シミュレーションの二通りの方法を、相互補完的に用いる。に関しては、「第2の船」の部材の多くがピットの中で変形、収縮をしており、そのままの形状で組み立てても当初の形とはならないことから、各部材の形状をいろいろ変化させつつ、それらが組み上がった船全体の形状も同時にチェックできる二重の組み立て復原シミュレーションのシステムを新たに開発する。

4. 研究成果

(1) 取り上げ

部材の劣化が予想以上に進んでいて、研究期間の間にすべての部材を取り上げることはできなかったが、全体の約80%にあたる約1000点の取り上げを終了した(あと約1年で全部材の取り上げを完了する見込み)。ピット内での部材の配置は、当初の船の形状とおおむね一致していることが判明した(研究分担者: 吉村作治、研究協力者: 高橋寿光)。

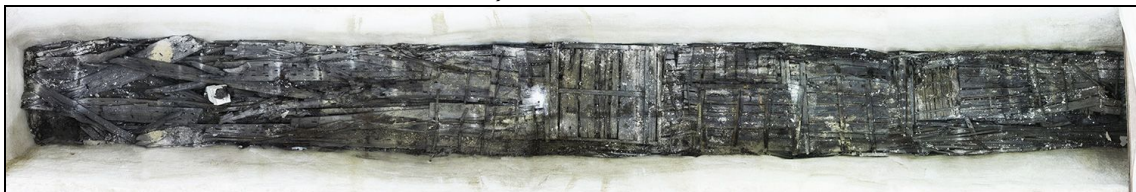


図1 ピット内の合成俯瞰写真 部材の配置から船の復原形状が推定された

(2) 保存修復

サンプルテストの結果、強化剤としてアクリル樹脂のパラロイド B72 を主に使用することとした。また部材の崩壊が著しいため、強化処理のみならず修復作業も重要となり、造船技術に詳しい考古学者と保存修復士による共同作業で保存修復を行った。一方で定性分析も行い、樹木の種類(レバノンスギ、ビャクシン、イトスギ、アカシア、キリストイバラの5種類)などを分析した。(研究協力者: アイサー・ジダン、西坂朗子)

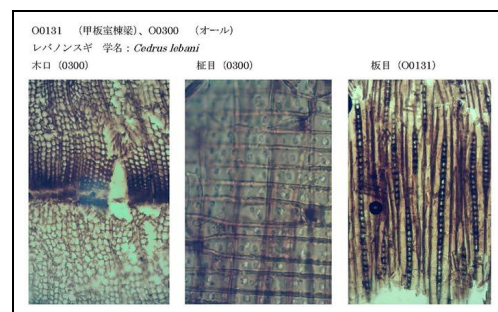


図2 樹種同定の例(レバノンスギ)

(3) 測量と復原考察・1 手測量

手測量によって第2の船の甲板室、甲板、船首楼、甲板梁桁と舷檣の部材を測量し、当初の形状を復原した図面を作成した。また櫂及び櫂周りの部材のデータも採取した。一方船体の巨大な部材については写真測量でデータ採取を進めている。そしてすべての部材の取り上げと保存修復が終わり次第、図面と模型を完了させ、最終的な復原図を描く見込みである。〔研究分担者：稲蔭（内山）博子、研究協力者：柏木裕之、山田綾乃〕

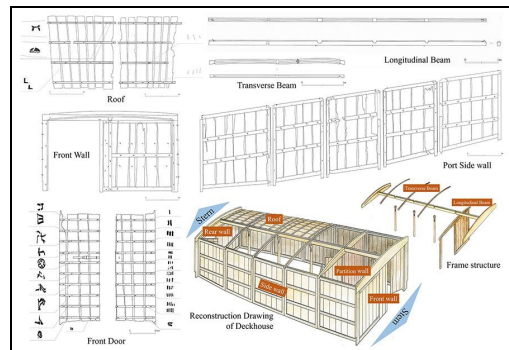


図3 甲板室の部材と復原図

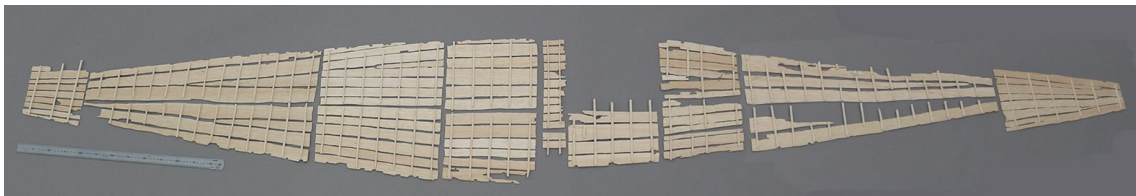


図4 甲板（下面）復原模型

(4) 測量と復原考察・2 三次元測量

クラウドファンディングで資金を集めてレーザースキャナーを購入し、エジプトに常設。エジプト人を教育して部材のスキャニングとアライメント（データの配置）を常時進めた。「第2の船」はすでに復原を終えている「第1の船」と規模も形態も極めて似ていることが明らかとなったため、「第1の船」を三次元測量し、そのデータを用いて「第2の船」用の組み立て復原シミュレーションシステムを開発。シミュレーションを継続中である。（研究分担者：池内克史、研究協力者：大石岳史、影沢政隆）

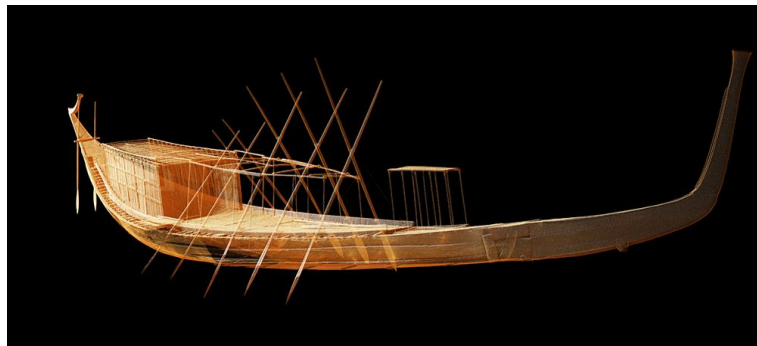


図5 「第1の船」の三次元測量図
「第2の船」も櫂以外は類似の形態になることが判明

(5) 結論

部材の状態が予想以上に悪かったため、部材の取り上げ、保存修復は約80%までしか終了しなかった。しかし現在までに「第2の船」の甲板室、甲板、船首楼、甲板梁桁と舷檣の手測量による復原考察が完了。天蓋、櫂周り、船体もデータの蓄積を進めている。その結果「第2の船」は「第1の船」と同様の規模と形態を持つが、52本という多数の櫂を持つことが大きな相違点であることが判明した。ピットに残る20%の部材の取り上げ、保存修復が終了次第、船全体の復原図を完成させることができる見込みである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計10件)

黒河内 宏昌、吉村 作治、2014年太陽の船プロジェクト活動報告、エジプト学研究、査読有、第21号、2015、pp.5-18

http://www.egyptpro.sci.waseda.ac.jp/pdf%20files/JES21/3_Solarboat.pdf
黒河内 宏昌、吉村 作治、2015年太陽の船プロジェクト活動報告、エジプト学研究、査読有、第22号、2016、pp.5-14

http://www.egyptpro.sci.waseda.ac.jp/pdf%20files/JES22/3_Solarboat2015.pdf
黒河内 宏昌、吉村 作治、2016年太陽の船プロジェクト活動報告、エジプト学研究、査読有、第23号、2017、pp.105-113

http://www.egyptpro.sci.waseda.ac.jp/pdf%20files/JES23/7_solarboat2016.pdf
柏木 裕之、山田 綾乃、クフ王第2の船実測調査報告その1 - 甲板室部材について -、昌平エジプト考古学紀要、査読有、第4号、2017、pp.16-71
<https://egypt-archaeology.jp/pdf/JSEAA4.pdf>
黒河内 宏昌、吉村 作治、2017年太陽の船プロジェクト活動報告、エジプト学研究、査読有、第24号、2018、pp.3-10
<http://www.egyptpro.sci.waseda.ac.jp/pdf%20files/JES24>
柏木 裕之、山田 綾乃、クフ王第2の船甲板について - 実測調査報告その2 -、昌平エジプト考古学紀要、査読有、第6号、2018、pp.3-55
<https://egypt-archaeology.jp/pdf/JSEAA6.pdf>
柏木 裕之、山田 綾乃、クフ王第2の船船首楼 - 実測調査報告その3 -、昌平エジプト考古学紀要、査読有、第7号、2019、pp.3-10
<https://egypt-archaeology.jp/pdf/JSEAA7.pdf>
高嶋 美穂、苅野 茉央、中沢 隆、谷口 陽子、西坂 朗子、アイーサ・ジダン、クフ王第2の船出土遺物の有機物質の分析、昌平エジプト考古学紀要、査読有、第7号、2019、pp.11-20
<https://egypt-archaeology.jp/pdf/JSEAA7.pdf>
黒河内 宏昌、吉村 作治、2018年太陽の船プロジェクト活動報告、エジプト学研究、査読有、第25号、2019、pp.44-52
http://www.egyptpro.sci.waseda.ac.jp/pdf%20files/JES25/3_solarboat2018.pdf
柏木 裕之、〔研究ノート〕古代エジプト、クフ王第2の船の甲板室に用いられた建造技術について、地中海学研究、第41号、査読有、pp.109-126

〔学会発表〕(計 20 件)

黒河内 宏昌、吉村 作治、クフ王第2の船プロジェクト2012～2013年度の活動、日本オリエント学会第56回大会、2014
高橋 寿光、西坂 朗子、古代エジプト・クフ王第2の船船坑の蓋石に記されたグラフィティについて、日本オリエント学会第56回大会、2014
柏木 裕之、古代エジプト・クフ王第2の船船坑の掘削手順について、日本オリエント学会第56回大会、2014
高橋 寿光、クフ王第2の船発掘・保存・復原プロジェクト エジプト、クフ王第2の船、2014年、第22回西アジア発掘調査報告会、2015
黒河内 宏昌、吉村 作治、クフ王第2の船プロジェクトのマスタープラン～古代エジプト・クフ王第2の船の保存と復原に関する研究～その1、日本建築学会大会学術講演、2015
柏木 裕之、甲板室の復原考察～古代エジプト・クフ王第2の船の保存と復原に関する研究～その2～日本建築学会大会学術講演、2015
Hiromasa Kurokochi, Outline of the Project of Khufu Second Boat, Symposium of Grand Egyptian Museum Conservation Center, 2015
Eissa Zidan, Conservation of Khufu Second Boat, Symposium of Grand Egyptian Museum Conservation Center, 2015
黒河内 宏昌、クフ王第2の船発掘・保存・復原に関する研究、エジプト・ギザ遺跡・クフ王第2の船プロジェクト2015、第23回西アジア発掘調査報告会、2016
柏木 裕之、古代エジプト・クフ王第二の船の木造技術について、日本建築史学会大会、2016
柏木 裕之、古代エジプトクフ王第2の船、甲板室の復元考察、西アジア考古学会第20回総会・大会、2016
山田 綾乃、クフ王第2の船甲板室天井に記された文字について、日本オリエント学会第58回大会、2016
黒河内 宏昌、吉村 作治、クフ王第2の船プロジェクト2014～15年度の活動、日本オリエント学会第58回大会、2016
Hiromasa Kurokochi, Outline of the Khufu Second Boat Project and the Structure of the Boat, The Alexandria International Conference on Maritime and Underwater Archaeology, Alexandria, Egypt, 2016
Akiko Nishisaka, Eissa Zidan, Nour Mohamed, Hassan Ali, Dina Mamdouh, Yoko Taniguchi, Miho Takashima, Takashi Nakazawa, Mamdouh Taha, Hiromasa Kurokochi, Sakuji Yoshimura, Ongoing Research on the mortars and adhesives used in the Khufu Second Boat, Science of Ancient Egyptian Materials and Technologies Conference, Cairo, Egypt 2017
柏木 裕之、クフ王第2の船の木材搬入方法について、日本オリエント学会第60回大会、2018
山田 綾乃、番付分析を用いたクフ王第2の船甲板梁の配置に関する検討、日本オリエント学会第60回大会、2018

柏木 裕之、山田 綾乃、クフ王第2の船における舷牆と甲板梁・桁の構造と収まり、日本オリエント学会第60回大会、2018

黒河内 宏昌、古代エジプトクフ王第2の船発掘・保存・組み立て、復原プロジェクト-エジプト・ギザ遺跡・2018年-、第26回日本西アジア考古学会発掘調査報告会、2019

T. Nemoto, T. Kobayashi, T. Oishi, M. Kagesawa, H. Kurokochi, S. Yoshimura, E. Ziddan and M. Taha, Virtual Restoration of Wooden Artifacts by Non-Rigid 3D Shape, Assembly: A Case of the First Solar Boat of King Khufu, EUROGRAPHICS Workshop on Graphics and Cultural Heritage (2018) Short Paper, pp.241-245, 2018

〔図書〕(計 2 件)

吉村 作治、KKベストセラーズ、ピラミッド5000年興亡の謎、2015、130
吉村 作治、NPO法人太陽の船復原研究所、太陽の船復活：エジプト考古学者吉村作治の挑戦、2018、214

〔その他〕

ホームページ等

東日本国際大学エジプト考古学研究所

<https://egypt-archaeology.jp/>

早稲田大学エジプト学研究所

<http://www.egyptpro.sci.waseda.ac.jp/index.html>

NPO法人太陽の船復原研究所

<http://www.solarboat.or.jp/>

東京大学生産技術研究所大石研究室

<http://www.cvl.iis.u-tokyo.ac.jp/jp/gallery.html>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：吉村 作治

ローマ字氏名：(YOSHIMURA Sakuji)

所属研究機関名：東日本国際大学

部局名：

職名：学長

研究者番号：80201052

研究分担者氏名：池内 克史

ローマ字氏名：(IKEUCHI Katsushi)

所属研究機関名：東京大学

部局名：

職名：名誉教授

研究者番号：30282601

研究分担者氏名：稲蔭(内山) 博子

ローマ字氏名：(INAKAGE(UCHIYAMA) Hiroko)

所属研究機関名：女子美術大学

部局名：芸術学部

職名：教授

研究者番号：20289896

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：アイーサ・ジダン

ローマ字氏名：(Eissa Zidan)

研究協力者氏名：大石 岳史

ローマ字氏名：(OISHI Takeshi)

研究協力者氏名：柏木 裕之

ローマ字氏名：(KASHIWAGI Hiroyuki)

研究協力者氏名：影沢 政隆

ローマ字氏名：(KAGESAWA Masataka)

研究協力者氏名：高橋 寿光

ローマ字氏名：(TAKAHASHI Kazumitsu)

研究協力者氏名：西坂 朗子

ローマ字氏名：(NISHISAKA Akiko)

研究協力者氏名：山田 綾乃

ローマ字氏名：(YAMADA Ayano)

ほか