

2020年2月26日

千葉工業大学地球学研究センター

世界初 ツタンカーメンの鉄剣の元素分布分析を実施

キーワード: エジプト考古学博物館、ツタンカーメンの鉄剣、鉄隕石、蛍光 X 線分析

- エジプト考古学博物館において、ツタンカーメンの鉄剣の現地調査を行った。
- 非破壊・非接触分析により、鉄剣中の元素の二次元分布情報を得た。
- 鉄剣に硫黄・塩素・亜鉛などの元素が含まれていることを明らかにした。
- データの解析を進め、鉄剣の製造方法および由来の解明を目指す。

<概要>

2020年2月9日及び10日に、千葉工業大学地球学研究センター所長の松井孝典率いる研究チームがエジプト考古学博物館を訪れ、ツタンカーメンの棺から発見された鉄製の短剣の現地調査を行った。この鉄剣は紀元前14世紀に製作されたものであるが、棺の中で保管されていたため非常に保存状態が良く、錆などの劣化の影響が小さい(図1)。紀元前14世紀のエジプトには製鉄技術は存在しなかったため、当時の人々は宇宙からもたらされた鉄隕石を加工して鉄剣を製造したと考えられていた。2016年にイタリアの研究チームが鉄剣の調査を行い、鉄・ニッケル・コバルト濃度の測定から、鉄剣の材料が鉄隕石であることを確認した。しかし、「製鉄技術を持たない当時の人々がどのようにして鉄隕石を加工したのか」についての有力な手掛かりは得られていなかった。

千葉工業大学の研究チームは、ポータブル蛍光 X 線分析装置(ELIO, XGLab)^{*1}による元素分布の分析と、4K 高感度カメラ($\alpha 7s$, Sony)による表面の微小組織の撮像を行った。調査は全て、エジプト考古学博物館において非破壊・非接触で行った。本調査で得られる鉄剣中の元素の二次元分布情報・表面組織を、鉄隕石のものと比較することにより、鉄剣の製造方法の解明を目指す。

本調査によって鉄剣中に10-12%のニッケルが含まれていることが明らかとなり、これはオクタヘドライトに分類される鉄隕石が材料として使用されたことを示す。一方で、オクタヘドライト特有のウイドマンシュテッテン模様^{*2}や、それに伴う鉄・ニッケルの縞状分布は確認されなかった。鉄剣の製造過程で鉄隕石を加熱したことにより、これらの特徴が失われた可能性が考えられる。また、本調査では鉄剣の黒色部分に硫黄・亜鉛が含まれていることを明らかにした(図2)。これらの黒色部分は、オクタヘドライトに一般的に含まれる硫化鉄鉱物であるトロイライトの痕跡である可能性が高い。トロイライトの痕跡が残っていることから、鉄剣製作時の加熱温度について制約が与えられると期待される。黒色部分には腐食により大気中から混入したと考えられる塩素の存在も確認された(図2)。この腐食がいつ起きたのかについては、短剣が棺から初めて出された当時の写真を入手するなどし、検証を行う。

※本調査は在エジプト日本大使館、JICAのご協力をいただきました。

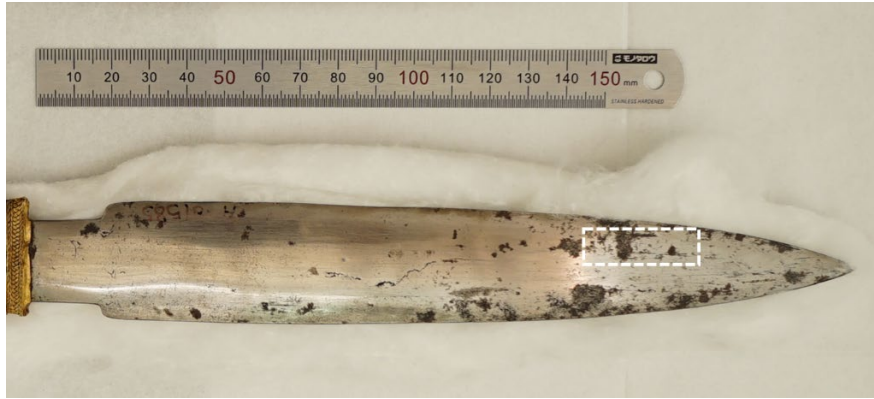
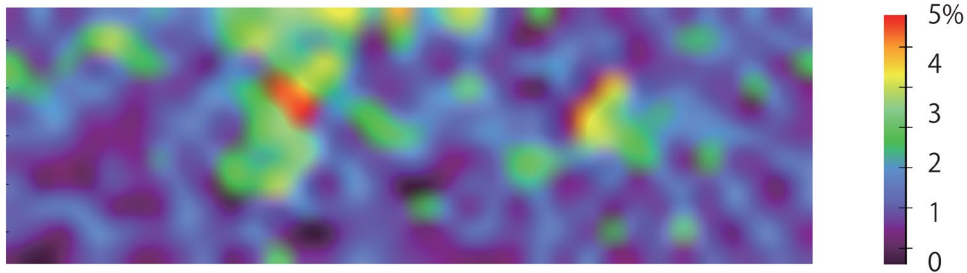
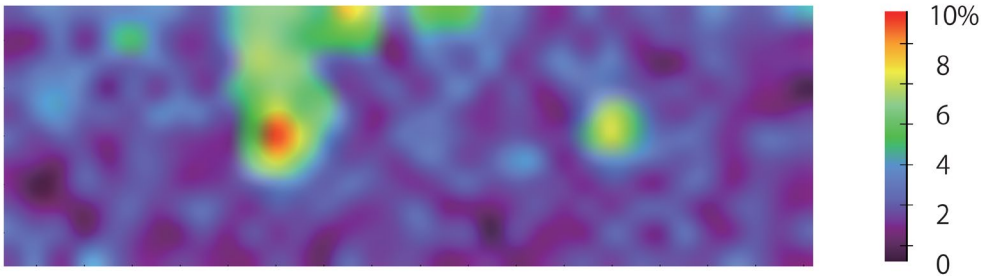


図1
ツタンカーメンの鉄製の短剣の画像。所々に黒色部分が見られる。四角形で囲まれた部分の元素分布を図2に示す。

(a) 硫黄



(b) 塩素



(c) 亜鉛

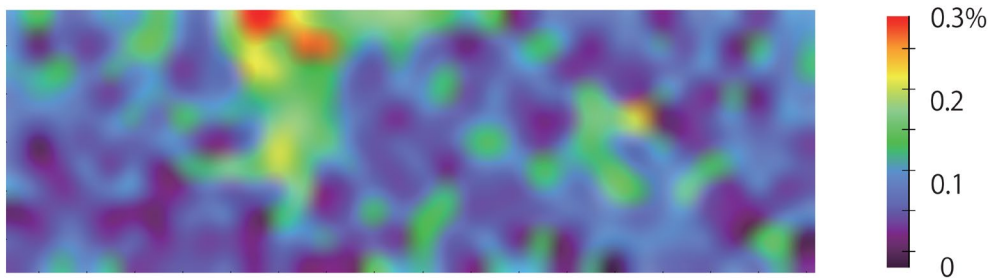


図2
図1の四角形部分の硫黄(a)、塩素(b)、亜鉛(c)の元素分布図。赤色の部分にこれらの元素の濃集が見られる。

※1 蛍光 X 線分析では、X 線を分析対象試料に照射し、発生する蛍光 X 線の測定により試料中の元素濃度を決定する。本調査で用いた ELIO は、装置を精密 xy ステージ上で移動させることで、二次元の元素分布分析が可能である。

※2 ウィドマンシュテッテン模様とは、ニッケル濃度の低い鉱物であるカマサイトと、ニッケル濃度の高いテーナイトが交互に晶出することによって見られるオクタヘドライト特有の帯状模様である。

<記者発表会>

[日時] 2020年2月28日(金) 14:00～

[場所] 千葉工業大学 津田沼キャンパス 1号館 20階
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1

<https://www.it-chiba.ac.jp/institute/access/tsudanuma/>

[参加申込] 無し ※申込みは募りません。直接会場までお越しください。

<お問い合わせ先>

【本研究内容に関する問い合わせ先】

千葉工業大学 地球学研究センター

森脇 涼太

TEL:047-478-0457 FAX:047-478-0372

Mail:ryota.moriwaki@p.chibakoudai.jp

【記者発表会に関する問い合わせ先】

千葉工業大学 入試広報部

海老根・日下部

TEL:047-478-0222 FAX:047-478-3344

Mail:katsuma.ebine@p.chibakoudai.jp