

帯金具の形状照合に関する研究

函館工業高専門学校 生産システム工学科専攻 ○長谷川大輔、
函館工業高専門学校 近藤司、川合政人、山田誠、小林淳哉、木村慧、
函館大学 中村和之、オホーツクミュージアムえさし 高島孝宗、
札幌学院大学 澤井 玄

要旨

本研究は、非接触3次元座標測定データを基にした、遺物、帯金具の形状照合問題を扱っている。遺跡で発掘される帯金具を非接触方式により点群座標測定を行い、格子点群化するとともに画像情報化した。別報では画像情報間の座標系の一致方法を提案し、それに基づく遺物の形状同一性に着目しその照合について示した。本報告では、帯金具表面の模様に着目しそれらを凹特徴点により特徴化し、それらの領域をグループ化した。2つの帯金具のグループ同士の照合およびそれらの位置関係について調査した。

1. 緒言

今回研究対象とする遺物は、北海道の北部・東部の3遺跡から出土したオホーツク文化の5枚の帯金具である。本研究で扱う実際に測定した2種類の帯金具例を図1に示した。これらの遺物は目視による検討によって、酷似していることが指摘されてきた。別報で、帯金具の測定データに基づく形状間の類似性について報告した。その内容は以下の通りである。①非接触3次元測定機により帯金具形状表面を点群として計測する。②視覚化するために計測データの高さ情報を色情報へ変換し画像データ化する。③画像データを用いて共通する4カ所の穴部分(中央部)を用いて、位置姿勢を含めた座標系を一致させる。④適当な断面に対して、凹極小値を特徴点として抽出する。⑤特徴点位置の一致度により帯金具の類似度を推定する。実際に、座標系を一致させ、両形状を重ね画像データをとみる、模様位置にずれがみられた。図1に示す帯金具の結果を図2に示す。図2-1は③の処理後の画像(帯金具1に対して3を-1.4度回転)、図2-2は部分bでは模様位置に大きなずれがみられ、図2-3では、模様位置がよく一致している。

本研究では、帯金具を複数の部分形状に分け、それらの位置関係を調べ、2つの帯金具間の部分形状の一致度および位置関係を調査したので報告する。

2. 部分データを用いた形状照合

2.1 照合手順

帯金具の模様部分の断面を図3に示した。模様の特徴的部位を数値化するために凹極小値を抽出する。連続する10点から直線を近似しその勾配差を用いて判定する(図4)。これを縦と横方向の断面に対して行うことで、形状全体で凹極小値をもとめる。図2-2,2-3の形状に対して抽出した凹特徴部を図5-1,5-2に示した。

本研究の処理手順を図6に示した。①測定データをXY空間で0.1mmピッチ、Z値は0.04mm/輝度で量子化し画像データへ変換した後、形状AとBの穴データ(中央部)を用いて形状照合して、基準点を求め、



図1-1 帯金具1

図1-2 帯金具3

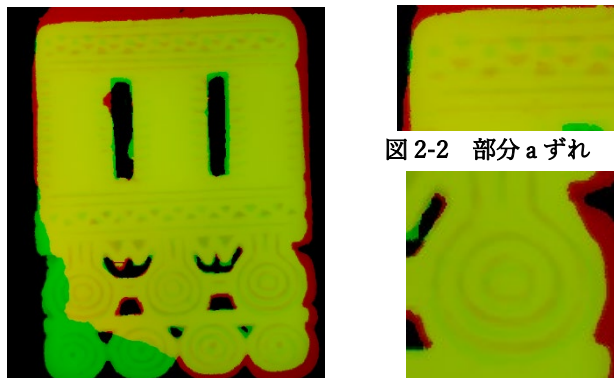


図2-2 部分a ずれ

図2-1 座標系一致画像

図2-3 部分b ずれ

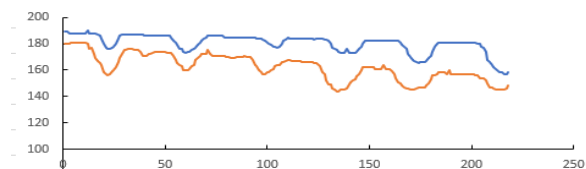


図3 断面形状と模様の関係

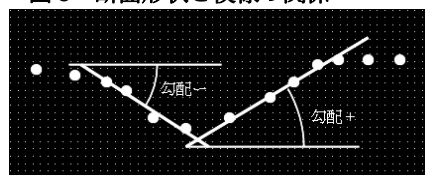


図4 凹特徴点の算出

両形状の座標系を一致させる。②それぞれの形状に対して凹極小値を抽出する。③形状 A,B について部分 a, b を設定しそれぞれの基準点の位置を記憶する。④a と b の最も高い照合位置を見つけ、それぞれ基準点との相対位置 $da1$, $da2$ と $db1$, $db2$ を求める。 $|da1-da2|$, $|db1-db2|$ が部分形状のずれを示して

2.2 照合評価

2つの形状の凹極小値が必ずしも一致しない。理由は測定誤差、画像データへ変換する際の量子化誤差、座標系一致誤差、および形状の違いなどがある。そこで、極値間の距離に許容範囲 (range) を設け照合結果を算出する。その考え方を図7に示した。部分形状 a の極小値近傍に形状 B の極小値が存在する場合に模様は一致しているとみなし、部分形状 b の極小値の個数に対する一致する個数の割合で照合値をもとめる。

3. 照合実験

帯金具形状 1~4 について、部分形状の照合実験を行った。一例として帯金具 1 と 3 について、座標系を一致させた画像を図 8-1 に、遺物 1 と遺物 3 の部分 a, b の一致画像を図 8-2、図 8-3 に示した。

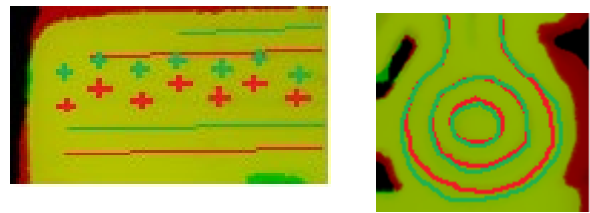


図 5-1 部分 a 凹特徴点 図 5-2 部分 b 凹特徴点

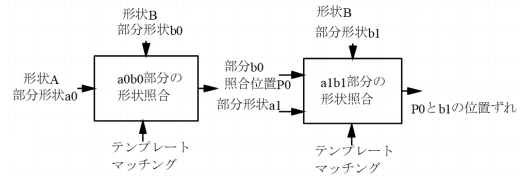


図 6 部分形状の照合手順

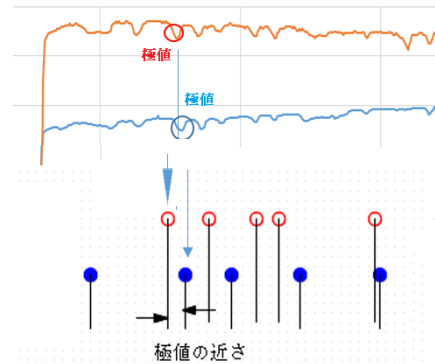


図 7 極値の近さに許容範囲を用いた照合値の考え方

	range1	range3	range5	相対位置1	相対位置2
全体	31.2	60.7	77.7		
部分a	34.2	72.3	89.5	(0,539)	(0,528)
部分b	36.7	68.9	81.7	(25,69)	(24,69)

図 9 遺物 1, 3 の一致度

	dx	dy
部分a	0	-11
部分b	-1	0

図 10 遺物 1, 3 のずれ量

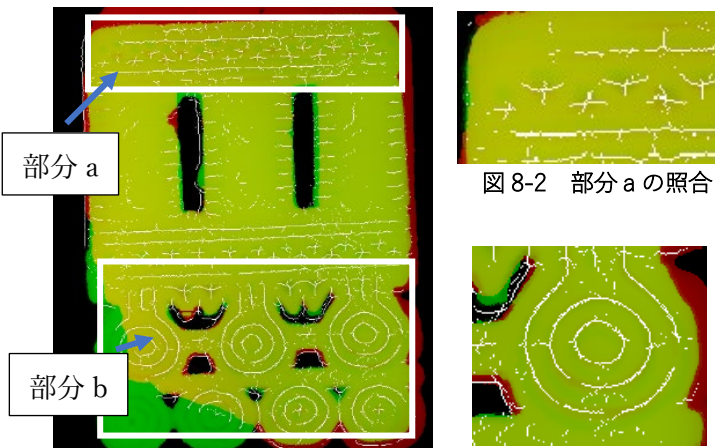


図 8-1 座標系一致後

図 8-2 部分 a の照合

図 8-3 部分 b の照合

4. 実験結果

座標系の一致は 4 つの穴を基準に最適な位置と姿勢を求めたもので基準座標系という。形状全体、部分 a, b 領域で許容範囲を変えた時の凹極小値の一致度を求めたものを図 9 に示した。全体照合では、図 5-1 のような 2 つ形状が不一致な部分が誤差の要因で低い値となっており、部分形状のみの照合では図 8-2 で分かるようによく一致している。また基準座標系における部分形状 a, b の相対位置 1、および部分形状同士で一致した場合の相対位置 2 を示した。相対位置 1 と 2 の差が全体形状における部分形状のずれに相当する。それを図 10 に示した。帯金具 1 と 3 では遺物 3 の上方の模様が 1.1mm ずれていることが分かった。

5. 結言

本研究では、帯金具形状の照合問題について部分形状を扱った。その結果、縦横方向に 1mm 以上ずれているものが 2 組の遺物で確認された。この原因が鋳造による踏み返しや異なる模型を使用したこと、または彫金などによる別加工によるものかは今後検証する必要がある。

別報) 2021 精密工学会北海道支部講演会、長谷川他、非接触 3 次元形状測定データの基づく形状照合に関する研究。