

CG 空間での棒巻き付け縄による縄文土器文様の再現

高井 健吾[†] 植田 真[‡] 高木 隆司^{††} 水野 慎士[†]

愛知工業大学[†] (株)パスコ[‡] 神戸芸術工科大学^{††}

1. はじめに

縄文土器は紀元前 14, 000 年から紀元前 300 年頃に日本で作られた世界最古の土器の一つであり、図 1 に示すように土器表面に付けられた文様が特徴である[1]。縄文土器の代表的な文様は縄を押し付けながら転がすことで生成される回転縄文であるが、使用する縄(原体)の種類によって回転縄文は大きく変化するため、縄とその縄文に関する研究が考古学者によって行われている[2]。

そこで我々は考古学者の研究を補助する目的として、CG 空間の仮想縄を用いて回転縄文を対話的に生成する縄文生成シミュレーションを開発している[3]。このシステムでは三次元空間で縄形状のモデリングを行い、粘土上で縄を転がすシミュレーションを行うことで縄文の三次元形状を対話的に生成することが可能である(図 2)。

これまで、縄文生成シミュレーションでは複数の縄を撚り合わせて生成した二段撚り合わせ縄だけを実現していた。しかし実際の縄文土器では棒巻き付け縄や結束縄による回転縄文も数多く見られる。そこで本論文では縄文生成シミュレーションを改良して、棒巻き付け縄をモデリングするとともに、これを原体として用いた回転縄文の生成を実現したので報告する。

2. 縄文土器における紐と縄について

縄文土器の文様を生成するための縄は、通常は藁紐で作られている。まず藁紐を 2~3 本撚り合わせて 1 段縄を作る。その縄をさらに撚り合わせたり、棒に巻き付けたりすることで、様々な縄文用の原体を作成する。そして焼く前の土器表面に原体を押し付けながら転がすことで縄文生成する。

本論文では、従来システムで実現している二段撚り合わせ縄の原体に加えて、棒巻き付け縄の原体に着目する。棒巻き付け縄は紐を撚り合わせて作成した一段縄を、木の棒に 1~2 本巻



図 1. 紀元前 3, 000 年前の縄文土器

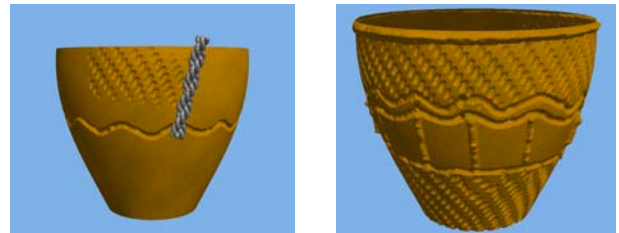


図 2. CG 縄文土器



(a) 2 本の紐で撚った 1 段目の縄



(b) 棒巻き付け縄

図 3. 縄文土器の原体

き付けて作成する。図 3 に縄文土器で用いられる棒巻き付け縄の作成例を示す。

3. CG 空間での縄と縄文生成について

縄文生成シミュレーションでは最初に紐のモデリングを行う。紐の芯線上に球を連続的に並べることで、1 本の仮想紐を球の集合体でモデリングする。そして複数本の仮想紐を螺旋状に組み合わせて仮想縄を生成する(図 4)。このとき、仮想紐の芯線の変形に応じて紐を構成する球も移動する。そして棒巻き付け縄を実現するため、作成した 1~2 本の仮想縄を棒に巻き付けることで、仮想棒巻き付け縄のモデリングを行う。図 5 に仮想巻き付け縄の例を示す。2 本の仮想縄を

Synthesizing Rope Patterns of Jomon Ware with a Rope Coil around Stick in Virtual Space

[†] Kengo TAKAI, Aichi Institute of Technology

[‡] Makoto UEDA, PASCO Coporation

^{††} Takashi TAKAKI, Kobe Design University

[†] Shinji MIZUNO, Aichi Institute of Technology

巻き付けた場合、実際の場合と同じように 2 本目の仮想縄が 1 本目の縄仮想の巻き付けの影響を受けて交差部分で盛り上がる (図 5(b))。このように棒に仮想縄を巻き付けることで、仮想縄を構成する仮想紐も変形して、その結果として仮想紐を構成する球も移動する。

縄文生成に用いる仮想粘土板は三角形パッチの頂点列で構成する。仮想棒巻き付け縄を仮想粘土板上で回転移動させるとき、仮想縄を構成する球と粘土板を構成する頂点との接触判定を行い、接触部分の頂点を移動させることで粘土の変形を再現する。

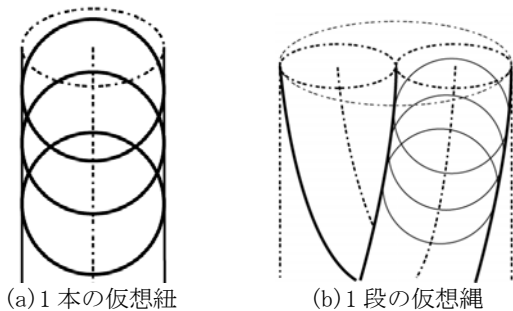


図 4. 仮想縄の構造



(a) 1 本の縄による棒巻き付け縄



(b) 2 本の縄による棒巻き付け縄
図 5. 仮想棒巻き付け縄

4. 実験

提案システムを PC(Core i7 2.8GHz, 8GB メモリ)に実装して縄文生成実験を行った。1 本の仮想紐は 500 個の球で表現しており、仮想棒巻き付け縄は合計 1000~2000 個の球で表現される。また粘土板を 500,000 個の三角形パッチで構成した。このとき変形と描画は約 15 (フレーム/秒)であり、対話操作は十分可能であった。生成された縄文の例を図 6 に示す。

システムの有用性を検討するため、実際の棒巻き付け縄による縄文との比較を行った。表 1 の測定値、および図 7 の生成結果に示すように、シミュレーションによって生成された縄文文様の傾きやピッチは実際の縄文の場合とほぼ同じ

であり、考古学者の縄文研究の補助にも可能であると思われる。

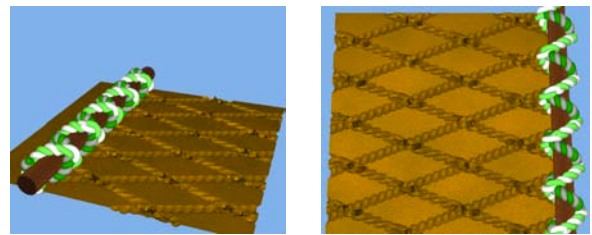
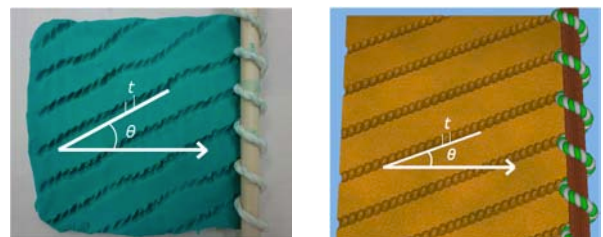


図 6. 2 本棒巻き付け縄による縄文生成例



(a) 実物の棒巻き付け縄 (b) 仮想棒巻き付け縄
図 7. 棒巻き付け縄を粘土で転がした実験画像

表 1. 文様の測定値

	θ	t (mm)
実物の縄	20.3	4.0
CG 棒巻き付け縄	19.4	3.9

1 本の紐の直径 2mm, 縄の直径 4mm

θ : 傾き, t : 凹みの間隔

5. まとめ

本論文では、著者らが開発した縄文生成シミュレーションを拡張して、棒巻き付け縄による回転縄文の生成を実現した。実験の結果では、従来と同様の対話的操作と考古学者の補助に活用できる精度を示した。

今後の課題としては、結束縄や亀甲状縄などの他の種類の原体の実現、CG 粘土版の体積保存の考慮、タッチパネルなどを用いた実際に近い縄文生成操作の実現などが挙げられる。

参考文献

- [1] 鈴木保彦: "縄文時代 11", 縄文時代文化研究会, pp. 131-206 (2000).
- [2] 佐原真: "縄文施文法入門", 講談社, pp. 162-167 (1981).
- [3] S. Mizuno, K. Takai, H. Sawano, M. Ueda, R. Takaki: "Synthesizing Rope Patterns of Jomon Ware in a Virtual Space", *SIGGRAPH Asia 2011 Technical Sketches*, DVD-Proceedings(2011).