

デジタルペンとペーパークラフト による3DCGへの筆記

石橋 卓也[†], 岩田 英三郎[‡], 釜中 博樹[‡],
高橋 侑孝^{††}, 長谷川 誠[†]

[†] 東京電機大学, ^{††} アノト株式会社,
[‡] ユニバーサルロボット株式会社

目次

1. デジタルペン(紙面への筆記)

1. 筆記のしくみ
2. 応用事例

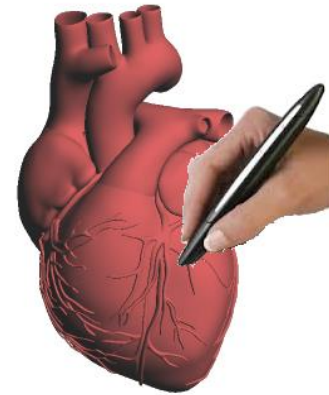
2. (提案)三次元立体への筆記

3. 筆記方法

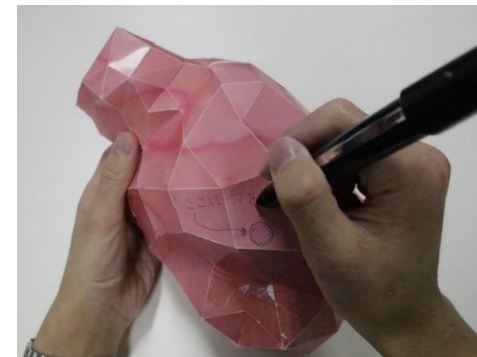
1. 焼き込みによるポリゴン削減
2. ペーパークラフト用展開図の作成
3. カッティングマシンによるペーパークラフト制作
4. デジタルペンによる筆記
5. UVマップと筆跡のCG表示

4. 実験

5. まとめ



三次元立体への筆記



デジタルペンを用いた筆記

デジタルペン (紙面への筆記)

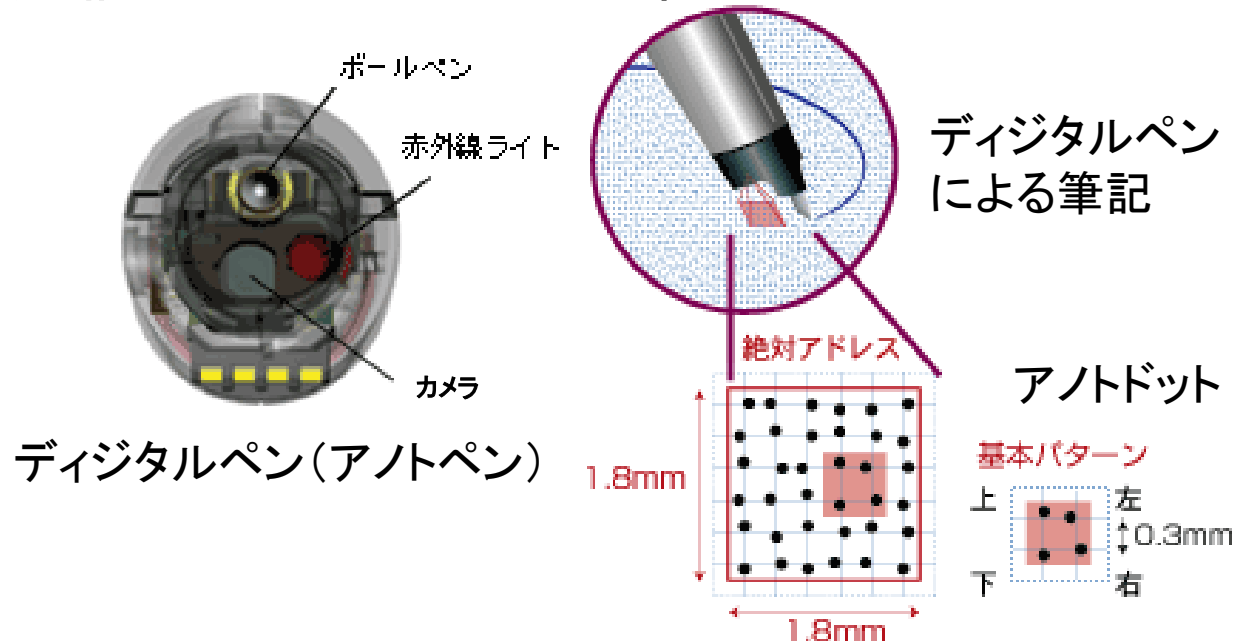
- 手書きの文字や図形を画像データとしてペンに記録・コンピュータに転送する筆記具
- 手書きデータのサーバによる処理・一元管理
- 記入時刻の把握・履歴管理
- 手書き文字認識・テキスト化
- PCがない環境での記録可能
- 複数のペンを用いた共同参加型コミュニケーションツール



デジタルペンによる筆記

筆記のしくみ

- ペン先に搭載されたカメラ
- 紙面に点列印刷(アノドット: 格子の上下左右)
- 6×6 , 36ドットを撮影; ペン先の位置(座標)が特定可能
- 筆跡の電子化・ペンに記録
- 無線通信(Bluetooth)による筆跡データのコンピュータ転送



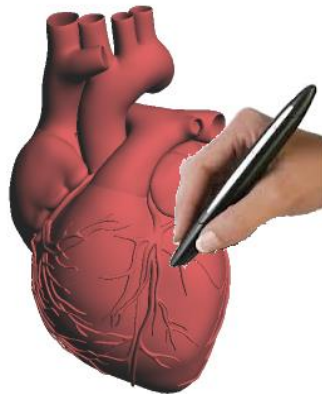
(事例) デジタルペンの応用

- 学力テストの迅速な採点(教育)
- 小論文添削の完全データ化(教育)
- 全員参加型ゼミナール(教育)
- 設備点検業務の効率化(製造)
- カルテの電子化(医療)
- 災害時における治療優先順位の管理(医療)
- アンケート調査の電子化(販売)

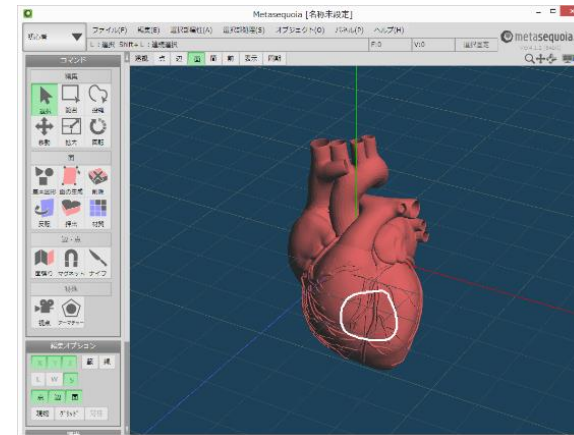
(提案) 三次元立体への筆記

(提案) 三次元立体への筆記

1. CGによる三次元立体の設計
2. 3Dプリンタによる模型の出力
3. デジタルペンによる図形や文字の筆記
4. コンピュータ入力・記録・処理



三次元立体への筆記



CGへの筆跡表示

三次元立体筆記の応用

- 患者への病状説明や術前シミュレーション(医療)
- 製品開発における試作改良検討の効率化(製造)
- CG未習得者のペイントデザインへの参加(製造)
- 伝統工芸技術の記録(文化)
- ICT学校教育への応用(教育)

3Dプリンタ普及にも貢献
(応用分野が開ければ普及する)



三次元プリンタ

術前シミュレーション(心臓の手術)

心臓→MRI→CG→3Dプリンタ→模型→筆記→コンピュータ



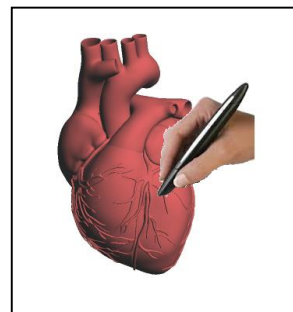
術前シミュレーション



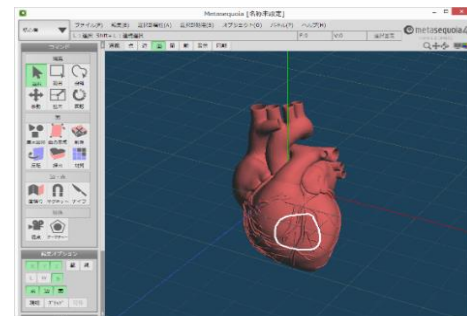
MRI



三次元プリンタ



心臓模型への筆記



筆跡のCG表示

筆記方法

「デジタルペン」と「ペーパクラフト」による三次元立体
筆記の提案; 3Dプリンタをペーパクラフトで代用

(長所) ペーパクラフトは3Dプリンタよりも安価で手頃

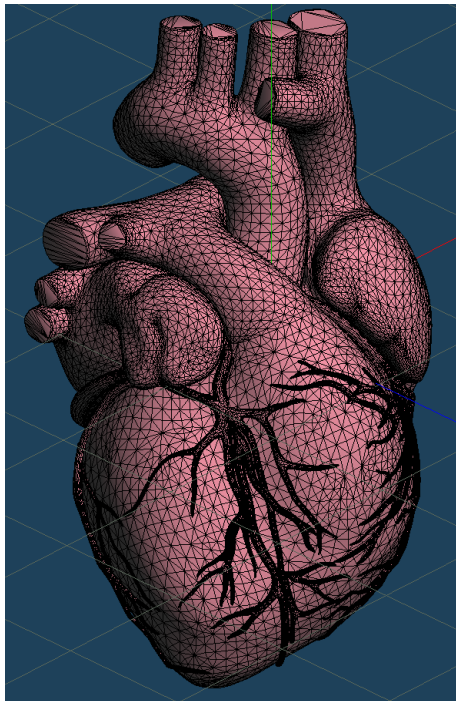
1. CGによる三次元立体の造形
2. ポリゴンの削減
3. ペーパクラフト用展開図の算出(三谷の方法)
4. アノドット紙への展開図印刷
5. ペーパクラフト制作
6. デジタルペンを用いた筆記
7. 筆跡データの電子化
8. UVマッピングと筆跡CG表示



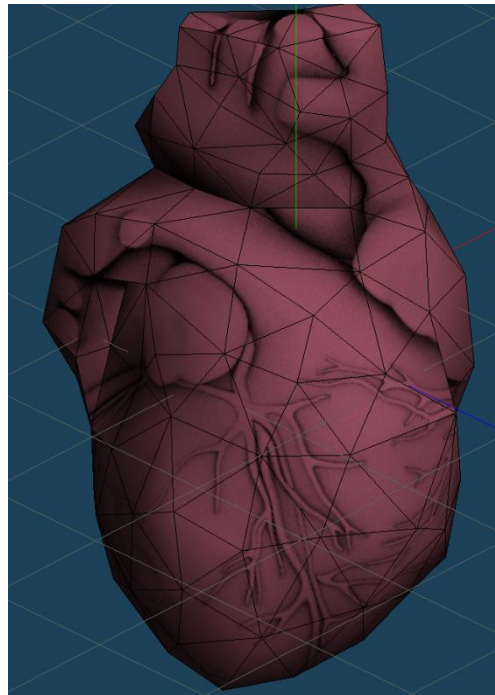
(提案) ペーパクラフトへの筆記

三次元立体の造形とポリゴン削減

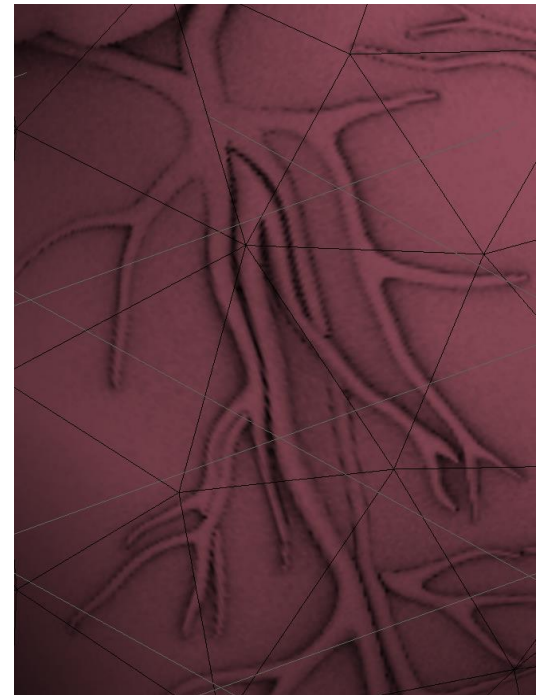
1. CGによる三次元立体の造形
2. 焼き込みによるポリゴン削減(細部の再現)



三次元立体の造形



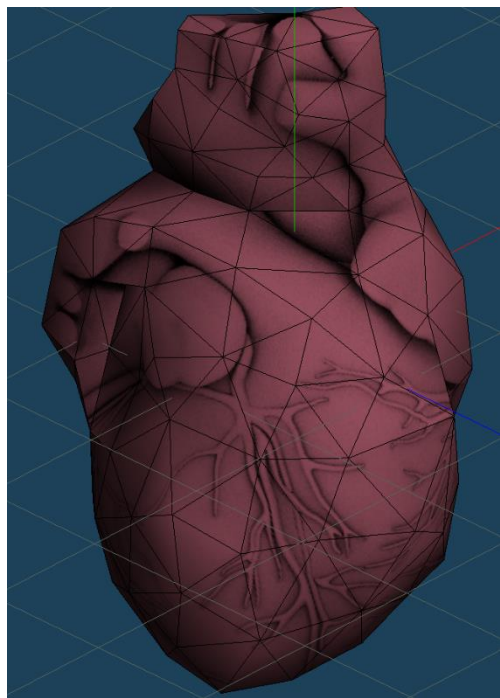
ポリゴン削減



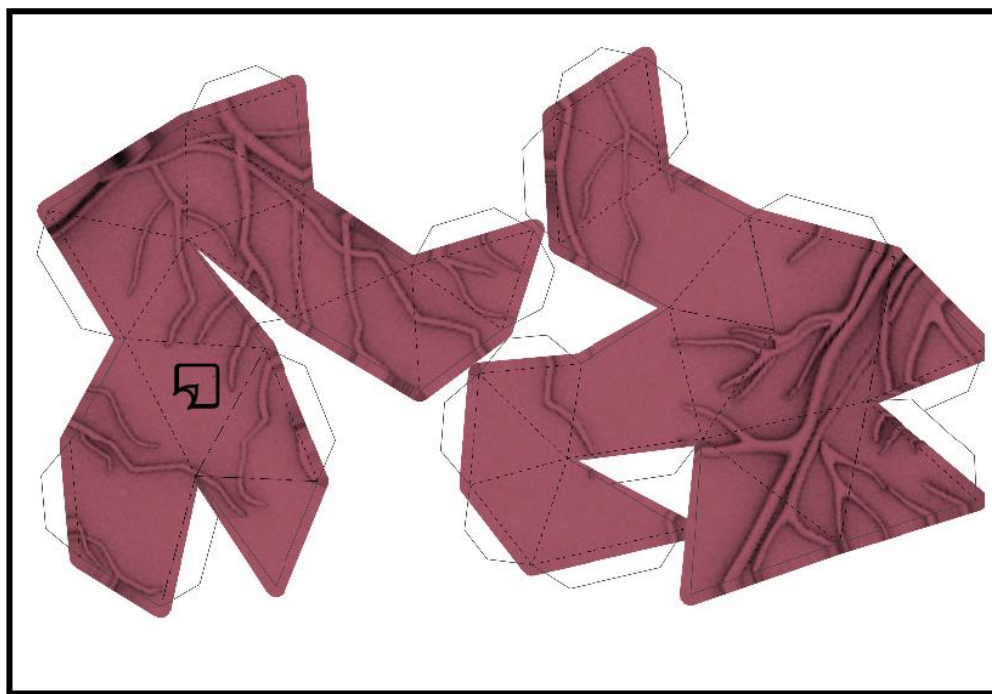
(拡大)

三次元立体のペーパクラフト用 展開図の作成

3. ペーパクラフト用展開図の算出(三谷の方法)
4. アノドット紙への印刷

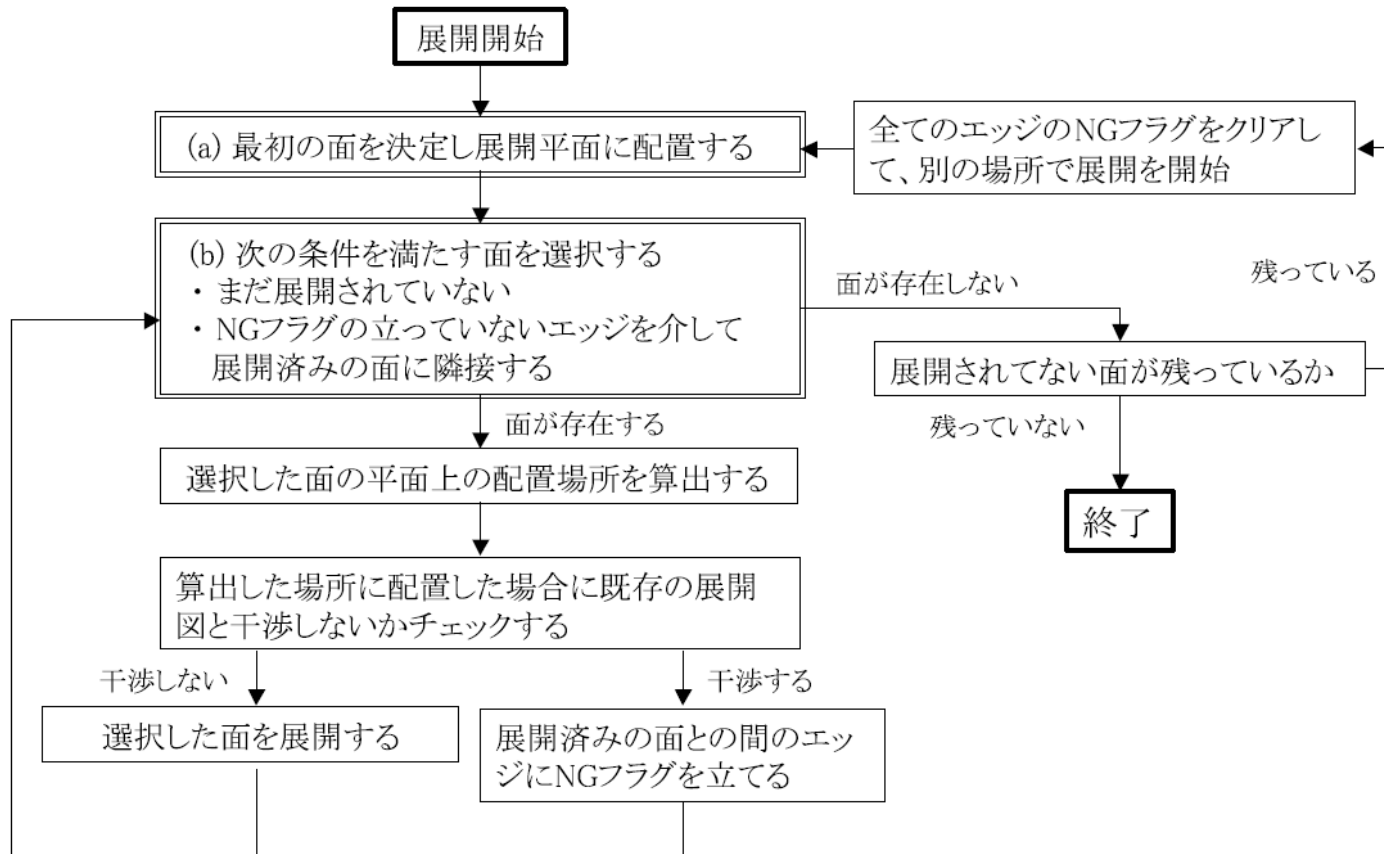


心臓の3DCG



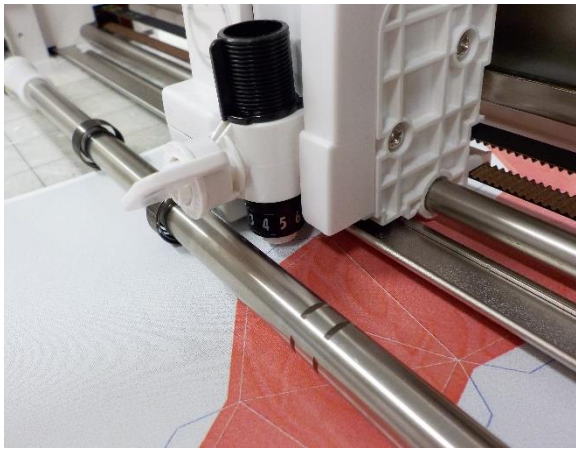
展開図のアノドット紙への印刷

(参考)ペーパクラフト用展開図の算出

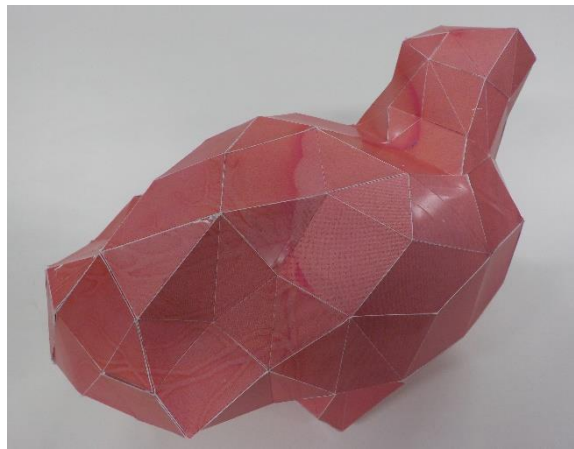


ペーパクラフト制作と筆記

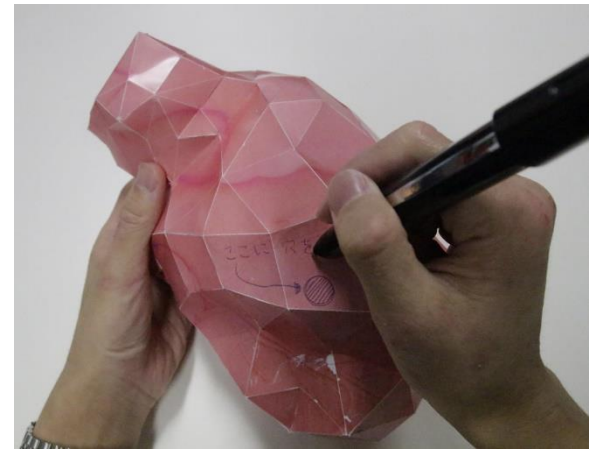
5. カッティングマシンによるペーパクラフト制作(裁断・折り目づけ)
6. デジタルペンで図形や文字を筆記



カッティングマシンによる裁断



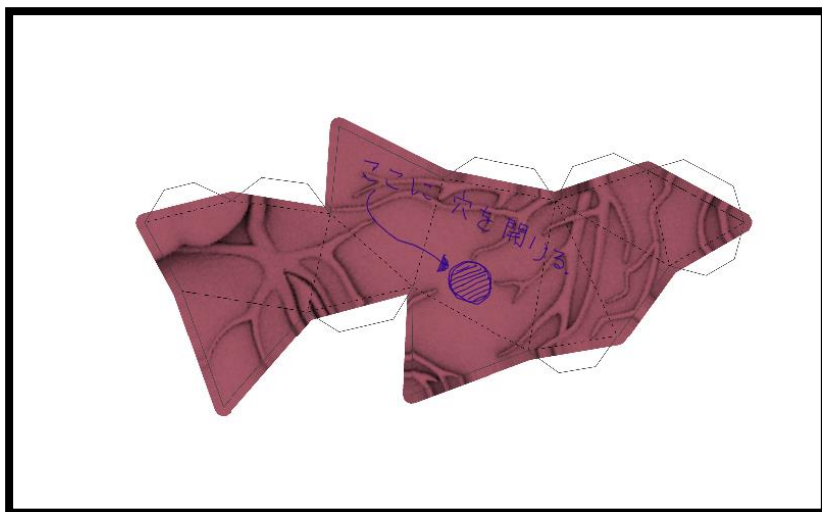
ペーパクラフト制作



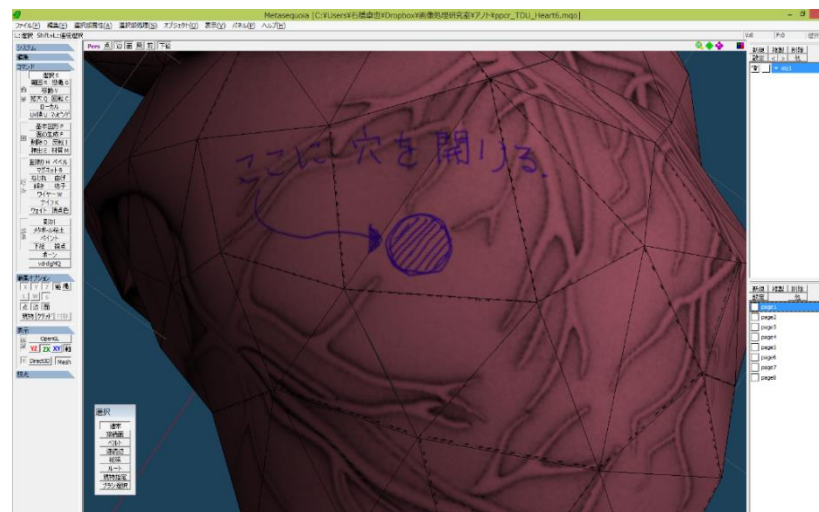
デジタルペンを用いた筆記

UVマッピングと筆跡のCG表示

6. アノ紙面への記入（ペーパクラフトに筆記することは）
7. 筆跡データの電子化・コンピュータ転送
8. 筆跡のUVマッピング・CG表示



筆跡を含む展開図



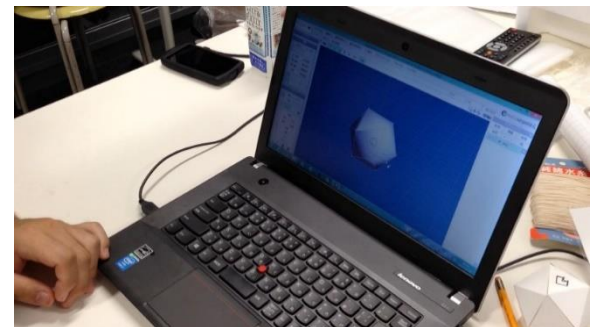
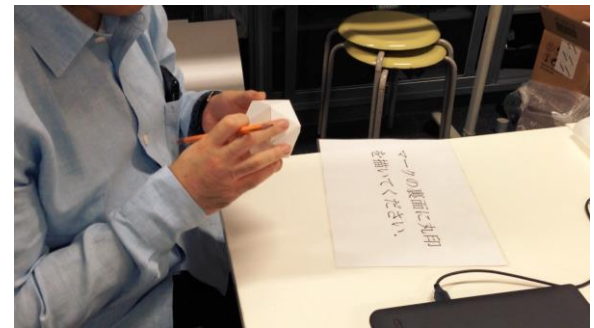
UVマッピングと筆跡のCG表示

(実験) 立体への筆記時間と誤入力

(課題) 正二十面体の特定面(マークしてある面の裏面)に○を記入

- 被験者: 大学生20名
- 記入完了時間の計測
- CGツールによる筆記との比較

方法	平均時間(秒)	誤入力回数
本方法	16.4	0
CGツール (従来法)	(未習得者) 55.0	2
	(習得者) 17.0	4



評価試験の様子

CGツールによる筆記よりも高速簡単・少ない誤入力

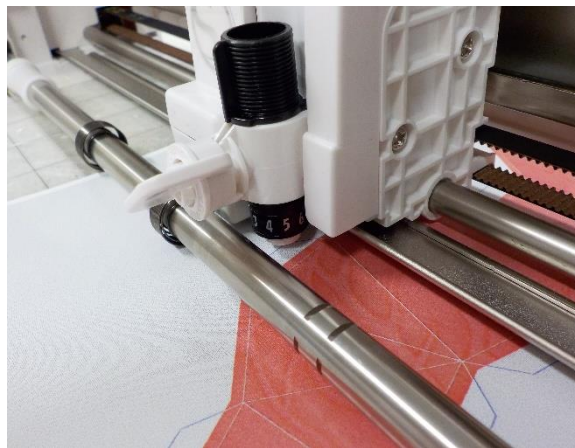
(実験)カッティングマシンによる ペーパクラフト制作時間の短縮

印刷→**裁断**→**折り目づけ**→組み立て

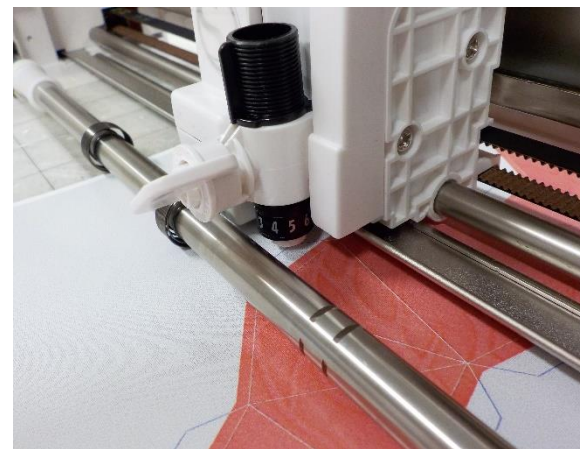
裁断と**折り目づけ**にカッティングマシンを使用

ペーパクラフト制作方法	時間
カッティングマシン使用	4時間10分
手作業	6時間50分

3時間40分の短縮



カッティングマシンによる裁断



手作業による裁断

まとめ

- 「デジタルペン」と「ペーパーパクラフト」による三次元立体筆記の提案

1. 展開図の算出
2. ポリゴン削減
3. ペーパーパクラフトの作成
4. デジタルペンによる筆記
5. 筆跡のUVマップ・CG表示

(長所)ペーパーパクラフトは3Dプリンタよりも安価で手頃

- シミュレーションおよび評価

CGツールを用いた筆記よりも高速簡単・少ない誤入力
カッティングマシンによるペーパーパクラフト制作の時間短縮

(今後の課題)

3Dプリンタ出力への筆記方法検討