

令和 4 年 6 月 28 日現在

機関番号：72602

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K11549

研究課題名(和文)3次元画像解析とプロジェクションマッピングを用いた乳房再建手術支援システムの開発

研究課題名(英文)Development of a breast reconstruction surgery navigation device using 3D image analysis and projection mapping

研究代表者

矢野 智之(YANO, Tomoyuki)

公益財団法人がん研究会・有明病院 形成外科・部長

研究者番号：40537304

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：プロジェクションマッピングを用いた再建乳房の左右差を視覚的に表示する本研究の成果の概要は次の3つの項目に分けられる。1：マネキンおよび男性ボランティアに人工乳房を装着して事前検討を行なった上で、倫理審査委員会の承認を得た後に臨床研究として実行可能性の検討を6例実施した。2：23件の学会報告、また1本の論文発表を行なった。学会報告のうち1件が国際学会での報告であった。2018年の日本生体医工学会での報告はベストリサーチアワードの受賞となった。3：本研究課題が2020年に「身体マップ作成方法、身体マップ作成プログラムおよびその記録媒体」として特許成立したことがあげられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

乳房再建の世界では世界初となるプロジェクションマッピングを用いた再建乳房の形態、ボリュームの左右差を差分表示画像として視覚的に投影する手技の基礎を確立したことがあげられる。これは形態再建を行なう形成外科において、術中ナビゲーションの1つとして、形成外科の他分野にも応用可能であり、その学術的意義が高いと言える。従来は術中の形態、ボリューム調整のために手術時間が長時間化したり、術後の左右差が生じ複数回の修正手術を要する事があった。本研究成果によって、手術時間の短縮と術後追加治療が必要なくなる可能性があり、医療費の抑制、社会復帰の早期化といった観点から社会的意義があると思われる。

研究成果の概要(英文)：The results of this study can be summarized in the following three categories, 1) clinical research conducted under institutional review board permission, 2) based on clinical research, we have had a lot of presentations (including one award from the conference committee) and paperwork, and 3) our research has patented in Japan. After obtaining approval from the Institutional Review Board, we undergo clinical trials on six patients. Initially, we planned to have trials for ten patients, but the pandemic of Covid-19 limited the number of trials. On the other hand, many findings were obtained from the six cases, resulting in 23 talks at the conferences and one paper publication. We had one presentation at the international meeting, and the report presented at the Japanese Society for Biomedical Engineering in 2018 was awarded the Best Research Award. This research was patented as "Body mapping method, body mapping program and data recording".

研究分野：形成外科学

キーワード：乳房再建 プロジェクションマッピング ナビゲーション 3次元画像

1. 研究開始当初の背景

乳房再建の治療アウトカムとして大きな割合を占める整容性の評価が、学術的な利用に耐えうる客観的なデータを用いた方法として確立していない。近年ガイドラインに基づく標準治療が推奨され、標準化を支える周辺技術の一つとして術中手術支援ナビゲーションがあるが、乳房再建では熟練の術者の経験と勘に多くを頼っているのが現状である。高度で高額な手術手技の治療効果の評価方法および標準化を支援する技術が確立していないという問題を認めていた。

2. 研究の目的

医工連携チームによって、安価で簡便な市販機器を独自に開発するソフトウェアで統合し、新たな画像解析、術中支援の方法を開発する。市販されている 3D 距離画像センサを医工連携チームで開発するソフトウェアで統合し、データに基づく新しい乳房形態の 3 次元自動計測システムを完成させる。さらに得られたデータを自動解析しカラーマッピングとしてプロジェクションマッピングさせる術中手術支援システムの開発を目的とする。

3. 研究の方法

(1) 再建乳房形態の 3 次元画像の差分を自動解析し可視化するソフトウェアの開発および差分画像の投影のための位置合わせボディマーカの最適化と妥当性の実証。

(2) 形態の差分情報を術中手術支援として体表へ投影するプロジェクションマッピングシステムの開発。3 次元画像から自動解析される乳房形態の差分に関する可視化画像を、プロジェクタを用いて体表に投影する一連のシステムおよびソフトウェアの開発。

4. 研究成果

(1) 乳房再建手術中における 3D 画像取得技術の確立。図 1 に示す通り、再建手術中に Microsoft 社の Kinect V2（現在は Kinect Azure）3 次元画像撮影センサーを用いて乳房画像を取得する手技を確立した。その際に体表の 4 点に位置合わせの基準となるマーカを貼付する。そのサイズ、位置を決定することができた。

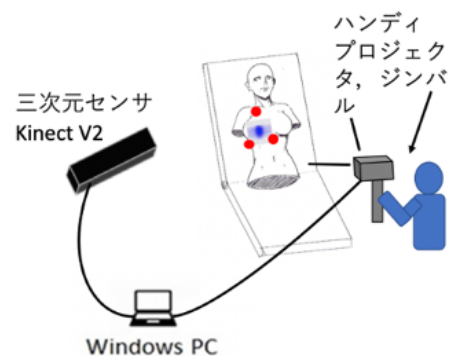


図 1

(2) 差分情報解析ソフトウェアの開発。図 2 に示すように 3 次元データの左右の乳房を輪切り状に分割 (Layer 分割) し、複数の平面化する。その平面を複数の点の集まり (ID 分割) として形状差分を導出する。これらを 3 次元画像データから自動で一連の計算を行なう自動化ソフトウェアの開発を図 3 のごとく行なった。

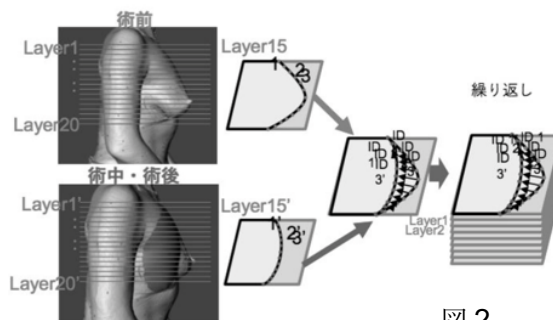


図 2

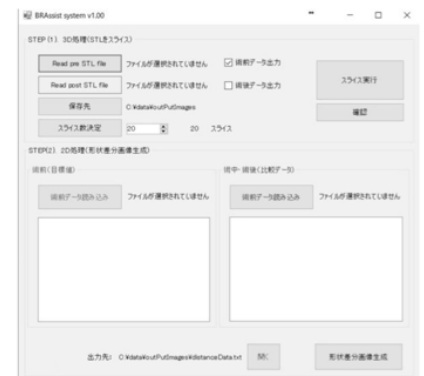


図 3

これは現在バージョンアップを継続している。

(3) STL ファイルとして得られた乳房形状の計測データを元に、差分情報を図 4 に示す通り 2次元マップ化する。その後、プロジェクターを用いて体表に投影できるテクスチャマッピングに変換する。この一連の変換を行なうソフトウェアを開発した。

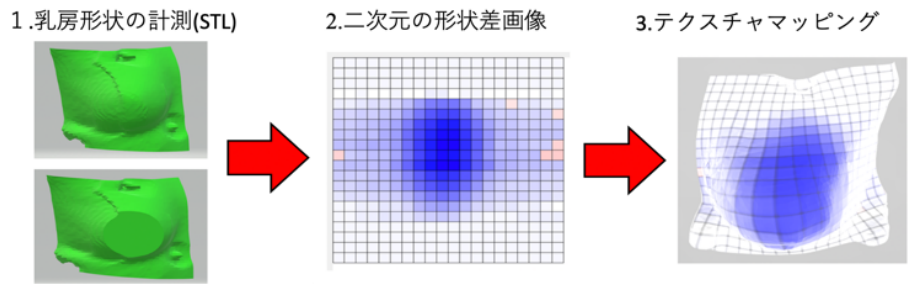


図 4

(4)図 5 のように形状差分情報から計算したテクスチャマッピング画像をプロジェクターを用いて体表に投影する技術を確認した。また実際に術野において、体表に投影する際にわかりやすいカラーグラデーションについて検討した。薄い色合いでは体表に投影した際に術者が認識しづらく、ある程度の濃さを持ち体表に投影した際に術者が認識しやすい最終的な色味の候補を得た。図 5 において、緑は再建乳房のほうがボリュームが少ない部分、青が再建乳房とミラーイメージとした健側乳房との差分が少ない状態、赤が再建乳房がミラーイメージとして翻転した健側乳房よりボリュームが多い状況を示している。

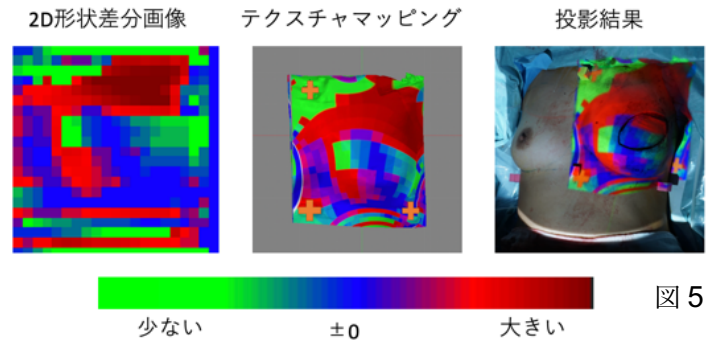


図 5

(5)もともとの計画では術前に撮影しておいた切除前の患側乳房と再建中の皮弁が配置された乳房を比較する計画であった。しかし実際に臨床研究を重ねるうちに、術中に健側の乳房と再建乳房を比べるほうがより現実的であり、実際に医師も健側乳房に近づくように再建乳房のボリュームと形態調整をしていることが改めて分かった。つまりミラーイメージとして健側乳房を翻転した画像との差分情報を提供するほうがナビゲーション装置として有用であることがわかり、仕様を変更した(図 6)。結果として、現在は健側乳房をミラーイメージとして患側に移行し、それを再建中の患側乳房の差分として計測、差分形状マッピングにする方向にしている(図 7)。

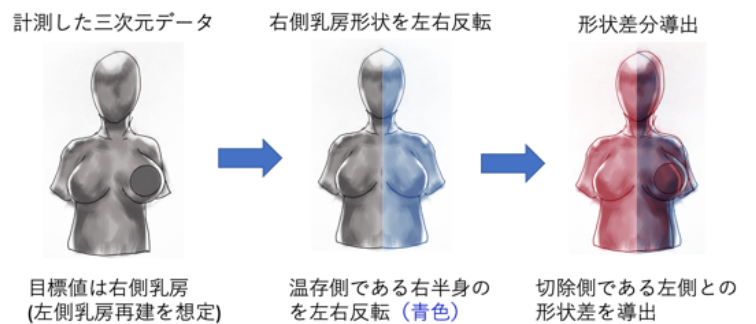


図 6

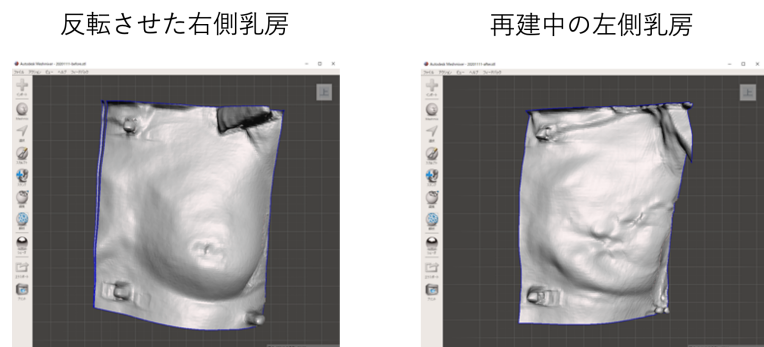


図 7

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 柳沼 ひかる、中野 祐樹、鈴木 孝司、千葉 慎二、鷺尾 利克、矢野 智之、荒船 龍彦	4. 巻 56
2. 論文標題 プロジェクションマッピングを用いた再建術中乳房形状差情報提示システム	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 生体医工学	6. 最初と最後の頁 141 ~ 148
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11239/jsmbe.56.141	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計23件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 金子晃太郎、鈴木孝司、千葉慎二、鷺尾利克、矢野智之、荒船龍彦
2. 発表標題 乳房再建術中支援のためのリアルタイム情報提示システム
3. 学会等名 第59回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金子晃太郎、鈴木孝司、千葉慎二、鷺尾利克、矢野智之、荒船龍彦
2. 発表標題 リアルタイム三次元画像処理を用いた乳房再建術中支援システムの開発
3. 学会等名 第63回日本形成外科学会総会・学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金子晃太郎、鈴木孝司、千葉慎二、鷺尾利克、辛川領、矢野智之、荒船龍彦
2. 発表標題 乳房再建術中支援システムにおける乳房の整容性評価
3. 学会等名 第29回日本形成外科学会基礎学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金子晃太郎, 鈴木孝司, 千葉慎二, 鷺尾利克, 辛川領, 矢野智之, 荒船龍彦
2. 発表標題 健側乳房と再建乳房の形状差を導出する乳房再建術中支援システム
3. 学会等名 第29回日本コンピュータ外科学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金子晃太郎, 鈴木孝司, 千葉慎二, 鷺尾利克, 辛川領, 矢野智之, 荒船龍彦
2. 発表標題 乳房再建術中支援のための対側乳房と再建乳房の形状差導出システムの開発
3. 学会等名 日本生体医工学会関東支部若手研究者発表会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡澤亮平, 鷺尾利克, 鈴木孝司, 千葉慎二, 辛川領, 矢野智之, 荒船龍彦
2. 発表標題 カラー抽出とICPを用いた乳房再建患者3Dデータのマーカース高速レジストレーション
3. 学会等名 第30回ライフサポート学会フロンティア講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柳沼ひかる, 鈴木孝司, 千葉慎二, 鷺尾利克, 矢野智之, 荒船龍彦
2. 発表標題 乳房再建術中支援システムにおける手術現場での運用可能性評価
3. 学会等名 第62回日本形成外科学会総会・学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kotaro Kaneko, Takashi Suzuki, Shinji Chiba, Toshikatsu Washio, Tomoyuki Yano, Tatsuhiko Arafune
2. 発表標題 Development of support system during breast reconstruction using real-time three-dimensional information processing
3. 学会等名 生体画像と医用人工知能研究会第2回若手研究者発表会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 柳沼ひかる, 中野祐樹, 千葉慎二, 鈴木孝司, 鷺尾利克, 矢野智之, 清水大輔, 荒船龍彦
2. 発表標題 プロジェクションマッピングを用いた乳房再建術中支援システム
3. 学会等名 第61回日本形成外科学会総会・学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hikaru Yaginuma, Takashi Suzuki, Shinji Chiba, Toshikatsu Washio, Tomoyuki Yano, Tatsuhiko Arafune
2. 発表標題 Breast reconstruction surgery assist system using projection mapping
3. 学会等名 The 14th Korea-Japan Congress of Plastic and Reconstructive Surgery (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柳沼ひかる, 千葉慎二, 鈴木孝司, 鷺尾利克, 矢野智之, 荒船龍彦
2. 発表標題 乳房再建術における術中支援プロジェクションマッピングシステム
3. 学会等名 第57回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柳沼ひかる, 鈴木孝司, 千葉慎二, 鷺尾利克, 矢野智之, 荒船龍彦
2. 発表標題 プロジェクトマッピングシステムを用いた乳房再建術中支援システム
3. 学会等名 第34回ライフサポート学会大会・LIFE2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柳沼ひかる, 鈴木孝司, 千葉慎二, 鷺尾利克, 矢野智之, 荒船龍彦
2. 発表標題 三次元計測とプロジェクトマッピングを用いた乳房再建術中支援システム
3. 学会等名 生体医工学シンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柳沼ひかる, 鈴木孝司, 千葉慎二, 鷺尾利克, 矢野智之, 荒船龍彦
2. 発表標題 可搬型プロジェクトマッピングを用いた乳房再建術中支援システム
3. 学会等名 第28回ライフサポート学会フロンティア講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中野祐樹, 柳沼ひかる, 鈴木孝司, 千葉慎二, 鷺尾利克, 清水大輔, 矢野智之, 荒船龍彦
2. 発表標題 乳房再建術における再建乳房の整容性評価指標および解析システムの開発
3. 学会等名 第56回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 柳沼ひかる, 中野祐樹, 鈴木孝司, 千葉慎二, 鷺尾利克, 矢野智之, 清水大輔, 荒船龍彦
2. 発表標題 乳房再建術中支援システムにおける自動レジストレーションソフトウェア
3. 学会等名 第56回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 柳沼ひかる, 鈴木孝司, 千葉慎二, 鷺尾利克, 清水大輔, 矢野智之, 荒船龍彦
2. 発表標題 乳房再建術中支援システムにおける自動レジストレーションソフトウェアの精度評価
3. 学会等名 第26回日本形成外科学会基礎学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 柳沼ひかる, 鈴木孝司, 千葉慎二, 鷺尾利克, 矢野智之, 荒船龍彦
2. 発表標題 乳房再建術中支援システムにおける自動レジストレーションソフトウェアの精度評価
3. 学会等名 第33回ライフサポート学会大会・LIFE2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 柳沼ひかる, 鈴木孝司, 千葉慎二, 鷺尾利克, 清水大輔, 矢野智之, 荒船龍彦
2. 発表標題 乳房再建術中支援用プロジェクションマッピングシステムの投影手法評価
3. 学会等名 第26回日本コンピュータ外科学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大釜リアム, 柳沼ひかる, 千葉慎二, 鈴木孝司, 鷺尾利克, 矢野智之, 荒船龍彦
2. 発表標題 乳房再建術中支援用正面投影型プロジェクションマッピングシステム開発
3. 学会等名 第27回ライフサポート学会フロンティア講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 金子晃太郎, 鈴木孝司, 千葉慎二, 鷺尾利克, 辛川領, 矢野智之, 荒船龍彦
2. 発表標題 再建乳房と対側乳房の形状差を導出する乳房再建術中支援システム
3. 学会等名 第60回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金子晃太郎, 鈴木孝司, 千葉慎二, 鷺尾利克, 辛川領, 矢野智之, 荒船龍彦
2. 発表標題 高速三次元計測を用いた乳房再建術中支援システム
3. 学会等名 第30回日本コンピュータ外科学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金子晃太郎, 鈴木孝司, 千葉慎二, 鷺尾利克, 辛川領, 矢野智之, 荒船龍彦
2. 発表標題 高速三次元計測を用いた左右対称の乳房再建術中支援システム
3. 学会等名 第31回ライフサポート学会フロンティア講演会
4. 発表年 2021年～2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

本研究の着想ともなっている3次元計測とプロジェクションマッピングを用いた投影法については「身体マップ作成方法、身体マップ作成プログラム及びその記録媒体」として出願自体は本研究の応募前に出願し、この研究期間である2020年に特許第6791482号として発明人：荒船龍彦、中野祐樹、矢野智之として特許を取得している。

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	荒船 龍彦 (ARAFUNE Tatsuhiko) (50376597)	東京電機大学・理工学部・教授 (32657)	
研究分担者	鷺尾 利克 (WASHIO Toshikatsu) (40358370)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・生命工学領域・主任 研究員 (82626)	
研究分担者	水野 博司 (MIZUNO Hiroshi) (80343606)	順天堂大学・医学部・教授 (32620)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------