



## 可視化シミュレーションを用いた 子宮の蠕動運動解析

研究・開発機関 : 兵庫県立大学大学院 シミュレーション学研究科、  
空の森クリニック  
利用施設 : 兵庫県立大学学内設備  
計算規模 : 計算環境:汎用コンピュータ1台(CPU: Intel(R) Core(TM)  
i7-3770、メモリ:16GB)、計算時間: 約1分  
利用ソフトウェア : 自作コード、V-Isio、Gnuplot

### Before

- 子宮蠕動運動は精子の運搬を補助する役割があり、妊娠と深いかわりがあると言われていたが十分な解明ができていませんでした。
- 不妊症患者の中には、この蠕動運動が不規則に生じる人がいますが、具体的にどのような運動パターンが妊娠に悪影響を与えているのかは解っていません。

### After

- シミュレーションを用いた子宮運動再現により、運動が6種類に分類できることを発見し、運動発生回数の統計解析から不妊症に影響する非正常運動2種類を解明しました。
- この結果から、不妊治療の際に特定の子宮運動を止める薬を効果的に利用することが可能となり、治療成功率の向上や患者の負担軽減が実現します。

### 背景と目的

近年、少子高齢化や初婚年齢の高齢化を背景に不妊症の治療件数が年々増加し、日本の夫婦の約18%が不妊症の検査や治療経験を有しているといわれています。高い妊娠率を有する不妊治療として、体外受精や顕微授精をはじめとする生殖補助医療(ART)と呼ばれる手法がありますが、2016年の調査では妊娠率が約17%と報告されており、一般的に不妊治療は妊娠が成立するまで繰り返して行われるため、治療費は非常に高額になります。例えば患者が45歳の場合、1児を出生するまでに3700万円かかると言われていました。

このような背景から不妊治療の成功率向上や患者の負担軽減を目的として、工学的な観点からの研究に取り組んでいます。

子宮は月経周期で頻度および方向が変化する子宮蠕動運動を行うことが知られています。この運動は精子の運搬を補助する役割があり、妊娠と深いかわりがあると言われていました。不妊症患者の中にはこの子宮蠕動運動に不規則な運動を生じる人がいますが、これについての解析はこれまで行われておらず、具体的にどのような運動が不妊症に影響しているのか解っていませんでした。

そこで本研究ではシミュレーションを用いて子宮運動を再現し、妊娠に悪影響を与える運動の解明を行います。

### 利用成果

Cine MRI画像(短間隔での連続撮像から動画を構築)で得られた不妊症患者の子宮運動をもとにFDTD法と呼ばれる計算手法を用いて波動方程式を解き、子宮の運動を3次元シミュレーションで再現しました(図1、図2)。

シミュレーション結果より、不妊症患者の子宮運動は6種類で表現されることを発見し(図3、図4)、この6種類の運動の発生回数を患者ごとに測定し、統計解析を行った結果、2種類の運動パターンが本来とは異なる方向に発生していることを確認し、この2種類の運動が妊娠に悪影響を与えていることが今回の解析で明らかになりました。

この結果より、薬を使用してこの2種類の運動のみを止めることで、不妊治療の成功率向上や患者の負担軽減が実現できます。

(文責:兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科 森 健太郎)

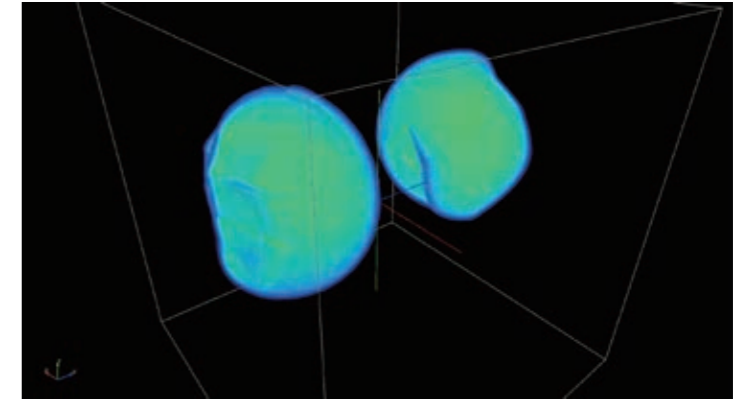


図1 3次元空間上のシミュレーション結果 (V-Isioによる可視化)

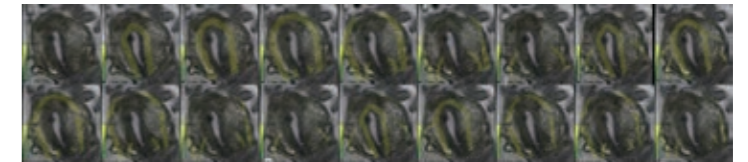


図2 Cine MRIとシミュレーション結果の比較 (左上から右に向かって10秒ごとの比較結果、黄色線がシミュレーション結果)

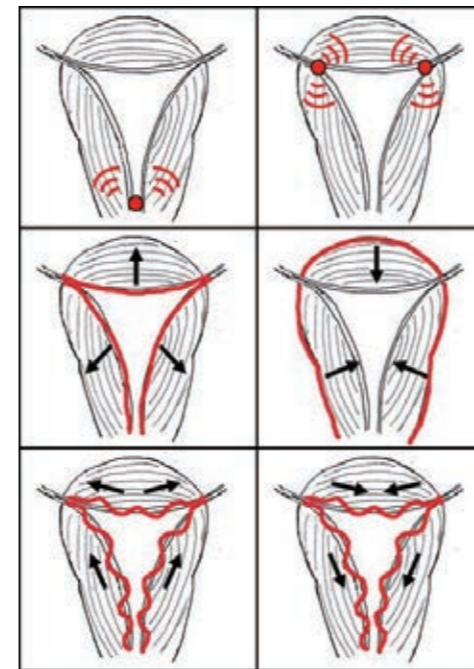


図3 発見した子宮運動パターン

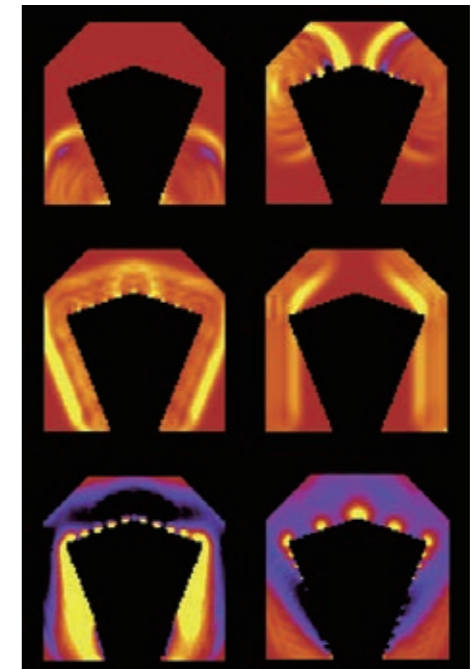


図4 シミュレーションによる運動パターンの再現結果 (Gnuplotによる可視化)

出典: K. Mori, Y. Tokunaga, T. Sakumoto, A. Nakashima, I. Komesu, Y. Hata, "A Uterine Motion Classification in MRI Data for Female Infertility", Bentham science, Current Medical Imaging.