

AI を用いた子宮鏡における子宮体癌自動診断システムの開発

1. 発表者：

曾根 献文（東京大学医学部（産婦人科学講座）／東京大学医学部附属病院
女性診療科・産科 講師）

高橋 優（東京大学大学院医学系研究科 生殖・発達・加齢医学専攻 医学博士課程 2年）

大須 賀穰（東京大学大学院医学系研究科 生殖・発達・加齢医学専攻 産婦人科学講座
／東京大学医学部附属病院 女性外科 教授）

野田 勝彦（Predictthy 合同会社 代表社員）

吉田 要（Predictthy 合同会社 業務執行社員）

2. 発表のポイント：

- ◆人工知能（AI）を用いた子宮鏡における子宮体癌自動診断システムを新たに開発しました。
- ◆少ない症例数でも正診率を向上させる独自の深層学習アルゴリズムを開発しました。
- ◆これまでは子宮体癌の確立した検診方法がありませんでした。今後、本研究で開発されたシステムが新たな子宮体がん検診法となることが期待されます。

3. 発表概要：

子宮体癌（注1）は婦人科がんにおいて最も罹患数が多い疾患であり、国内外問わず、近年増加傾向にあります。早期であればホルモン治療によって子宮温存が可能ですが、進行期、再発症例であると難治性の事が多く、早期発見が重要となります。しかしながら、子宮体がん検診に関しては確立されたスクリーニング法が無いのが現状です。子宮鏡検査は膣を経由して子宮内腔をファイバースコープで観察する内視鏡検査であり、子宮体癌や、その前癌病変である子宮内膜増殖症の診断補助に使用することもあります。このような背景のもと、東京大学の曾根献文講師、高橋優大学院生、大須賀穰教授ら、および、Predictthy 合同会社の野田勝彦、吉田要らの研究グループは、子宮体がん検診の重要なデバイスとして子宮鏡検査を一般化することを目的とし、人工知能（AI）を用いた子宮鏡における子宮体癌自動診断システムの開発に成功しました。また通常、深層学習（ディープラーニング：注2）を用いた人工知能を学習させるには、膨大な症例数が必要ですが、本研究グループは、少ない症例数でも良好な正診率が得られる新たなアルゴリズムを開発しました。正常子宮内膜、子宮内膜ポリープなどの良性腫瘍、子宮体癌などの全177症例の子宮鏡画像をそれぞれ悪性グループと非悪性グループに分けて深層学習にて解析したところ、通常アルゴリズムでは正診率が80%程度であるのに対して、今回独自に開発したアルゴリズムでは正診率が90%以上と少ない症例においても良好な結果が得られました。今後、本研究で開発されたアルゴリズムが子宮体がん検診法の確立に大きく貢献する事が期待されます。なお本研究は、内視鏡医学研究振興財団研究助成金の支援により行われ、日本時間4月1日に米国科学誌 *PLOS ONE* に掲載されました。

4. 発表内容：

(1) 研究の背景

子宮体癌は婦人科がんにおいて最も罹患数が多い疾患であり、国内外問わず、近年増加傾向にあります。早期であればホルモン治療によって子宮温存が可能ですが、進行期、再発症例であると難治性の事が多く、早期発見が重要となります。しかしながら、子宮体がん検診に関し

ては確立されたスクリーニング法が無いのが現状です。その理由として子宮体部の細胞診は盲目的な操作であり、子宮頸がんの検診法である細胞診と比較して正診率が高くないからです。

一方、子宮鏡検査は、膣を経由して子宮内腔を細径のファイバースコープを用いて観察する内視鏡検査であり、外来で麻酔をせずに行える簡便で有用な検査法です。子宮鏡の一般的な用途としては、子宮筋腫やポリープなどの良性腫瘍の診断や、着床不全の原因検索が挙げられますが、子宮体癌の診断に使用する報告も散見されており、東京大学医学部附属病院（東大病院）においても子宮体癌や、その前癌病変である子宮内膜増殖症の診断補助に使用している実績があります。

このような背景のもと、本研究グループは、子宮体がん検診の重要なデバイスとして子宮鏡検査を一般化することを目的とし、深層学習を用いた子宮鏡における子宮体癌自動診断システムを開発しました。またこれまで医療画像情報を用いた深層学習研究については、良好な正診率を得るために膨大な症例数が必要であることから、疾患次第では症例数を確保できない場合もありました。この問題を解決するため、本研究では、少ない症例数でも正診率を向上させる独自のアルゴリズムを開発しました。

(2) 研究の内容

本研究では、東大病院を受診した 20 歳以上の患者さんで、2011 年 4 月から 2019 年 9 月に子宮鏡を用いて行われた 177 症例（正常子宮内膜：60 例、子宮筋腫：21 例、子宮内膜ポリープ：60 例、子宮内膜異型増殖症：15 例、子宮体癌：21 例）を対象にしました。177 例の動画を約 40 万の静止画に変換し、それらの画像を悪性グループ（子宮内膜異型増殖症、子宮体癌）、非悪性グループ（正常子宮内膜、子宮内膜ポリープ、子宮筋腫）に分けて、深層学習を行いました（図 1、図 2）。学習した画像としては、全ての画像を含むデータセットと子宮内腔の画像のみを抽出したデータセットの 2 種類を使用しました。また、学習は 3 種類のネットワークモデル（注 3）（Xception、MobileNetV2、EfficientNetB0）を用いて、それらの比較も行いました。

まず、標準のアルゴリズムで評価したところ、正診率は約 80%程度となり、各ネットワークモデル間の正診率に大きな差はありませんでした。次に、少ない症例数で正診率を上げる方法として、連続法というアルゴリズムを開発しました。連続法とは 50 枚以上連続で画像が悪性として分類された場合、その症例を悪性と判定する方法です。このアルゴリズムを用いて正診率を 85%以上に向上させる事ができました。さらに正診率を上げる方法として、ネットワークモデル組み合わせ法を開発しました。この方法は 3 種類のネットワークモデルを複数回学習させて得られた 72 個のモデルを同時に稼働させて、どれか一つのモデルが悪性と判定した場合、その症例を悪性と診断する方法です。この方法により正診率を 90%以上にまで向上させる事ができました（図 2、図 3）。

(3) 社会的意義と今後の予定

今後は、新たに開発した子宮体がん自動診断システムの正診率を 100%近くまで向上させる事を目的として、さらに症例数を増やすため、多施設共同研究を開始する予定です。また社会実装に向けて、この AI エンジンを搭載した子宮鏡の実用化も目指します。本研究で新たに開発されたシステムによって、将来、より簡便で正診率の高い子宮体がん検診法が確立される事が期待されます。

5. 発表雑誌：

雑誌名：*PLOS ONE*（オンライン版：3月31日）

論文タイトル：Automated system for diagnosing endometrial cancer by adopting deep-learning technology in hysteroscopy

著者：Yu Takahashi, Kenbun Sone*, Katsuhiko Noda, Kaname Yoshida, Yusuke Toyohara, Kosuke Kato, Futaba Inoue, Asako Kukita, Ayumi Taguchi, Haruka Nishida, Yuichiro Miyamoto, Michihiro Tanikawa, Tetsushi Tsuruga, Takayuki Iriyama, Kazunori Nagasaka, Yoko Matsumoto, Yasushi Hirota, Osamu Hiraike-Wada, Katsutoshi Oda, Masanori Maruyama, Yutaka Osuga, and Tomoyuki Fujii
(※責任著者)

DOI 番号：10.1371/journal.pone.0248526

6. 問い合わせ先：

<研究内容に関するお問い合わせ先>

東京大学医学部附属病院 女性診療科科・産科

講師 曾根 献文（そね けんぶん）

<取材に関するお問い合わせ先>

東京大学医学部附属病院 パブリック・リレーションセンター

担当：渡部、小岩井

TEL：03-5800-9188（直通） E-mail：pr@adm.h.u-tokyo.ac.jp

サイオス株式会社

広報

TEL：03-6401-5120 Email：mktg@sios.com

※Predicthy 合同会社へのお問合せは上記宛てにご連絡ください。

7. 用語解説：

(注1) 子宮体癌

子宮体部から発生する癌です。子宮内膜から発生する事から子宮内膜癌とも呼ばれます。

子宮体癌の前癌病変は子宮内膜異型増殖症 (Atypical endometrial hyperplasia: AEH) と呼ばれます。

(注2) 深層学習 (ディープラーニング)

深層学習とは、機械学習の手法の1つであり、多層のニューラルネットワークまたは複数の機械学習アルゴリズムを組み合わせた手法の事を指します。

(注3) ネットワークモデル

深層ニューラルネットワークの構造は、多数提案されており、代表的な構造には名称が付与され、総じてネットワークモデルと呼びます。

8. 添付資料：

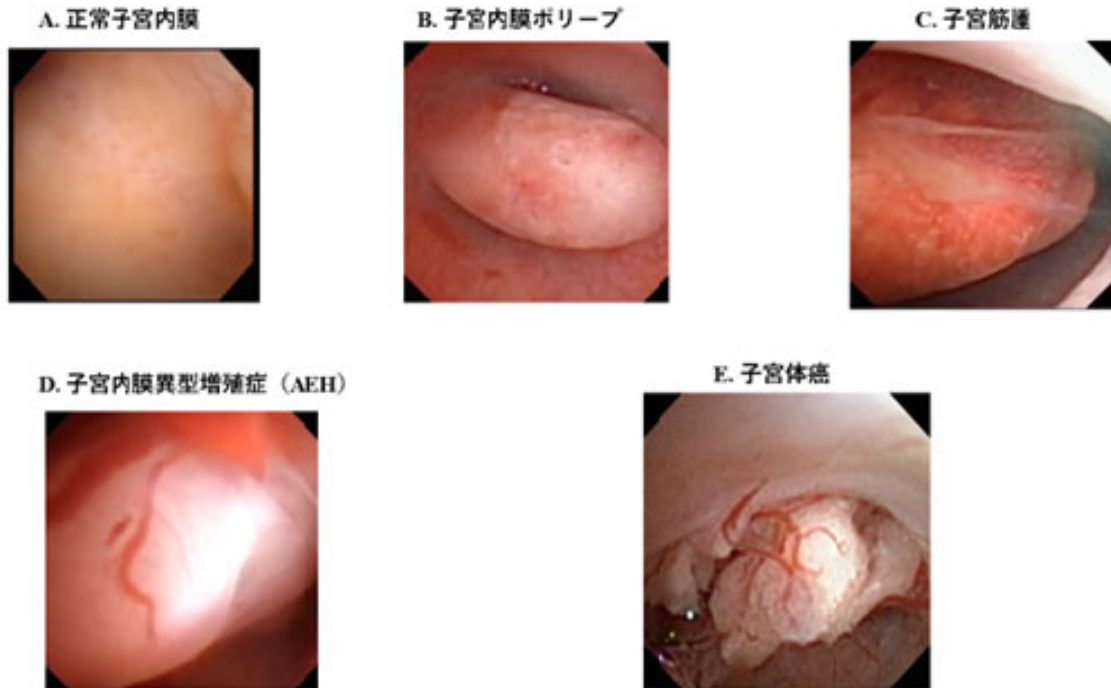


図1. 子宮鏡画像（5つの疾患の画像例）

A：正常子宮内膜、B：子宮内膜ポリープ、C：子宮筋腫

D：子宮内膜異型増殖症（Atypical endometrial hyperplasia：AEH）

E：子宮体癌

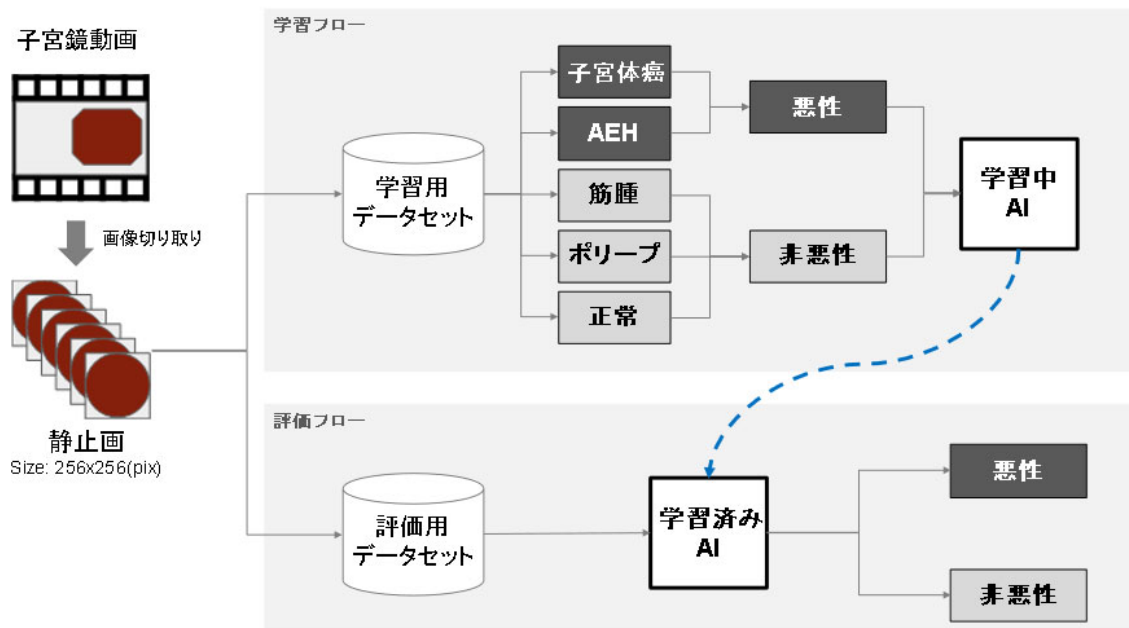


図2. 本研究におけるフローチャート

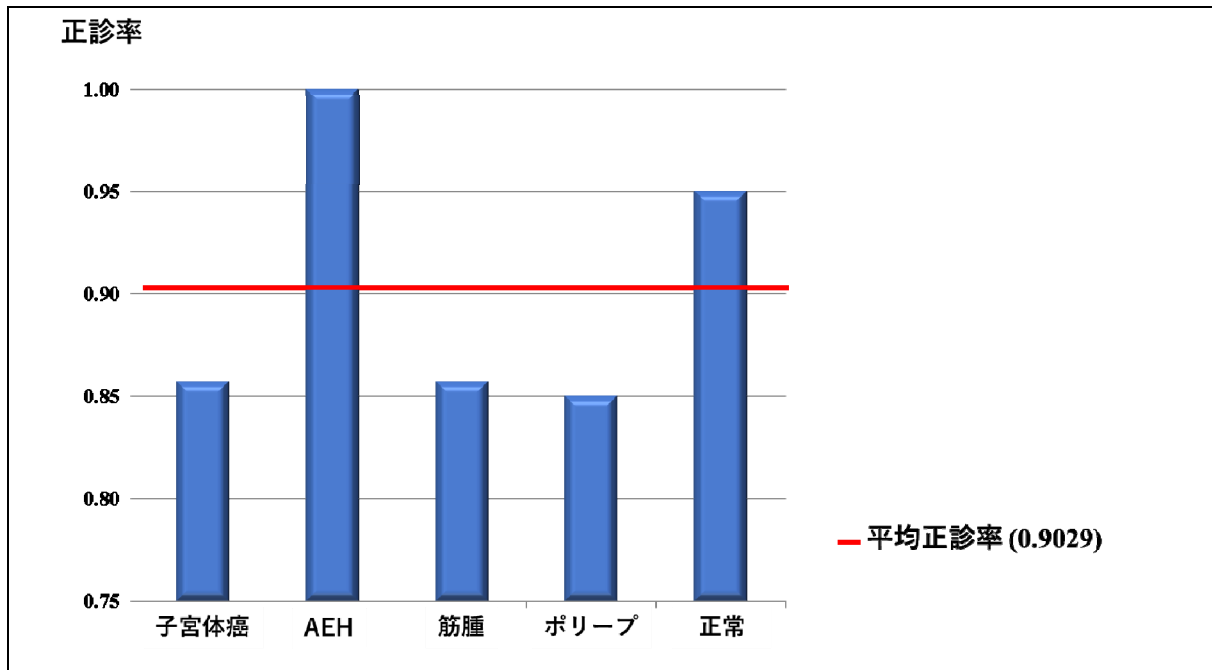


図3. 連続法+ネットワークモデル組み合わせ法による子宮鏡画像の正診率

参考

■Predicthy について

Predicthy 合同会社は、バイオ・医療分野用の AI（人工知能）の研究開発を主たる事業とするサイオステクノロジーの子会社です。

症例数の少なさゆえに AI の学習に利用できるデータが少ない分野で、いかに精度の高い AI を開発するかを研究しています。

■サイオスについて

サイオスは、Linux に代表されるオープンソースソフトウェア、AI、クラウド、金融技術に卓越した強みを有するテクノロジー企業群を子会社に持つ東証二部上場の持株会社です。「世界中の人々のために、不可能を可能に。」をグループミッションに、イノベーションによって人々の課題を解決し、より良い社会の実現に貢献してまいります。

詳細情報は、<https://www.sios.com> をご覧ください。

■サイオステクノロジーについて

サイオスの事業会社であるサイオステクノロジーは、Linux に代表されるオープンソースソフトウェアの開発と利用を軸に、自社開発ソフトウェア製品の販売とサービスの提供を行っています。直近では、AI（人工知能）、クラウドコンピューティングの技術領域に注力し、次世代を支える新製品とサービスの提供を開始しています。これからも革新的なソフトウェア技術を追求め、世界の IT 産業に影響力のある存在、「インフルエンサー」となって価値を創造し、社会の発展に貢献してまいります。

詳細情報は、<https://sios.jp> をご覧ください。