

AI の力で宇宙のリングを探す ～画像認識技術で銀河の泡状構造を効率的に検出～

<ポイント>

- ◇画像認識 AI を活用した新検出モデルにより、従来数年かかっていた作業を数時間で完了。
- ◇天の川銀河で 3,006 個の泡状構造を検出し、そのうち 1,413 個は新検出。
- ◇系外銀河（大マゼラン雲や NGC 628）でも、本モデルの有効性を確認。
- ◇超新星爆発による大規模な泡状構造も検出。

<概要>

私たちが住む天の川銀河やその他の銀河には、中が空洞のリング状構造（泡状構造）が多数見られます。従来は人が目視で検出を行っていましたが、天文観測機器の高性能化に伴い取得データ量が増加しており、従来の手法では膨大なデータを処理しきれなくなっています。

大阪公立大学大学院理学研究科の西本 晋平大学院生（博士後期課程 2 年）、大西 利和教授、理化学研究所情報統合本部の川西 康友チームリーダー、新潟大学理学部の金子 紘之学術研究員らを中心とする共同研究チームは、画像認識 AI を活用して天の川銀河や他の銀河に存在する泡状構造を効率的に検出する新しいモデルを開発しました。本モデルにより、これまで人の目で時間をかけて識別していた泡状構造を、高速かつ自動的に検出することが可能になりました。

本研究成果は 2025 年 3 月 18 日（日本時間）に国際学術誌「Publications of the Astronomical Society of Japan」のオンライン速報版に掲載されました。

白鳥座 X 領域

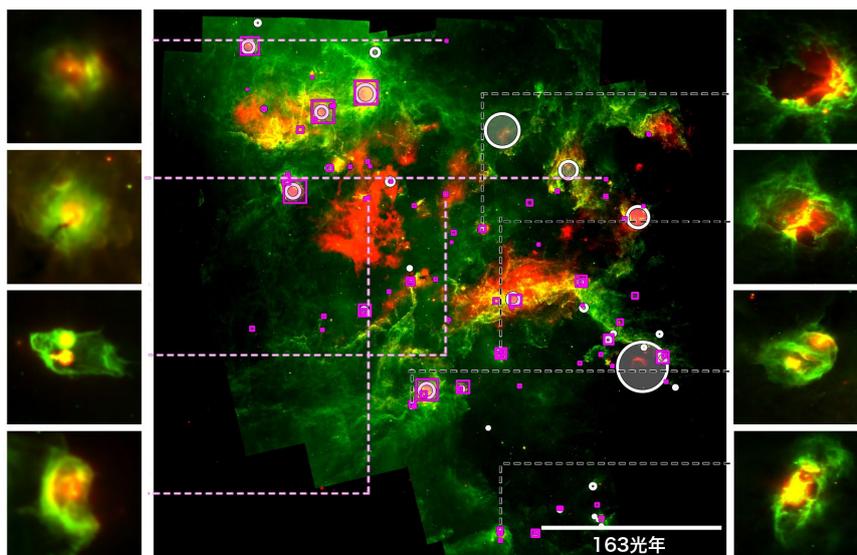


図 1 スピッツァー宇宙望遠鏡で得られた天の川の赤外線観測データのうち、波長 $8\mu\text{m}$ と $24\mu\text{m}$ のデータを学習することにより検出した泡状構造（緑: $8\mu\text{m}$ 、赤: $24\mu\text{m}$ ）。左側のリング図は、本研究で新たに検出の泡状構造（紫の点線）を示し、右側のリング図は、先行研究で同定され、本研究でも検出された泡状構造（白の点線）を示す。両波長を用いることで、大質量星形成に伴い作られた泡状構造を検出することができる。

<研究の背景>

天の川銀河やその他の銀河には、ガス状物質の濃淡が存在し、その中には泡のような構造が多数見られます。これらの構造は、主に生まれたばかりの大質量星の誕生や活動によって形成され、星形成や銀河進化の過程を解明する上で重要な手がかりです。これまでの研究では、泡状構造の検出は主に人間が目視で行い、カタログ（天体データベース）を作成する方法が取られてきましたが、目視での検出は年単位の時間がかかり、泡状構造の見落としにも繋がるという課題がありました。

<研究の内容>

本研究では、深層学習による画像認識 AI を用いて、類似の構造を発見できる新しい泡状構造検出モデルを開発しました。本モデルは、米国航空宇宙局 (NASA) のスピッツァー宇宙望遠鏡によって得られた赤外線観測データを学習データとして用いました。本モデルを用いることで、天の川銀河内の大質量星の活動によって形成された 1,413 個の泡状構造を新たに検出することに成功しました (図 2)。さらに、大マゼラン雲や NGC 628 といった系外銀河でも、数多くの泡状構造を検出しています。特に注目すべき成果として、既存のカタログに未掲載の泡状構造を多数発見したこと、そして広域な観測データをわずか数時間で解析可能な高効率な探索手法を確立したことが挙げられます。

また、この方法を応用することで、超新星爆発によって形成されたと考えられる大規模な泡状構造も検出することができました (図 3)。これにより、星形成だけでなく、銀河内の爆発的なイベントがもたらす影響についても詳細な調査が可能になりました。

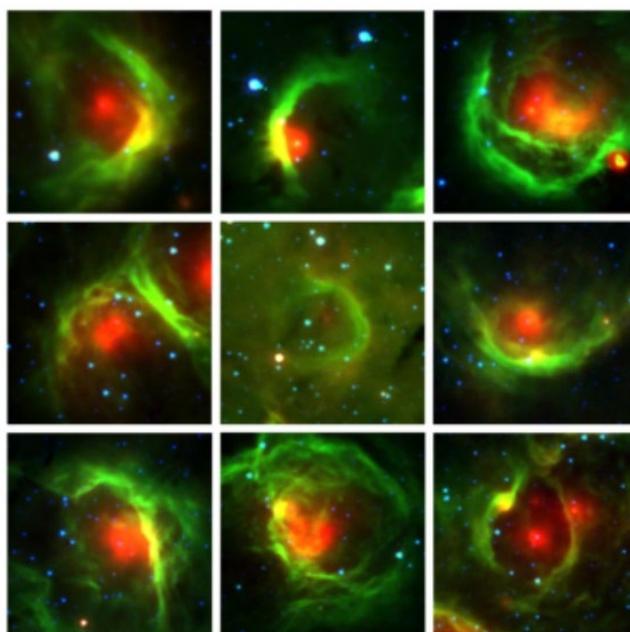


図 2 本研究で新たに検出された赤外線バブル構造の例。色の付け方は図 1 と同じ。8 μm 放射がバブルの外縁部をトレースし、内部には 24 μm 放射が存在するという特徴が見られる。24 μm は大質量星によって暖められたダストからの放射、8 μm は星間ダストの一種からの放射を示している。

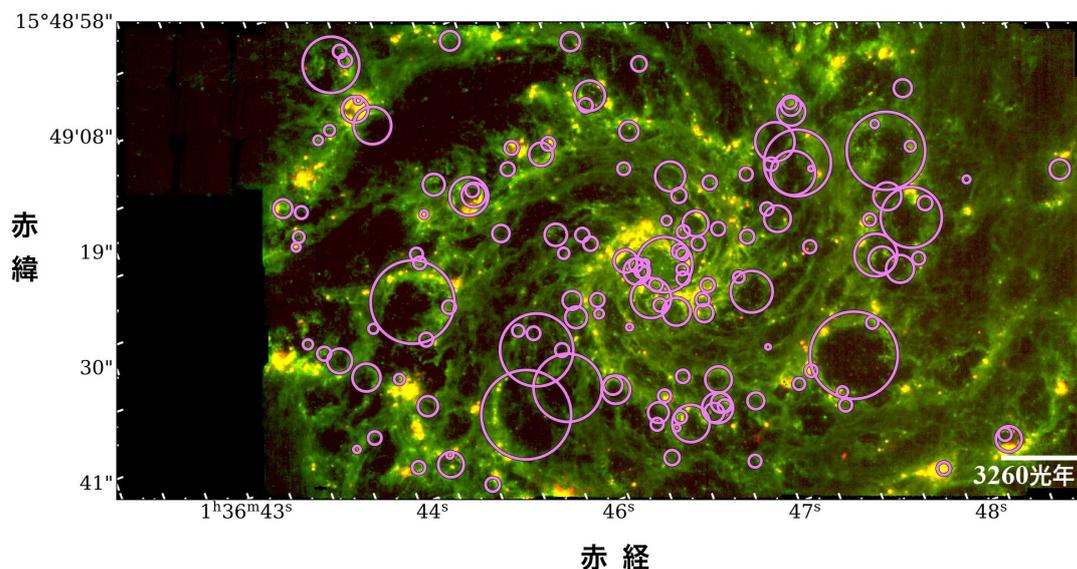


図 3 超新星爆発等で作られたと考えられるバブル構造 (マゼンタの円) の検出例。カラーの図はジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 (JWST) で撮られた系外銀河 NGC 628 の赤外線画像 (Watkins et al. 2023; 緑: 波長 7.7 μm 、赤: 波長 21 μm)。スピッツァー宇宙望遠鏡で得られた天の川の赤外線観測データのうち、波長 8 μm のデータのみを学習することで、超新星爆発起源の大規模な構造も検出可能になった。

<期待される効果・今後の展開>

本研究では、泡状構造を高精度かつ広範囲に検出することに成功し、これにより泡状構造の統計的研究の精度と信頼性が大幅に向上しました。検出された泡状構造に対して、電波望遠鏡で得られた分子ガス（星の原料）の分布や運動を詳細に解析することで、大質量星の形成メカニズムをより深く理解することが可能となります。

さらに、この技術は泡状構造の解析にとどまらず、他の天文現象の研究にも応用が期待されます。今後、より高度な AI 技術を導入することで、銀河の進化や星形成メカニズムの解明が一層加速すると考えられます。

<資金情報>

本研究は、自然科学研究機構「若手学際融合研究プロジェクト」、JSPS 科研費 (JP23H00129、JP18H05440)、JST SPRING (JPMJSP2139) の助成を受けて実施しました。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Publications of the Astronomical Society of Japan

【論文名】 Infrared Bubble Recognition in the Milky Way and Beyond Using Deep Learning

【著者】 Shimpei Nishimoto, Toshikazu Onishi, Atsushi Nishimura, Shinji Fujita, Yasutomo Kawanishi, Shuyo Nakatani, Kazuki Tokuda, Yoshito Shimajiri, Hiroyuki Kaneko, Yusuke Miyamoto, Tsuyoshi Inoue, and Atsushi M. Ito

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.1093/pasj/psaf008>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院理学研究科
教授 大西 利和（おおにし としかず）

理化学研究所 情報統合本部
チームリーダー 川西 康友（かわにし やすとも）

新潟大学 理学部
学術研究員 金子 紘之（かねこ ひろゆき）
E-mail : hkaneko@env.sc.niigata-u.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課
担当：竹内

理化学研究所 広報室 報道担当

新潟大学 広報事務室
TEL : 025-262-7000
E-mail : pr-office@adm.niigata-u.ac.jp