

FBI  
**Science View**

●理化学研究所 開拓研究本部

**ガンマ線バーストのスペクトルと明るさの相関関係の起源**

長瀧天体ビッグバン研究室  
研究員 伊藤 裕貴

「ガンマ線バースト」は、突発的に大量のガンマ線が降り注ぐ、宇宙で最も明るい天体現象である。そのうちの一部は、太陽質量の約10倍以上の大質量星が一瞬の

終わりに爆発する際に噴出する「相対論的ジェット」によって発生すると考えられている。このジェットからガンマ線が放射される物理過程の理論モデルとして、ジェットの内部に捕縛されていた大量のガンマ線が、ジェットが膨張するにつれて解放されることによってガンマ線バーストが発生するという「光球面放射モデル」が注目を集めている。しかし、理論的な精査はまだ不十分であり、このモデルの妥当性を実証するには至っていない。

今回、理研を中心とする国際共同研究グループは、スーパーコンピュータを用いて、相対論的流体シミュレーションと輻射輸送シミュレーションを組み合わせることにより、大質量星の爆発に伴う相対論的ジェットからの光球面放射の評価を行った。その結果、ガンマ線バーストの観測から経験則として知られていた「スペクトルと明るさの相関関係(米徳関係)」が、ジェットが大質量星の外層を突き抜ける際に形成する構造に起因して、自然に再現されることが明らかになった。この結果は、ガンマ線バーストの主な放射機構が光球面放射であることを強く示しており、長年の謎となっていたガンマ線バーストの放射機構の解明につながると期待できる。

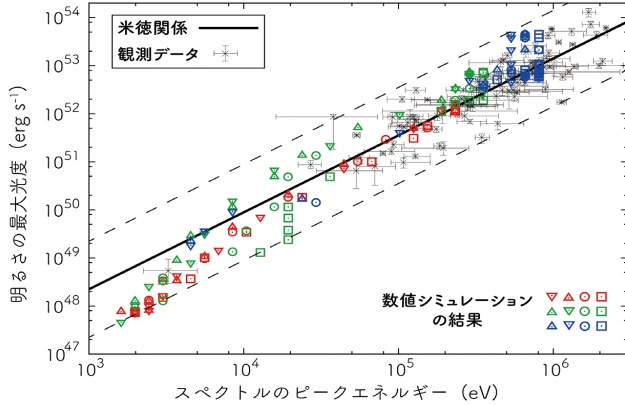


図 米徳関係と数値シミュレーションの比較

相対論的ジェットの非一様な構造に起因して、スペクトルのピークエネルギーが大きくなるほど、明るさの最大光度は高くなる傾向を示す。その結果、2つの観測量の間には相関関係が生まれ、それが観測されている米徳関係をよく再現している。



■プロフィール

いとう・ひろたか 2008年早稲田大学大学院理工学研究所・博士(理学)学位を取得。東京大学ビッグバン宇宙国際研究センター特任研究員、京都大学基礎物理学研究所研究員、理化学研究所特別研究員などを経て、16年7月より現職。また18年から理化学研究所数理創造プログラム研究員兼務。

■コメント—基礎物理学に基づき、地上では考えられないような高エネルギー天体現象の謎を明らかにしたい。

●理化学研究所 科技ハブ産連本部 医科学イノベーションハブ推進プログラム  
健康医療データ多層統合プラットフォーム推進グループ  
健康医療データAI予測推論開発ユニット

ユニットリーダー 川上 英良

**機械学習で卵巣腫瘍の特性を術前予測**

卵巣がんは女性の生殖器腫瘍の中で最も予後が悪いものの一つで、近年卵巣がんによる死亡者数は増加している。治療としては手術による腫瘍の切除が行われるが、手術の前後に化学療法を行うことが一般的である。化学療法を有効に行うために、術前に進行期や組織型を予測し、患者ごとに適切な治療戦略を策定することが強く望まれている。

今回、理研を中心とする共同研究チームは、卵巣腫瘍患者(悪性卵巣腫瘍334人、良性卵巣腫瘍101人)の年齢および術前血液検査データ32項目に基づいて、「教師あり機械学習」を用いることで悪性腫瘍と良性腫瘍を非常に精度良く予測する手法を開発した。そして、同じデータに基づき、がんの進行期や組織型といった特性を予測できることも示した。さらに、このデータ32項目に基づいて「教師なし機械学習」を行った結果、早期がんの中に「良性腫瘍に似た血液検査データパターンを示す症例(クラスタ1)」と「進行がんに似た血液検査データパターンを示す症例(クラスタ2)」が存在していることを見いだした。クラスタ1は再発がほと

んどなかったのに対して、クラスタ2は再発率と死亡率が高いという、予後との強い関連を示した(図)。

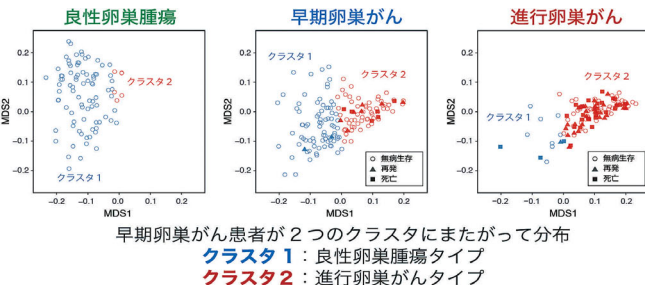
このように、術前の検査データから予後と関連する新しい疾患分類を見いだすことで、本研究成果は今後の予測・個別化医療に向けたがんの術前診断に貢献すると期待できる。



■プロフィール

かわかみ・えいりょう 2007年東京大学医学部医学科卒。2011年東京大学博士課程修了、博士(医学)。ERATOプロジェクト、理化学研究所の研究員を経て、17年10月より現職。19年から千葉大学人工知能(AI)医学 教授を兼任。

■コメント—ただの予測にとどまらず、新しい知識発見に繋がる機械学習や数理手法を開発したい。



早期卵巣がん患者が2つのクラスタにまたがって分布  
クラスタ1: 良性卵巣腫瘍タイプ  
クラスタ2: 進行卵巣がんタイプ

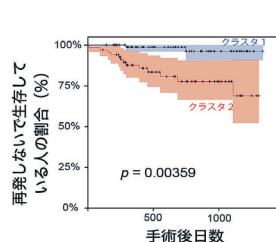


図 教師なし機械学習による卵巣がんクラスタリングと予後との関連

卵巣腫瘍患者の年齢及び術前血液検査データ32項目に基づいて、教師なし機械学習を用いることで、早期卵巣がん患者は、クラスタ1(良性腫瘍と良く似た術前血液検査パターンを示す)とクラスタ2(進行がんによく似た術前血液検査パターンを示す)に分かれた。早期がんの「良性腫瘍に似た血液検査データパターンを示す症例」では再発はほとんどなかったのに対して、「進行がんに似た血液検査データパターンを示す症例」では再発率と死亡率が高いという、予後との強い関連を示す新たな疾患分類が見つかった。

**研究者と来場者のトークイベント「理研DAY:研究者と話そう！」 来月16日開催**

理研は科学技術館(東京都千代田区)で、研究者とのトークイベント「理研DAY:研究者と話そう」を開催している(第3日曜日)。

ヒトの体のなかでは、酵素と呼ばれるタンパク質が化学反応を起こし、エネルギーを取り出したり、蓄えたりする。ミクロの世界では、タンパク質、DNA、脂質のような生体分子が協働して、目的の化学反応を実現している。2019年6月の理研DAY(2019年6月16日)では、分子がどう動いて化学反応を起こしているかを、スーパーコンピュータを使ったシミュレーションを通じて観ることについて来場者と研究者がトークする。

【開催日】2019年6月16日(日) 第1回 14:00~14:30  
第2回 15:30~16:00

【対象】一般  
【場所】科学技術館4階シンラドーム(東京都千代田区北の丸公園2-1)  
【料金】無料(但し科学技術館入館料は必要)  
【定員】各回62人(先着順)  
【研究者】八木清・専任研究員(開拓研究本部 杉田理論分子科学研究室)  
【テーマ】「計算機で観るタンパク質」  
【参照】[http://www.riken.jp/pr/visiting/riken\\_day/](http://www.riken.jp/pr/visiting/riken_day/)  
【問い合わせ】理化学研究所広報室 Eメール: outreach-koho@riken.jp