
太陽のふるさとはどこだ!?

第13回 君が作る宇宙ミッション ASTRO班

天津 早貴(高3)【早稲田実業学校】、秦 瑞貴(高2)【東京女学館高等学校】

村岡 由紀子(高2)【高知県立高知追手前高等学校】、池田 勇人(高2)【専修大学松戸高等学校】

迫 千紘(中等4)【兵庫県立芦屋国際中等教育学校】、高林 修平(中等4)【東京都立小石川中等教育学校】

1. 背景・目的

私たちは、太陽の誕生場所を知りたい。なぜなら、太陽のふるさとを見つけることは惑星を含めた太陽系の成り立ちの解明につながり、それは人間のルーツをたどることにつながるからである。

そのため、ミッションとして太陽とよく似た恒星が形成される分子雲の規模の見当をつけることとした。特に本ミッションにおいてはグロービュールと呼ばれる小規模な分子雲から太陽と似ている恒星ができるか否かを考察する。具体的にはグロービュール内の原始星を恒星進化論に基づく様々な定量評価パラメータによって観測し、太陽との比較を行う。グロービュールは孤立しているので、周囲からの干渉が少なく観測することが容易である。また、形成される恒星は小質量星のみであることが報告されている。恒星進化に重要なパラメータである質量がある程度限定されるので、様々なグロービュール内の原始星を他のパラメータと合わせて検討しやすい。また観測も容易なため、現在観測が技術的に難しいに関しても将来的には観測可能になると考える。

さらに、太陽と似ているといえるパラメータとして、既存のものだけでなく新しいパラメータを設定し、その新基準によって分類することを提案する。今回はそのパラメータとして磁場を選んだ。

2. ミッション内容

2.1. 観測パラメータ

恒星進化論では初期質量、初期化学組成、初期角運動量、年齢の4つによって恒星の性質が決まる。このミッションでは分子雲内の原始星という若い年齢のものに限って観測するため、年齢は見かけにより限定できる。そのため、今回は年齢以外の3つを観測すれば十分である。

まず初期質量、すなわち原始星の質量はグロービュール内の低質量星なので太陽と似ていると仮定する。次にスペクトル分光観測によって原始星の化学組成が分かる。初期角運動量は原始星の自転速度と半径から見積もることができる。近い原始星の場合吸収スペクトル左右端の変位を測定、遠い原始星では吸収スペクトルの幅を測定することや両端位の差を測定することで自転速度を求める。さらに、距離が分かる原始星については見かけの大きさを測定することで半径を求めることができる。

以上から恒星進化論において原始星が進化した段階の恒星の性質を決定できる。これに加えて新たなパラメータにより恒星の分類をより細分化する。我々は今回、太陽を特徴付けるパラメータの1つである恒星磁場に着目した。ゼーマン効果による線スペクトルの分離幅を観測することで原始星の磁場強度を求め、太陽と比較する。

2.2. 観測方法

まず、赤外線観測によって得られているデータに基づいて、観測するグロービュールを絞る。今回は内部に原始星が形成されているグロービュールを選ぶ。続いて、グロービュール内の原始星を化学組成・自転速度・原始星の大きさ・磁場のパラメータを観測できる機器を

用いて観測する。また経時変化するパラメータに関して太陽と比較するため、太陽の化学組成・自転速度は恒星進化論に基づき初期状態を推算する。

また以上、化学組成・自転速度・原始星の大きさ・磁場についての観測は、地球大気等様々な外乱を排除するため宇宙空間で天文衛星を用いて観測を行う。今回は必要な観測機器のスペックを示す。

2.3. 検討方法

太陽と似ているかの判別方法であるが、まず初期化学組成・初期角運動量に関して類似しているかを判別する。これは既存の恒星進化論に基づいた判別である。この段階でグロービュール内に太陽類似星と呼べる原始星があるかないかによって、その後の分析及び考察が変わる。観測した原始星の多くで、両パラメータに加えて磁場も類似している多数ある場合、グロービュールから太陽類似星が形成されていると結論できる。加えて磁場は太陽類似のパラメータとして適切であると言える。一方磁場が類似していない場合、まずグロービュールから太陽類似星が形成されるとする。さらに、恒星進化論では類似とされる恒星でも磁場が異なる場合があると分かるので、恒星進化にはまだ解明されていない因子が存在すると結論付ける。該当するような原始星がなかった場合、グロービュールから太陽類似星は出来ないと結論づける。これは考察において、太陽はグロービュールよりも規模の大きい分子雲から出来たと示唆出来る。なお、磁場についての比較検討は行わない。

3. まとめ

このミッションでは、孤立した分子雲であるグロービュール内の原始星を、恒星進化論に基づいた上で今までにないような新しいパラメータを加え様々な観点で調査・観測し、それらによって太陽と似ている恒星がグロービュールにおいてできるのか否かを検討した。この結果から太陽に似ている恒星を形成雲の分子雲の規模に対する知見を得ることができた。この結果は太陽誕生のふるさを見つかるだけでなく、太陽系の成り立ちや他の恒星の形成論にも貢献できる。

4. 参考文献

福井康雄他、「シリーズ現代の天文学6 星間物質と星形成」、日本評論社

沼澤茂美他、「宇宙の事典」、ナツメ社

竹田洋一、「太陽類似の恒星」

http://optik2.mtk.nao.ac.jp/~takeda/ss_phys/presentation/takeda-sanaog.pdf

蜂巢 泉、「宇宙科学 I」

<http://lyman.c.u-tokyo.ac.jp/~hachisu/lecture/astromy/astromy.pdf>