

| | | | |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|
| 領域番号 | 2507 | 領域略称名 | 宇宙分子進化 |
| 研究領域名 | 宇宙における分子進化：星間雲から原始惑星系へ | | |
| 研究期間 | 平成25年度～平成29年度 | | |
| 領域代表者名 (所属等) | 香内 晃（北海道大学・低温科学研究所・教授） | | |
| 領域代表者 からの報告 | <p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>これまでの惑星系の形成および進化の研究は、力学的な手法による「構造形成」の研究が主であり、天体を構成する「分子進化」の研究は断片的なものにとどまっていた。両者の研究はいわば「車の両輪」であり、両者の研究なくして、惑星系の進化を理解することはできない。そこで、本領域では、宇宙で最も大量に存在する元素（H, O, C, N）からなる固体物質（氷および有機物）の形成・進化に着目し、実験、天文観測、理論、分析等の多様な手法で、星間分子雲から原始惑星系円盤にいたる分子進化の全体像を明らかにする。より具体的には、星間分子雲での星間塵表面における原子反応・光化学反応による分子生成、原始惑星系円盤での塵表面における分子生成に関する実験的研究、電波望遠鏡を用いた有機分子の進化とその多様性の系統的観測、隕石や惑星間塵などの始原的物質の化学分析、以上のデータを統合した星間分子雲から原始惑星系円盤に至る分子進化の理論的研究、により総合的に研究を遂行する。</p> <p>これらの研究により、化学的視点から惑星系形成論を見直すことが可能になる。さらに、宇宙でどこまで分子は進化するか、生命関連の有機分子（アミノ酸、糖など）はできるのか、などの根源的疑問に答えることができるようになるであろう。また、本研究で開発する種々の有機物微量分析装置は「はやぶさ2」などが持ち帰る試料の分析にも有用になるであろう。</p> | | |
| | <p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>星間分子雲は極低温（10K程度）で、通常のバリアのある化学反応は進まない。本研究で、量子トンネル表面原子反応により主要な星間分子（H_2O, CO_2, H_2CO, CH_3OH など）が生成されることを解明した。さらに、光化学反応により、アミノ酸等を含む比較的大きな有機分子が生成されることを新規開発した種々の分析法で明らかにした。</p> <p>これまでは、星間分子雲が静かに収縮して、構造および化学組成が一様で温度変化も連続的な原始惑星系円盤ができると思われていた。しかし、ALMA望遠鏡を用いた観測により、原始惑星系は化学組成および温度が異なる不連続な構造をしており、外側から降着エンベロープ、遠心力バリア、原始星円盤となっていることを発見した。この発見により、これまでの電波観測では使われてこなかった微量な有機分子を観測することにより物理構造を解明できる「化学診断法」を確立することができた。星間分子雲で紫外線照射を受けたアモルファス氷が、円盤で50-150K程度まで暖められると、液体的な挙動を示すことを発見した。液体状物性の発現により、化学反応がこれまで考えられてきたよりもはるかに速く進行すること、星間塵の付着成長が効率的に起きることが示唆される。</p> <p>新規開発した、結像型軟X線顕微鏡や極微量のアミノ酸の右手・左手を分けて分析できる装置等は、「はやぶさ2」が持ち帰る小惑星リュウグウの試料分析に大いに威力を発揮するであろう。</p> | | |

| | |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>科学研究費補助金審査部会 における所見</p> | <p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)</p> |
| | <p>本研究領域は、研究領域の設定目的に向けて、低温の星間塵表面で起こる化学反応を模した室内実験、サブミリ波干渉計 ALMA を用いた原始惑星系円盤の分子分布の高解像観測、新たな分析装置の開発、分子生成過程の理論計算の4分野を融合させた手法で挑み、各分野でそれぞれ成果を上げ、新しい視点を創出している。</p> <p>中でも、アモルファス氷の低温下での流体的挙動、水素のオルソ-パラ比の温度非依存性、原始惑星系円盤における遠心力バリアを境にした分子分布の違いの発見や、ケイ酸塩表面などでの有機物の生成実験などは、新学術領域研究としての質の高さを反映しており、領域計画書に記された目標を着実に達成したと認められる。若手研究者の育成に向けた取組の一つとして、若手研究者にセミナーを主導させ、他分野からの参入を推奨した結果、共同研究が多数実施されたことも評価に値する。</p> <p>隕石中の微量有機物の分析は、今後、はやぶさ2が採取するサンプルや米国 OSIRIS-REx が採取するサンプルの分析に重要な成果をもたらすであろう。宇宙における分子進化は、将来の宇宙生命体の発見に向けた取組にも関係しており、本領域の成果が基礎的知見として利用されることに期待する。</p> |