

## 「宇宙における分子進化：星間雲から原始惑星系へ」平成25年度研究集会

- ・会期：2013年11月27日 (水) 13:00 – 28日 (木) 16:15
- ・場所：北海道大学 低温科学研究所 3階 講堂
- ・主催：科研費新学術領域研究「宇宙における分子進化：星間雲から原始惑星系へ」
- ・共催：北海道大学 低温科学研究所

### 11月27日 (水)

13:00-13:15	香内 晃 (北海道大)	領域概要説明
13:15-13:20	香内 晃 (北海道大)	研究項目A01「分子雲における氷・有機物形成」
13:20-13:45	日高 宏 (北海道大)	星間塵表面反応による分子進化
13:45-14:10	羽馬 哲也 (北海道大)	分子雲有機物の生成・分析にむけた光化学反応実験装置の開発
14:10-14:35	岡田 邦宏 (上智大)	星間分子雲における分子イオン-極性分子反応の実験室測定
14:35-15:00	荒木 光典 (東京理科大)	可視高分解能分光装置の開発と放電による星間分子の生成
15:00-15:25	藪下 彰啓 (京都大)	氷の光分解によって生成する水素原子の並進エネルギー分布
	休憩	
15:50-16:15	深澤 裕 (JAEA)	大強度中性子ビームを用いた宇宙氷の構造と物性に関する研究
16:15-16:20	山本 智 (東京大)	研究項目A04「原始惑星系の化学的多様性とその進化」
16:20-16:45	坂井 南美 (東京大)	原始星円盤形成に伴う化学変化
16:45-17:10	廣田 朋也 (国立天文台)	ALMAによる大質量星形成領域オリオンKLの観測成果の紹介
17:10-17:35	左近 樹 (東京大)	未同定赤外バンドのキャリアの同定とそれらの化学進化の理解に関わる実験・観測的研究
17:35-17:40	塚本 尚義 (北海道大)	研究項目A05「宇宙有機物の構造と同位体」
17:40-18:05	高野 淑識 (JAMSTEC)	有機分子レベルで拓く物質進化の科学
18:05-18:20	橘 省吾 (北海道大)	小惑星サンプルリターン計画「はやぶさ2」
	懇親会	

### 11月28日 (木)

9:00-9:25	浜瀬 健司 (九州大)	宇宙アミノ酸光学異性体の精密分析を可能とする二次元キラルHPLC法の開発
9:25-9:50	二宮 啓 (山梨大)	帯電液滴衝撃法による二次イオン質量分析および真空型帯電液滴ビーム源の開発
9:50-10:15	三田 肇 (福岡工大)	物質進化を探るための有機物高精度質量分析に向けて
10:15-10:20	永原 裕子 (東京大)	研究項目A02「原始惑星系における有機物生成とその進化」
10:20-10:45	土山 明 (京都大)	有機物生成実験における非晶質珪酸塩基盤作成の試み
10:45-11:10	為則 雄祐 (JASRI)	不均質な有機物形成反応のその場観察を指向した結像型軟X線顕微分光装置の開発

11:10-11:35	高橋 修 (広島大)	軟X線分光に関する理論計算
11:35-12:00	S. Danielache (上智大)	高精度理論計算による星間雲分子の紫外線スペクトル・解離反応及び同位体効果
12:00-12:10	ポスター内容紹介	
	昼食・ポスター	
14:00-14:05	深澤 倫子 (明治大)	研究項目A03「宇宙における分子生成と物質進化」
14:05-14:30	野村 英子 (東京工大)	原始惑星系円盤における複雑な有機分子生成モデル
14:30-14:55	相川 祐理 (神戸大)	ダスト表面反応モデルの現状と問題点
14:55-15:20	下西 隆 (神戸大)	低金属量銀河における有機分子生成についての考察 -マゼラン雲におけるメタノール氷観測を例に-
15:20-15:45	古家 健次 (神戸大)	乱流が原始惑星系円盤の化学構造に与える影響
15:45-16:15	まとめ	

#### ポスター講演

木村 勇氣 (東北大)	低温低圧環境下における微粒子表面での触媒化学反応による有機分子生成実験の構想
松野 淳也 (京都大)	熱プラズマ法による非晶質珪酸塩微粒子の合成
森 珠実 (東京大)	星間空間における重水素を含む炭素質ダスト探索に向けた実験的研究
山下 陽平 (九州大)	マーチソン隕石の抽出極性有機化合物の予備的な高質量分解能分析

11月27日(水)

13:00-13:15 香内 晃 (北海道大) 領域概要説明

13:15-13:20 香内 晃 (北海道大) 研究項目A01「分子雲における氷・有機物形成」

研究項目A01「分子雲における氷・有機物形成」を紹介する。

13:20-13:45 日高 宏 (北海道大) 星間塵表面反応による分子進化

星間塵表面で生じる中性原子・分子反応による分子生成実験で得られた成果と新学術領域で行う新たな反応実験および星間塵氷の構造解析の計画・準備状況について講演する。

13:45-14:10 羽馬 哲也 (北海道大) 分子雲有機物の生成・分析にむけた光化学反応実験装置の開発

分子雲に存在する $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ 等を含む氷が紫外線照射と加熱を受けてどのような有機分子に進化するかを明らかにするための光化学反応実験装置の開発について発表する。

14:10-14:35 岡田 邦宏 (上智大) 星間分子雲における分子イオン-極性分子反応の実験室測定

低温での分子イオンと極性分子の反応は、その反応の速さから星間分子雲における気相分子生成過程において重要な役割を果たしているが、実験的困難により反応速度定数の測定例は極めて少ない。本講演では、シュタルク分子速度フィルターとイオンのレーザー冷却法を組合せた反応速度測定装置を紹介し、いくつかの反応系で得られた測定結果について議論する。

14:35-15:00 荒木 光典 (東京理科大) 可視高分解能分光装置の開発と放電による星間分子の生成

未同定の星間分子が、可視光領域の吸収線として数多く観測されている。これらを同定するため、放電による星間分子の生成と測定を行っている。生成にはホロカソード放電を用いており、測定のために近年 Cavity Ringdown 分光器を開発した。最新の測定例として、星間分子候補のフェニルチオラジカル等を紹介する。

15:00-15:25 藪下 彰啓 (京都大) 水の光分解によって生成する水素原子の並進エネルギー分布

水の光分解によって生成する水素原子の並進エネルギー分布内容：星間塵で起こる基本的な反応の一つである水の光分解について理解するため、低温水の真空紫外光分解によって生成するH原子の並進エネルギー分布を測定し、その生成過程についての考察を行った。

15:50-16:15 深澤 裕 (JAEA) 大強度中性子ビームを用いた宇宙氷の構造と物性に関する研究

原子力機構では大強度陽子加速器及びオークリッジの同位体炉で発生される大強度中性子を利用した物質研究を推進している。これまで惑星科学用分光器を建造する等、宇宙科学分野への展開を図ってきた。宇宙氷の研究を報告するとともに、最近発見した凍らない異常水や水中の高速フォノンの存在について議論する。

16:15-16:20 山本 智 (東京大) 研究項目A04「原始惑星系の化学的多様性とその進化」

研究項目A04「原始惑星系の化学的多様性とその進化」を紹介する。

16:20-16:45 坂井 南美 (東京大) 原始星円盤形成に伴う化学変化

太陽質量程度のおうし座原始星L1527において、ALMA初期運用観測を行った。その結果、原始星円盤形成領域において化学組成が大きく変化していることを発見した。円盤形成に伴う化学進化を考える上で非常に重要な結果であり、その原因について議論する。

16:45-17:10 廣田 朋也 (国立天文台) ALMAによる大質量星形成領域オリオンKLの観測成果の紹介

ALMAによる、オリオン星雲中の大質量星形成領域 Orion KL における水分子や有機分子の観測例、および、「宇宙分子進化」での今後の観測的研究の参考となる情報を紹介する予定である。

17:10-17:35 左近 樹 (東京大) 未同定赤外バンドのキャリアの同定とそれらの化学進化の理解に関わる実験・観測的研究

様々な星間・星周環境において普遍的に観測される未同定赤外バンドの振る舞いは一般的には多環式芳香族炭化水素 (PAH) 仮説に基づいて理解されが、その担い手の詳細な物質同定作業や生成・変性過程の理論的・実験的な理解は依然として未熟である。我々は、2.45GHz高周波電源プラズマ反応装置 (Sakata et al. 1983) を用いたPAHの窒素プラズマ処理に因る変性実験に着手し、宇宙空間の未同定赤外バンドの現実的なキャリアと、PAH分子とのギャップを埋めるプロセスについて、実験的な理解を探る研究を進めている。本発表では、未同定赤外バンドのキャリアに関わる実験・観測的研究の取り組みを紹介する。

17:35-17:40 塚本 尚義 (北海道大) 研究項目A05「宇宙有機物の構造と同位体」

研究項目A05「宇宙有機物の構造と同位体」を紹介する。

17:40-18:05 高野 淑識 (JAMSTEC) 有機分子レベルで拓く物質進化の科学

物質の起源や進化の履歴を読み解く目的で物質全体のバルク情報（様々な混成成分の平均値）から個々の分子レベルそして異性体分子レベルでの情報を掘り下げる分析技術開発について議論する。

18:05-18:20 橋 省吾 (北海道大) 小惑星サンプルリターン計画「はやぶさ2」

有機物や含水鉱物を含む可能性の高い近地球C型小惑星 1999 JU3 からのサンプルリターンをおこなう「はやぶさ2」計画について紹介する。

11月28日(木)

9:00-9:25 浜瀬 健司 (九州大) 宇宙アミノ酸光学異性体の精密分析を可能とする二次元キラルHPLC法の開発

分子雲有機物，原始惑星系有機物，隕石有機物の分子構造，立体構造を解析するため，特にアミノ酸に焦点を当てた装置開発を行う。分析対象としては炭素数2から5の宇宙アミノ酸を選択し，構造異性体，光学異性体，同位体比等の解析を可能とする二次元キラルHPLC-MS/MSシステムを構築する。

9:25-9:50 二宮 啓 (山梨大) 帯電液滴衝撃法による二次イオン質量分析および真空型帯電液滴ビーム源の開発

エレクトロスプレーによって得られる帯電液滴を試料のイオン化やエッチングのための一次ビームとして利用する帯電液滴衝撃法の特徴について説明し，さらには現在進めている真空型帯電液滴ビーム銃の開発状況について紹介する。

9:50-10:15 三田 肇 (福岡工大) 物質進化を探るための有機物高精密質量分析に向けて

宇宙における有機物の進化を明らかにすることを目的に，高精密質量分析技術を用いて，隕石などに含まれている未同定の極性有機物の構造を網羅的に明らかにしていく。今回は，そのための手法などを紹介する。

10:15-10:20 永原 裕子 (東京大) 研究項目A02「原始惑星系における有機物生成とその進化」  
研究項目A02「原始惑星系における有機物生成とその進化」を紹介する。

10:20-10:45 土山 明 (京都大) 有機物生成実験における非晶質珪酸塩基盤作成の試み

有機物生成実験に用いるための、非晶質珪酸塩基盤作成を試みた。EV法を用いて、アルミナ結晶基盤上に Ir, フォルステライトの順番にデポをおこなった。FIBにより基盤表面を切り出して、TEM 観察したところ、蒸発源容器のジルコニアの汚染が見出され、検討課題となった。今後、PLD法、RVスパッタリング法を試みる予定である。

10:45-11:10 為則 雄祐 (JASRI) 不均質な有機物形成反応のその場観察を指向した結像型軟X線顕微分光装置の開発

100nm以下に集光した軟X線を光源とし、元素毎に化学状態を分析可能なXANES分析法を組み合わせることで、不均一な微粒子表面上での有機物/鉱物/氷の化学状態ならびに組成分布に関する知見を得て、有機物を成長させる触媒としての無機鉱物・氷の役割を明らかにすることを目指している。発表では、軟X線を光源とした分光分析の特徴ならびに、X線顕微鏡の特徴について紹介するとともに、SPring-8において開発を進めている結像型軟X線顕微分光装置開発の概要と、開発の進捗について報告する。

11:10-11:35 高橋 修 (広島大) 軟X線分光に関する理論計算

軟X線を用いて分子中の特定部位を元素選択的励起を行うことにより、系の電子状態、構造、反応性の詳細を調べることができる。我々は理論的手法を用い様々な軟X線電子分光スペクトルの解析を行ってきた。今回はそのうちのいくつかを紹介する。

11:35-12:00 S. Danielache (上智大) 高精度理論計算による星間雲分子の紫外線スペクトル・解離反応及び同位体効果

星間雲における低温高真空状態は紫外線スペクトルの実験計測は不可能であるため高精度理論計算を用いることによって、吸収スペクトルを求めることが本研究の目的である。また、半古典凍結ガウス波束発展法 (SC-FGP) に基づく、非断熱遷移 (NT) を考慮したSC-FGP-NT法を用いることで水、氷-CH<sub>3</sub>OH、氷-NH<sub>3</sub>系が紫外線を浴びる際MDシミュレーションを実施し光解離反応における生成物を調べる。

ポスター講演

木村 勇気 (東北大) 低温低圧環境下における微粒子表面での触媒化学反応による有機分子生成実験の構想

微粒子表面での有機分子生成に関する実験的アプローチは、これまで実際に想定される円盤条件よりも高温、高圧で行われてきた。現在、低温低圧での実験を行うべく準備を進めている。ポスターでは、これまでの実験と今回の構想について紹介する。

松野 淳也 (京都大) 熱プラズマ法による非晶質珪酸塩微粒子の合成

熱プラズマ法による非晶質珪酸塩微粒子の合成 珪酸塩ダストは若い星や晩期型星の周囲ではその多くが非晶質であり、星間空間ではほぼ非晶質のみから成る。これらの模擬物質の合成法の1つに熱プラズマ法があり、数10-数100 nmの非晶質珪酸塩微粒子を合成できる。今回はその手法や実験例、合成物の特徴を紹介する。

森 珠実 (東京大) 星間空間における重水素を含む炭素質ダスト探索に向けた実験的研究

ダスト粒子による重水素の取り込みを理解することは、宇宙における物質進化を明らかにする上で重要な役割を果たす。近年、ダスト種の中でも特にPAHが星間空間における重水素のリザーバーの有力な候補として注目を集めている。本講演では、星間空間における重水素を含むPAH(PAD)の観測的な探査を目的とした実験的研究を紹介する。

山下 陽平 (九州大) マーチソン隕石の抽出極性有機化合物の予備的な高質量分解能分析

マーチソン炭素質隕石のメタノール抽出物をHPLC-高分解能質量分析計で分析し、アルキルピリジン化合物2系列を隕石から初めて同定した。これらの化合物はアルデヒドとアンモニアの水中における反応で生成することが知られており、隕石中でも比較的始原的な化合物であると考えられる。

14:00-14:05 深澤 倫子 (明治大) 研究項目A03「宇宙における分子生成と物質進化」

研究項目A03「宇宙における分子生成と物質進化」を紹介する。

14:05-14:30 野村 英子 (東京工大) 原始惑星系円盤における複雑な有機分子生成モデル

原始惑星系円盤の物理構造モデルに基づきダスト表面反応を含めた化学反応ネットワーク計算を行い、円盤内で生成されるダスト表面分子と彗星中の有機分子の関係、また円盤からの有機分子輝線の観測可能性を議論した。

14:30-14:55 相川 祐理 (神戸大) ダスト表面反応モデルの現状と問題点

星間雲での気相の分子組成進化は反応速度式を数値的に解いて調べることができる。しかし、ダスト表面反応を含む系では、ダスト表面が離散的であること、ダスト表面の吸着分子は層状に積み重なること、から数値的モデルの構築が気相の場合よりも格段に複雑である。ダスト表面反応の数値モデルについて概観し、問題点を議論する。

14:55-15:20 下西 隆 (神戸大) 低金属量銀河における有機分子生成についての考察  
-マゼラン雲におけるメタノール氷観測を例に-

銀河の持つ個性が星間物質の化学的性質に与える影響を理解することは、宇宙における物質の多様性を理解する上で大変興味深い。本講演では、rate-equation法による分子雲の化学進化モデルを用いて、星間空間での有機物生成において鍵となる分子であるメタノールの生成効率が、輻射場・金属量といった銀河環境の違いによりどのような影響を受けるかを議論する。次に、その結果を近傍の低金属量銀河大マゼラン雲にある大質量原始星に対するメタノール氷の観測結果と比較する。これらの議論を元に、より遠方の、より過去の宇宙における有機分子生成について考察する。

15:20-15:45 古家 健次 (神戸大) 乱流が原始惑星系円盤の化学構造に与える影響

原始惑星系円盤は磁気回転不安定性により乱流状態にあると考えられている。乱流があれば、赤道面の氷マントルを伴ったダストは円盤上空に巻き上げられ、中心星からの紫外線により氷マントルを剥ぎ取られる。一方、表層のイオン・原子は赤道面に運ばれ、それらを材料に分子が再形成される。講演では、この破壊・再形成のサイクルにより、円盤の氷分布とその重水素比が初期値から大きく変わりうることを示す。

15:45-16:15 まとめ