

研究紹介

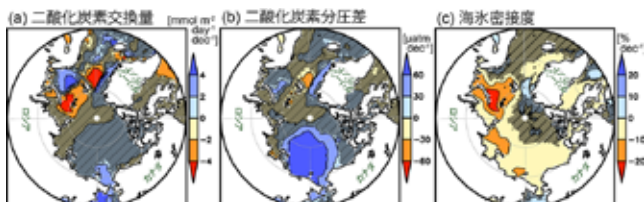
北極海が吸収する二酸化炭素量を定量化 ～海全体の約10%を吸収・季節や海域による差異も明らかに～

北極環境変動総合研究センターの安中さやか研究者らと、気象研究所やベンゲル大学、アメリカ大気海洋庁などの国際共同研究チームは、北緯60度以北の海域について216か月分（1997年1月から2014年12月までの18年間）の大気海洋間二酸化炭素交換量の分布図を作成し、北極海及びその周辺海域において、いつでもどのくらいの二酸化炭素が吸収されているのかを明らかにしました。これまで、北極海及び周辺海域では観測データが時空間的に不均質かつ乏しいことから、二酸化炭素交換量の空間分布や季節・経年変化については部分的にしか知られていませんでしたが、本研究ではそれらを統一的に見積もる方法を開発しました。

北極海の面積は全海洋の3%であるにも関わらず、約10%もの二酸化炭素を吸収しているということは、北極海が重要な吸収域であることを意味します。一方で、二酸化炭素交換量の時間的・空間的変化が大きいくともわかりました。

全球の二酸化炭素収支を正確に見積もることは、地球温暖化予測につながる重要な課題ですが、北極海は、全球の大気海洋間二酸化炭素交換量を見積もる際に、唯一直接の見積もりがなされていない海域でした。本研究の成果は、今後の全球二酸化炭素収支の見積もりに有用な情報を提供し、その不確実性の低減に貢献します。また、二酸化炭素の吸収は海洋酸性化に直結する要因であるため、本研究の成果は、特に海洋酸性化の影響が深刻である北極海における海洋酸性化の実態把握につながるものです。

さらに、本研究の成果は、数値モデルの再現性評価や初期値・境界値として有用であり、将来的な地球温暖化の予測精度向上や、北極海の炭素循環の理解増進をもたらすと期待されます。（北極環境変動総合研究センター）



(a) 二酸化炭素交換量（正値は海洋吸収の減少、負値は海洋吸収の増加を示す）、(b) 大気海洋間二酸化炭素分圧差（正値は、海洋中の二酸化炭素分圧の上昇が大気中の二酸化炭素分圧の上昇よりも大きく、大気海洋間の分圧差が減少していることを示す）、(c) 海水密度の長期変化傾向（負値は海水の減少を意味する）。大気海洋間の分圧差が拡大し、海水密度が低くなるほど、二酸化炭素交換量が大きくなる

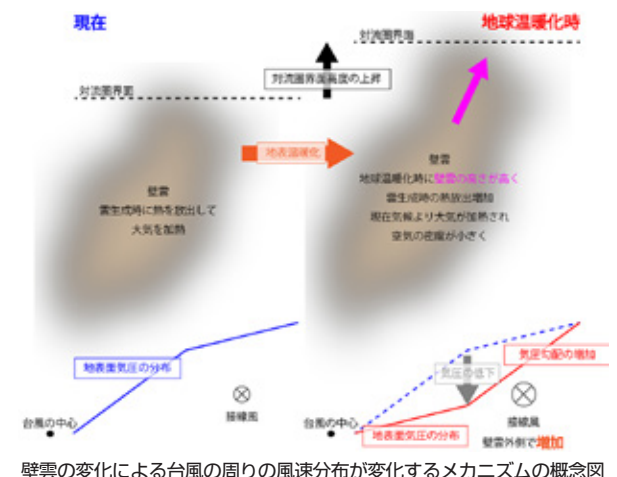
地球温暖化が台風の活動と構造に及ぼす影響～強風域拡大の可能性を示唆～

ビッグデータ活用予測プロジェクトチームの山田洋平ポストドクトラル研究員、小玉知央研究員及び国立大学法人東京大学大気海洋研究所（所長 津田敦）の佐藤正樹教授らの共同研究チームは、地球全体の雲の生成・消滅を詳細に計算できる全球雲システム解像大気モデル「NICAM」をスーパーコンピュータ「京」で実行し、のべ60年間分に及び気候シミュレーションを行うことで、地球温暖化による台風の活動や構造の変化について解析しました。台風の周りの風速の分布を比較した結果、同じ強度（中心気圧）の台風では地球温暖化時に強風域の範囲が拡大することがわかりました。また、このような風速分布の変化は台風の壁雲の雲頂高度が高くなることに関連していることがわかりました。さらに、地球全体における台風の活動の変化傾向は、一年当たりの地球全体の台風の発生数は減少するが、その中で強い台風の発生割合は増加し、台風に伴う降水は増加することをNICAMを用いて定量的に示しました。

今回の研究ではこれまでの研究で用いられてきた全球モデルとは異なり、雲のシミュレーションにおける経験的な仮定を排した高解像度の全球モデルNICAMで地球温暖化時の台風の活動を比較し、これまでの手法では議論が難しかった台風の大きさの変化とそのメカニズムについても調べました。

一方、台風の将来変化やそれに影響を及ぼす気候システムの将来予測には、まだ不確実性が存在します。シミュレーションの条件を少しずつ変更した多数のシミュレーション（アンサンブルシミュレーション）を実施することによって、不確実性を定量化する必要があります。また、台風の微細構造を表現するためにはモデルの更なる高解像度化、精緻化が必要になります。

（ビッグデータ活用予測プロジェクトチーム）



壁雲の変化による台風の周りの風速分布が変化するメカニズムの概念図

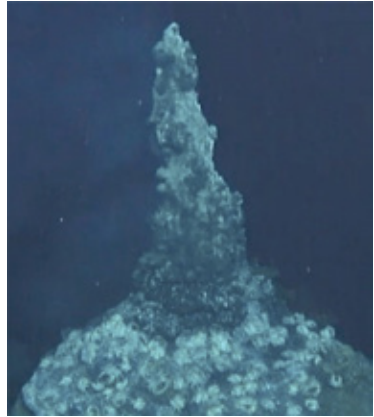
深海熱水系は「天然の発電所」 深海熱水噴出孔周辺における自然発生的な発電現象を実証 ～電気生態系発見や生命起源解明に新しい糸口～

海底資源研究開発センターの山本正浩研究員と国立研究開発法人理化学研究所環境資源科学研究センターの中村龍平チームリーダーらの共同グループは、沖縄トラフの深海熱水噴出域において電気化学的な現場測定を行った結果、深海熱水噴出域の海底面で発電現象が自然発生していることを明らかにしました。

深海熱水噴出孔から噴き出す熱水には硫化水素のように電子を放出しやすい（還元的な）物質が多く含まれています。また、この熱水には鉄や銅などの金属イオンも大量に含まれているため、海水中に放出される過程で冷却されて硫化鉱物として沈殿し、周辺に海底熱水鉱床を形成します。研究グループは、電気化学的な解析をすることで、海底下の熱水から海底の硫化鉱物を介して海底面の海水に向かって電子の受け渡しが発生していることを確認しました。深海熱水噴出域が巨大な天然の燃料電池として機能していて、常に電流が発生していることとなります。

これまで、分子の拡散にのみ依存すると考えられていた深海のエネルギー・物質循環が、鉱床中の電流を介しても起こることが明らかになったことで、空間的にもメカニズム的にも考え方を拡張する必要が生じ、今後理解が進むことで様々な分野への応用や展開が期待できます。例えば、海底に電気をエネルギー源にする生態系が広がっている可能性や、大昔の地球の深海熱水噴出孔において電気ので生命が誕生した可能性を得たことで、地球外生命の探査方法も大きく変更されることになるでしょう。また、発生する電流を、エネルギー資源として海底開発に活用したり、海底鉱床探査のシグナルとして利用するなどの工学応用への展開が考えられます。

(海底資源研究開発センター)



深海熱水噴出孔
沖縄トラフ伊平屋北アキフィールドのHDSKチームニー（水深1071メートル、チームニーの高さ約6メートル）

地震断層面は従来考えられていたより低温で熔融することを確認～巨大地震発生メカニズムの解明へ前進～

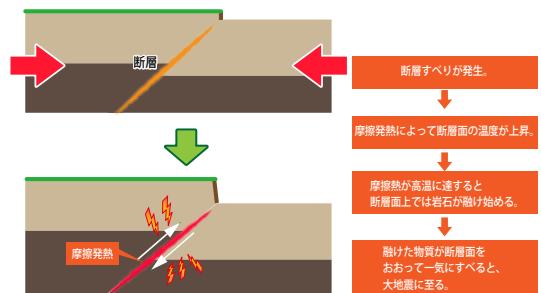
高知コア研究所断層物性研究グループの廣瀬丈洋グループリーダー代理は、韓国のソウル大学校、慶尚大学校及び安東大学校と共同で、地殻の主要構成鉱物である石英を主成分とする珪岩を用いて地震性高速すべり実験を行った結果、断層すべり面で発生する摩擦発熱によって、石英が従来考えられていたより約220～370℃低い温度で熔融することを明らかにしました。

地震時には断層が秒速数メートルの高速ですべりますが、そのすべり面で発生する摩擦発熱によって岩石が熔融する断層摩擦熔融現象は、巨大地震発生メカニズムの1つとして注目されてきました。そのため、地殻の主要構成鉱物の1つである石英が従来考えられていた温度より低温で摩擦熔融することが実験によって確認されたことは、巨大地震の引き金となりうる摩擦熔融時にはより断層がすべりやすくなることを示唆しており、地震発生メカニズムの解明につながる大きな一歩となります。

また、本研究成果によって、「南海トラフ地震発生帯掘削計画」(NantroSEIZE)をはじめとする深部地震断層掘削によって断層沿いに摩擦熔融の痕跡が見つかった場合、地震時のすべり量が大きくなるほど熔融物の量が増えるという相関があるため、この相関を用いて過去に発生した地震の規模をより正確に推定することが可能になりました。

本研究では、地殻の主要構成鉱物の1つである石英に着目しましたが、長石など他の重要な鉱物においても高速すべり時には融点が低下している可能性があります。今後、石英以外の鉱物でも融点の低下現象がみられるか、低下するとすればどの程度なのかを実験で確認することによって、摩擦熔融プロセスを組み込んだより現実的な地震発生モデリングが可能になります。また、本研究で提案した準平衡摩擦熔融モデルは、同様の摩擦熔融が起こりうる火山噴火やカルデラ形成にも適応可能であり、火山噴火メカニズムの解明などにも繋がることを期待されます。

(高知コア研究所)



断層すべりと摩擦熔融の概念図