

プレート境界地震を誘発する 東北沖の周期的スロースリップ

Periodic slow slip triggers megathrust zone earthquakes in northeastern Japan



左から内田 直希、飯沼 卓史、日野 亮太

内田 直希 Naoki Uchida
東北大学大学院 理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター 准教授
(兼務) 東北大学 災害科学国際研究所 准教授

飯沼 卓史 Takeshi Inuma
海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター 研究員

日野 亮太 Ryota Hino
東北大学大学院 理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター 教授
(兼務) 東北大学 災害科学国際研究所 教授

Robert M. Nadeau¹ Roland Bürgmann²

¹ Berkeley Seismological Laboratory and Berkeley Institute for Data Science, University of California, Berkeley

² Berkeley Seismological Laboratory and Department of Earth and Planetary Science, University of California, Berkeley

Contact 内田 直希
E-mail: naoki.uchida.b6@tohoku.ac.jp
所在地: 980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6
URL: http://www.aob.gp.tohoku.ac.jp/~uchida/

飯沼 卓史
E-mail: iinuma@jamstec.go.jp
所在地: 236-0001 神奈川県横浜市金沢区昭和町3173-25
URL: http://www.jamstec.go.jp/souran/html/Takeshi_inuma003769-j.html

北海道～関東地方の沖合で 周期的なスロースリップを発見

プレート境界断層では、巨大地震に代表される急激な断層すべりのほかに、人間には感じられないゆっくりとしたすべり(スロースリップ)も発生していることが知られている。本研究では北海道～関東地方の沖合のプレート境界断層の広い範囲で、周期的なスロースリップが発生していることを相似地震および地殻変動データから見出した(図1)。日本での大規模で広域にわたる周期的スロースリップはこれまで西日本でのみ知られていたが、東日本では初めての発見である。このスロースリップは、北海道～関東地方の沖合の広い範囲において地域により異なる1～6年の繰り返し周期を持ち、その加速時期に規模の大きな地震の数の増加をもたらしていた(図2)。スロースリップによる周期的な応力変化が大地震の発生時期を変調させていると考えられる。従来の地震発生予測の多くは、地震の発生履歴のデータと、最後の地震からの時間のみ依存して行われているが、周期的なスロースリップが発生しているときに大地震が起こりやすくなるという本研究の結果は、周期的な応力変化を考慮することで、今後の大地震発生時期の予測を高度化することができることを示唆する。

Figure and Note

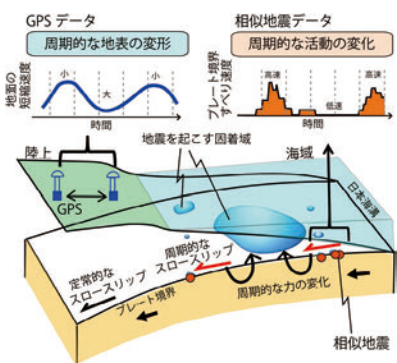


図1: 研究に用いた観測データおよび結果と大地震の発生との関係についての模式図。プレート境界の相似地震と陸上のGPSデータから、プレート境界の周期的なすべり速度変化を見出した。このスロースリップは、大規模な地震を起こす固着域に周期的な力の変化をもたらす。地震発生数を変調させていると考えられる。

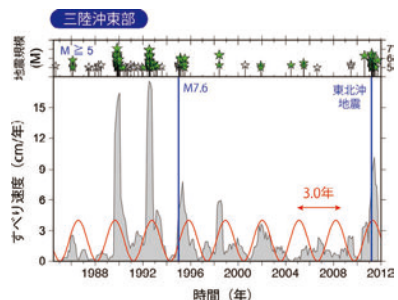


図2: 繰り返し地震データから推定した三陸沖東部でのプレート境界でのすべり(スロースリップ)速度の変化。赤線はすべり速度に当てはめた周期関数。それぞれの図上部の星は、マグニチュード5以上の地震の活動を示し、緑はそのうち、周期関数の位相が正(すべり速度が速い時期)に発生したものを示す。

東北大学 地震・噴火予知研究観測センター

私たちのセンターには、約60名の学生・職員が所属し、地震・噴火予知の基礎的研究を推進してきました。地震・火山噴火予知のためには、プレートの沈み込み過程や、それに伴って発生する地震や火山現象そのものをより深く理解することが必須です。そのためにセンターでは災害科学国際研究所とも協力し、沈み込み帯における地殻活動総合予測モデルを構築し、将来的にはプレート沈み込み帯の総合的研究の国際的な中核研究拠点となることを目指しています。



ナノ粒子超格子のダイヤモンド系列

Diamond family of nanoparticle superlattices



田川 美穂 Miho Tagawa
名古屋大学大学院 工学研究科 マテリアル理工学専攻 材料工学分野 准教授
(現 名古屋大学 未来材料・システム研究所 未来エレクトロニクス集積研究センター 准教授)

Wenyan Liu¹ Huolin L. Xin¹ Tong Wang² Hamed Emamy⁴ Huilin Li^{2,3}
Kevin G. Yager¹ Francis W. Starr⁴ Alexei V. Tkachenko¹ Oleg Gang¹

¹ Center for Functional Nanomaterials, Brookhaven National Laboratory

² Biology Department, Brookhaven National Laboratory

³ Department of Biochemistry and Cell Biology, Stony Brook University

⁴ Department of Physics, Wesleyan University

Contact

E-mail: mtagawa@numse.nagoya-u.ac.jp
所在地: 464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町 工学研究科5号館6F 615号室
URL: http://profs.provost.nagoya-u.ac.jp/view/html/100006436_ja.html

DNA オリガミケージを用いて ナノ粒子を結晶化し、超格子を作製する

ナノ粒子表面にDNAを結合させてコード化すると(DNA修飾ナノ粒子)、DNAの相補性により粒子間の相互作用が制御され、超格子を形成する。DNAの長さや配列、ナノ粒子の大きさを変えることで、ナノ粒子超格子の結晶構造を変えることができる。しかしこの方法ではDNAの結合手の数を制御するのが難しく、作製できる結晶構造に限りがある。例えばダイヤモンド構造のような充填率の低い構造は作製できなかった。

我々は、数本のDNAから成るDNAナノ構造体を介してDNA修飾ナノ粒子を結晶化し、超格子を作製する方法を考えた[O. Gang, F. Lu, M. Tagawa, US Patent, Serial No. 61/587,786]。DNAオリガミ法で作製した正四面体型DNAナノ構造体(DNAオリガミケージ)を用いると、正四面体の4つの頂点にDNA修飾ナノ粒子を配置させてFCC構造を作製できる(ルートA)。更に、DNAオリガミケージ内にもナノ粒子が配置されるようにDNA結合部を用意すると、ダイヤモンド構造が形成される(ルートB)(図1)。ケージ内のナノ粒子の大きさや個数を変えて閃亜鉛構造や'wandering'閃亜鉛構造を作製することにも成功した(図2)。三次元フォトニック結晶などの応用が期待される。

Figure and Note

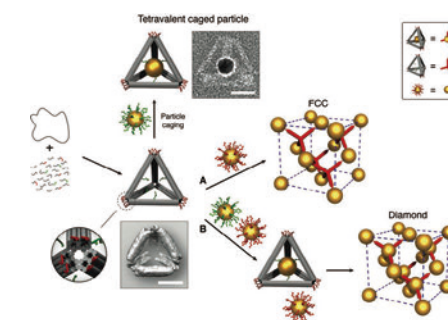


図1: DNA修飾ナノ粒子とDNAオリガミケージの結晶化

ルートA: 赤色のDNAが修飾されたナノ粒子は正四面体の頂点の相補鎖(赤色)に結合し、超格子はFCCとなる。ルートB: 更に緑色のDNAが修飾されたナノ粒子も添加すると、正四面体の各辺中央から出る相補鎖(緑色)に結合してDNAオリガミケージ内に入り、超格子はダイヤモンド構造となる。

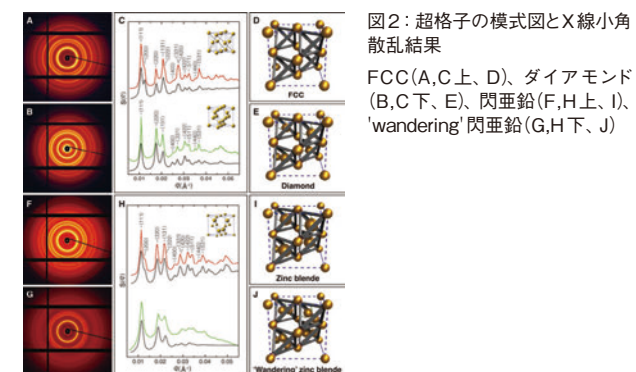


図2: 超格子の模式図とX線小角散乱結果。FCC(A,C上、D)、ダイヤモンド(B,C下、E)、閃亜鉛(F,H上、I)、『wandering』閃亜鉛(G,H下、J)

多国籍チームワークが生み出した成果

ニューヨークの東に伸びるロングアイランドの中心に位置するブルックヘブン国立研究所は、野生の鹿や七面鳥が多く生息する緑豊かな研究所です。私が2009年～2011年まで滞在した機能性ナノ材料センターは、研究所の中では比較的新しいセンターでした。まず驚いたのは、ラボの造り。1階のフロアは全てガラス張りの共通実験室でした。所属グループに限らず、色々な研究者と話をすることができます。また、1週間に1回あるカフェの時間や頻りに開かれるBBQパーティーなどで、多くの人と交流する機会があります。物理・化学・生物の融合分野が発展するのはこのような環境からなのだと納得しました。また、我々の研究は生まれも育ちも全く異なる多国籍チームで成し遂げた成果です。考え方もそれぞれ、拘る部分もそれぞれ、多様性があるからこそ生まれた成果だと思います。

