

やさしいプレートのおはなし

— イギリス出張報告 —

宇宙電波応用研究室

日置 幸介 さく・え

僕は地球のことをけんきゅうしています。これから僕がさいきん2年間イギリスでけんきゅうしたことについておはなしします。

地球のまわりは「プレート」とよばれるかたい石でできた板でおおわれています。板は何枚かに分かれ、別々に動いています。板と板の間では板どうしが重なりあったり、離れてすき間ができたりし、そこにおおきな山や谷ができます。こういった板の動きは、平均すると一年に数センチといったゆっくりしたものです。さてこれらの板（これからプレートと呼びます）はどう動いているのでしょうか。じわじわとゆっくり着実に動いているのでしょうか、それともふだんは動かずに何百年に一回まとめて動くのでしょうか？じわじわ動くことを「連続性」、まとめて動くのを「間欠性」の運動とよびます。

プレートとプレートのさかいめに行って動きをかんさつすると、それらは何百年に一回まとめて動くことがわかります。プレートが動くとおおきな地震がおこったり、地面が割れてそこから火山が噴火したりします。動くまえと動いたあとで、昔からある器械で地面をはかるとプレートがどれだけ動いたかがわかりますが、一回に動く量は数メートルといったところです。最近VLBIというとても正確な電子ものさしが発明され、地球上のどんな離れた点の間でも1センチぐらいの正確さで距離をはかることができるようになりました。これを使うとプレートのさかいめまで行かなくてもプレートの動きをはかることができます。それでアメリカとヨーロッパといったプレートの真ん中にある地点どうしの距離をはかってやると、こんどはぎゃくにプレートはじわじわ動いていることがわかりました。

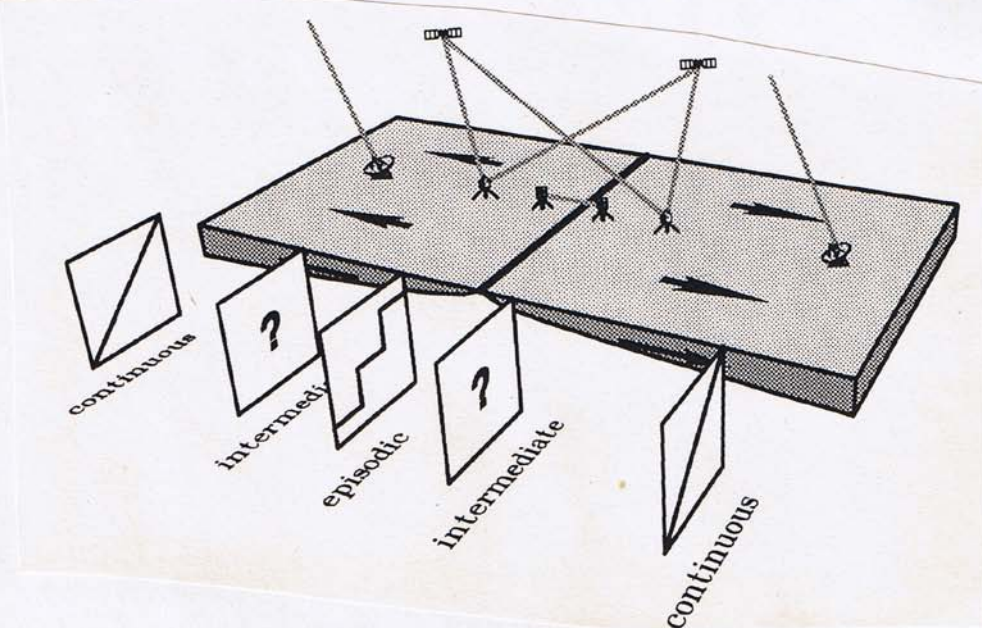


図1. プレートの動きは、はしっこどうしではかると「間欠的」、真ん中どうしではかると「連続的」にみえます。でははしっことも真ん中ともつかないところはどやうやって動くのでしょうか？

これはとても不思議です。プレートははしっこどうしは「間欠的」に動くのに、真ん中どうしは「連続的」に動くのです。それじゃあその中間の「はしっこも真ん中ともいえない」ところはどうやって動くのでしょうか？僕はこれを調べるためにイギリスからアイスランドに行くことにしました。

アイスランドは北米プレートという板とユーラシアプレートという板のちょうどさかいめの上にある一年中寒い小さな島です。二つの板は百年に一度くらい数メートル急に離れます。すると地面に割れ目ができ、そこからとけた熱い岩がでできます。最近では、17年前に「クラブラ」という火山を中心とした長さ60キロぐらいのさかいめが割れて数メートル離れたばかりです。いまこのさかいめの場所がどう動いているかを調べればプレートの動きの秘密がわかるかもしれません。

僕はGPSという器械をアイスランドに持っていきました。GPSは自分が地図の上のどこにいるかを正確にはかる器械です。VLBIほど正確ではありませんが、値段がやすいのでおなじお金でたくさん買えますし、そうさが簡単なので僕でも使えます。アイスランドではイギリスとドイツの友達と一緒に七つのGPS受信器をくるまにつんであちこちの地面をはかりました。アイスランド人やアメリカ人のおじさんたちも手伝ってくれました。

地面は昭和62年とその3年後の平成2年の二回はかりました。ドイツのヤーン君と僕がデータをかいせきして、3年間で地面がどう動いたかをもとめました（かいせきのしかたはスイスのベルン大学のおじさんたちにおそわりました）。アメリカの北西大学のひとたちがつくった「ぬうべる-1」というプレート運動モデルによるとアイスランドでプレートの離れるはやさは毎年2センチですから、3年間でさかいめの東と西は6センチくらい離れるかんじょうになります。ところがどうでしょう。GPSではかった3年間の動きはその3倍ちかい約15センチだったのでみんなびっくりしてしまいました。これはプレートの動き方の秘密をとくカギになるかもしれません。

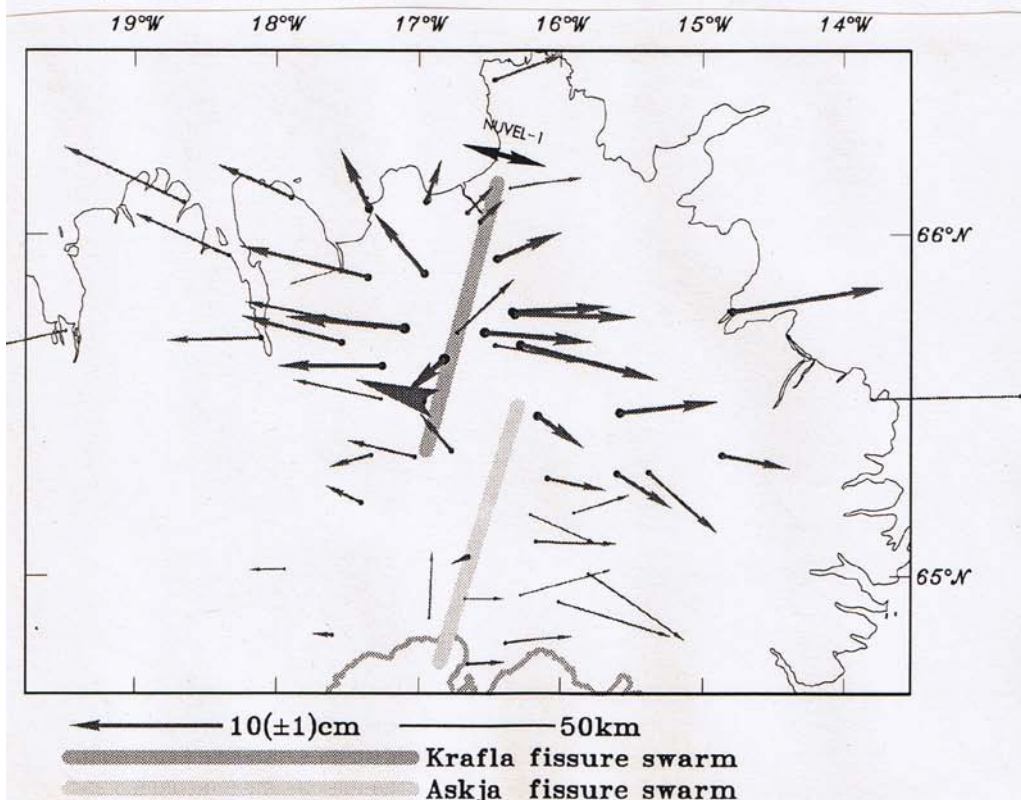


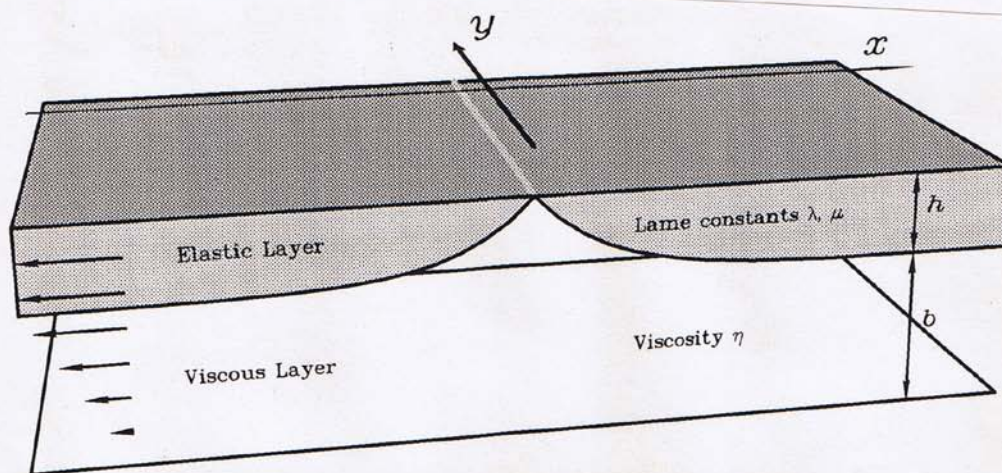
図2. GPSではかったさいきん3年間の北東アイスランドの地面の動き。きちんとはかることができた点ほど太いやじるしてかいてあります。真ん中のふとい線は地面の割れ目、つまりプレートのさかいめです。

アイスランドでは10年ほどまえにプレートが急に何メートルも離れたばかりです。きっとこれが何か関係しているに違いありません。さてかたいプレートのしたには「あせのすふえあ」というやわらかい層があります。この層はねばねばしているため、上にのったプレートが急に動こうとするとそれを邪魔しようとしします。このためプレートがさかいめで急に動いても、プレートぜんぶがすぐ動くわけではなく、プレートのはしっこから真ん中に向かってその動きがゆっくりとつたわってゆく（これを「かくさん」といいます）のではないかと僕はおもいました。

ではその伝わりかたはどれくらいゆっくりしているのでしょうか？この層がねばねばしてるほど、またこの層がうすいほどプレートの動きにたいしてたくさん邪魔をします。いっぽうプレートはプレートで、自分自身が厚くて硬いほどこの邪魔が気になりません。「あせのすふえあ」層の厚さとプレートの厚さと硬さをかけてねばねば度でわったものをストレスの「かくさん」係数とよびます。これが大きいとプレートの急な動きははやく中につたわり、小さいとなかなか伝わりません。

イギリスにかえった僕はけいさん機のなかでアイスランドの地面の動きをさいげんしてみました。ところが「あせのすふえあ」層のねばねば度や厚さは、どの本にもはっきりかいてありません。これではかくさん係数がわかりません。こまった僕はいろんなかくさん係数で地面の動きをけいさんしてみても、いちばんいいのをえらぶことにしました。

かくさん係数を 10 m/s^2 にするとけいさん結果とGPSの結果がいちばんそっくりになることがわかりました。アイスランドの西と東が6センチではなく15センチも動いた理由はこうです。10年前にプレートのさかいめが何メートルも動きましたが、「あせのすふえあ」層のねばねばに邪魔されてそのとき動いたのはさかいめのほんの近くだけだったのです。その動きは何年あるいは何十年かけてねばねばにさからいながらプレートの中にかくさんしていきます。僕たちがはかった、プレートのはしから数10キロはなれた地面は10年たったあともこうしてじわじわ動いていたというわけです。



図B.かたいプレートとその下にあるねばねばした「あせのすふえあ」。かたいプレートが真ん中の割れ目でぱっくりと割れると、その動きは「パルス」になってゆっくりとプレートの中心にむかってかくさんしていきます。

またアイスランドの下の「あせのすふえあ」は他の場所に比べてずっとさらさらしていることがわかりました。アイスランドはハワイとならんで世界でもっとも火山活動のかっぱつな場所です。それらは「ほっとすぽっと」とよばれ、地面の下が他の場所より熱くなっているとかんがえられています。石は冷たいほどねばねばし熱いほどさらさらしてくるので、アイスランドの「あせのすふえあ」がよそよりもさらさらしてるのは予想とおりです。

「プレートのはしこの動きが中にゆっくり伝わっていく」というこの理論を使うと、プレートの動きかたがさかいめもふくめて予想できます。さてプレートの本当のはしっこに立ってながめると、その動きはかんぜんに「間欠的」、すなわち何百年に一回しゅんかんに動くだけでそれ以外はぜんぜん動きません。ところが数10キロはなれたところでは、プレートのはしが動いてから数年たってやっと動きはじめ、さらに時間がたつと動きはまた小さくなってゆきます。

プレートのはしから数百キロもはなれると、プレートのはしが動いて何十年、何百年たってやっとゆっくり動きはじめます。動きが小さくなるのも、とてもゆっくりしてきます。ところが、プレートのはしは何百年に一回動きますから、一回の動きの影響が小さくなったころにはもう次の動きがやってきます。こうして何回もの動きがかさなりあってぜんたいとして「連続的」な動きにちかくなっていきます。プレートのはしから何千キロもはなれるともう動きはかんぜんに連続的といってよいくらいになります。

こうしてプレートの動きのなぞはとけました。日本の鹿島やアメリカのおじさんおばさんたちがV L B Iをつかってはかっている「連続的」なプレートの動きは、長年にわたるプレートのはしっこでの「間欠的」な動きがうすまって、かつ重なったものだったのです。これとおなじことはめずらしくありません。たとえば山でふる雨は「間欠的」ですが、下流での川のながれは「連続的」です。町の近くのどうろではくるまの動きは信号のために「間欠的」ですが、郊外にでるとだんだん「連続的」になっていきます。これらはみんな「かくさん」の理論で説明することができます。

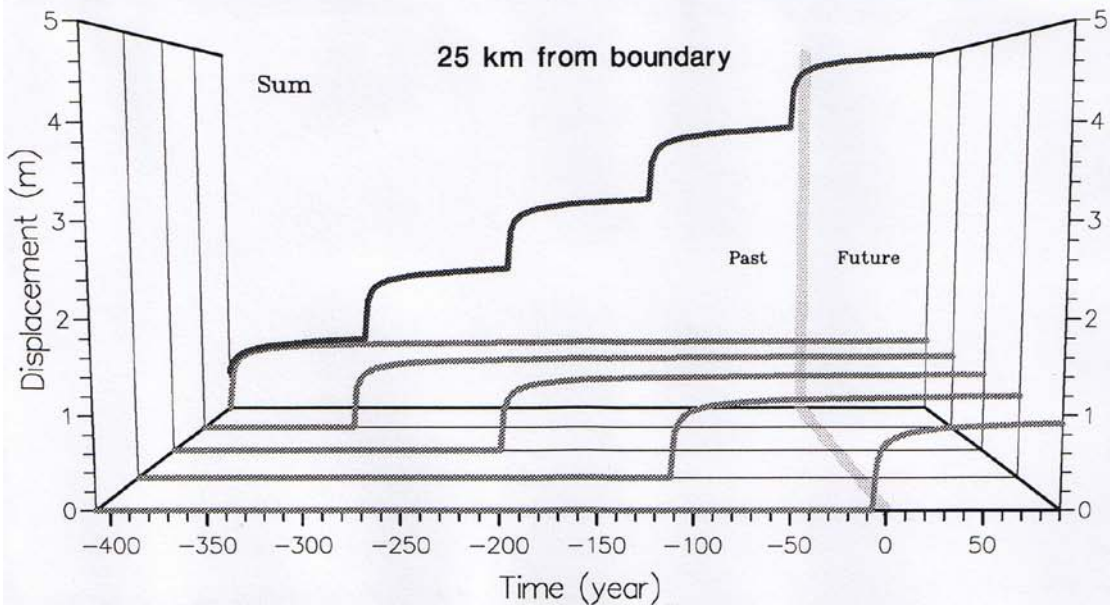
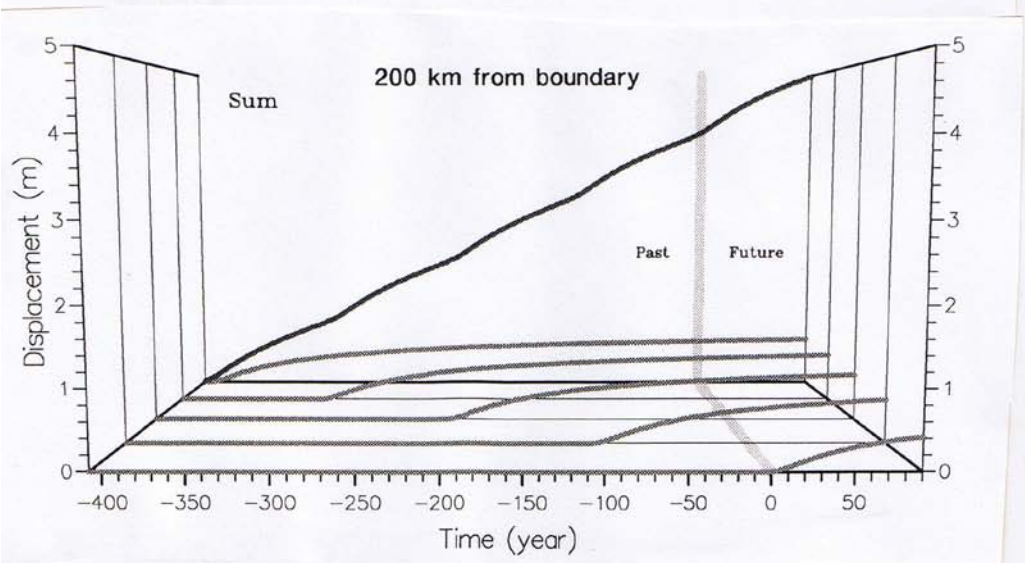
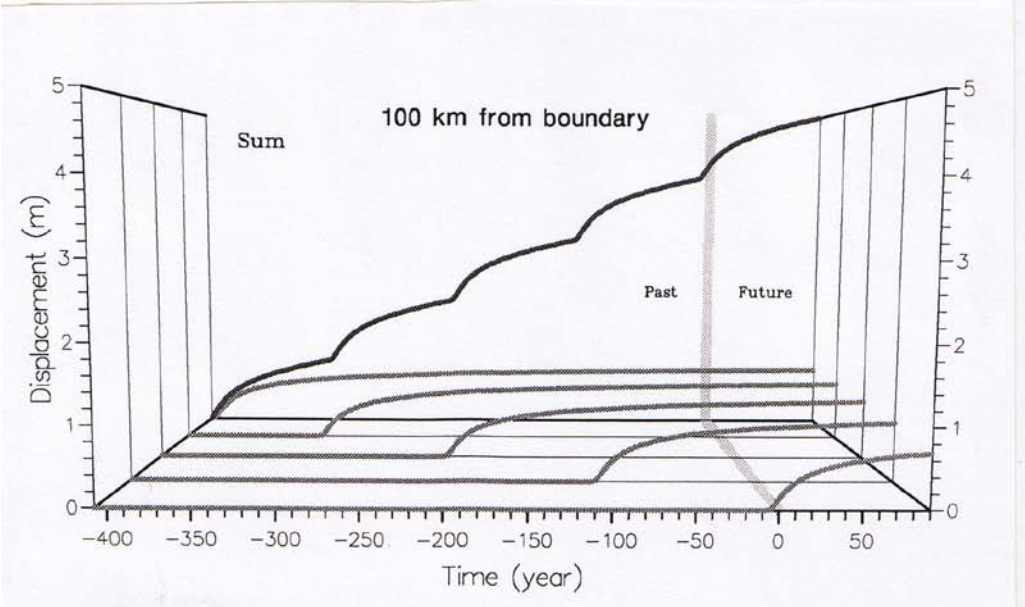
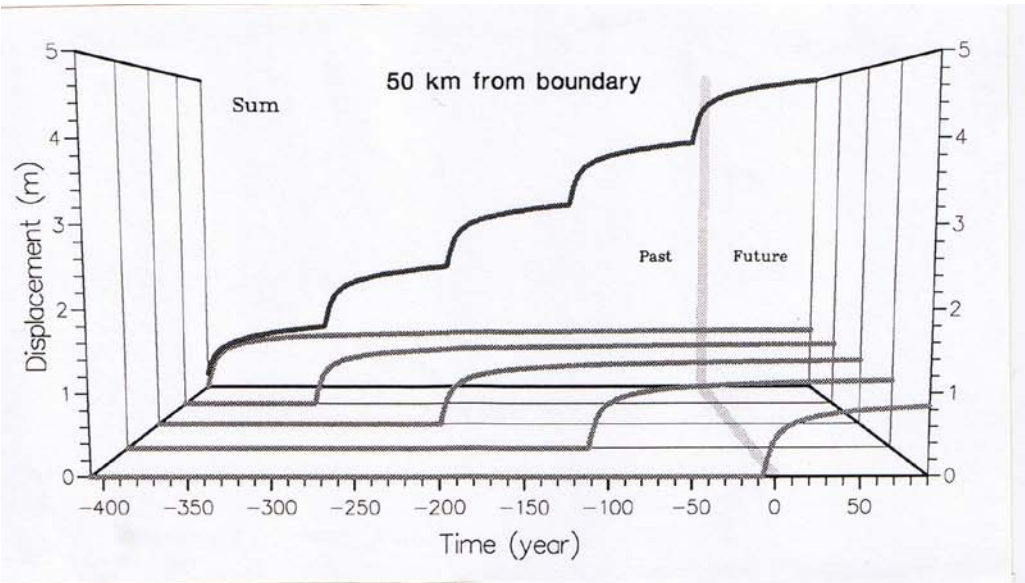


図4. (a)プレートのさかいめから25 kmなかに入ったのぼしょでの地面のうごきかた。地面は100年にいちどきゅうに動くだけで、そのほかのときはじっとしています。(b, c, d)プレートのさかいめから離れるほど動きがなめらかになってゆきます(つぎのページ)。



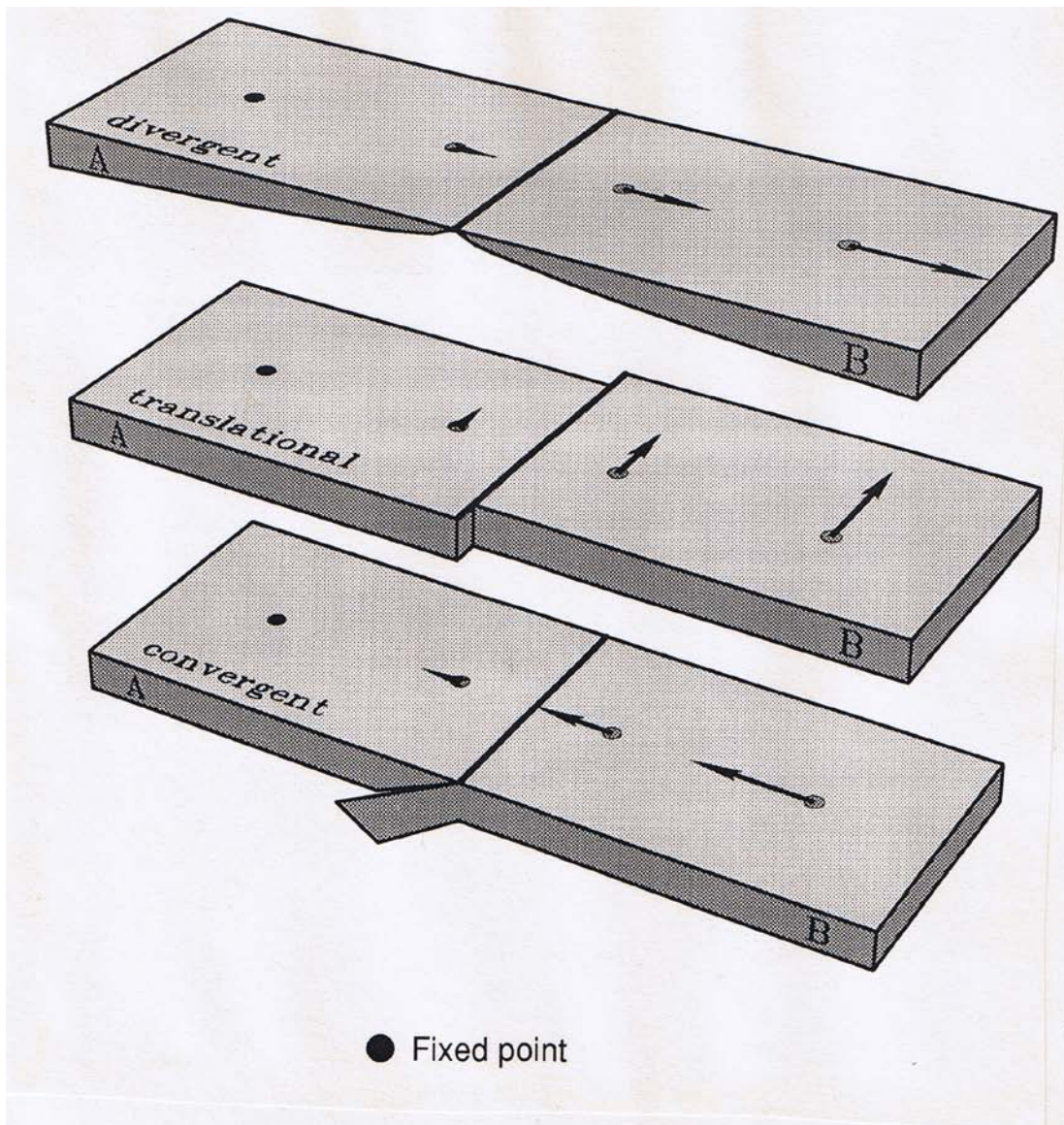


図5. 100年にいちどプレートのさかいめが動きます。この図はプレートのさかいめが動く運命の日の前日にプレートがどう動いているかをあらわしています。

さいごにプレートのさかいめが動きだす一日前にはプレートはどのような動きをしているかをかんがえてみましょう。プレートのはしっこに近いところではプレートはほとんど動いてないはずですが、プレートの中にゆくにしたがってだんだん動きは大きくなってゆき、数百キロ中にはいると「ぬうべるー1」とおなじはやさで動いているはずですが、これを片方のプレートの中のほうにいる人からみるとどうみえるでしょうか？自分のプレートのはしっこに近い部分は、あたかももう一方のプレートにひきずられているように、もう一方のプレートとおなじ向きに動いてみえるはずですが。

これまでプレートが「離れる」アイスランドのようなさかいめばかり考えてきましたが、おなじことがプレートが「ぶつかる」または「すれちがう」さかいめでもなりたつはずですが、日本の鹿島のV L B I局や下里のSLR局が、ぶつかってくる太平洋プレートやフィリピン海プレートと同じ向きに動いているのもこれで説明できます。プレートのさかいめである「かいこう」でプレートが何百年に一回とつぜん動けば（そのときは大きな地震がおこります）これらの局の動きは反転するはずですが。