



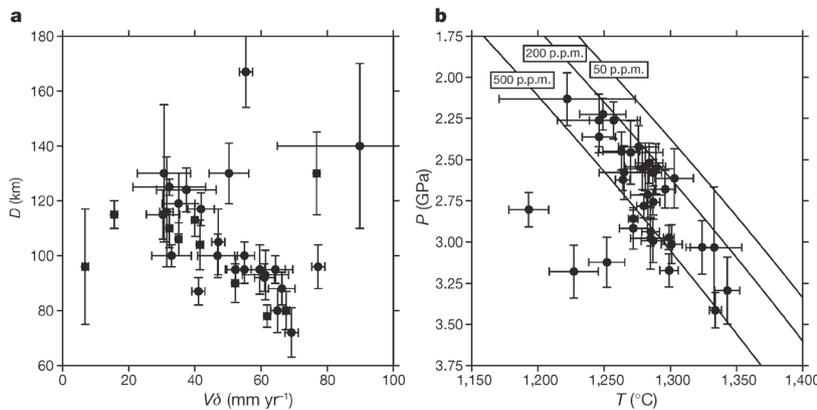
# 論文紹介

## A glance at interesting

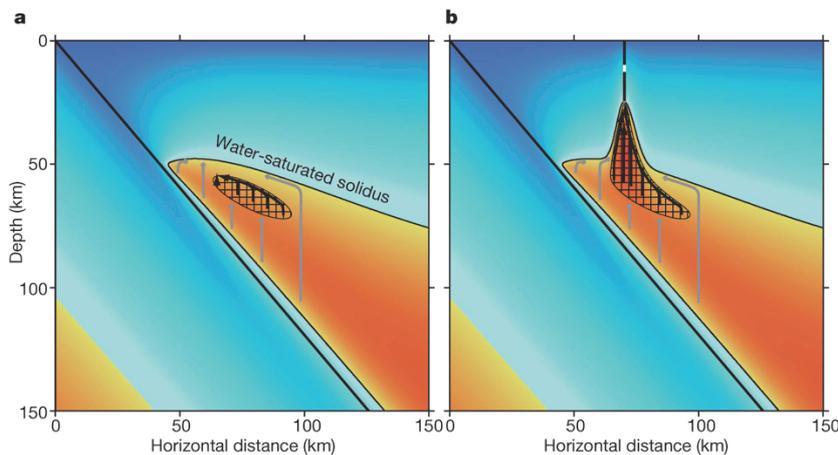
England, P.C. and Katz, R.F., 2010. Melting above the anhydrous solidus controls the location of volcanic arcs. *Nature*, 467, doi:10.1038/nature09417.

沈み込み帯におけるマントルからのマグマの分離は、地球の化学的分化の基本的なメカニズムの一つである。このシステムの基本的な側面、とくにメルトが形成され、地表にもたらされるプロセスは十分に明らかになっていない。火山弧の位置に関する組織的研究、この溶融

の地表での発現は、深部で起こっているプロセスの手がかりになると広く考えられている。しかし、この手がかりには相互に両立しえない多くの解釈が存在する（例えば、文献1-6）。我々は、沈み込み帯における熱輸送の現実的な数学モデルに基づく単純なスケーリング議論を用いてこれらの解釈を評価する。火山弧の位置は、スラブトップ近くで起こる反応に由来する流体の放出によって説明することはできない。火山フロントの鮮明さとともに、それらの位置の組織的研究は、海溝に最も接近した無水ソリダスによって限定された境界の上に位置すべきであることをむしろ要求している。我々は、この領域からマグマが上昇することによって運ばれた熱がウェッジの熱構造の改変に十分であること、wet および dry なメルトが地表に到達する通路を決定づけることを示す。



**Figure 3 | Systematic variation in depth to the slab beneath volcanic arcs, and its relation to pressure–temperature conditions beneath the arcs.** **a**, Depth to the top of the slab beneath volcanic arcs (see Supplementary Information), plotted against  $V\delta$  (equation (3)). **b**, Conditions beneath the volcanic fronts estimated from calculations with descent speed,  $V$ , and dip,  $\delta$ , corresponding to the arcs investigated in this paper. Dots show the maximum temperature in the mantle wedge beneath the front, and the pressure at which that temperature is reached. For each calculation, the arc front is taken to lie immediately above the place where the top of the slab reaches the depth  $D$ ; error bars represent the range in maximum temperature (and the pressure at which it is reached) associated with a  $\pm 5$  km uncertainty in the horizontal location of the arc front. Lines labelled 50 p.p.m., 200 p.p.m. and 500 p.p.m. correspond to the solidi for peridotite containing these fractions of water<sup>15</sup>.



**Figure 4 | A sketch of the process that determines the position of volcanoes.** The top of the slab is indicated by the diagonal line starting at the origin. The black line separating the blue and yellow-to-red colours within the wedge represents the water-saturated solidus of the mantle, the cross-hatched region is above the nominally anhydrous solidus of ambient mantle. **a**, The distribution of temperature and melting without heat transport by migrating melt. Grey and black arrows show melt formed above the water-saturated and anhydrous solidi, respectively, rising, then travelling through high-porosity channels to the ‘noses’ of the solidi. **b**, A schematic depiction of how melt transport, indicated

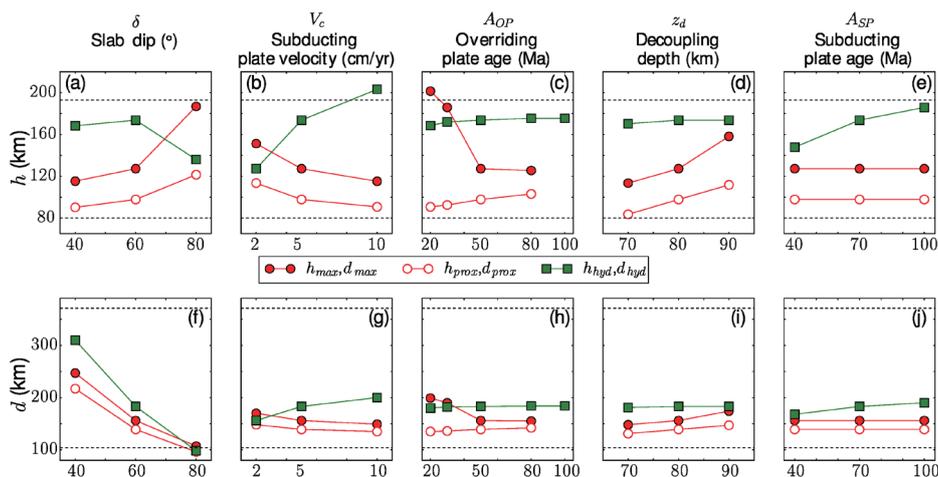
by arrows, would modify the distribution in **a**. Magma rising from the ‘nose’ of the dry solidus heats the region immediately above, deflecting upwards the dry and wet solidi so that they both reach their shallowest depth in the same horizontal location. Each type of melt travels laterally and upward along its respective solidus towards this location. Melts eventually penetrate the lithosphere by hydrofracture and dyking. In the case of low permeability in the wedge, advection of melt by the moving mantle can cause the trajectories to deviate horizontally<sup>23</sup>; this process could affect the details of the sketch.

(君波和雄)

Perrin, A., Goes, S., Prytulak, J., Rondenay, S. and Davies, D.R., 2018. Mantle wedge temperatures and their potential relation to volcanic arc location. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 501. 67-77.

沈み込み帯の上の火山弧の形成を支えるメカニズムには議論がある。いくつかの支配要因が示されている：1) マントルウェッジのソリダスを低下させる水を放出する場所、2) マントルウェッジが最も多く溶融する場所、3) ウェッジの冷たく浅いコーナーによって制約されるメルト形成・移動の限界。ここでは、2-D thermo-mechanical マントルウェッジモデルを用いて、提案されている3つのメカニズムを評価する。2-D 計算モデルでは、沈みこみ速度、スラブ傾斜角・年代、上盤プレートの厚さおよび2つのプレート間の decoupling の深さを変数とした。計算モデルの結果は、1)-3) のメカニズムにおいてスラブ傾斜角が増大すると弧-海溝距離 (D) が小さくなることを予測しており、この結果は、現世沈

み込みデータによって示される D とスラブ傾斜角との負の相関関係といった事実と調和的である。モデル計算によれば、もし H (弧の下のスラブの深さ) がウェッジ温度に支配され、上盤プレートの厚さが 50 km 以上まで decoupling の深さを超えなければ、H とスラブ傾斜角とは正の相関を示す。もし H がスラブ温度に支配されれば、H と傾斜角は負の相関を示す (訳者：スラブ傾斜角が大きくなるとスラブからの脱水ポイントが浅い方に移行するということ?)。現世の沈み込み帯では、H と傾斜角は、正の相関を示す。上盤プレートの厚さが大きくなるに従い、最大溶融地点が移動して H と D が小さくなる (訳者：Fig. 5 では D がおおきくなっている)。一方、ウェッジの cold corner に支配される溶融ゾーンの海溝側限界は、上盤プレートが厚くなると、海洋性の沈み込み帯におけるデータトレンドと同じように、移動し H と D が大きくなる。このように、ウェッジコーナーによって規定される溶融とメルト移動の限界が弧の位置の一義的要因として作用していると思われる。



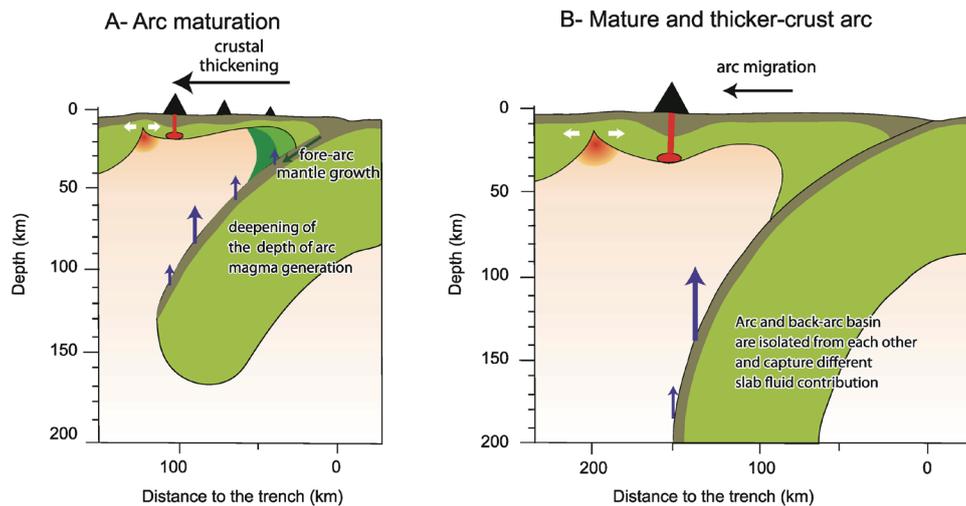
**Fig. 9.** Model depth of the slab  $h$  (a-e) and distance to the trench  $d$  (f-j) for different points in the wedge, against the five subduction parameters: (red open circles)  $h, d_{prox}$ , closest point to the trench where wedge  $T$  exceeds  $T_m$ ; (filled red circles)  $h, d_{max}$ , the point where  $(T - T_m)$  reaches its maximum; (green squares)  $h, d_{hyd}$ , maximum slab surface depth above the serpentinite stability field in the slab, as a proxy for the maximum extent to where the wedge may be hydrated. Dashed lines illustrate the observed range in  $H$  and  $D$  (Fig. 1). For the case with  $A_{OP} = 100$  Myr, the wedge is too cold to allow anhydrous melting, i.e., this point is missing.  $h_{max}$  and  $h_{prox}$  have similar sensitivities except to  $A_{OP}$ , while those of  $h_{hyd}$  are distinct. Sensitivity to dip dominates the behaviour of  $d$ . Comparison to Fig. 2 shows that observed trends are most like those predicted by wedge-temperature controlled mechanisms.

(君波和雄)

Ribeiro, J.M., Ishizuka, O., Lee, C.-T.A. and Girard, G., 2020. Evolution and maturation of the nascent Mariana arc. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 530, doi.org/10.1016/j.epsl.2019.115912.

大陸地殻に付加するずっと以前に、発生期の島弧がより厚い地殻をもち、成熟した火山体へ発展するプロセスに関しては、長期間にわたる議論がある。成熟した島弧がどうやってその位置を長期間にわたり維持するのかは、まだ明らかになっていない。最近、弧の位置はスラブからの脱水もしくは弧の下のマンツルの熱的な状態によって支配されていると考えられている。しかしながら、多くの研究は、成熟し安定な状態の火山体に発展した現世島弧に焦点をあてている。公表されている地球化学的なデータセットを用いて、南マリアナ弧が北に向かって安定し、より厚い地殻をもった成層火山へ発展したこと

を示す。南マリアナ弧は、沈み込みの初期段階に形成された初期の弧と地球化学的特徴が共通するので、島弧の初期段階に起こったプロセスに重要で新たな制約を加えることができる。南北横断に沿うマリアナ弧の検討は、蛇紋岩化した前弧マンツルの成長が弧のマグマ生成の深さを変えた可能性を示唆する。そして、それは次に弧の成熟期間に火山体の安定化をもたらした。弧の安定化は、深部からの供給されるスラブ由来の流体が弧の下のマンツルウェッジを浸透するのを可能にする。これは北に向かって典型的な弧の特徴をもったマグマを定置することになる。マグマの通路に沿ってメルトが集中することによりさらにマグマの分別、地殻との同化、地殻の厚化が進行することになる。我々は、前弧マンツルの蛇紋岩化が進み、安定化するまで、伊豆-ボニン-マリアナ収束縁における島弧初期に一時的なマグマの活動が起こったかもしれないことをさらに提案する。



**Fig. 7.** Maturation of a juvenile island arc during subduction infancy. A) The incipient island arc (southern Marianas) capture a smaller contribution of aqueous fluids that are released from the subducting plate. Juvenile arc magmas are thus produced by decompression mantle melting assisted by slab dehydration. During maturation, the arc volcanoes are randomly emplaced and they are displaced away from the trench (which deepens the depth of arc magma generation), as the serpentinized fore-arc mantle grows (as depicted from light to dark green layers underneath the fore-arc). There is also an increase in the slab fluids contribution as the arc matures. B) In mature island arc (northern Marianas), the depth of mantle melting deepens and is triggered by slab dehydration. The volcanic arc front is spread away from the back-arc basin spreading center. The mature arc magmas thus possess a clear arc fingerprint, which reveals the infiltration of the deeply-sourced slab fluids into the sub-arc mantle wedge, along with the deepening of the arc magma generation. Back-arc magmas captured the fluids released from a subducting plate that has previously dehydrated.

(君波和雄)

Liu, J., Sun, H., Wang, Z., Xia, Q. and Li, W., 2020, Continuous water supply from the subducted Pacific plate to the Eastern Asian big mantle wedge: New insights from the water content of late Cretaceous OIB-like basalts. *Lithos*, 352-353, doi.org/10.1016/j.lithos.2019.105249.

多くの地震地形学的研究は、東アジア下のマントル遷移帯において西に向かって沈み込む太平洋プレートを示しており、いわゆる大きなマントルウェッジ (BMW) を形成している。また、最近のいくつかの研究は、BMWが白亜紀初期に始まっていることを示唆している。BMW 地域における前期白亜紀から新生代の玄武岩の水含有量に関するいくつかの先行研究は、それらの給源が非常に加水していたことを示しており、それは、計算モデルと調和的である。しかし、沈み込んだ太平洋スラブから東部アジア BMW への水供給に関して未解明の2つの疑問がある：1) 東アジアの下の上部マントル

は、白亜紀初期から新生代後期にかけてずっと加水されていたのか？、もしそうであれば、2) 沈み込んだ太平洋自身がかなりの量の水を東部アジアの上部マントルへ運搬できたのか？これらの疑問に答えるために、玄武岩中の単斜輝石斑晶の水含有量に基づき、北中国の北部と東部のいくつかの玄武岩 (Yixian の Zhanglaogongtun 玄武岩 (ZLGT), 106Ma; Qingdao の Pishikou 玄武岩 (QDPS), 78-86Ma) の水含有量を決定した。白亜紀後期の ZLGT および QDPS 玄武岩の初源マグマの見積もられた水含有量は、それぞれ 2.18 および 2.87 wt% であり、背弧海盆玄武岩と島弧玄武岩の水含有量レンジにプロットされ、中央海嶺玄武岩や海洋島玄武岩のレベルよりも明らかに高い。そして、計算されたマントルソースのミニマムの水含有量は、それぞれおよそ 2,800 ppm と 1,200 ppm である。既存の研究も考慮すると、本研究は、沈み込んだ太平洋スラブが高い水運搬能力を有しており、前期白亜紀から後期新生代にかけて連続的に BMW に水を供給し続けてきたことを示している。

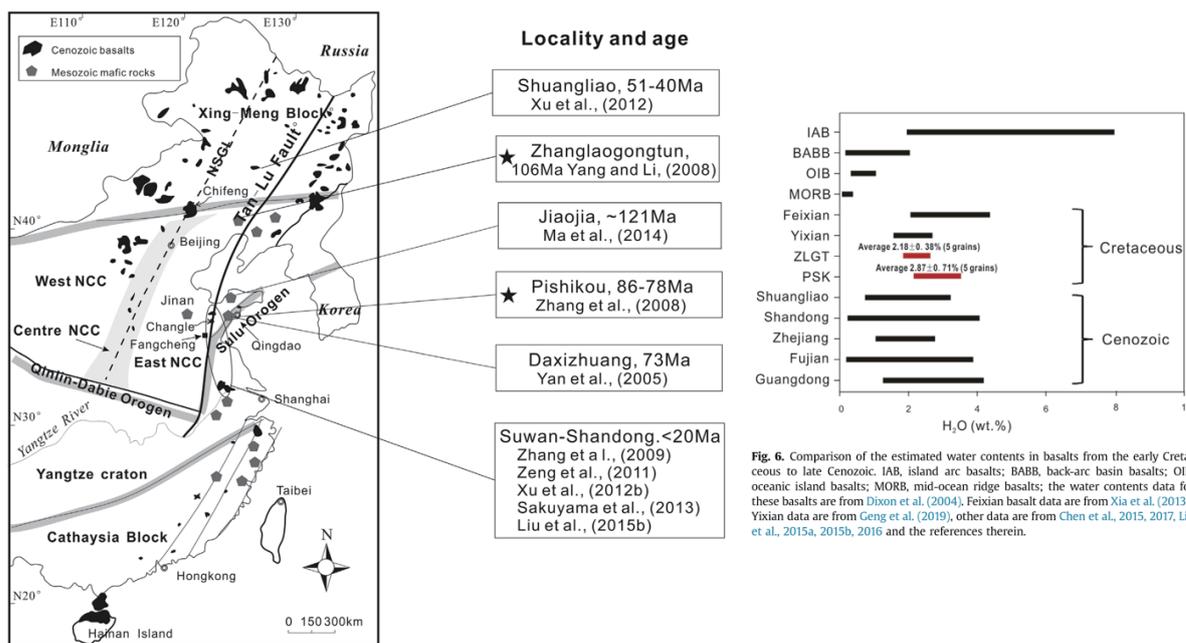


Fig. 1. Simplified tectonic scheme for eastern China and the location of the early Cretaceous to late Cenozoic basalts (modified after Liu et al., 2017). NSGL represents the North-South Gravity Lineament. The dark stars mark the sampling sites (Zhanglaogongtun, Pishikou) of this study. NCC = North China Craton.

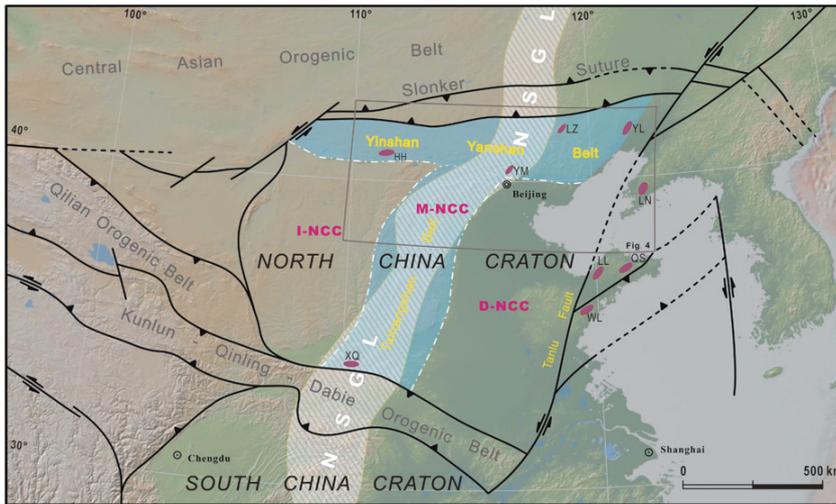
Fig. 6. Comparison of the estimated water contents in basalts from the early Cretaceous to late Cenozoic. IAB, island arc basalts; BABBB, back-arc basin basalts; OIB, oceanic island basalts; MORB, mid-ocean ridge basalts; the water contents data for these basalts are from Dixon et al. (2004). Feixian basalt data are from Xia et al. (2013); Yixian data are from Geng et al. (2019), other data are from Chen et al., 2015, 2017, Liu et al., 2015a, 2015b, 2016 and the references therein.

(君波和雄)

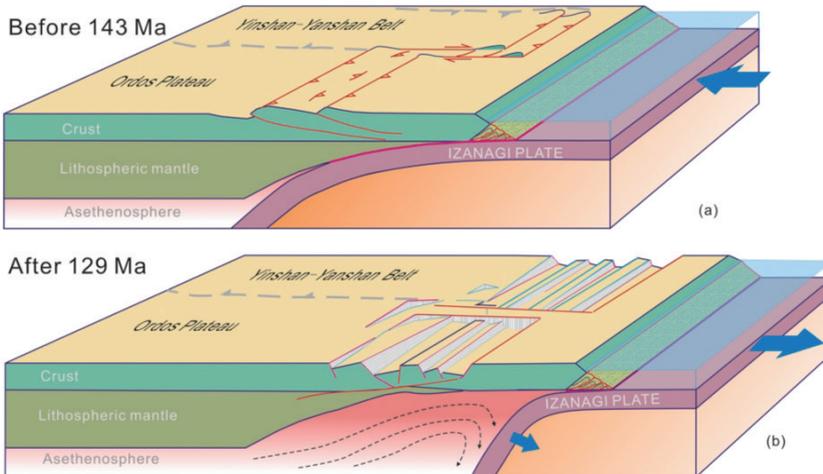
Lin, Y., Zhang, C., Li, C. and Deng, H., 2020. From dextral contraction to sinistral extension of intracontinental transform structures in the Yanshan and northern Taihang Mountain belts during Early Cretaceous: Implications to the destruction of the North China Craton. *Jour. Asian Earth Sci.*, 189, doi.org/10.1016/j.jseaes.2019.104139.

北中国クラトンの中生代テクトニクスは、クラトンの不安定さの様々な程度を生み出したクラトンの改変と崩壊によって特徴づけられる。北中国クラトンの最後の改変の終了から最終的崩壊の開始への変化は、イザナギプレートの沈み込みとロールバックに関連していると考えられる。しかしながら、この造構運動の転換の時期はまだ未解明であり、クラトンの崩壊が起こった地域の広がりもまだ十分に確定していない。Yanshan帯と Taihang Mountain 帯との接合部は、崩壊した北中国クラトン東部の北西縁と考えられてきた。この地域の

詳細なマッピングと年代学は、2つのグループのトランスフォーム構造を明らかにした：1) 143 Ma 以前に発達した右ずれのトランスフォーム構造, 2) 129 Ma 以降にできた左ずれのトランスフォーム構造。右ずれトランスフォーム構造の西側境界は、影響を受けていない北中国クラトン (intact NCC) と改変された北中国クラトン (modified NCC) を分ける。しかしながら、左ずれトランスフォーム構造は崩壊した北中国クラトン (destracted NCC) の北西境界と北側境界を限定する。右ずれから左ずれへの転換は、ca.143-129 Ma に起こった。この年代は、東に向かって若くなる。左ずれトランスフォーム構造の西側境界は、右ずれトランスフォーム構造の西側境界に関して 120 km 以上も東に移動した。これらは、最後の改変の終了から 143-129 Ma に起こった最終的な NCC の崩壊の開始への遷移を示している。広域的な地質において、この遷移は、イザナギプレートの後期ジュラ紀の flat-slab 沈み込みからスラブの rollback への変化と調和的である。



**Fig. 1.** Tectonic elements of the NCC and the adjacent areas. I-NCC: Intact North China Craton; M-NCC: Modified North China Craton; D-NCC: Destructed North China Craton. NSGL: North-South Gravity Lineament (Ma, 1989). HH: Hohhot metamorphic core complex (Davis et al., 2002); LL: Linglong metamorphic core complex (Charles et al., 2011); LN: Liaonan metamorphic core complex (Liu et al., 2005); LZ: Louzidian metamorphic core complex (Wang and Zheng, 2005); QS: Queshan metamorphic core complex (Xia et al., 2016); WL: Wulian metamorphic core complex (Ni et al., 2013); XQ: Xiaoqinling metamorphic core complex (Zhang et al., 1998); YL: Yiwulvshan metamorphic core complex (Ma et al., 1999; Darby et al., 2004); YM: Yunmengshan metamorphic complex (Davis et al., 1996).



**Fig. 19.** Cartoons illustrating the plate tectonic settings of the transform contraction before ~143 Ma and probably later than 160 Ma (a) and the transform extension after ~129 Ma and before the end of Cretaceous (b); no scale implied. The associated magmatism and volcano-sedimentary records are not presented for simplification.

(君波和雄)

Ma, P., Liu, S., Gurnis, M. and Zhang, B., 2019. Slab horizontal subduction and slab tearing beneath East Asia. *Geophys. Res. Lett.*, 46, doi.org/10.1029/2018GL081703.

地震波トモグラフィから推定されるように、マントル中に沈み込んだスラブの現在の構造は、地質時代を通じてのプレートテクトニクスの記録である。東アジア下の660-kmの深さにあるマントル不連続の上にはほぼ水平に存在する異常に大きなスラブは、多分、太平洋プレートの沈み込みであろう。プレート運動の履歴とマントル不均一が不確実性であるために、この水平構造の発達は十分に理解されていない。ここでは、スラブの滞留に貢献する機械的・地球物理学的要因を調べるために計算モ

デルが用いられた。本論で我々は、最新版の造構復元によって制約された前進するマントル流モデルが東アジア下の地震波トモグラフィにおける主要な特徴とうまく合致することを示した。とくに、顕著な破断が沈み込んだ太平洋スラブを前進して中新世に時計回りの回転をしたフィリピン海プレートをつくり、スラブ内のセグメント化を生じた（訳者注：要するに、古第三紀に西南日本に沈み込んでいた太平洋プレートが北東に移動するT-T-T（琉球、日本、伊豆ボニン）三重重点でbreakoffして、中新世にフィリピン海プレート創った。切り離された太平洋プレートはマントル中に沈み込む）。我々は、フィリピン海プレートの回転をともなったこの破断がスラブの水平な形状に影響を与えたと考えている。

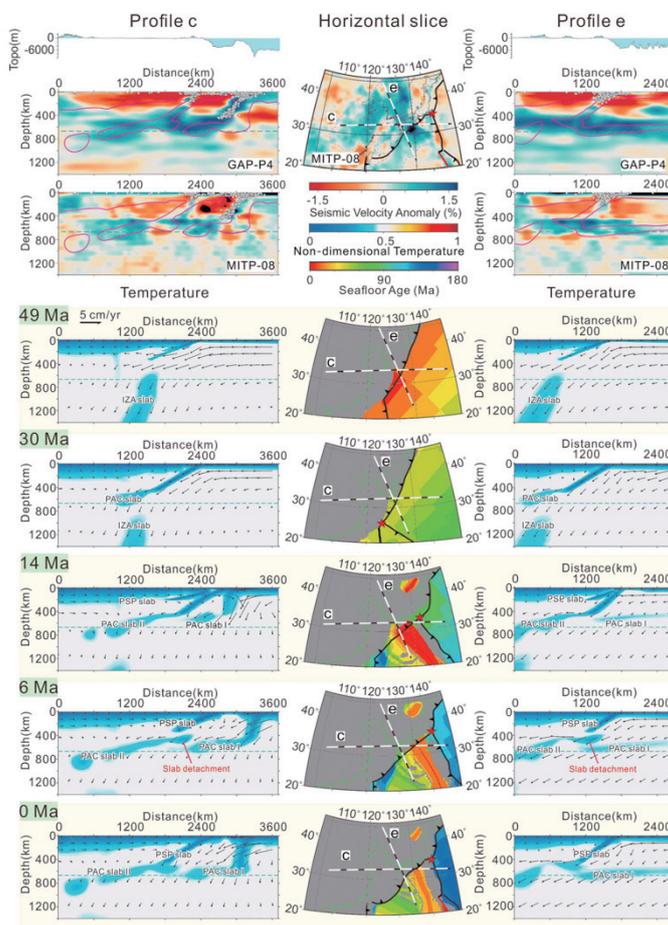


Figure 4. Temporal evolution of subducted slabs along profiles c (left column) and e (right column) with reconstruction (middle column) in case 1-1. The segmented slabs that are associated with the migrating-trench model are compared with seismic tomography images in both vertical (left and right columns) and horizontal slices (middle column) for mutual identification. All the symbols are the same as those in Figures 2 and 3. The locations of the profiles are shown in Figure 1.

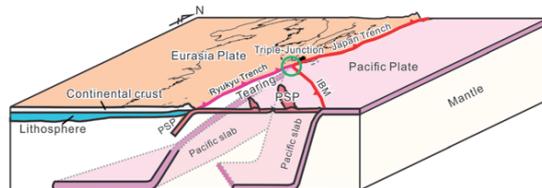


Figure 5. Conceptual model that shows the geodynamic process that is associated with the migrating triple junction. The lateral tearing of the Pacific slab propagated along the East Asian margin at the triple junction. While the Pacific slab was detached along the Ryukyu trench, the Philippine slab was gradually subducting. The torn Pacific slabs subducted into the mantle transition zone. The other symbols are the same as those in Figure 1.

(君波和雄)

Koulakov, I., Kukarina, E., Fathi, I.H., Khrepy, S.E. and Al-Arifi, N., 2015. Anisotropic tomography of Hokkaido reveals delamination-induced flow above a subducting slab. *Jour.. Geophys. Res.: Solid Earth*, 120, 3219–3239.

広域的な地震データベースによるP波とS波到達時間のトモグラフィー解析に基づく、北海道下の地殻と上部マントルの新たな3-D異方性地震モデルを提示する。P波のモデルは、それぞれの地点で方位異方性で記述される3つの変数でパラメーター化された。S波のモデルは、等方体として扱われた。等方性のP波速度とS波速度の異常は、ほぼ完全に一致する。地殻中において、日高・神居古潭帯に沿う中央北海道はそれらの顕著な直線状の異常を示す。この直線上の異常は、日本ブロックが千島前弧の下に東向きにアンダースラストする地域である。日高帯の下の大きな速度の異常は、ディラミネートした苦鉄質地殻と一緒に沈下したマントル・リソスフェアであり、それは衝突帯における地殻短縮により成された。垂直断面の一つは、沈み込み帯では非常に特異な形状を示している：低速度のスラブがマントルウェッジ中の高速度の地質体で覆われている。スラブの表面に沿って沈下しているその高速度のディラミネートした物

質は、スラブの上部からの流体やメルトが上昇するのを妨げている。そこで、流体やメルトは、相転移によってつくられる。その結果、流体の多くは、下方に運ばれ、スラブ中の地震波速度を低下させる。地殻中の方位異方性は、主要構造单元と明らかに調和しており、主要縫合帯を描き出している。マントル中では、異方性は扇形の形状をもっており、南北海道に端を発する流れが方向を変化させ、3方向に分岐していると推定される。西側と東側の流れは、北海道の2つの火山グループに向かっている。これらの2つの流れは、これらの火山グループにおけるカルデラをつくる特徴的な噴火のきっかけとなる物質を運んでいるのであろう。

〈訳者注：日高山脈の下の地震波の速度異常は、Miyamachi & Moriya (1984)やMiyamachi et al. (1994), Kita et al. (2010, 2012, 2014), van Keken et al. (2012)などでも認められている。しかし、Miyamachi論文やKita論文、van Keken論文では、この速度異常を高速度ではなく、低速度としており、地殻物質由来であると推定している。Miyamachi論文ではこの地殻物質を東北日本弧が千島弧の下にもぐり込んだためとしている。一方、Kita et al. (2010)やvan Keken et al. (2012)は、これを千島弧としたが、Kita et al. (2012)では東北日本弧と推定している。Kita et al. (2012)は、構造線に沿う千島弧マントルの上昇を推定している。

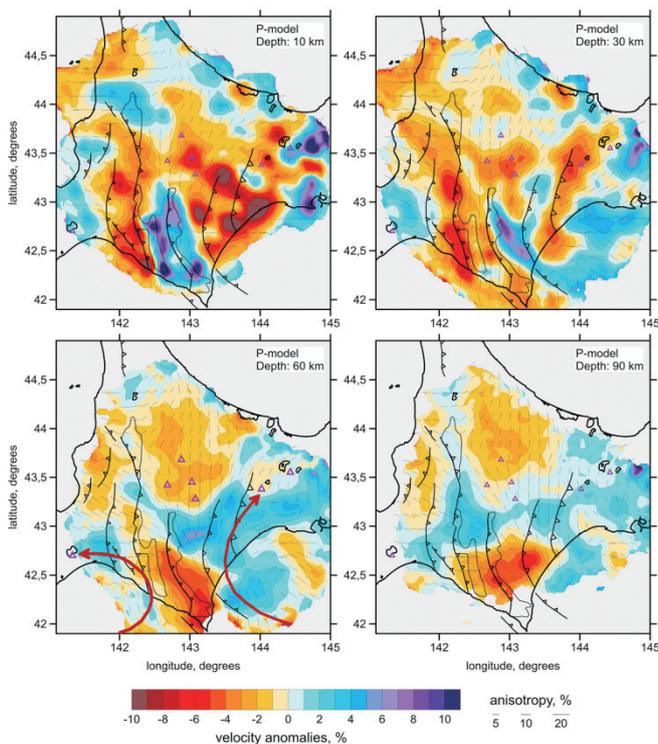


Figure 2. The resulting anisotropic P velocity model in horizontal sections. The color background denotes the isotropic velocity anomalies. The bars denote the orientations of high velocities; the lengths of bars denote the amplitude of anisotropy. The black lines denote the major geologic structures as in Figure 1b. The triangles denote the recent volcanoes. The red arrows indicate the possible flow directions in the mantle wedge.

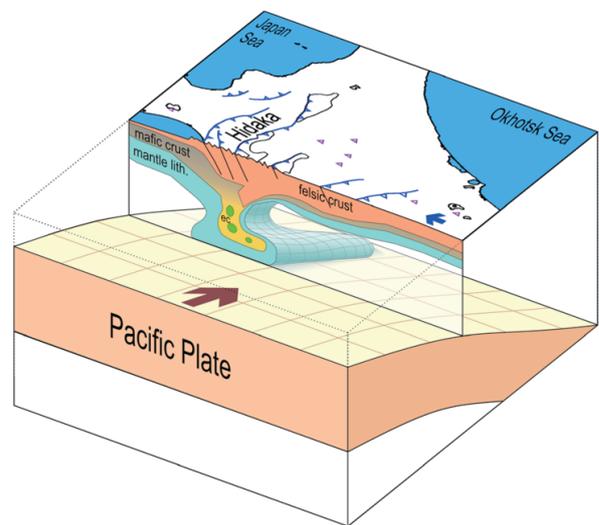


Figure 11. Schematic delamination scenario beneath the Hidaka Belt based on the interpretation of the seismic model. The section roughly corresponds to section A5-B5. Designation "ec" denotes an eclogite body derived from mafic crustal material.

(君波和雄)

