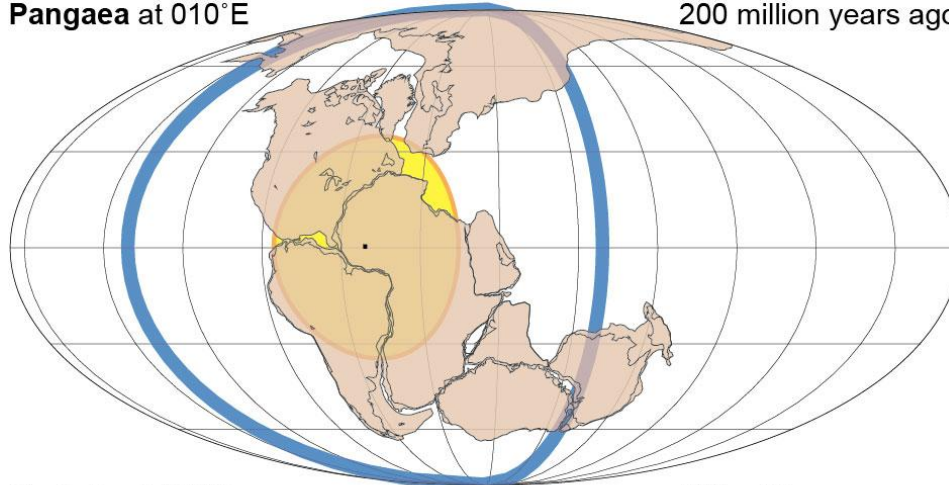


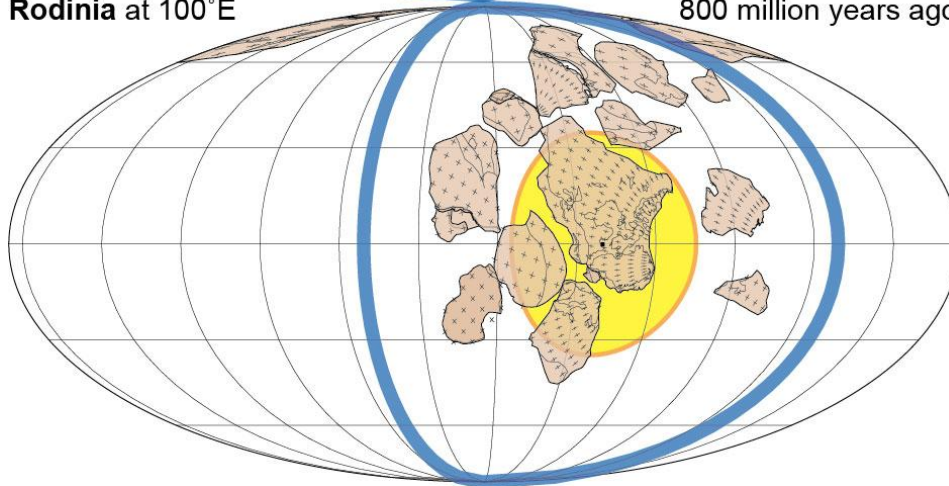
Pangaea at 010°E

200 million years ago



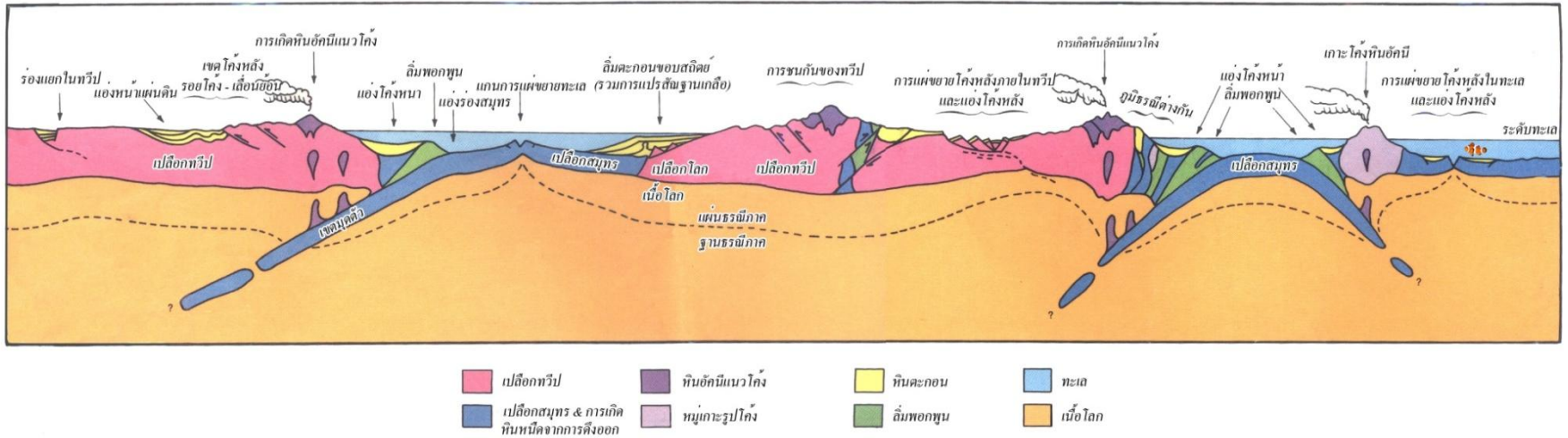
Rodinia at 100°E

800 million years ago



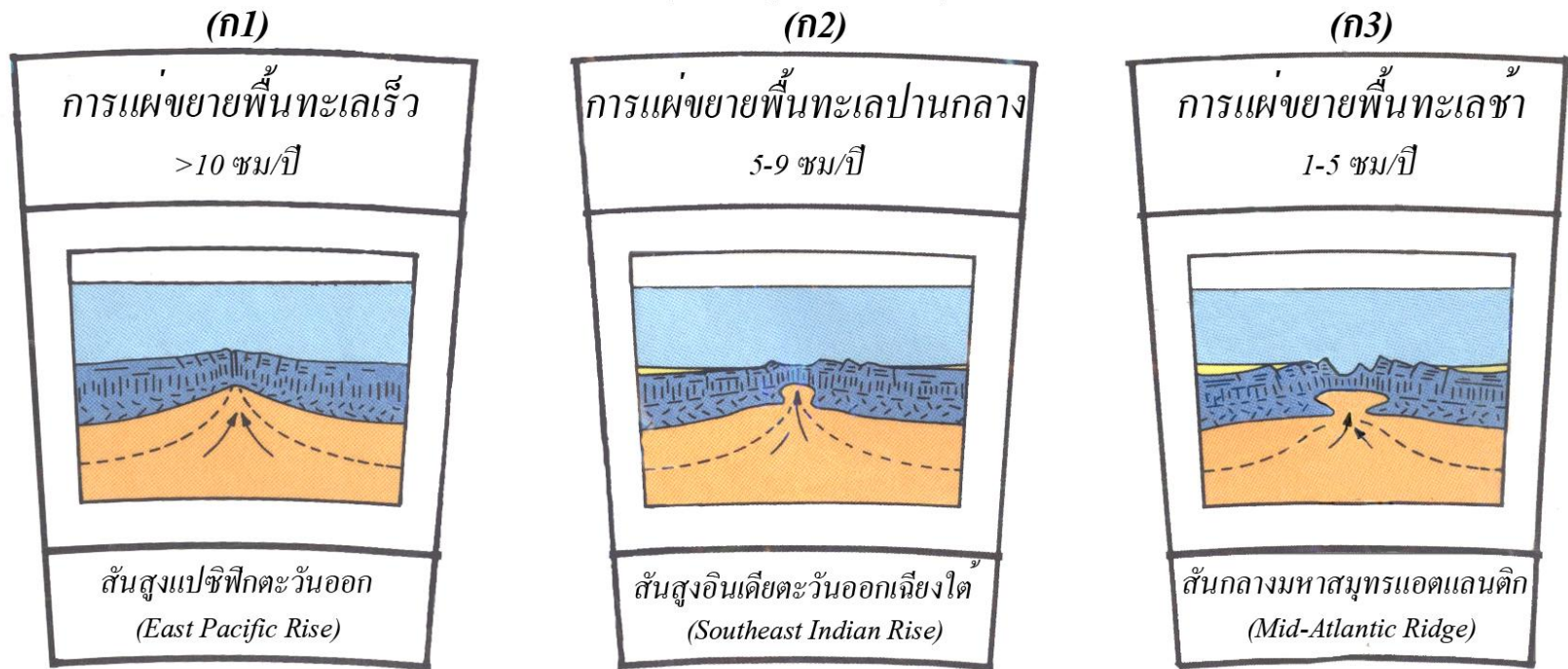
(<http://www.livescience.com/18387-future-earth-supercontinent-amasia.html>)

กระบวนการแปรสัณฐานเชิงอุดมคติ



รูป 21.2 ภาพตัดขวางผ่านเปลือกโลกแสดงรูปแบบขอบแผ่นแบบต่างๆ

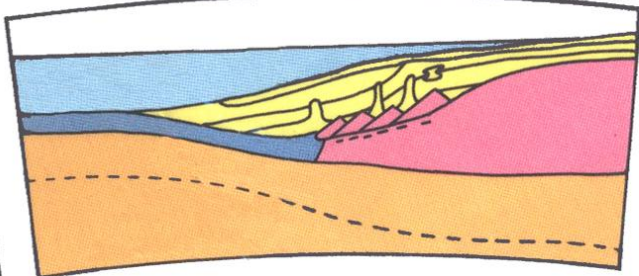
การเคลื่อนแผ่นออกแยกกัน
(Divergent Motion)



รูป 21.3 การจำแนกการเคลื่อนแผ่นออกจากกัน 3 แบบคือ แบบเร็ว (ก1) แบบปานกลาง (ก2) และช้า (ก3)

(ข)

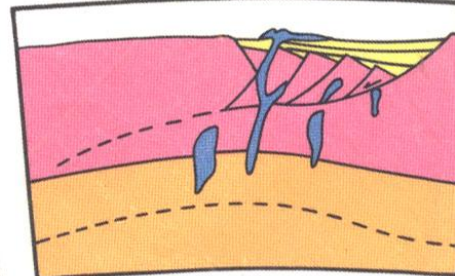
ขอบสถิตย์
(PASSIVE MARGINS)



ชายฝั่งแอตแลนติก (อเมริกาเหนือ, อเมริกาใต้
และแอฟริกาตะวันตก)

(ค)

ร่องแยก
(RIFTS)

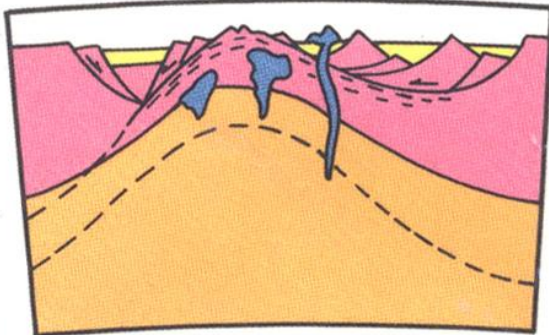


หุบฮูสไرن, หุบฮูสไวคิง,
ร่องแยกรีโอแกรนด์,
ร่องแยกแอฟริกันตะวันออก

รูป 21.3 (ต่อ) การเคลื่อนแผ่นออกจากกันในส่วนขอบแผ่นจึงเกิดขอบสถิต (passive margin) (ข) และถ้าเกิดตอนแรกเริ่มเราเรียกว่าร่องแยก (rift) (ค)

(ก)

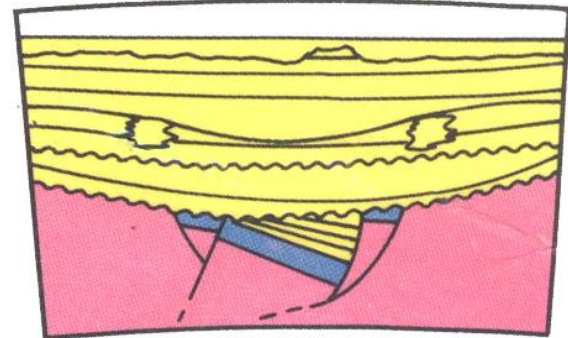
การแผ่ขยายโค้งหลังในทวีป
(*INTRACONTINENTAL
BACK ARC SPREADING*)



เขตแอ่งยุบเขายกของสหรัฐอเมริกา

(ข)

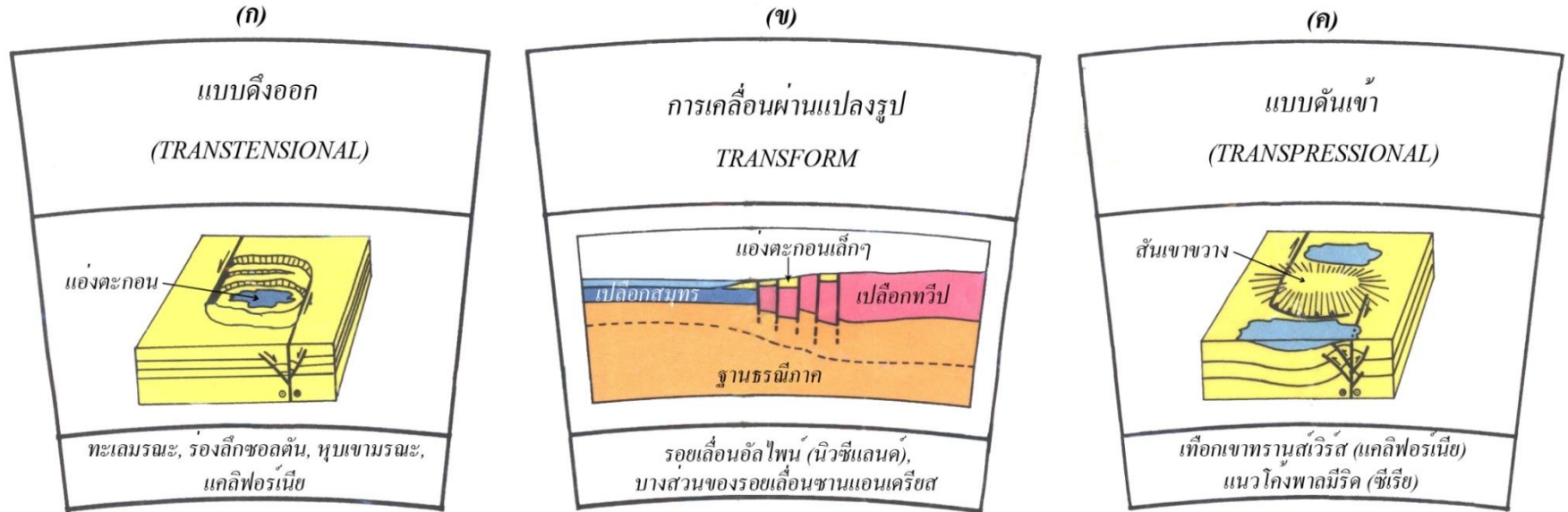
แอ่งในเขตเสถียร
(*INTRACATONIC BASINS*)



แอ่งมิชิแกนและแอ่งอิลลินอยส์

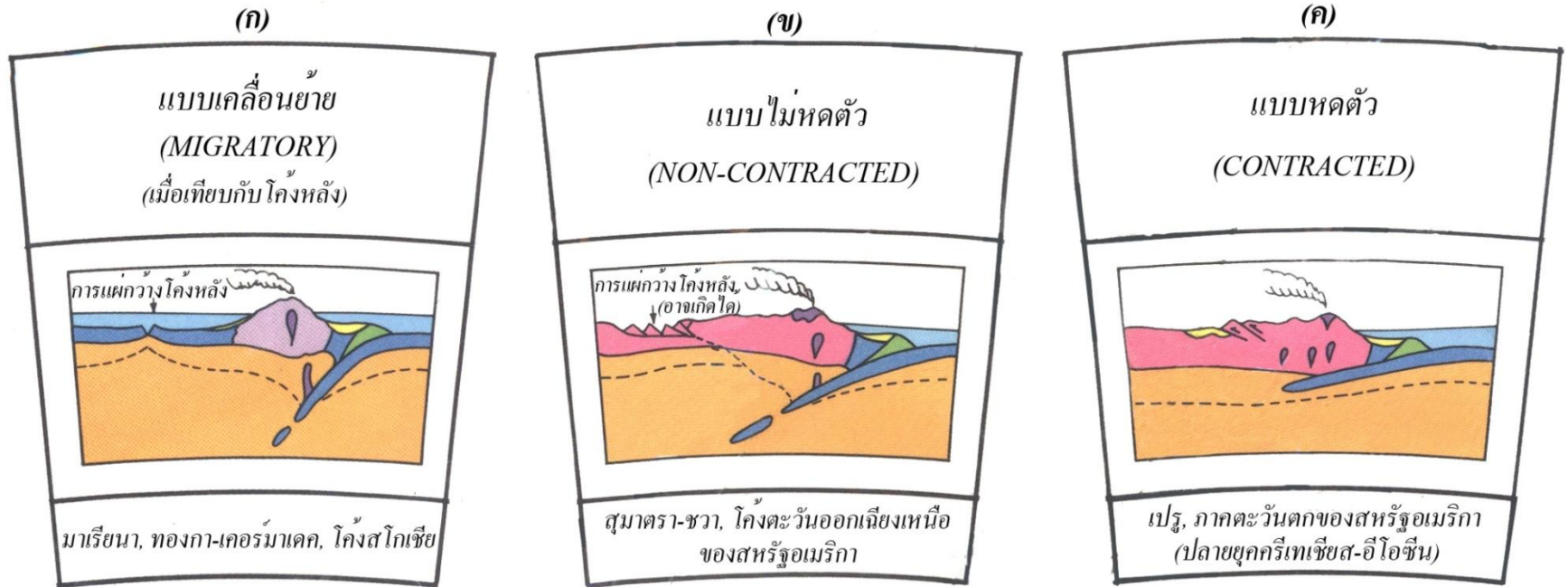
รูป 21.4 การเคลื่อนแผ่นออกจากกันบริเวณ โค้งหลังในทวีปในมหาสมุทรหรือในเขตเปลี่ยนผ่านการดึงออกที่เกิดภายในเขตหินเก่าแก่ (craton) จึงเกิดแอ่งสะสมตะกอนได้ (ข)

การเคลื่อนผ่านผ่านกัน
(Strike-Slip Motion)



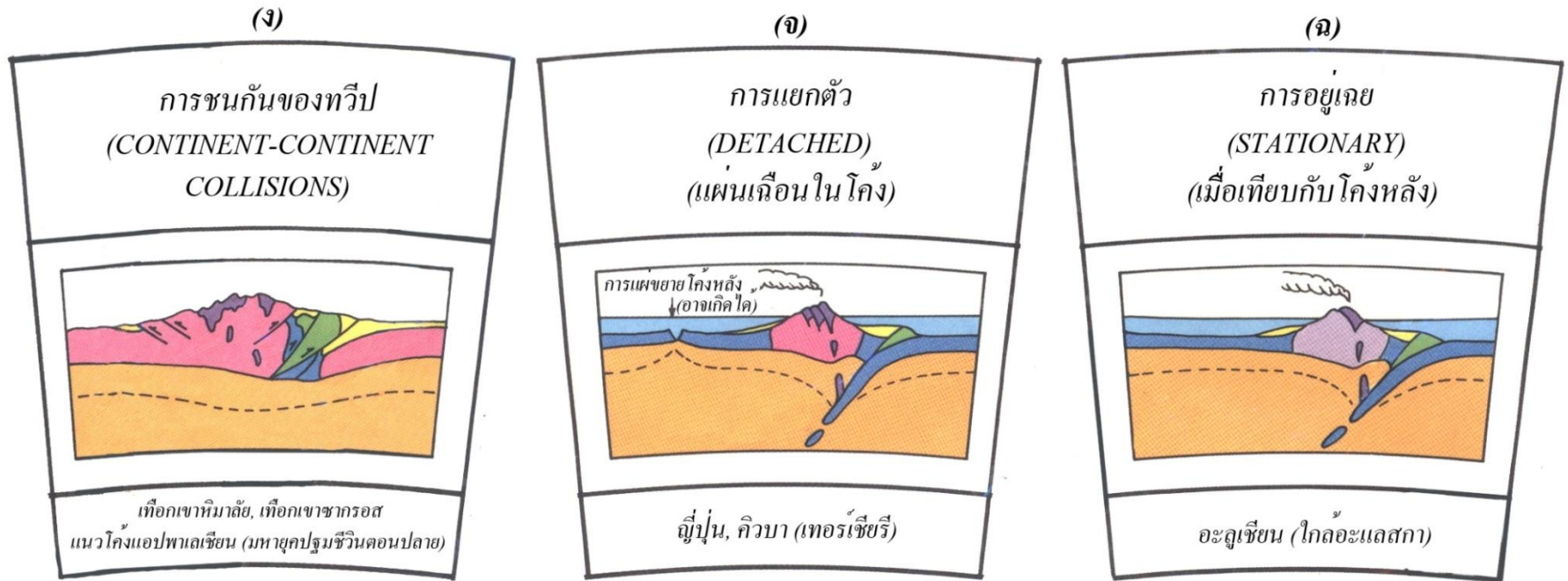
รูป 21.5 การเคลื่อนผ่านผ่านกันซึ่งมีทั้งแบบสวนทางกันผ่านไปแล้วจนเกิดแอ่งตะกอนระหว่างแนวรอยเลื่อนคู่ขนานสองแนวที่ถูกลากงู้ออกไปจนห่างกันจึงเป็นการเลื่อนแนวระดับผสมรอยเลื่อนปกติ (ก) ส่วนขอบแผ่นส่วนใหญ่เป็นขอบทวีปอาจมีการเคลื่อนออกจากกันและมีการพัฒนาแอ่งเล็กๆ ได้ (ข) และสันเขาขวาง อาจเกิดขึ้นได้เมื่อรอยเลื่อนคู่ขนานสองแนวถูกลากงู้ออกเข้าหากัน เป็นการเลื่อนแนวระดับผสมการเลื่อนย้อน (ค)

การเคลื่อนแผ่นเข้าหากัน
(Convergence Motion)

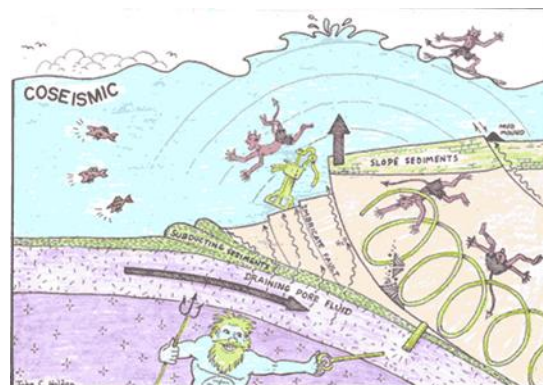
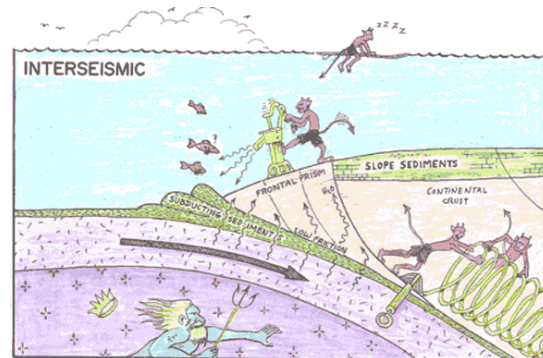
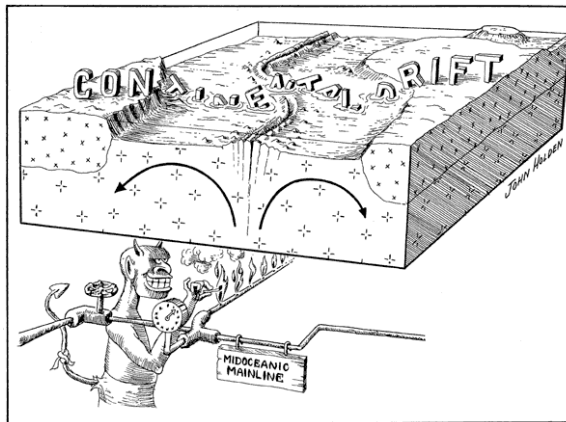


รูป 21.6 การเคลื่อนที่เข้าหากันของแผ่นที่ทำให้ขอบแผ่นขยาย (migratory) เมื่อเทียบกับโค้งหลังทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไปทางแผ่นมุด (ก) ซึ่งบางครั้งขอบแผ่นอาจไม่หดตัว (non-contracted) จึงเกิดชุดรอยเลื่อนปกติขึ้นในบริเวณโค้งหลังได้ (ข) หรือขอบแผ่นอาจหดตัว (contracted) จนเกิดชุดรอยเลื่อนย้อนในบริเวณโค้งหลังได้ (ค)

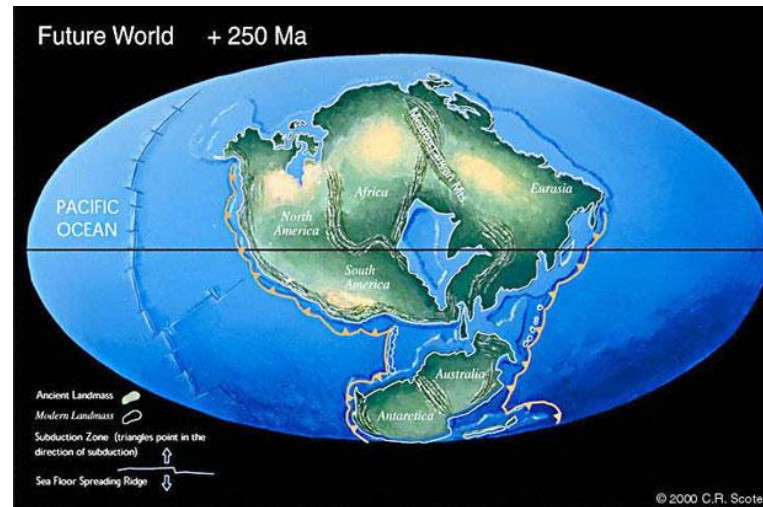
การเคลื่อนแผ่นเข้าหากัน
(Convergence Motion)



รูป 21.7 การเคลื่อนที่เข้าหากันของแผ่นที่ทำให้เกิดการชนกันแบบทวีป-ทวีป (ก) (continent-continent-collisions) หรืออาจเป็นแบบทวีป-สมุทร (continent-ocean) และแบบสมุทร-สมุทร (ocean-ocean) ก็ได้ และเกิดการเลื่อนทวีปเป็นส่วนๆตามรอยเลื่อนในแนวโค้ง (จ) หรือแนวโค้งอาจอยู่คงที่ (stationary) นิ่งเฉย ส่วนการมุดตัวยังคงดำเนินต่อไป (ฉ)



(<http://www.mantleplumes.org/Caroons.html>)



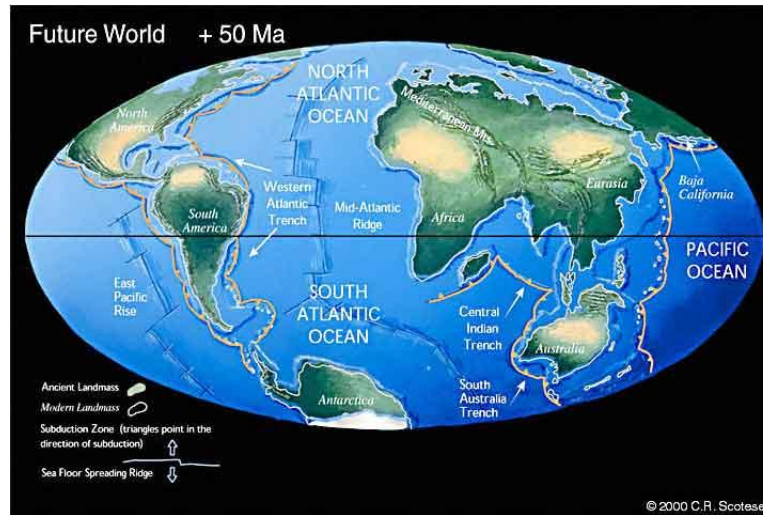
(<http://apod.nasa.gov/apod/ap001002.html>)

နိဒါန်း 21.9 က

A map of the world as it might appear 250 million years from now. Notice the clumping of most of the world's landmass into one super-continent, "Pangea Ultima," with an inland sea -- all that's left of the once-mighty Atlantic Ocean. Image courtesy of Dr. Christopher Scotese. The surface of the Earth is broken into large pieces that are slowly shifting -- a gradual process called "[plate tectonics](#)." Using [geological clues](#) to puzzle out past migrations of the continents, Dr. Christopher Scotese, a geologist at the University of Texas at Arlington, has made an educated "[guesstimate](#)" of how the continents are going to move hundreds of millions of years into the future.

"We don't really know the future, obviously," Scotese said. "All we can do is make predictions of how plate motions will continue, what new things might happen, and where it will all end up." Among those predictions: Africa is likely to continue its northern migration, pinching the Mediterranean closed and driving up a Himalayan-scale mountain range in southern Europe.

The surface of the [Earth](#) is broken up into several [large plates](#) that are slowly shifting. About 250 million years ago, the [plates](#) on which the [present-day continents](#) rest were positioned quite [differently](#), so that all the landmasses were clustered together in [one supercontinent](#) now dubbed [Pangea](#). About 250 million years from now, the [plates](#) are again projected to reposition themselves so that a single landmass dominates. The above simulation from the [PALEAOMAP Project](#) shows this giant landmass: [Pangea Ultima](#). At that time, the [Atlantic Ocean](#) will be just a distant memory, and whatever beings inhabit Earth will be able to walk from [North America](#) to [Africa](#).



រូប/ 21.9 ៗ

If we continue present-day plate motions the Atlantic will widen, Africa will collide with Europe closing the Mediterranean, Australia will collide with S.E. Asia, and California will slide northward up the coast to Alaska.

The possible appearance of the Earth 50 million years from now. Africa has collided with Europe, closing off the Mediterranean Sea. The Atlantic has widened, and Australia has migrated north. Image courtesy of Dr. Christopher Scotese.

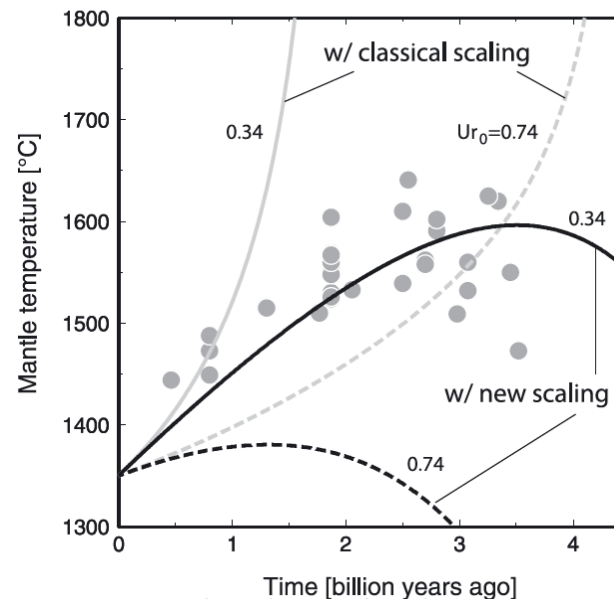
"The Mediterranean is the remnant of a much larger ocean that has closed over the last 100 million years, and it will continue to close," he said. "More and more of the plate is going to get crumpled and get pushed higher and higher up, like the Himalayas."

Australia is also likely to merge with the Eurasian continent.

"Australia is moving north, and is already colliding with the southern islands of Southeast Asia," he continued. "If we project that motion, the left shoulder of Australia gets caught, and then Australia rotates and collides against Borneo and south China -- sort of like India collided 50 million years ago -- and gets added to Asia."

Meanwhile, the Americas will be moving further away from Africa and Europe as the Atlantic Ocean steadily grows. The Atlantic sea floor is split from north to south by an underwater mountain ridge where new rock material flows up from Earth's interior. The two halves of the sea floor slowly spread apart as the ridge is filled with the new material, causing the Atlantic to widen.



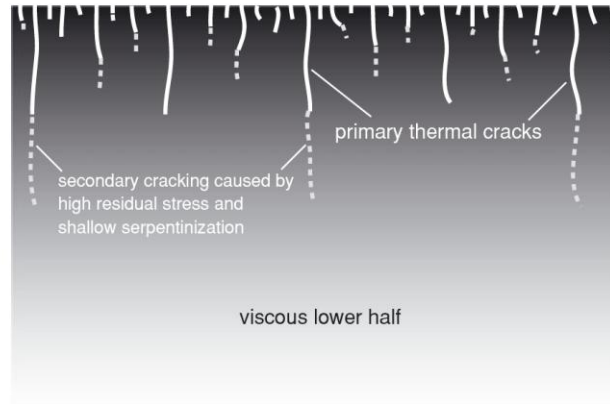


(<http://people.earth.yale.edu/sites/default/files/korenaga12b.pdf>)

รูป 21.10

แต่งไม้อ้างอิง Korenaga, J., 2012. Plate tectonics and planetary habitability: current status and future challenges. ANNALS OF THE NEW YORK ACADEMY OF SCIENCES 1260 (2012) 87–94. Issue: Blavatnik Awards for Young Scientists. doi: 10.1111/j.1749-6632.2011.06276.x

Figure 1. Thermal history prediction for four combinations of heat flow scaling and internal heat production (see Ref. 17 for modeling detail). The new scaling of plate tectonics predicts relatively constant heat flux independent of mantle temperature, whereas classical scaling predicts higher heat flux for hotter mantle. The Urey ratio is a measure of the amount of heat-producing elements in the mantle, and the chemical composition models of Earth suggest that its present-day value ($Ur_0 = H(0)/Q(0)$) is relatively low, ~ 0.3 .¹⁴ Constant heat flux with a low present-day Urey ratio (*solid*) is the only one that can reproduce the observed concave-downward thermal history with an average cooling rate of $\sim 100 \text{ K Ga}^{-1}$ (*circles*).²⁷ In this prediction, Earth was warming up during the first one billion years; such a situation is possible with the efficient cooling of the magma ocean.⁵⁰ Classical scaling with a low Urey ratio results in thermal catastrophe (*gray line*). Classical scaling with a high Urey ratio (*gray dashed line*) can reproduce a reasonable cooling rate, but a thermal history is concave upward. Constant heat flux with a high Urey ratio (*dashed line*) results in too cold a thermal history.



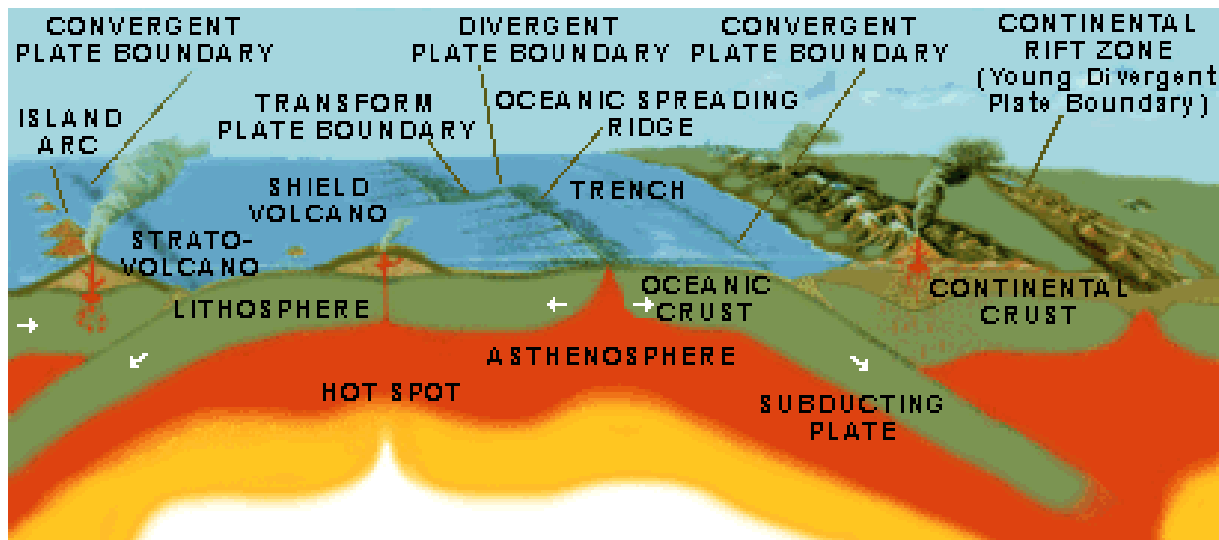
(<http://people.earth.yale.edu/sites/default/files/korenaga12b.pdf>)

รูป 21.11

Figure 2. Schematic illustration for rheological evolution within a plate under oceans.³³ Optimal release of thermal stress developed in a cooling plate is achieved by a cascade crack system (primary cracks). Any residual stress will eventually be released by secondary crack propagation if partial crack healing by shallow serpentinization raises the pressure of trapped seawater to lithostatic pressure. The stiffest part of plate due to strong temperature-dependent viscosity can thus be pervasively weakened by thermal cracking and subsequent hydration.



រូប 21.12 ក



(http://science1.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2000/ast06oct_1/)

រូប 21.12 ខ