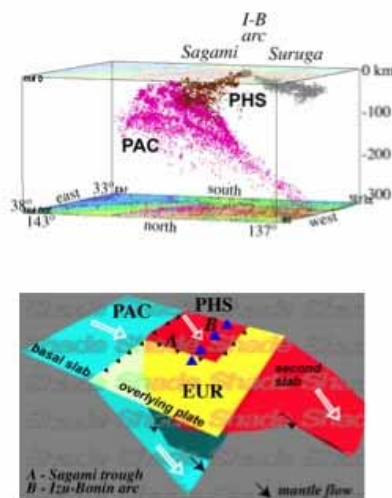


2-10 首都圏下のプレート相互作用を考慮した地殻・上部マントル構造解析研究

東京大学地震研究所
南カリフォルニア大学
テキサス大学

首都圏下ではフィリピン海プレートは、太平洋プレートの上に位置し、北端部では接触している。こうしたスラブ間接触やそれに伴うスラブ変形によって引き起こされる地震は、フィリピン海プレート上面だけでなく、可能な被害地震の震源となりうる。スラブが別のスラブに接触しどのように変形するかというジオダイナミックなモデルによって、それぞれのスラブ内での変形のパターンや程度を推定することが可能になる。モデルは、地震活動、地震波トモグラフィー、反射法、地震波干渉解析法などから得られる構造、長期-短期の垂直地殻変動とそれらの速度などの観測データから、拘束される。この研究では、中央から西南日本のプレートのジオダイナミックモデルを作製し、関東地域におけるフィリピン海-太平洋プレートのスラブ内変形に伴う地震発生ポテンシャルを検討する。

Geodynamical Modeling of PAC-PHS Slabs: Geometry of PHS under Kanto due to Boso Triple Junction & Conditions for Increased Seismicity When Two Slabs Interact and Deform



- What are stress and deformation patterns under Kanto when PHS and PAC hit?
- What is role of history of PHS at Boso T.J. to how PHS hits PAC? (downdip PHS geometry)
- PAC slab is vertically arched to contact PHS shallower - how does this affect deformation of PHS?
- Can we identify zones where stresses are elevated and correlate to or predict higher seismicity?

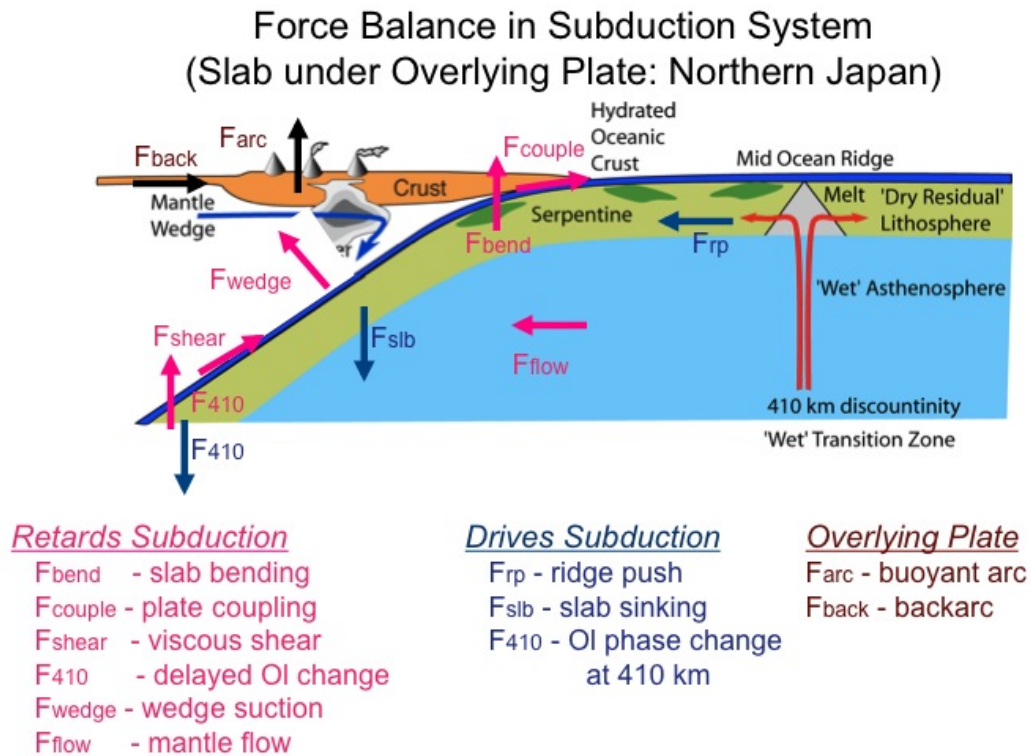
図 1. 関東下のスラブ相互作用の概念図と問題設定。

1. 平成21年度までの成果

首都圏では、太平洋プレートの沈み込みシステムのウェッジマントル中に、島弧地殻を有するフィリピン海スラブが斜めに沈み込んでいる(図1)。こうした複雑な場での、プレート相互作用の基本的な問題を整理した。また、これらのジオダイナミクスモデルを構築するために活用できるソフトウェアについて検討を加えた。検討を加えたのは、CitcomSとして知られているオープンソースのgeodynamicalなモデル・パッケージである。CitcomSは、ブシネスク近似で非圧縮性流体のナビエ-ストークス方程式を解く有限要素コードである。日本周辺の基本的なメッシュなどの構築は終了しており、大まかな形状での数値実験は可能である。

2. 平成 21 年度の実施計画と進捗状況

関東下の太平洋プレートからなる沈み込みシステムのウェッジマントルの問題を扱うには粘弾塑性の大変形が扱える数値実験を行う必要があり、このため今年度からテキサス大オースティン校の Luc Lavier 教授の協力を得て、二次元での問題の整理を行った。



Billen (Annual. Rev. Earth Planet Sci., 2008), Mainprice (Subduction Dynamics, mtg., 2007)

Why Study Force Balance?

Change in a Force can change subduction behavior

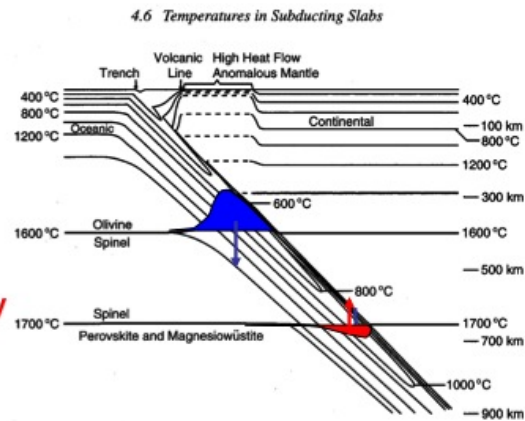
Example: Change in Slab Pull due to deep Phase Changes:

Olivine to Spinel phase change at 410 km.

Spinel to perovskite + magnesiowüstite at 660 km.

410 km:
 uplift of Ol – Sp boundary
 → more dense mass shallower
 → slab pull increase

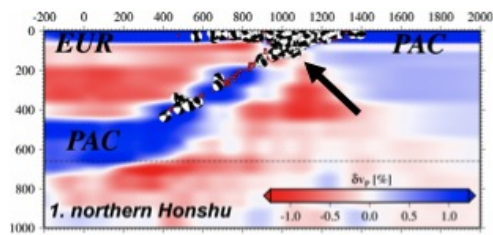
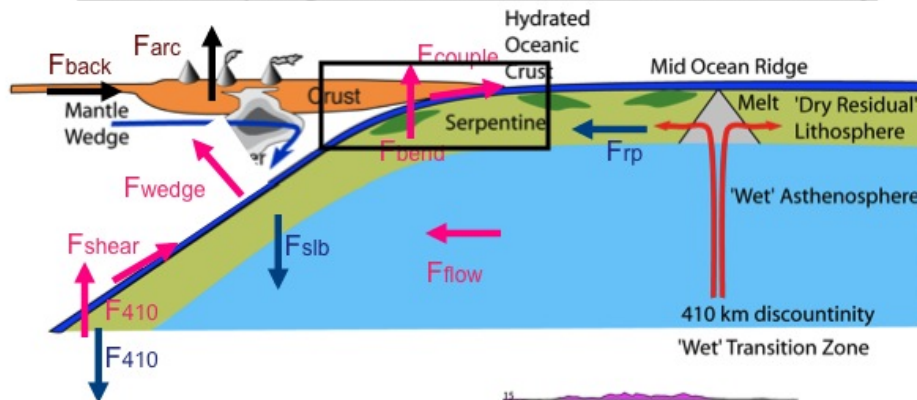
660 km:
 depression of Sp – Pv+Mw boundary
 → lighter mass deeper
 → slab pull decrease



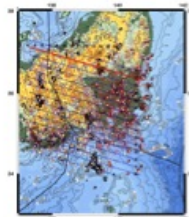
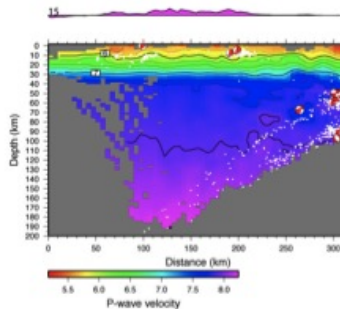
Schubert et al., 2001 Mantle convection in the Earth and Planets

Why Study Force Balance?

Plate Coupling, Internal Deformation, Seismicity

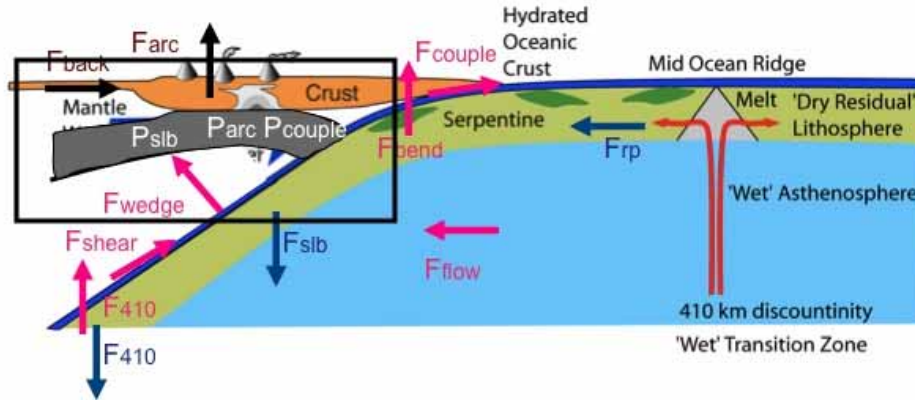


L. Alpert / USC



Wu et al. (GRL)

Force Balance in Subduction System (2 slabs under Overlying Plate: Kanto)



Retards Subduction

- F_{bend} - slab bending
- F_{couple} - plate coupling
- F_{shear} - viscous shear
- F_{410} - delayed OI change
- F_{wedge} - wedge suction
- F_{flow} - mantle flow

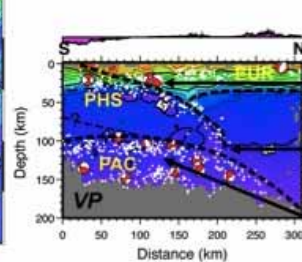
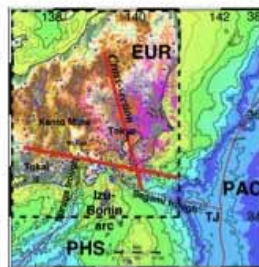
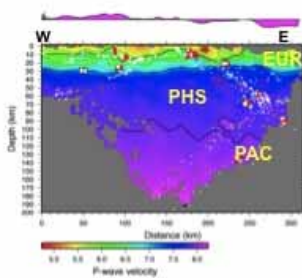
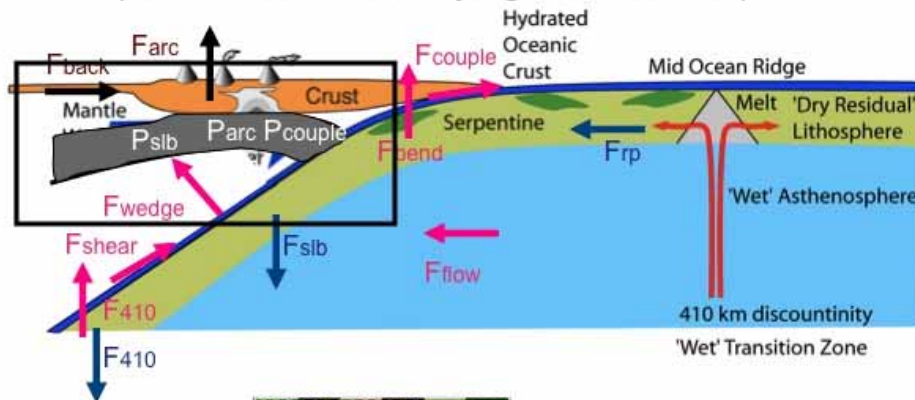
Drives Subduction

- F_{rp} - ridge push
- F_{slb} - slab sinking
- F_{410} - OI phase change at 410 km
- Overlying Plate
- F_{arc} - buoyant arc
- F_{back} - backarc

Second Slab (PHS)

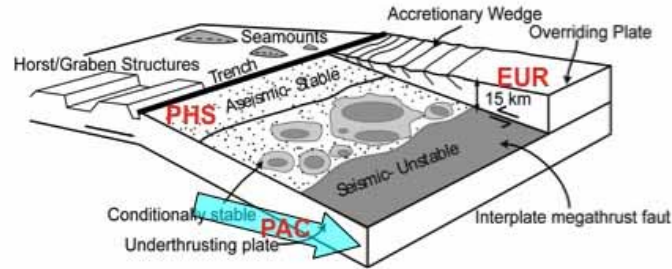
- P_{couple} - plate coupling to EUR, PAC
- P_{slb} - slab sinking
- P_{arc} - buoyant arc (vert)
- 3rd D: P_{coll} - arc (horz)
- 3rd D: P_{bend} - slab bending
- 3rd D: P_{wedge} - PAC wedge?

Force Balance in Subduction System (2 slabs under Overlying Plate: Kanto)



megathrust & seismogenic zone.
slab coupling and interaction.
double seismic zone.

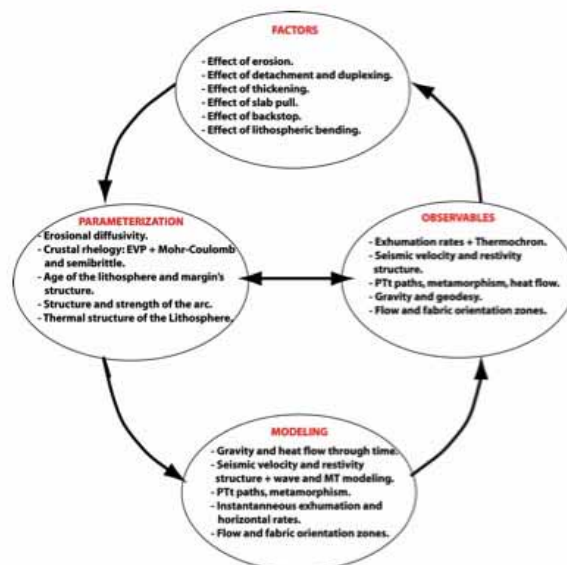
Force Balance in Subduction System (2 slabs under Overlying Plate: Kanto)



push or torque of PHS by underlying (coupled) PAC

Bilek and Lay (GRL, 2002)

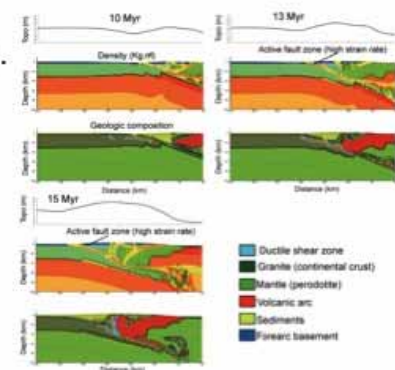
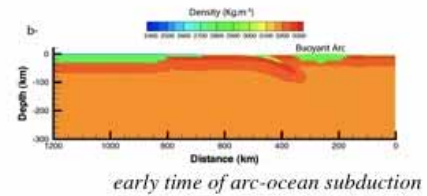
Geodynamical Analysis: Feedback between Modeling and Data



L. Lavier / UTIG

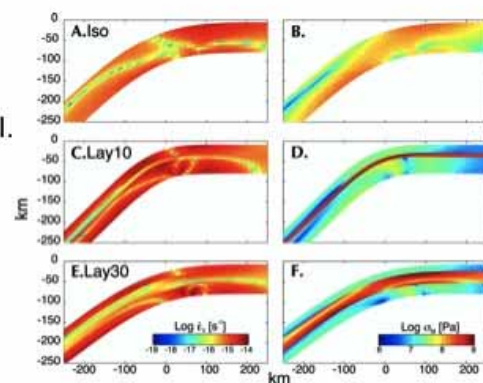
Geodynamical Analysis: Initially use 2D Visco-elastoplastic Code (L. Lavier)

- (1) Designed for lithospheric deformation.
- (2) Evolution of slab subduction over time.
- (3) Simulates:
 - a. elastic deformation.
 - b. viscous (ductile flow) using creep laws.
 - c. Mohr-Coulomb plastic flow.
 - d. Has erosion, fault zones.
 - e. Thermal evolution
- (4) Easier to use than 3D CITCOM code
- (5) Code author available for advice.
- (6) Start with 2D subduction geometries.



Geodynamical Analysis of central Honshu: FY2009

- (1) Define force-balance cross-sections for representative zones across Japan trench and SW Japan, with focus on seismogenesis.
- (2) Install Lavier visco-elastoplastic code at ERI.
- (3) Create simple PAC-EUR one-slab model.
- (4) Simulate PAC subduction, analyze deformation inside slab, overlying plate.
- (5) Create more complex PAC-EUR model including crust and accretionary system.
- (6) Discussion between ERI, USC, and UTIG regarding PHS-EUR model (including Izu-Bonin arc).



*Strain rate and stress due to slab bending of 3 different internal structures.
(Capitanio et al., G-cubed, 2009)*

3 . 平成 22 年度 ~ 23 年度の実施計画

平成 22 年度:2次元粘弾塑性モデルにより、首都直下のフィリピン海スラブの挙動、応力の蓄積プロセス・変形プロセスについての実験を行う。

平成 23 年度:シンプルなシステムからなる東北日本南部の沈み込みシステムについて検討を加えるとともに、関東下の地震発生ポテンシャルの抽出に資する数値実験を行う。