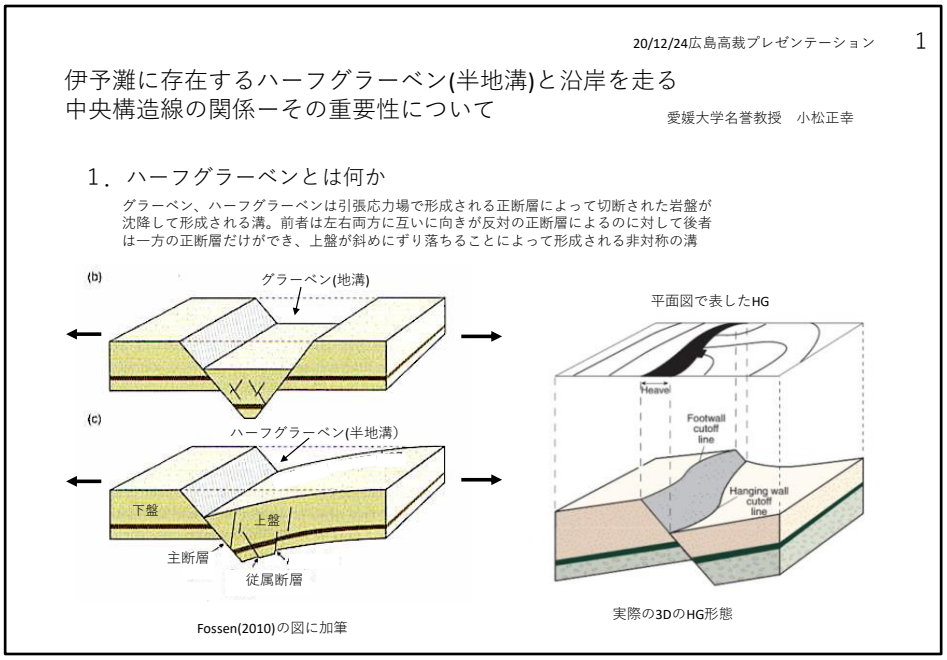
伊予灘に存在するハーフグラーベン（半地溝）と沿岸を走る中央構造線の関係

－その重要性について－

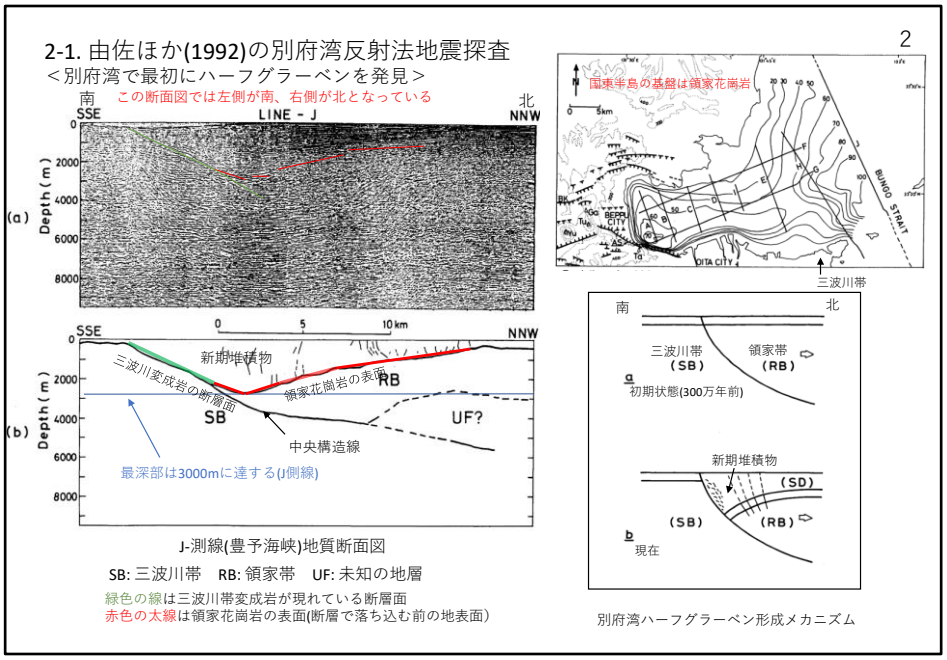
愛媛大学名誉教授　小松正幸



別府湾から伊予灘に存在する深い溝、すなわち、ハーフグラーベンとその形成に主断層として活動した中央構造線の重大な問題について説明いたします。

まず、はじめに、ハーフグラーベンとは何かについてお話します。このスライドの下の図を御覧ください。地盤に水平に引っ張る力が働いている場合、これを伸長応力場といいますが、この場合には地盤に正断層ができます。互いに傾斜方向が向き合った２つの正断層がペアでできる場合には、その間の地盤が沈降しグラーベンができます。

正断層が片方だけの場合には、主断層に対して上盤がずり落ちて非対称の溝ができます。これがハーフグラーベンです。



ハーフグラーベンは、世界的に見て珍しいものではありませんが、中央構造線に関し、瀬戸内海で最初にハーフグラベンが発見されたのは別府湾で、1990, 91年に反射法地震探査が京大グループによって実施され、その結果が1992年に報告されました。

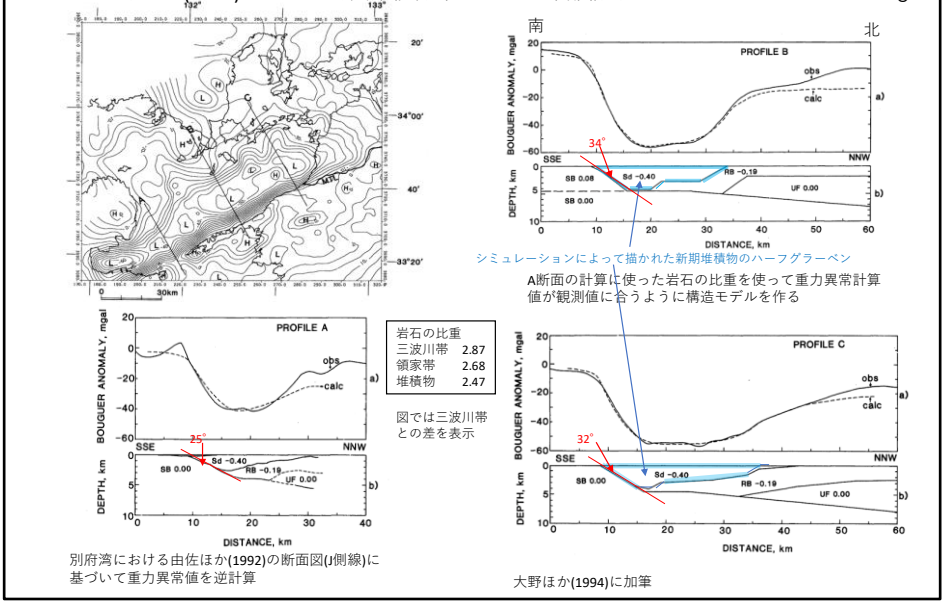
右上の図は探査測線を示したもので、このうち豊予海峡の測線Jについて探査図とその解釈による地質断面図を左下に示してあります。測線図にあるように別府湾の南側には三波川帯が、北側には領家帯が基盤として存在します。測線Jの断面には南の三波川帯から北へ傾斜する反射面が認められ、領家帯の岩盤の下に潜り込んでいます。領家帯表面の反射面は北へゆるく上がって行きます。三波川帯の北傾斜の面と領家帯の北上がりの面に囲まれた非対称の三角形の部分に堆積物があります。この堆積物はまだ固結していない新しい堆積物だということが分かっています。

このような構造がどのようにしてできたのかを説明したのが右下の図です。初生的には領家帯は三波川帯と地表で重なっていたものが、正断層によって領家帯が北へずれ落ち、その間にできた溝、すなわちハーフグラーベンに堆積物が溜まっていった、というプロセスです。一番下の堆積物は後期鮮新世、約300万年前と推定されています。西南日本では三波川帯と領家帯の間の断層は中央構造線ですから、断面図で示された境界線は中央構造線です。このように、300万年前以降、中央構造線の再活動によって別府湾にハーフグラーベ

ンが形成されてきた、ということが分かったのです。

伊予灘のハーフグラベンを実証した

2-2. 大野ほか(1994)による重力異常値分布に基づく深部構造のシミュレーション　3



愛媛大学の大野グループは西瀬戸内海地域の重力調査を行っていましたが、それをまとめると、別府湾から伊予灘にかけてこのスライドの左上の図のように大きな負の異常帯が存在することを発見しました。

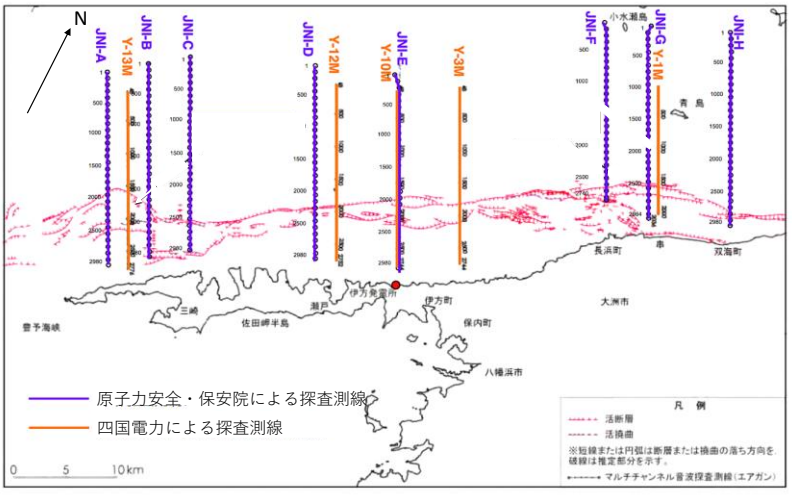
負の異常帯は周辺より軽い物質が存在することを意味します。

大野さん達はこれは由佐さんらが別府湾で見出したハーフグラーベンが伊予灘にも続いていることによるのではないかと考え、伊予灘の重力異常断面についても重力異常の計算値と観測値が合致するようにモデルをつくりました。

これが右の２つの断面図です。水色の部分が軽い堆積物がたまったハーフグラーベンです。この断面図はMTLの傾斜角が30°になること、ハーフグラーベンの最深部が3000m以上に達することを示した点で重要です。

2-3. 伊予灘における四国電力・原子力保安院の反射法地震波探査 4

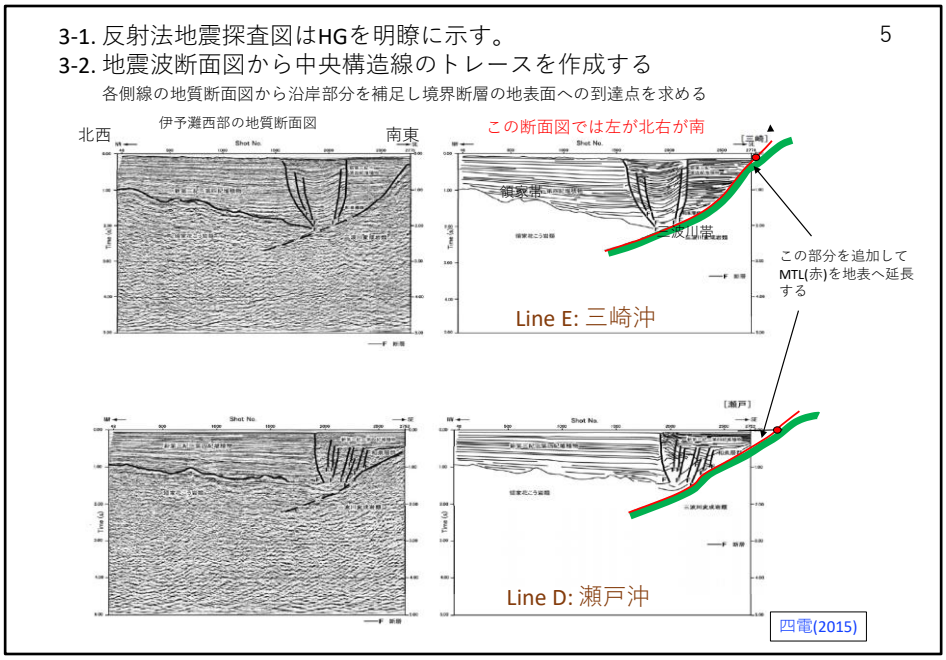
佐田岬半島沿岸から2.5～4km沖までデータがない



原子力安全・保安院（2008）

5

90年代後半には伊予灘においても四国電力や原子力安全保安院によって反射法地震探査がなされ、海底下の深部構造が分かるようになってきました。このスライドは両者による測線図で、半島に直交する方向で測線がはられていますが、沿岸から２ないし４kmの間は空白になっています。

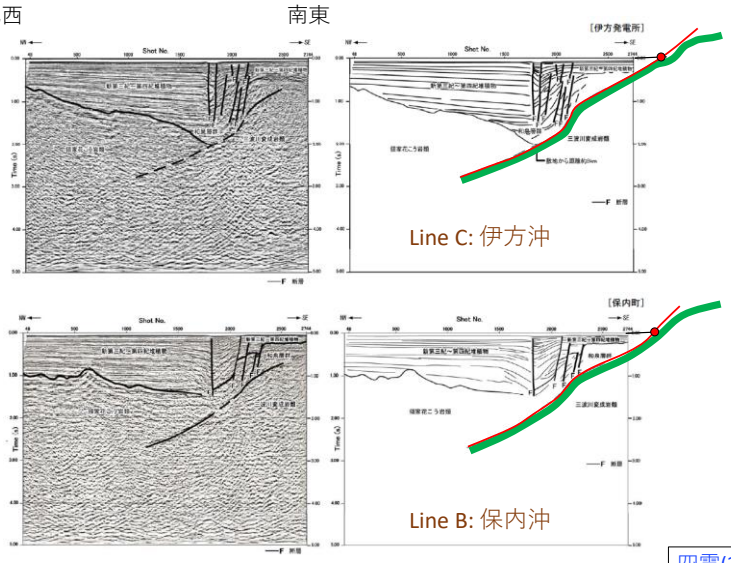


これらの図は四国電力による深部探査の断面図です。左が測定結果で右が解釈地質断面図です。どれも別府湾と同じようにハーフグラーベンができていることが分かります。中央構造線断層帯は深部で中央構造線を切っていません。これらの断面図は先程申したように、沿岸部分のデータがありませんので、その部分を補って、断面図の中央構造線をそのまま延長して海底面に達するポイントを求めました。

次のスライドがこれらをまとめて表したものです。

伊予灘中部

北西　　南東

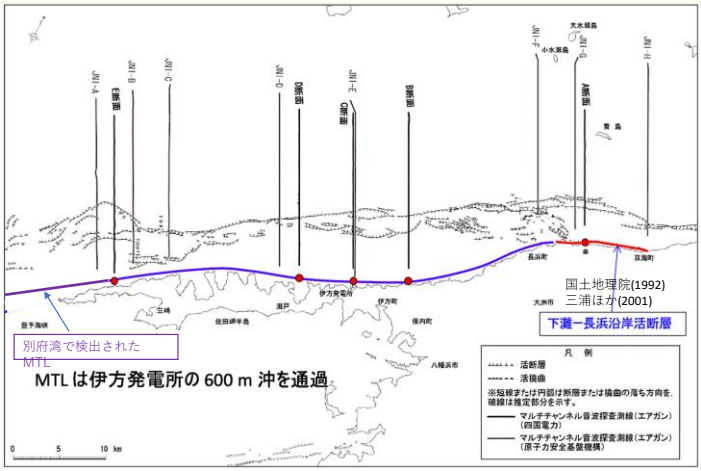


四電(2015)

3-2 反射法地震探査による断面図から求められたMTLの地表トレース

7

MTLトレースが佐田岬半島北岸の海岸線に一致していることは重要で、
現在の海岸線がMTLによって切断されたことを示す



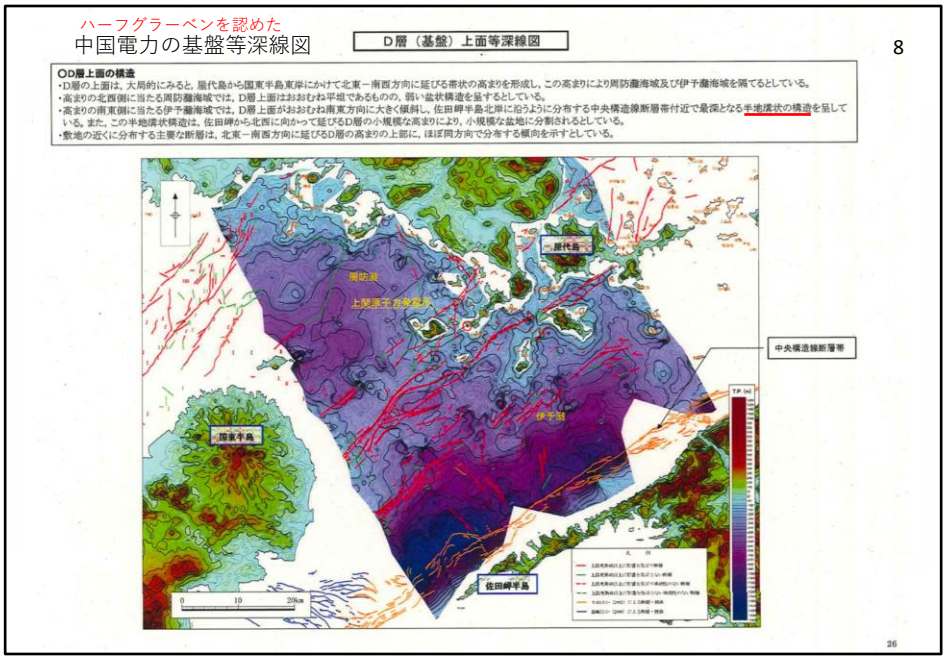
この図に示したように、中央構造線は沿岸すれすれに沿岸の地形に沿ってゆるいカーブを描きます。そして注目されるのは検出した中央構造線の東端で下灘ー長浜沿岸活断層に合体します。西端は別府湾で検出された中央構造線に繋がります。

これが伊予灘のハーフグラーベンを形成した主断層である中央構造線の地表トレースと見なすことができます。佐田岬半島の沿岸地形に平行に走ることは沿岸が中央構造線によって切断されていることを示すものと考えられます。

新期堆積層の中にある、沖合の副次的断層帯は、１２～３万年前以降に活動している活断層です。この点については、債務者（四国電力）も、沖合の断層帯が活断層であると述べていて、同意見です。

沖合の副次的断層帯が活断層であることは、この副次的断層帯を形成する原因となった中央構造線も、また、１２～３万年前以降に活動している活断層であることを示しています。

ハーフグラーベンを認めた
中国電力の基盤等深線図



伊予灘ではさらに2000年代に中国電力によって中北部の深部探査がなされました。この探査によって、伊予灘には中部と北部に２帯の活断層帯があることが分かりました。

このスライドは中国電力が伊予灘の海底深部探査の結果に基づいて基盤(領家帯および三波川帯)の深さ分布をまとめたもので、地表の標高を示す地形図と反対に色の濃い部分ほど深いことを表しています。この報告書で中国電力は「伊予灘ではD層(注；基盤の領家帯)上面は南東方向へ大きく傾斜し、中央構造線断層帯付近(注；領家帯と三波川帯の会合部)で最深となる半地溝状をなしている」と述べています。

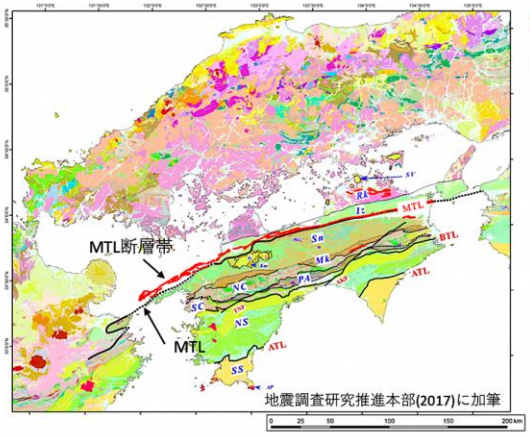
中国電力は伊予灘のハーフグラーベンの存在を認めています。

伊予灘ー別府湾における深部物理探査の進展に基づく「中央構造線断層帯」長期評価第２版の新たな認識

9

1) 伊予灘ー別府湾はMTLの活動によって形成されたハーフグラーベンである。

2) ハーフグラーベンを形成した主断層は中角度の中央構造線(MTL)であり、
北側前面の中央構造線断層帯は副次的断層で、深部においてMTLを切断していない。

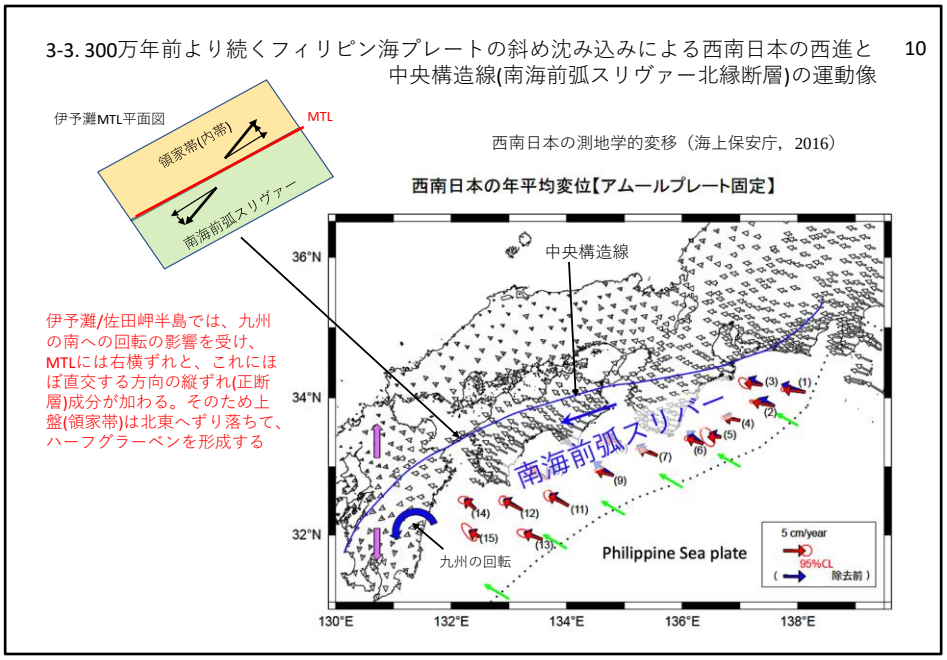


3) 伊予灘ー別府湾のMTLは活断層の
可能性がある。

(地震調査研究推進本部(2017))

公的な地質図に初めて伊予灘の
中央構造線(MTL)が書き込まれた

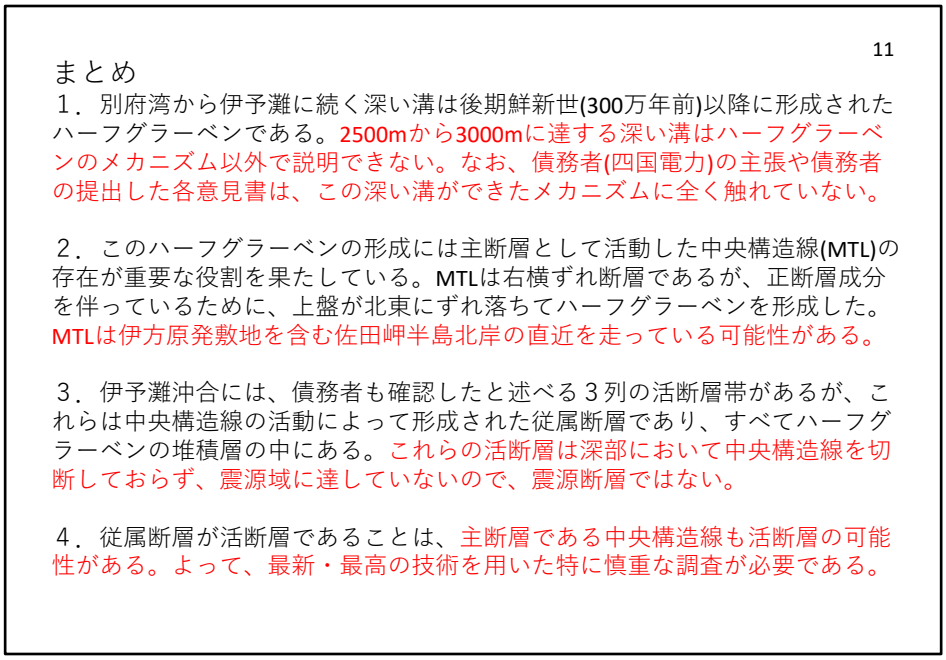
政府の地震調査推進本部は長期評価「中央構造線断層帯」(第2版)においてこれまでの中央構造線に関連する深部物理探査の結果を踏まえ、このスライドに書いてあるように新たな認識を示しました。



別府湾―伊予灘のハーフグラーベンを形成した中央構造線は、フィリピン海プレートの斜め沈み込みによって西向きに移動する南海前弧スリヴァーと呼ばれる小陸塊の北の境界断層と考えられています。

フィリピン海プレートの西向き斜め沈み込みは約300万年前から始まり、現在進行中です。したがって、これに伴う中央構造線の運動も300万年前からはじまり現在進行中です。

南海前弧スリヴァーは九州で南に回転していますが、その影響で別府湾や伊予灘にも南北に開く力が及んでいるために、中央構造線は右横ずれをしながら、上盤が北東にずれ落ちる動きをつくっていると考えられます。これがハーフグラーベンを形成したメカニズムです。



以上をまとめます。

1　別府湾から伊予灘に続く深い溝は後期鮮新世（300万前）以降に形成されたハーフグラーベンです。2500ｍから3000ｍに達する深い溝はハーフグラーベンのメカニズム以外で説明できません。債務者（四国電力）の主張や債務者の提出した各意見書は，この深い溝が出来たメカニズムに、全く触れていません。

2　このハーフグラーベンの形成には主断層として活動した中央構造線（MTL）の存在が重要な役割を果たしています。MTLは右横ずれ断層ですが，正断層成分を伴っているために、上盤が北東にずれ落ちてハーフグラーベンを形成しました。MTLは伊方原発敷地を含む佐田岬半島北岸の直近を走っている可能性があります。

3　伊予灘沖合には、債務者（四国電力）も存在を確認し、活断層だと述べる3列の活断層帯がありますが、これらは中央構造線の活動によって形成された従属断層であり、すべてハーフグラーベンの新期堆積層の中にあります。これらの活断層は深部において中央構造線を切断していないので、震源断層ではありません。

4　従属断層が活断層であるので、これを形成した主断層である中央構造線も活断層の可能性があります。よって、佐田岬半島北岸の地下構造について、最高・最新の技術を用いた特に慎重な調査、検討が必要です。