

活断層・火山研究部門

佃 栄吉¹⁾・杉山 雄一¹⁾・岡村 行信¹⁾・桑原 保人¹⁾・伊藤 順一²⁾

1. 活断層研究センター

2001年に独立行政法人として発足した産業技術総合研究所(産総研)が第一期4年間の研究活動を開始した際、「活断層研究センター」は時限的・集中的に重要テーマに取り組む研究組織である「研究センター」の一つとして位置づけられた。研究実施期間は当初5年間として、総勢15人の常勤研究員でスタートした。

活断層研究センターは1976年10月に設置された旧地質調査所の環境地質部地震地質課をルーツとしている。地震地質課では、工業技術院特別研究費を主な研究費として、トレンチ調査による活断層活動評価、全国をカバーする50万分の1活構造図編集出版など、組織的な研究実施体制で進められていた。1995年1月17日に発生し、6,434人の犠牲者を出したマグニチュード7.3の兵庫県南部地震(阪神淡路大震災)は、活断層の活動により引き起こされた戦後最大の都市直下の大規模地震災害として社会的に大きな注目を浴びた。その結果、国の地震調査研究推進本部体制の下で一元的に地震関連研究が実施されることになり、「地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的施策」に位置づけられ、地質調査所は活断層研究の中核的研究組織となった。活断層に関する諸研究は産総研に引き継がれ、活断層研究センターとして組織的に明示されたことにより、活断層に関するナショナルセンターとしての役割を担うことが明確となった。

活断層研究センターでは、1)活断層の調査研究、2)海溝型地震の調査研究、3)地震災害予測の調査研究、が主たるミッションとされた。活断層の調査研究は、1996年度に開始された「活断層調査事業」を継承し、地震調査研究推進本部の定めた全国98の主要活断層の調査研究を自治体等と連携して実施した。この事業は2005年度以降、文部科学省委託事業「活断層の追加・補完調査」に引き継がれ2015年度まで継続された。

大規模活断層の評価も活断層研究の重要テーマである。中央構造線活断層系や糸魚川-静岡構造線活断層系などのセグメンテーション、活動区間の予測など将来の活動性評価研究を実施した。また、トルコの北アナトリア断層系を

対象とした国際共同研究も実施した。

原子力発電所の安全性評価の信頼性向上を目的とする活断層に関する研究を、旧原子力安全・保安院および旧原子力安全基盤機構からの委託研究、請負研究などにより実施した。さらに、2004年新潟県中越地震、2005年福岡県西方沖地震、2005年パキスタン地震、2008年岩手・宮城内陸地震などの、国内外で発生した大規模な活断層地震の緊急調査を実施した。

これらの調査によって解明された活断層の位置・形状、活動性、活動履歴などの成果やデータは、学術論文のほか、毎年度発行している「活断層・古地震研究報告」や50万分の1活構造図などに公表し、地震調査研究推進本部による活断層の長期評価などに活用されている。また、これらの調査データは、産総研が独自に開発した活断層データベースに他機関の公表データと合わせて収録・公開されている。さらに、研究成果の公開性・透明性を確保するため、トレンチ調査などの調査速報、研究会や学会活動、外部委員会活動などを研究センターのホームページや毎月発行した活断層研究センターニュース(AFRC NEWS)を活用してタイムリーな発信にも務めた。

海溝型地震については、千島海溝沿いの北海道東部太平洋岸、日本海溝沿いの仙台平野と石巻平野、相模トラフ沿いの房総半島、南海トラフ沿いの駿河湾～遠州灘沿岸、志摩・紀伊半島および四国太平洋岸において、過去の大規模地震・津波に関する研究を行った。このうち、北海道太平洋沿岸では、旧地質調査所時代の1997年度に開始した津波堆積物の調査により、海岸から1～4km程度内陸にまで達する大規模な津波が約500年間隔で発生してきたことが分かった。さらに津波シミュレーションにより、17世紀の津波は十勝沖～根室沖のプレート境界を震源とする連動型巨大地震によって引き起こされたと推定した。これらの研究成果は2004年度に「津波浸水履歴図」として公表し、国や北海道の海溝型地震の防災・減災計画に活用された。

日本海溝沿いについては、文部科学省の「宮城県沖地震における重点的調査観測」(2005～2009年度)に参加し、津波堆積物調査などにより、仙台、石巻両平野では869年の

1) 産総研 名誉リサーチャー

2) 産総研 地質調査総合センター活断層・火山研究部門

キーワード：活断層・火山研究部門、活断層研究センター、活断層、地震、火山、長期的地質変動

貞観津波が当時の海岸線から3～4 km 内陸にまで達していたことを解明した。また、このような巨大津波は450～800年程度の間隔で過去4000年間に繰り返し発生していたことが分かった。さらに津波シミュレーションにより、石巻、仙台両平野と浪江町の貞観津波による堆積物の分布を説明する地震として、断層長200 km、幅100 km、すべり量7 mのプレート間地震を提示した。このほか、2004年12月に発生したスマトラ沖地震・津波について、文部科学省科学技術振興調整費、日本学術振興会二国間交流事業共同研究などによって、ミャンマー、インドおよびインドネシアと国際共同研究を行った。

地震災害予測については、活断層やプレート境界の地震評価情報をもとにして、地震動被害予測、津波被害予測および断層のずれによる被害予測研究を実施した。2002年度までに先第三系基盤、断層および表層地盤の不均質を考慮した大阪平野の3次元地盤構造モデルと地質学的情報および応力場の不均質を考慮した上町断層などの動的破壊シナリオを作成した(第1図)。これらに基づく地震動計算を行い、地盤構造モデルの改良と地震動の再計算を繰り返した上で、2004年度に大阪湾周辺の地震動予測地図

を作成し、予測結果の一部を活断層研究センターのホームページで公開した。

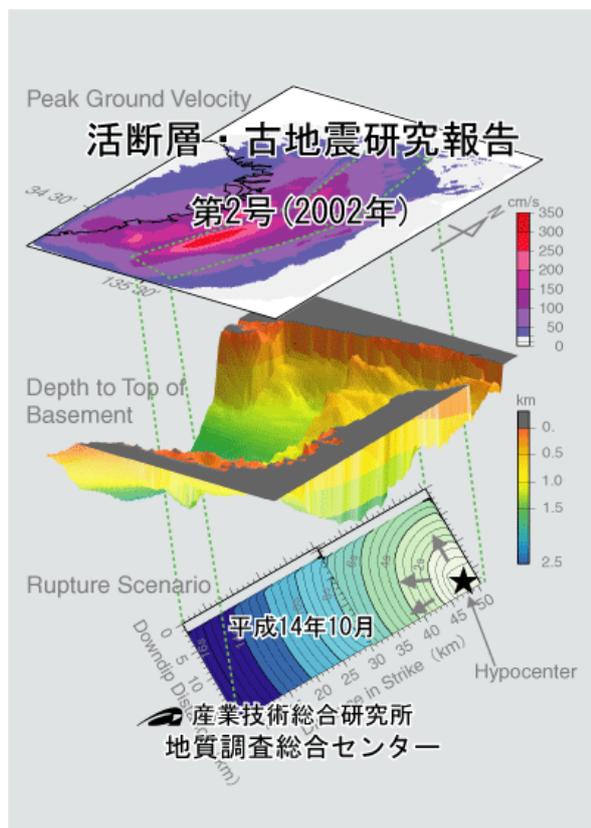
2005～2006年度には、経済産業省からの委託により、屋外石油貯蔵タンクの地震リスク低減を目的とする地震動特性計算を、上記研究で開発した3次元地下構造モデルと不均質震源に基づく手法を用いて、新潟、大阪などの6つの堆積平野を対象に行った。また、同複数年度には、株式会社大崎総合研究所との共同研究により、複数の断層からなる断層帯における破壊の進展・乗り移りを動力的な断層モデルを用いて解析した。さらに2004～2008年度には、地表および浅層地盤における断層のずれによる構造物などの被害軽減のため、断層変位に伴う地表変形予測に関する研究を3次元個別要素法などにより行った。このほか、科学技術振興調整費「地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究」(2000～2004年度)に参加し、大地震の震源破壊過程と地表地震断層の形状や変位量分布との関係を検討し、活断層情報による不均質震源特性の拘束方法を提案した。

2. 活断層・地震研究センター

活断層研究センターは後に8年の研究実施期間となり、2009年4月には「活断層・地震研究センター」に改組されたが、ほとんどの研究活動はこれに継承された。活断層・地震研究センターは、地形・地質学的調査に基づいた過去の大地震及び巨大津波を解明する研究と、地球物理学的手法に基づいた地震の発生メカニズムを解明する研究を融合し、将来の地震規模、発生時期の予測手法を高度化することを目的として、関連分野の研究者を集めた研究センターとして設立された。

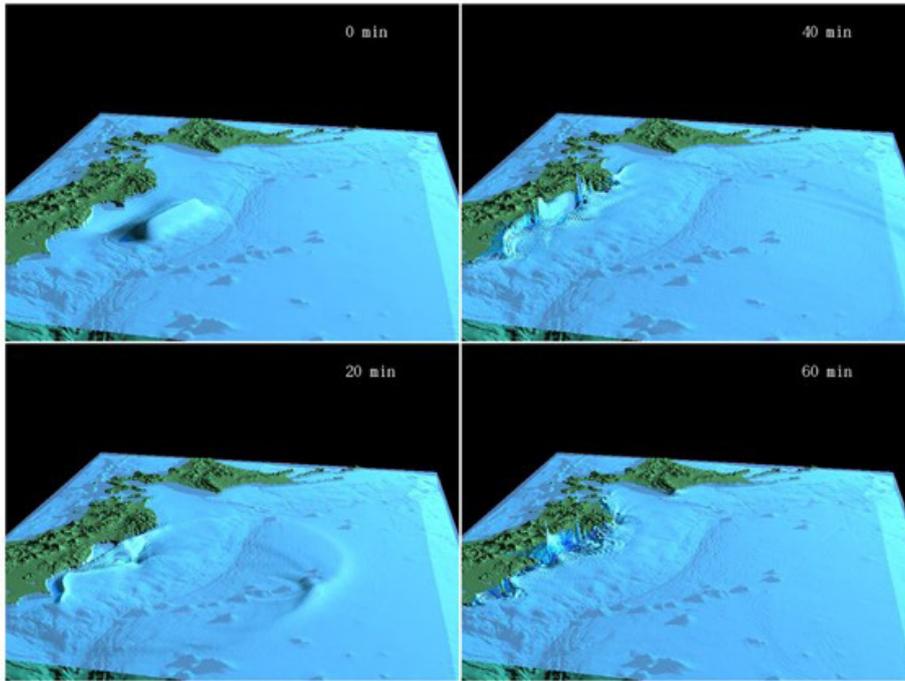
活断層については、文部科学省からの受託事業として陸域及び海域で40断層以上の調査を実施した。また、活断層データベースの機能向上を進め、地理院地図やGoogle Mapでの表示を可能としたことで、アクセス数は年間100万ビューに達するなど、国内への活断層情報の普及に貢献した。トルコの北アナトリア断層などの長大活断層での活動履歴と変位量の調査を実施し、過去の連動型地震の検出方法を提案した。

海溝型地震(長期予測)については北海道東部、仙台平野、南海トラフなどで津波堆積物調査を実施し、宮城県沖で西暦869年に発生した貞観地震の津波波源モデルを構築し公表した(第2図)。その結果を国の地震評価や原子力発電所の安全審査にも反映するように働きかけたが、2011年3月の東北地方太平洋沖地震には間に合わなかった。この



第1図 上町断層系の地震による大阪平野での地震動の予測。

上：地動速度(東西成分)のピーク値の空間分布。中：基盤岩の上面深度。下：動的破壊シナリオにおける各点の破壊開始時刻。



第2図 津波堆積物調査に基づいて推定された西暦869年貞観地震の津波伝播。発生時から0, 20, 40, 60分後の津波波高を誇張して示している。

研究による浸水予測域が東北地方太平洋沖地震の津波浸水域とよく似ていたことから、津波堆積物研究の重要性が社会的に認められた。

また、南海トラフ巨大地震の中・短期予測を目指して、南海トラフ沿いのプレート活動を監視するために整備した地下水等総合観測網による地殻のひずみ・地下水位などの観測データと、防災科学技術研究所の傾斜計、気象庁のひずみ計などの観測データを交換するシステムを構築し、全データを同時解析することによって短期的ゆっくりすべりの検出能力を向上させた。それによって、四国～中部地方までの陸の下にあるプレートの沈み込み境界で発生するマグニチュード5.5以上の短期的ゆっくりすべりをほぼ検出できるようになった。

地震災害予測に関しては、糸魚川－静岡構造線の活動を再現するため、断層周辺の応力場推定と活断層も含む地下深部構造をモデル化し、断層活動の相互作用を考慮した地震サイクルシミュレーションが可能な物理モデルの構築を目指した。また、同断層の地震規模と地震動を計算するために、低角逆断層まで計算できる動的破壊の計算プログラムを整備した。

地震動の予測精度向上を目指し、関東平野、大阪平野、新潟県南部などを対象とし、研究を進めた。具体的には、自然地震の連続観測と地震波干渉法による地盤構造推定に関する研究、微動探査による地盤構造調査、ボーリングや物

理検層による平野地質調査、反射法地震波探査による伏在断層の調査である。また、地盤構造モデルのデジタルデータを公開し広く利用に供した。東日本大震災を受け、地震・津波によるリスクの評価に関する研究を所内連携で進め、産業の脆弱性カーブを作成した。

3. 活断層・火山研究部門

2011年東日本大震災以後、地震・火山活動等の低頻度大規模災害への社会的関心が増大し、より精度の高い地震・火山活動予測情報の提供への期待が高まった。また、数百年～数万年に一度という低頻度な災害の予測に対しては、過去に起こった事象を明らかにする学問である地質学の手法を用いた研究への期待も大きくなった。さらに、東京電力福島第一原子力発電所の事故を契機に、原子力施設の立地・廃止・廃棄・最終処分安全規制等に関連して、数十万年単位の長期的な視点での地質変動予測研究に対する行政ニーズも増加した。2014年3月までの5年間の時限で設置された活断層・地震研究センターの終了を機に、上記の社会的要請に応えるため、産総研地質分野では、地震、火山、長期的地質変動の研究について、分野の中で分散して研究してきた研究者を一つの部門に統合し、これまで以上に発展させることを目的に、2014年4月に新たに活断層・火山研究部門を設立した。

第1表 主要研究項目・研究内容・研究目標

主要研究項目・内容	研究目標 (5年)
1)地震・火山活動に関わる知的基盤整備	
①地震に関わる基盤情報整備	<ul style="list-style-type: none"> ・ 内陸活断層の継続的調査 (5年間でおよそ25断層) ・ 連動型地震・低活動断層評価技術開発 ・ 地震テクトニックマップ設計と関東地域での適用 ・ 過去の津波履歴調査・データベース作成 (東北太平洋岸, 南海・相模トラフ)
②火山に関わる基盤情報整備	<ul style="list-style-type: none"> ・ 火山地域の地質図作成 (重要火山は5年間で3火山以上) ・ 過去の噴火の噴火推移データ整備 (およそ20火山) ・ 20万分の1スケール全国火山図完備
③アジア太平洋地域の地震火山災害図・国際標準化	・ CCOP等国際協力関係の強化, アジア太平洋地域の地震火山情報整備と地震火山災害図の作成
2)地震・火山活動と災害誘因の評価・予測手法の研究	
④地震発生・地震動・地表変形の予測手法開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地震動と地表変形の予測手法開発 ・ 南海トラフの地殻活動モニタリングと中短期的地震発生シナリオ作成
⑤火山現象のモデル化	・ 火山活動の評価手法と噴火活動推移の予測技術開発
3)長期的な地質変動の評価・予測手法の研究	
⑥放射性廃棄物地層処分の安全規制の支援研究	<ul style="list-style-type: none"> ・ 長期地質現象のデータベース作成 ・ 地下水年代測定・熱水活動予測技術の開発 ・ 岩盤の核種隔離性能の評価手法開発
■課題の枠を超えた融合研究の推進: 広くユニットや分野の枠を超えた課題のシーズ研究を奨励し, プロジェクト化をはかる	

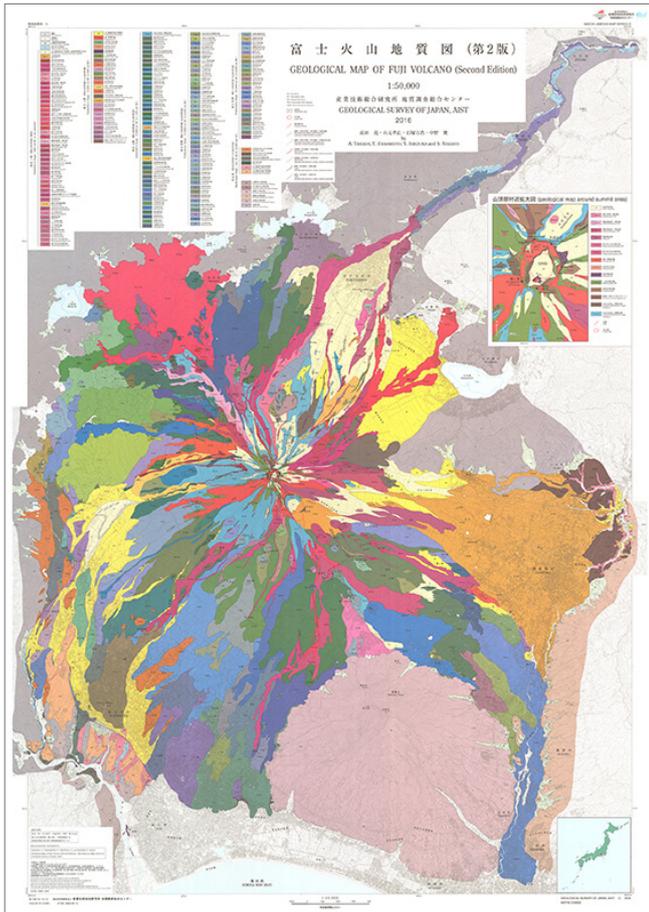
新しい組織は主に、旧活断層・地震研究センターで地震研究を行ってきた研究者(約35名)、地質情報研究部門で火山の研究を行ってきた研究者(20名弱)と長期地質変動の研究を行ってきた研究者(20名弱)が集まり、10の研究グループでスタートした(その後11研究グループとなる)。部門の研究理念は、「地質情報から過去を知り、将来を予測するための研究を通して社会の持続的発展に貢献する。」とし、成果が社会的判断に活用されることを強く意識した研究活動を実施することとした。ミッションとしては、1)地震・火山活動に関わる知的基盤整備、2)地震・火山活動と災害誘因の評価・予測手法の研究、3)長期的な地質変動の評価・予測手法の研究の3項目の推進を掲げ、最初の5年間の具体的な研究目標を第1表のように設定した。

5年間の成果としては、第1表に掲げた各目標はほぼ達成し、特に地震・火山活動に関わる知的基盤整備では(第3図)、“活断層データベース”や“日本の火山”データベース等の各種データベースを整備発展させるなど、我が国のこの分野の標準となっている。この5年間には比較的大きな地震・火山災害が頻発した。特に、2014年9月、犠牲者

数が戦後最悪であった御嶽山の噴火や、2016年4月、九州地方の広い範囲で甚大な被害を伴った熊本地震などで大規模な緊急調査を実施し、社会への的確な情報発信に努めている。

産総研の中長期計画は2020年度から第5期が開始され、当部門の産総研における位置づけが明確となると共に、新たな目標設定もなされている。第5期中長期計画では、重点的に推進すべき研究開発方針に、社会課題の解決に向けて全所的に取り組む研究開発として「強靱な国土・防災への貢献」が掲げられ、具体的に実施すべき研究テーマに「強靱な国土と社会の構築に資する地質情報の整備と地質の評価」が示された。当研究部門はこれを実施する中核研究部門として、最新知見に基づく活断層・津波・火山に関する地質情報整備と、地震・火山活動および長期的な地質変動の評価に資する研究開発を進めている。

部門設立時に掲げた研究課題(第1表)の大部分は、具体的な研究対象や地域を変えながら、現在においても研究の主軸として引き継がれている。特に、活断層データベースや火山地質図に代表される地質災害に関する情報整備は、



第3図 富士火山地質図(第2版). 2016年度出版.

中長期計画よりも長いプランとして、部門設立以前から設定され、整備・更新を継続している。また、従前の研究計画に加え、利用者が必要とする空間・時間分解能を持つデータ仕様への更新や新たなコンテンツ整備も進めている。例えば、2021年度から、活断層データベースにおける断層確認位置情報の精緻化や、火山ハザードマップ作成時の基礎情報として重要となる火口位置情報の収集作業を開始した事に加え、新たな地球科学図シリーズ「大規模火砕流分布図」(全12枚予定)の第1号として「始良カルデラ入戸火砕流堆積物分布図」を公表した。

このほか、南海トラフ巨大地震の短期予測手法の開発を目指す地下水等総合観測に関しては、2020年6月から東海地域以西のひずみ計データを気象庁の南海トラフ地震に対する24時間監視に提供を開始した。また、2021年8月



第4図 (上) 2011年4月11日茨城県北方地震により出現した地震断層の調査風景。(下) 2021年10月阿蘇中岳噴火による降灰の現地緊急調査。

の福岡ノ場海底噴火や同年10月の阿蘇中岳噴火に対応した緊急調査を行い(第4図)、噴火警戒レベルの判定に必要とされる噴火現象に対する科学データを迅速に提供・公表することで、地元自治体の避難対応に科学的見地から貢献してきた。

引き続き、地震・津波・火山噴火を中心として、地質災害に関連する最新地質情報の整備・公表を継続すると共に、地震・火山等の地質災害発生時には緊急対応を通じて、地球科学的見地から社会に貢献することを目標とした研究組織として活動を進めていきたい。

TSUKUDA Eikichi, SUGIYAMA Yuichi, OKAMURA Yukinobu, KUWAHARA Yasuto and ITO Junichi (2022) Research Institute of Earthquake and Volcano Geology.

(受付：2022年6月13日)