

共同利用実施報告書(研究実績報告書)
(特定共同研究(B))

1. 課題番号 2013-B-05

2. 研究課題名 (和文、英文の両方をご記入ください)

和文：地震ハザード評価のための震源モデルの動力的展開

英文：Dynamic Source Models for the Next Generation Ground Motion Prediction

3. 研究代表者所属・氏名 東京大学地震研究所・三宅弘恵

(地震研究所担当教員名) 亀 伸樹

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	参加内容
三宅弘恵	東京大学地震研究所・准教授	地震ハザード評価
亀 伸樹	東京大学地震研究所・准教授	動力的震源モデル
青地秀雄	フランス地質調査所 BRGM・ シニアリサーチエンジニア	国際展開
浅野公之	京都大学防災研究所・助教	運動学的震源モデル
安藤亮輔	東京大学大学院理学系研究科・准教授	動力的震源モデル
井出 哲	東京大学大学院理学系研究科・教授	国際展開
笥 楽磨	神戸大学大学院理学研究科・助教	短周期地震波
加瀬祐子	産業技術総合研究所・主任研究員	動力的震源モデル
後藤浩之	京都大学防災研究所・准教授	動力的震源モデル
関口春子	京都大学防災研究所・准教授	運動学的震源モデル
中原 恒	東北大学大学院理学研究科・准教授	短周期地震波
福山英一	防災科学技術研究所・総括主任研究員	すべり速度時間関数
松島信一	京都大学防災研究所・准教授	地震ハザード評価
宮武 隆	東京大学地震研究所・准教授	すべり速度時間関数
森川信之	防災科学技術研究所・主任研究員	地震ハザード評価
P. Martin Mai	サウジアラビアアブドラ王立科学技術大学 KAUST・教授	国際展開

5. 研究計画の概要（800字以内でご記入ください。計画調書に記載した「研究計画」から変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。）

<研究目的>

地震ハザード評価のための震源モデルの動力的展開を行う。これまでの観測強震データの再現を重視する現実的な震源モデル構築の解析研究に、物理機構に基づく断層破壊の動力的シミュレーション研究を積極的に取り込んだ震源モデル構築を推進する。また、調査および共同研究推進のための会合を通じて、国際的な研究基盤を構築する。

<研究の意義>

現在の地震ハザード評価の震源モデルは、想定した平面断層領域上に破壊パラメタの不均質分布を想定することで構築され、パラメタの平均値とバラつきには解析研究で蓄積された統計が反映されている。しかし、断層形状等の情報を実際に考慮して動力的観点から本当に起こり得る地震破壊シナリオを拘束するには至っていない。本研究課題では、まず、断層破壊の動力的理論研究・波形解析に基づく運動学的震源モデル研究・活断層等の断層幾何形状の野外調査研究のハザード評価研究における共通点を見いだすことを第一の意義とする。次に、地震ハザード評価モデル構築で特に重要となるすべり速度時間関数に焦点を当て、動力学研究から拘束を与えたより現実的な地震破壊シナリオを提示することを第二の意義とする。

<研究計画>

本研究課題の第一の意義である、動力的震源モデル研究・運動学的震源モデル研究・断層幾何形状の共通点を探求するため、平成25年度は、2008年岩手・宮城内陸地震で地表に現れた断層を共同研究対象として選び、研究会議と現地踏査を行った。平成26年度は、20年前に発生した1995年兵庫県南部地震を契機に、わが国の地震ハザード評価が本格的に開始した経緯を鑑み、兵庫県南部地震およびその後の地震ハザード評価の進展について研究会議を行う。そして、動力的震源モデルが担う役割について研究を進める。また、本研究課題の第二の意義である、地震ハザード評価のための震源をモデル化し、より現実的な地震破壊シナリオの提示に資するため、平成25年度は「すべり速度時間関数」および「動力的震源を用いた強震動予測」を重点的に議論した。平成26年度は「震源の階層性」および「短周期地震波」に関する重点的な議論を行う。

6. 研究成果の概要 (図を含めて1~2頁で記入してください。)

キーワード (3-5程度) : 動力学的震源モデル、震源の階層性、短周期地震波、
地震ハザード評価、1995年兵庫県南部地震

平成26年度は研究計画通り、1995年兵庫県南部地震およびこの地震を契機とした地震ハザード評価の進展を共同研究対象として、研究会議を行った。特に、地震ハザード評価のための震源をモデル化し、より現実的な地震破壊シナリオの提示に資するため、「震源の階層性」と「短周期地震波」に関して重点的に議論を行った。研究会議後に、サウジアラビアアブドラ王立科学技術大学の P. Martin Mai 氏に、地震研究所金曜日セミナーにおいて震源インバージョンの不確定性に関する講演を依頼し、理学系研究科を含む所内外から多くの聴衆が参加し議論を行った。

1995年兵庫県南部地震は、活断層の断層幾何形状や、応力場の測定、震源近傍を含む強震記録に関する震源研究が活発に行われた地震である。また、理工学両面から関心が今なお高く、研究の蓄積が多い。参加者が関わった研究としては、摩擦構成則の再構築および断層破壊過程の再現 (Ide and Takeo, 1997; 加瀬・他, 2004; Fukuyama, 2009)、長周期地震波解析による詳細な断層破壊過程の推定 (Ide et al., 1996a, 1996b; Sekiguchi et al., 1996, 2000, 2002)、短周期地震波解析による地震波放射特性の周期依存性の解明 (Takehi et al., 1996; Nakahara et al., 1999)、破壊力を有する強震動パルスに着目した工学的利活用への展望 (Miyatake, 2000; 松島・川瀬, 2000, 2009) 等がある。

研究会議は、2014年6月24日から25日にかけて実施した。震源の階層性については、京都大学防災研究所の関口春子氏と東京大学大学院理学系研究科の井出哲氏に講演を依頼し、震源の各種パラメタの波数特性と短周期生成や、震源の階層性の背後にある概念について新たな考えが提示された。短周期地震波については、東北大学大学院理学研究科の中原恒氏と神戸大学大学院理学研究科の筧楽麿氏に講演を依頼し、1995年兵庫県南部地震当時の短周期地震波研究とその後の進展について、最新の研究成果を含めた紹介が行われた。また、国内における地震ハザード評価の現状について、防災科学技術研究所の森川信之氏に、建築基準法を含めた地震ハザード評価の利活用について、京都大学防災研究所の松島信一氏に講演を依頼した。ただし、これら2つの講演は、参加者の多くにとって、なじみのない内容であった可能性が高い。また、1995年兵庫県南部地震の震源研究について、動力学的な観点から産業技術総合研究所の加瀬祐子氏と防災科学技術研究所の福山英一氏に、擬似動力学的な観点から前掲の P. Martin Mai 氏に、地震工学的な観点から前掲の松島信一氏に講演を依頼した。そして、地震ハザード評価における動力学的手法の適用に向けて、経験的手法・運動学的手法・擬似動力学的手法との比較検討が有効であり、これらを統合した地震シナリオの方向性について議論した。研究会議の参加者の大半は神戸世代であったが、より若いポスト神戸世代の参加者から、固定観念にとらわれない活発な質疑がなされた。

毎年の研究会議とその後の各自の研究により、これまで独立に行われがちであった、震源物理に基づく動力学的なモデルと強震動シミュレーションを繋ぐ幾つかの研究が創生された。また、短周期地震波の生成メカニズムに関して、震源の階層性や動的応力降下の観点から研究がなされた。中には、研究会議の議論内容に inspire されて研究が進展した事例も見受けられた。

上記の通り、本研究課題を特定共同研究(B)として2年間実施することにより、国際的な研究基盤の構築を含む当初の目的はある程度達成された。そのため、特定共同研究(B)の参加者から希望者を募り、平成27年度科研費基盤研究(B)に「動力学的震源を活用した地震ハザード評価の新展開」という研究課題で応募し、翌春採択に至った。

7. 研究実績 (論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無)

- Ide, S., and H. Aochi (2014). Modeling earthquakes using fractal circular patch models with lessons from the 2011 Tohoku-Oki earthquake, *Journal of Disaster Research*, 9, 264-271. 謝辞記載無
<http://www.fujipress.jp/finder/xslt.php?mode=present&inputfile=DSSTR000900030003.xml>
- Ide, S. (2014). Modeling fast and slow earthquakes at various scales, *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, 90, 259-277, doi:10.2183/pjab.90.259. 謝辞記載無
<http://dx.doi.org/10.2183/pjab.90.259>
- Miyatake, T. (2014) The effect of heterogeneous crust on earthquakes: A case study of the 2004 Chuetsu, Japan, earthquake, *Earth Planets and Space*, 66:18, doi:10.1186/1880-5981-66-18. 謝辞記載無
<http://dx.doi.org/10.1186/1880-5981-66-18>
- Nakahara, H., and M. Haney (2015). Point spread functions for earthquake source imaging: An interpretation based on seismic interferometry, *Geophys. J. Int.*, 202, 54-61, doi:10.1093/gji/ggv109. 謝辞記載有
<http://dx.doi.org/10.1093/gji/ggv109>
- 三宅弘恵・入倉孝次郎 (2014). 強震動予測レシピの現状と課題, 第42回地盤震動シンポジウム論文集, 13-16. 謝辞記載無
- 関口春子・上町断層帯重点調査観測研究グループ (2013). 上町断層帯と大阪平野南部の地下構造に関する新たな知見とそれに基づく地震動予測, 第41回地盤震動シンポジウム論文集, 65-70. 謝辞記載無
- Mai, P. M. (2014). The Source Inversion Validation (SIV) project: Uncertainty quantification and quality appraisal for finite-fault earthquake models, 東京大学地震研究所金曜日セミナー, 謝辞記載無
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/Fsemi/F2014.html#a0627>
- Miyake, H., and K. Koketsu (2014). Postdiction of source model and ground motions for the 2011 Tohoku earthquake, AOGS 11th Annual Meeting, SE30-A008. 謝辞記載無
<http://www.meetmatt-conf.net/aogs/aogs2014/m2/abstract.asp?absId=1463>
- Miyake, H., K. Koketsu, and K. Irikura (2015). Recipe for predicting strong ground motion from subduction earthquake scenarios, SSA 2015 Annual Meeting, 謝辞記載無
<http://www.seismosoc.org/meetings/2015/abstracts/>
- 宮武隆 (2014). 内陸逆断層地震震源域の地震前の応力場の計算法についての考察, 2014年日本地球惑星科学連合大会, SSS31-13. 謝辞記載無
<https://confit.atlas.jp/guide/event/jpgu2014/subject/SSS31-13/>
- 宮武隆 (2014). 構造不均質とアスペリティについての力学的考察, 日本地震学会 2014年度秋季大会, D11-05. 謝辞記載無
- 宮武隆 (2014). 構造不均質とアスペリティ: 中越地震についての力学的考察, 日本地震学会 2014年度秋季大会, S21-P03. 謝辞記載無
- 中原恒・Haney Matthew (2014). 震源イメージングに対する点広がり関数, 日本地球惑星科学連合 2014年大会, SSS27-07. 謝辞記載無
<https://confit.atlas.jp/guide/event/jpgu2014/subject/SSS27-07/>