

論文審査の結果の要旨

氏名 木村 将也

本論文は5章からなる。第1章は導入部分であり、地震発生後 P 波が到達する前に観測される重力変化 (P 波前重力信号) を観測する意義およびこれまでの当該分野の研究の理論・観測両面の発展について述べている。特に理論の発展と現在の到達点について、自身の貢献を含めてまとめている。また、2章以降で議論される内容について概説している。

第2章は 2011 年東北地方太平洋沖地震にともなう P 波前重力信号の検出可能性について議論している。超電導重力計・広帯域地震計・Hi-net 傾斜計によって観測された記録に適切なフィルターを施し、震源距離に応じて時刻をずらしてスタッキングすることにより、理論によって予想される信号と同程度の P 波前重力信号が既存研究を超える 7σ の有意性で検出できることを示した。さらに、観測のノイズレベルを考えると、単一の超電導重力計・広帯域地震計・傾斜計では P 波前重力信号をとらえることが困難であるが、重力偏差計による重力の空間微分の計測は、単一の計器で P 波重力信号を検出できる可能性があることを示唆した。

第3章は P 波前重力変化を検出するための信号処理について議論している。第2章では信号の染み出しを防ぐために因果律を満たしたフィルタを適用して信号処理を行なったが、第3章では、他の研究グループで用いられている位相を保存するが因果律を満たさないフィルタの性能を評価した。様々な数値実験を行った結果、因果律を満たさないフィルタであっても、P 波前重力変化の誤検出の可能性は低く、実用的には有用なフィルタであるということを示した。

第4章は P 波前重力変化の信号を用いた地震の発震機構の決定可能性について議論している。2011 年東北地方太平洋沖地震に注目し、解析には Hi-net 傾斜計により観測された P 波前重力変化の水平 2 成分と広帯域地震計の鉛直成分の記録を用いた。適切なフィルタリングおよびスタッキング処理を施すことにより、ノイズレベルを上回る信号が検出された。検出された信号を用いて発震機構を推定したところ、地震の大きさ・発震機構ともに既存の研究と調和的な結果が得られた。特に、地震波を用いて低角逆断層の発震機構を求めると断層の傾斜角をよく拘束できないことが多いが、P 波前重力変化の信号を用いることによって断層の傾斜角をよりよく拘束できる可能性があることを示した。

第5章は本論文の結論部分である。

以上のように本論文は、この 5 年ほどで急速に発展した P 波前重力変化の理論の構築から観測への応用までをカバーするものである。本論文の研究は熾烈な国際競争にさらされながら行われたが、急速に発展する当該研究分野のなかで、本論文は理論・観測の両面においてともに大きな貢献をなし、新しい研究分野を開拓するものである。たとえば、第4章に示す、P 波前重力変化を用いた発震機構の特定の研究は、地震の early warning

をさらに進化させる可能性がある。このような観点から、本論文は博士論文として十分な質・量をもつものである。

なお、本論文第2章・第3章は、亀 伸樹・綿田辰吾・大谷真紀子・新谷昌人・今西祐一・安藤正樹・功刀 卓との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。