

3. 2. 3. 広帯域高ダイナミックレンジ孔井式地震計の開発

(1) 業務の内容

(a) 業務題目

「広帯域高ダイナミックレンジ孔井式地震計の開発」

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
独立行政法人防災科学技術研究所 地震観測データセンター	センター長	小原一成	obara@bosai.go.jp
	主任研究員	功刀 卓	kunugi@bosai.go.jp
	主任研究員	廣瀬 仁	hirose@bosai.go.jp

(c) 業務の目的

海溝型地震発生の理解推進を目的として、海溝型地震の特徴を考慮した地震計の開発を行うため。

(d) 5 ヶ年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

1) 平成16年度

基盤地震観測網で用いられている、高感度加速度計、低感度加速度計（強震計）をベースに広帯域高ダイナミックレンジ化をはかるための改良について検討を行い、3種類の試作機を製作した。新型高感度加速度計については、現行の高感度加速度計を元に短周期で振り切れを押さえる対策をおこなった。この結果として、短周期では地震計の出力が地動速度に比例する（速度平坦の特性をもつ）。強震計についても高感度加速度計と同じ改良を行った。温度変化の激しい地表では、温度変化に起因する長周期のノイズ（直流成分ドリフト）が大きくなるおそれがあるため、直流成分を安定化させる回路を組み込んだものも試作した。

2) 平成17年度

新型地震計試作機作成・評価

平成16年度に試作した地震計を基本として、計測性能向上のため平坦帯域を広げる改良を加えた地震計を新たに試作した。さらに、水平動強震計については、振動台による加振試験を行い、基準センサー（加速度計）で得られた波形との一致を確認した。また、長期試験観測のための観測システムを構築した。

3) 平成18年度

新型地震計試作機作成・評価

平成17年度に試作した地震計を基本として、計測の安定性を向上させるための改良を加えた地震計を新たに試作した。温度の安定した横坑である F-net つくば観測施設（茨城県つくば市）において長期観測を行い能登半島地震にともなう地震波を観測した。強

震時の強震計の動作を確認するため、既存の地上設置速度型強震計との比較観測を開始した。

4) 平成19年度

新型地震計試作機作成・評価

平成18年度までに製作した、高感度加速度計および強震計の試作機について性能評価を行う。平成19年度では、温度の安定した横坑においての長期観測を続行し、他の地震計との比較データを取得する。これらの評価結果をもとに、高感度加速度計と強震計について最終試作機の製作を行う。平成19年度では、これまでの試験観測結果を総合し、広帯域地震計としての性能・安定性のバランスがとれる電子回路のパラメータ決定を行い、これを最終試作機の製作に反映する。また、部品熱処理等による安定性改善を確認し、この効果が認められた場合は、最終試作機の製作に反映する。

5) 平成20年度

総合評価

高感度加速度計および強震計の最終試作機について総合的な性能評価を行う。平成20年度においては、低レベル振動時の性能を調査するために、遠地地震の記録を蓄積し、STS-1地震計との比較を行う。強震計については、小型振動台による加振によって既存の加速度計との比較を行い、観測に問題が無いことを確認する。また、これまでに取得した試験観測データと他の地震計データの比較を行い、試作した地震計の性能に関する総合評価を行って、地震計の設計・構造に基づく考察とともに、既存地震計との得失の評価を行う。

(e) 平成19年度業務目的

平成18年度までに製作した、高感度加速度計および強震計の試作機について性能評価を行う。平成16年度は数値上の比較検討を、平成17年度は振動台による加振試験を、平成18年度は、温度の安定した横坑において長期観測を行った。平成19年度では、温度の安定した横坑においての長期観測を続行し、他の地震計との比較データを取得する。これらの評価結果をもとに、高感度加速度計（水平1、上下1）と強震計（水平1、上下1）について改良試作機の製作を行う。平成16年度は、地震計として動作するかを確認するために基礎的な試作を行った。平成17年度は、平坦特性部分を広げ、計測性能の向上可能性を目的として試作を行った。平成18年度は、計測の安定性を向上させることに重点を置いた試作を行った。平成19年度では、これまでの試験観測結果を総合し、孔井型広帯域地震計としての性能・安定性のバランスがとれる電子回路のパラメータ決定を行い、これを実現する最終的な試作機の製作を行う。

また、部品熱処理等による安定性改善を確認し、効果が認められた場合は、最終試作機の製作に反映する。

(2) 平成19年度の成果

(a) 業務の要約

試験観測の結果、平成18年度に試作した広帯域地震計が、前年度までに試作したものにくらべDCの安定性に特に優れていることがわかった。この結果から、平成19年度に製作する地震計は、平成18年度に製作したものと同モデルとした。更なる改良点として、一時的に電子回路の時定数を短いものに切り替え（100秒→5秒程度）、設置調整にかかる時間を短縮するための、フィードバック回路切り替え機能を組み込んだ。また、温度の安定したつくば地震試験観測施設（横坑）において、他の地震計（STS-1 広帯域地震計）との比較観測を継続した。この結果、2007年3月能登半島地震（深さ50km、M7.1、データ解析は平成19年度）、2007年7月中越沖地震（深さ10km、M6.6）の地震記録を取得した。これらの記録は数ヶ月の稼働状態の間に収録された記録であり、本試作機が長期安定稼働していることを示す。これらの記録や地動雑音の記録からは、時間領域で見ると限りにおいて、試作広帯域地震計と既存の広帯域地震計と遜色がないことが確認された。

(b) 業務の成果

これまで、基盤地震観測網で用いられている、高感度加速度計、低感度加速度計（強震計）をベースに広帯域高ダイナミックレンジ化をはかるための改良を行い、新型広帯域地震計と新型速度型強震計を試作してきた。新型広帯域地震計については、現行の高感度加速度計を元に短周期で振り切れを押さえる対策をおこなってきた。この結果として短周期では速度平坦の特性をもつ。強震計については、新型広帯域地震計と同じ改良を行ったうえ、ドリフトを安定化させる回路を組み込んだものを試作している。今年度に行ったつくば横坑での試験観測の結果、平成18年度に試作した広帯域地震計が、前年度までに試作したものにくらべDCの安定性に特に優れていることがわかった。これは、部品熱処理等による製作工程上の改善と、計測の安定性を向上させるための電子回路パラメータの選択が寄与したものと思われる。以上の試験結果から、今年度の本業務の最終試作機として製作する地震計は、平成18年度に製作したものと同モデルとした（特性は図1、図2）。更なる改良点として、一時的に電子回路の時定数を短いものに切り替え（100秒→5秒程度）、設置調整にかかる時間を短縮するための、フィードバック回路切り替え機能を組み込んだ。

今年度業務においては、温度の安定したつくば地震試験観測施設（横坑）において、前年度から行っている長期観測を続行し、他の地震計との比較データを取得した。この結果、2007年3月能登半島地震（深さ50km、M7.1、データ回収は平成19年度）、2007年7月中越沖地震（深さ10km、M6.6）の地震記録を取得した（図3、図4）。これらの記録は数ヶ月の稼働状態の間に収録された記録であり、本試作機が長期安定稼働していることを示す。また、図5と図6には、試作広帯域地震計等による地動雑音の記録を示すが、時間領域で見ると限りにおいては既存の地震計と遜色がない記録が得られている。

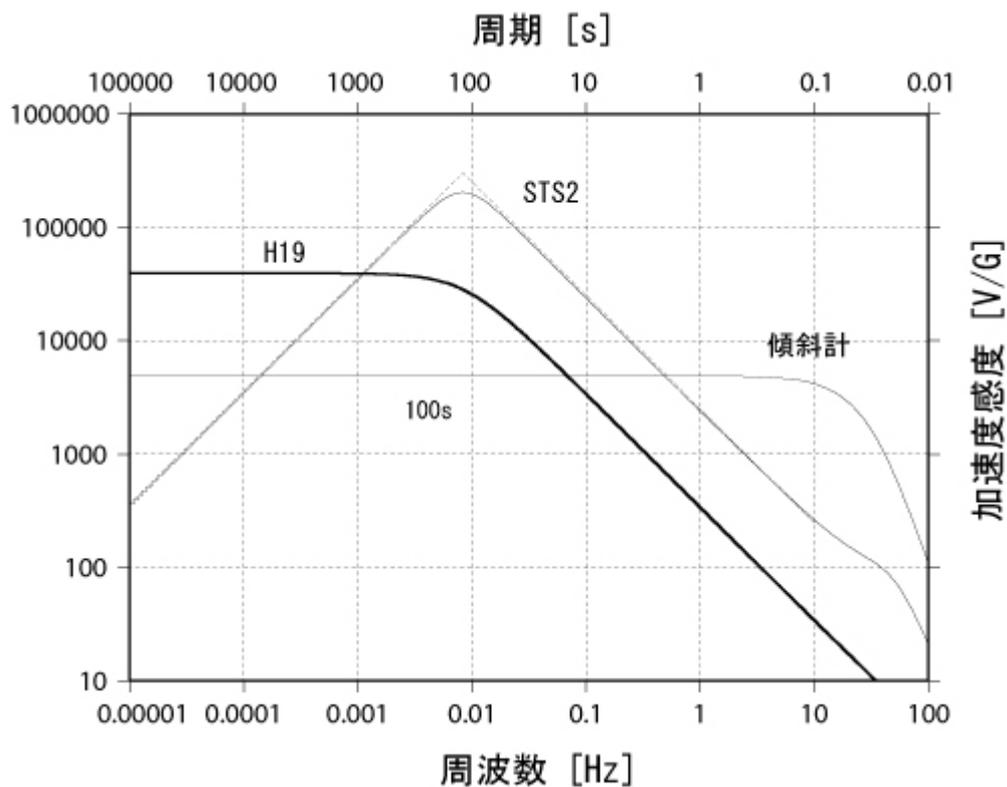


図1 試作広帯域地震計の感度特性 (H19)

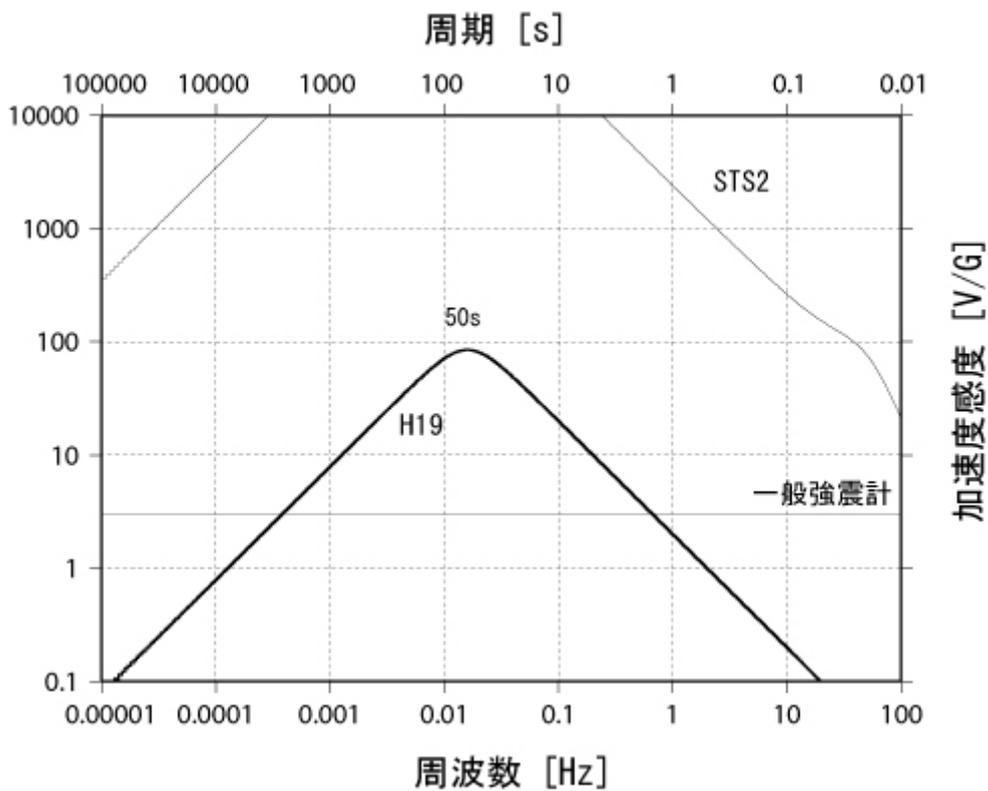


図2 試作速度型強震計の感度特性 (H19)

3. 2. 3. 広帯域高ダイナミックレンジ孔井式地震計の開発

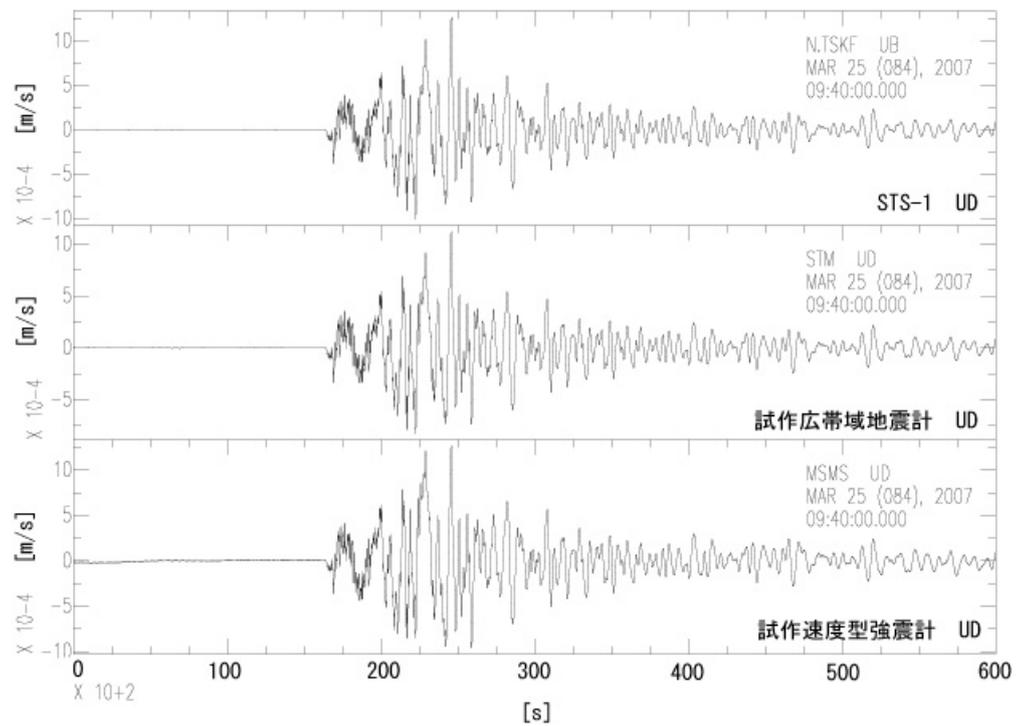


図3 2007年3月25日能登半島地震（深さ50km、M7.1）の地震波

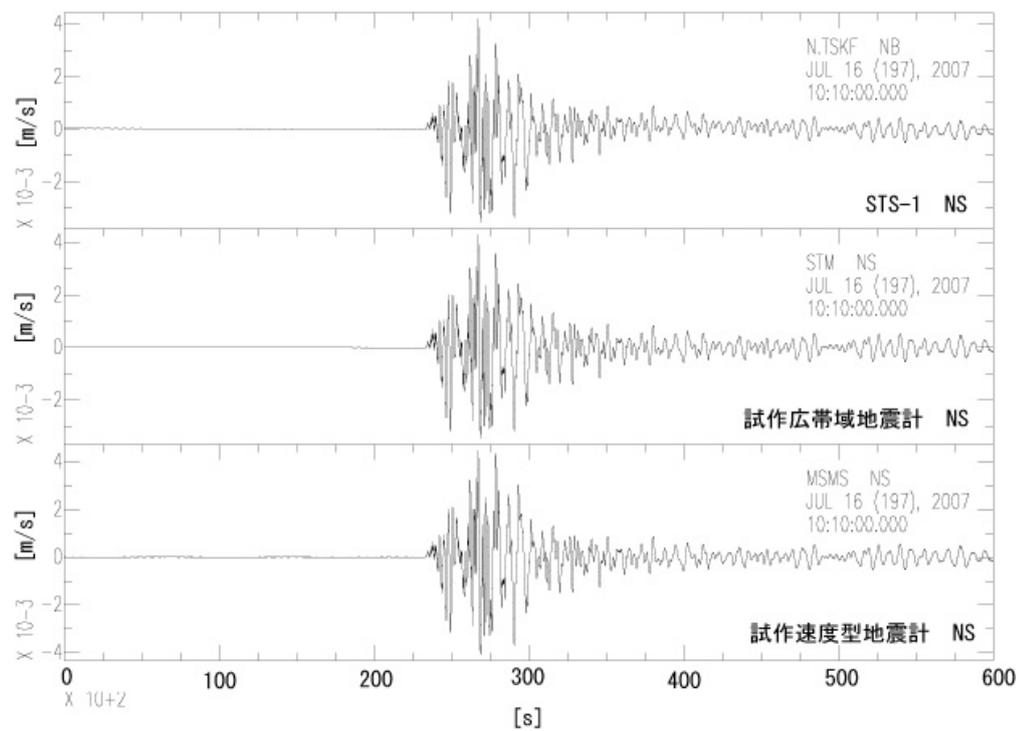


図4 2007年7月16日中越沖地震（深さ10km、M6.6）の地震波

3. 2. 3. 広帯域高ダイナミックレンジ孔井式地震計の開発

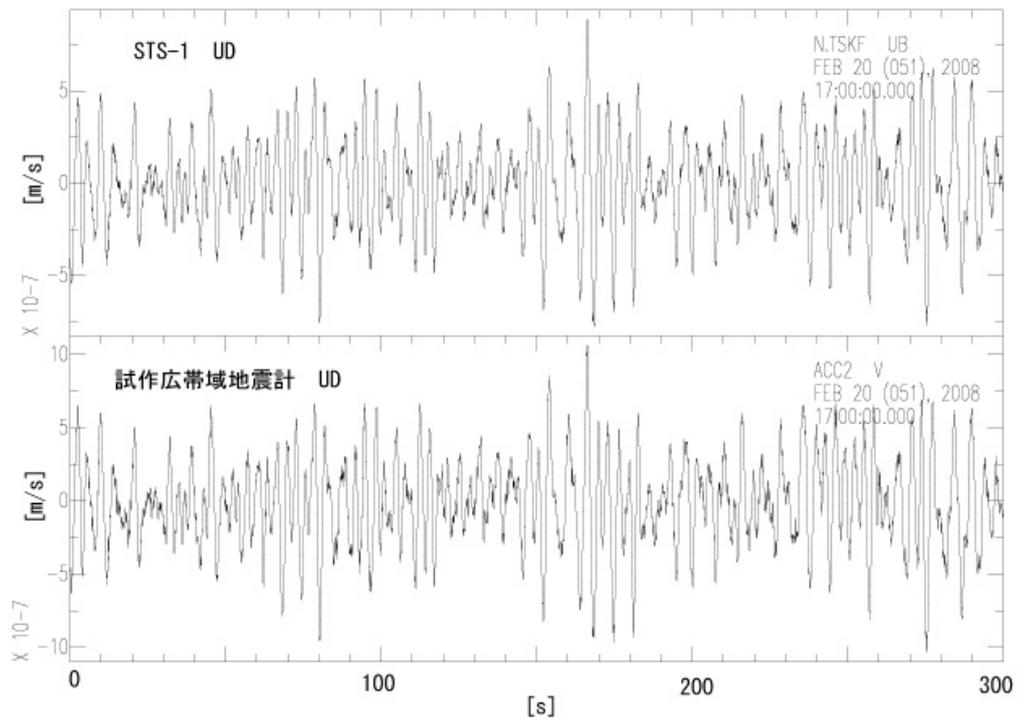


図5 STS-1 と試作広帯域地震計の常時微動（5分間、上下動）

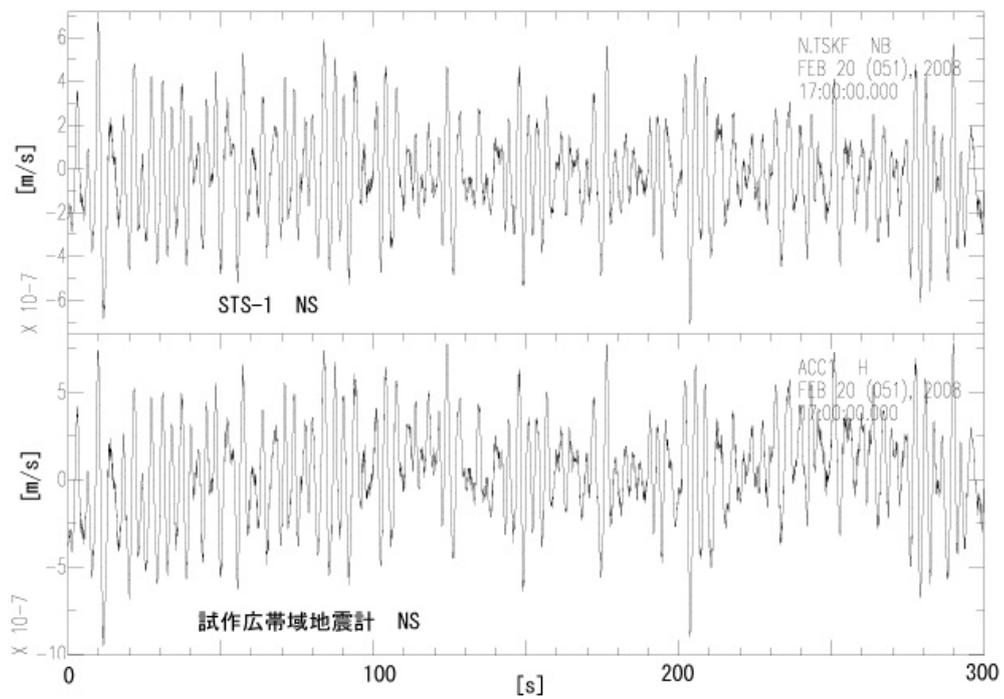


図6 STS-1 と試作広帯域地震計の常時微動（5分間、水平動）

(c) 結論ならびに今後の課題

長期稼働状態において STS 地震計と一致した地震記録を得ることができたことは、本業務で開発した試作地震計の有効性を示すものである。今後は、これまでに取得した試験観測データと他の地震計データの比較を行い、試作した地震計の性能に関する総合評価を行う。特に、常時微動観測による地震計自己雑音スペクトル（高感度加速度計、強震計）の取得によりノイズ性能を確認し、地震計の設計・構造に基づく考察とともに、既存地震計との得失の評価を行うことが重要である。

(d) 引用文献

なし。

(e) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
功刀卓・小原一成・ 笠原敬司	広帯域高ダイナミック レンジ孔井式地震計の 開発	地球惑星科学関 連学会合同大会	2007年5月19日

(f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

なし。

(3) 平成20年度業務計画案

平成19年度までに製作した、高感度加速度計および強震計の試作機について総合的な性能評価を行う。平成19年度では、温度の安定した横坑においての長期観測をおこなっているが、平成20年度においてもこれを続行し、長期稼働した時の地震計の挙動を確認する。また、他の地震計との並行観測データを取得する。強震計については小型高精度振動台による加振によって感度の確認を行う。平成20年度は計画の最終年度であることから、これらの試験観測データと他の地震計データ等との比較を行い、試作した地震計の性能に関する総合評価を行う。