

2019年度
地下計測学研究室
卒業論文、修士論文

2020年3月

微動アレイ探査による盛岡市における地盤増幅率の評価 ー盛岡市青山地区および本宮地区を対象としてー

過去の卒業論文である大場（2019）で極小アレイ微動観測、同様に多田（2019）で大アレイ微動観測を行い、大場2019で地表から10m程度の浅部、多田2019で100～500m程度の深部のS波速度構造の推定がされていたが、10～30m程度の層のS波速度構造の精度が低かったことが確認された。しかし、正確な地盤増幅率を得るためには、10～30mの層のS波速度構造の精度を高くする必要がある。そこで本研究では、盛岡市青山地区および本宮地区において、微動計間隔10～20mの3点微動アレイ観測を行い、10～30m層のデータを取得し精度の高い地盤増幅率を算出することを目的とする。今回観測された位相速度と、大場（2019）および多田（2019）で観測された位相速度を重ね合わせることで、表層から基盤層までの一連のS波速度構造を推定した。そして推定されたS波速度構造から増幅率を求めた。青山地区では1.3～1.8、本宮地区では1.1～1.2の値を示した。次に、大場（2019）で算出された増幅率と比較するために、今回の実測値との差をとった結果、本宮地区ではあまり差が見られなかったのに対し、増幅率が大きいと予測されている青山地区では大きな差が確認された観測点が複数存在した。したがって、増幅率が大きいと予測されている地域では半径0.6mの極小アレイ観測のみだけでなく、微動計間隔10～20mのアレイ観測を行う必要であることがわかった。

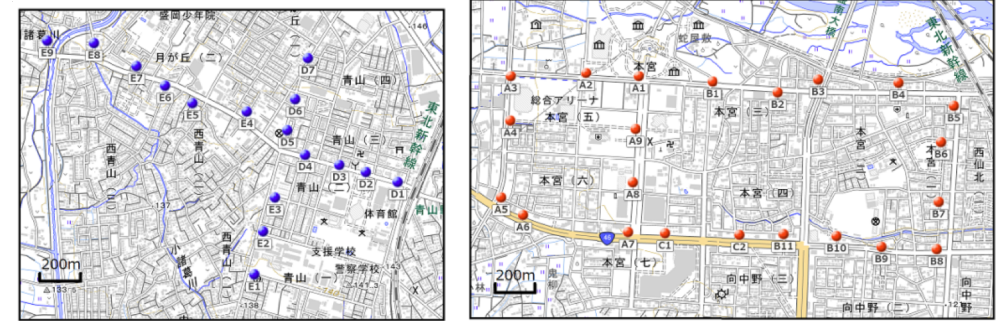


図 青山地区（左）、本宮地区（右）の観測場所

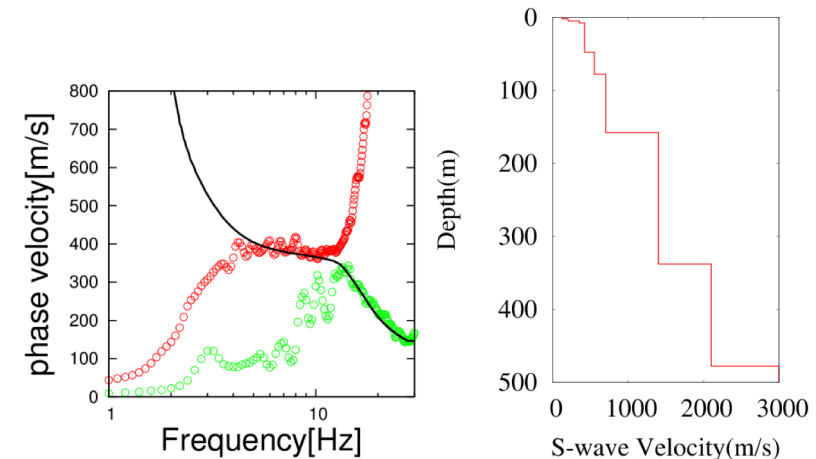


図 観測点 B 2 の位相速度分散曲線（左）、S波速度構造（右）

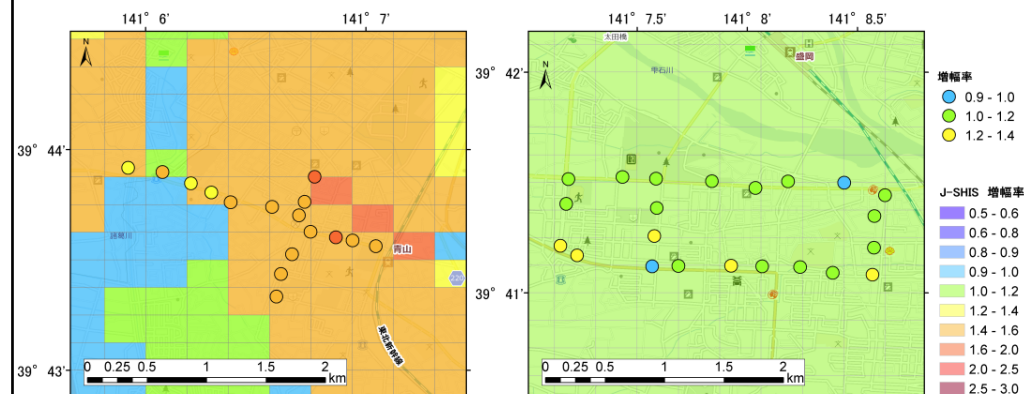
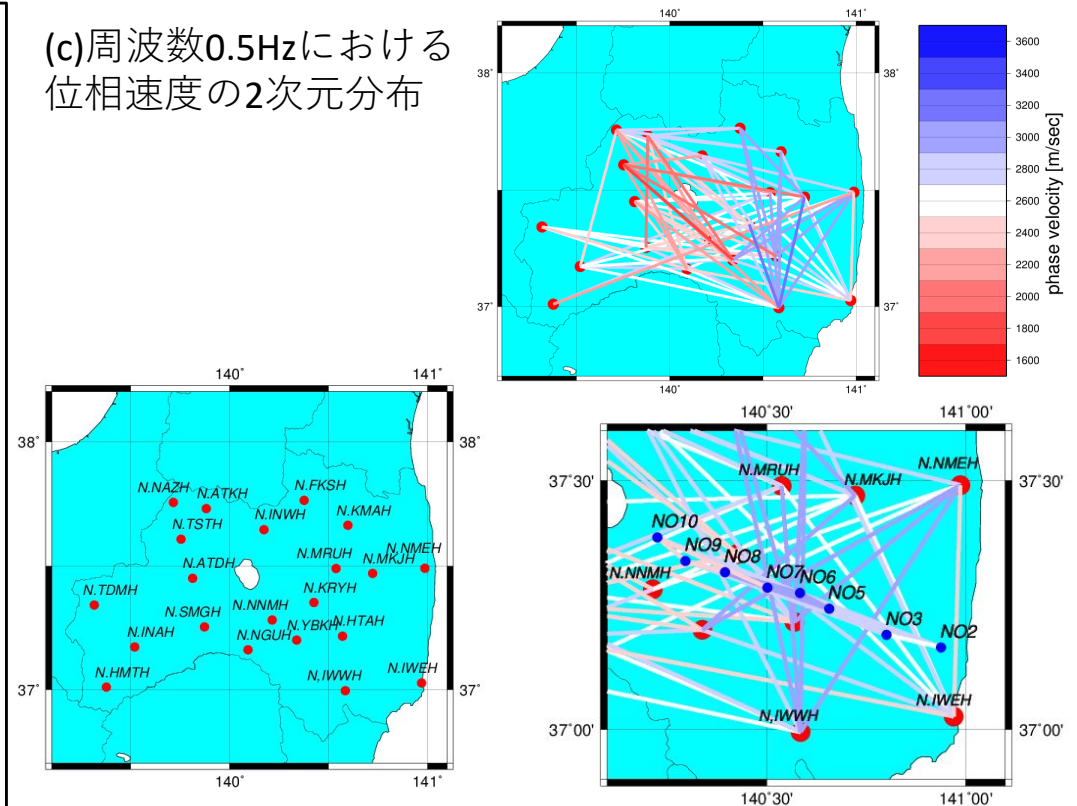


図 青山地区（左）、本宮地区（右）における増幅率

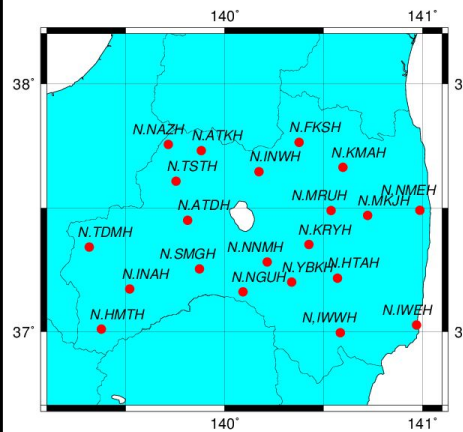
福島県のHi-net観測点で観測された常時微動の地震波干渉法によるRayleigh波位相速度の二次元分布の推定

本研究は、福島県のHi-netで観測された常時微動記録にEkström et al.(2009)が提案したゼロクロス法を適用し、2点間の位相速度の推定法について検討することを目的とする。その結果、クロススペクトルの実部から0.1Hz以上の比較的広い周波数帯でゼロクロス点を読み取ることに成功した。Akiのスペクトル公式に基づき位相速度分散曲線の候補を推定し、気象庁速度構造から計算されたRayleigh波位相速度に近いものを選定することが可能であった。また、特定周波数における経路ごとの位相速度2次元分布を推定し、0.5Hz周辺では福島県の西部では速度が遅く中央部で速度が速いことを示すことができた。広帯域リニアアレイの記録から得られた位相速度とHi-netの記録から得られた位相速度を比較した結果、両者は同程度であることが示された。

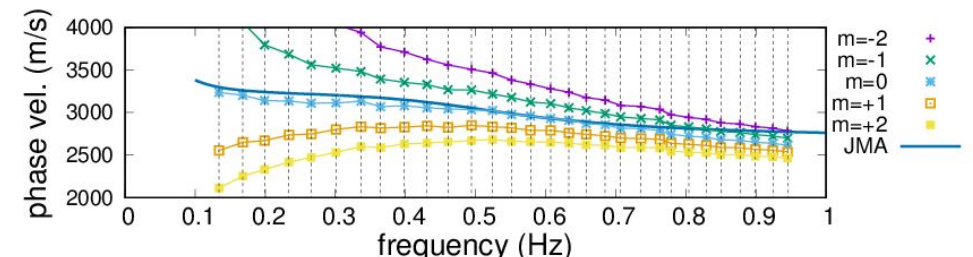
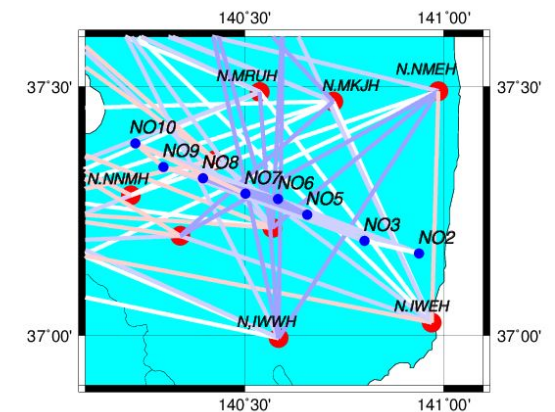
(c)周波数0.5Hzにおける位相速度の2次元分布



(a) Hi-net観測点位置



(d) Hi-net観測点とリニアアレイ観測で得られた位相速度分布の比較



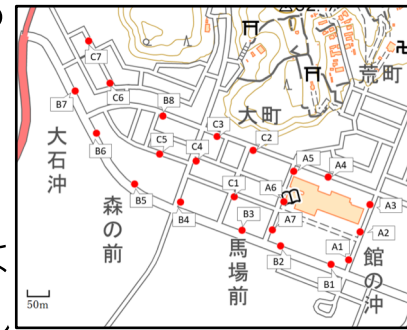
(b)観測点N.YBKJ (矢吹)と観測点N.MKJH (都路)の推定位相速度。気象庁1次元モデルから計算したRayleigh波位相速度分散曲線との比較

稠密微動アレイ探査による岩手県陸前高田市の造成地におけるS波速度構造の推定

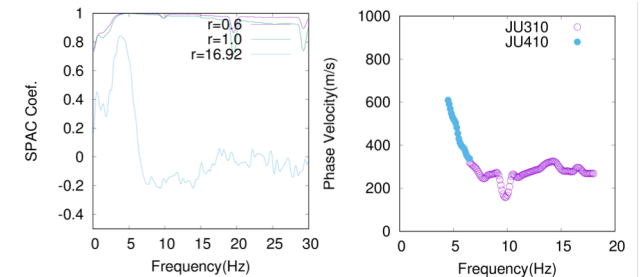
本研究では、陸前高田市高田地区における微動観測により得られるH/Vおよび位相速度を用いて、陸前高田市の地下地盤のS波速度構造の推定を試みた。

その結果、南北に延びる測線①～④では北部では基盤深度が浅く、南下するにつれて南下するにつれて徐々に基盤深度が深くなり、南部で基盤深度が最も深くなること、東西に延びる測線⑤～⑦では、ほぼ同じS波速度構造が続いていることが推定された。浅部のS波速度は200～350m/s、基盤と考えられるS波速度が約800m/sの深さは30～50mと推定された。

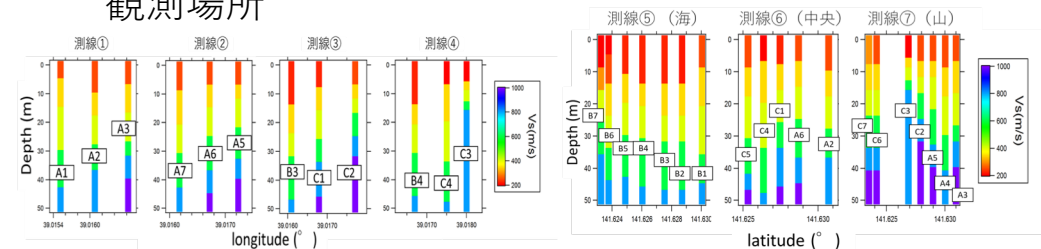
高次モードにより高周波の位相速度が高くなる箇所が存在している。全てのモードを含めた理論位相速度により、基本モードのみの理論位相速度で合わせられなかった観測値を合わせることができた。基本モードのみで考える層厚モデルより、すべてのモードで考える層厚モデルの方が基盤に達するまでの深さが浅いことが分かった。



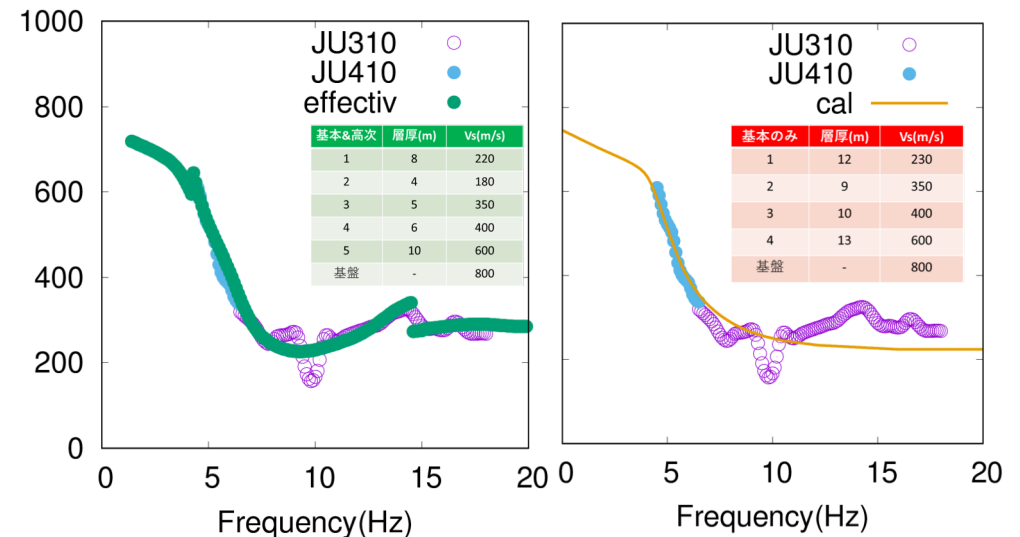
観測場所



得られたSPAC係数、位相速度



測線①～⑦における二次元S波速度構造



B5における全モードおよび基本モードのみの位相速度と層厚モデル

常時微動を利用したダム維持管理手法開発 に関する基礎的検討

—天端と監査廊で観測した常時微動の相互相関関数の時間変化—

本研究では、四十四田ダムのコンクリート部で1か月間の連続微動観測を行い、天端と監査廊での常時微動観測から卓越振動数を得て、各周波数帯で貯水位による卓越振動数や卓越振動数のスペクトル比の変化を検出した川村卒論2019の妥当性を検討した。また新たな観点として、相互相関関数の時間変化とスペクトル比の変化を比較した。その結果、**9Hz**付近のスペクトル比の変化は放流に伴う何らかの影響があること、用いる時間によってスペクトル比に差が出ること、振動の伝播が逆転している時間帯がある可能性があることがわかった。

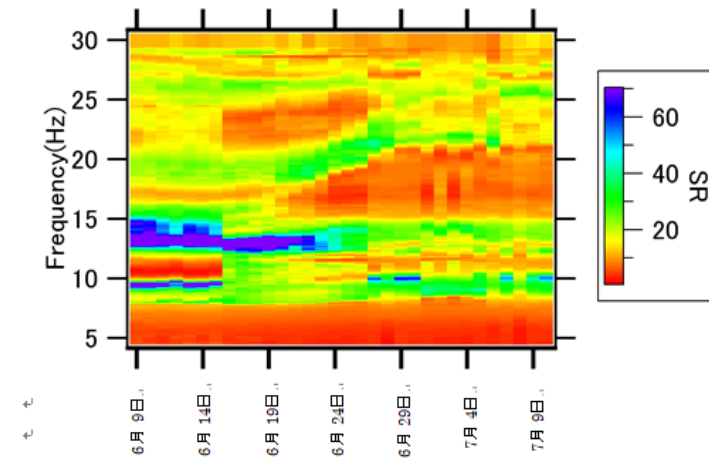


図1: 1ヶ月間の監査廊に対する天端のスペクトル比

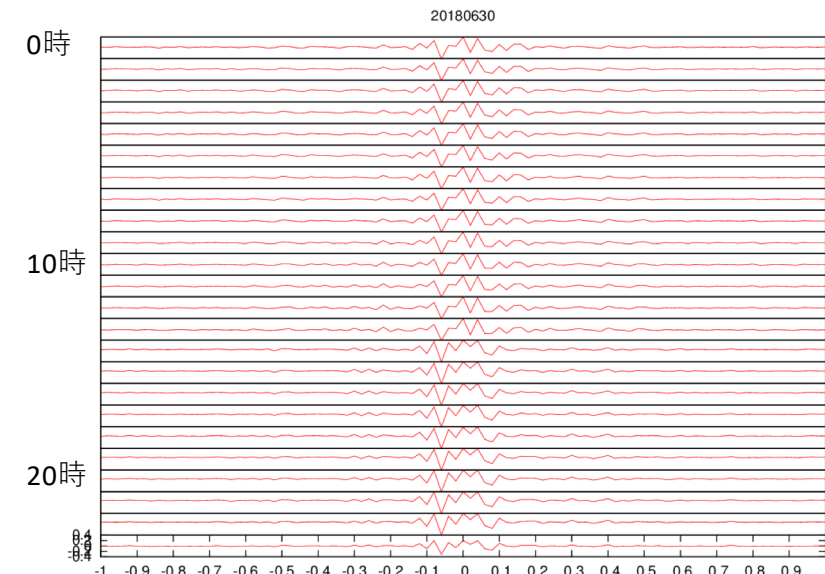


図2: 6月30日における1日の相互相関関数の時間変化

(修士論文) 千葉県印西市における高密度2重リニアアレイで観測された微動記録を用いた2次元S波速度構造探査

本研究では汎用センサー(4.5Hz Geophone)が2次元S波速度構造探査に適用可能かどうかを検討するため、2重リニアアレイで観測された微動データを用いてチェーンアレイ解析と地震波干渉法解析を行った。さらに、非線形インバージョン法によってチェーンアレイ解析で得られた疑似S波速度構造の妥当性を検討した。辺長7mの3点三角形アレイ解析では、地下30m程度までの疑似S波速度構造の2次元分布を推定し、測線中央浅部に比較的高速度な層を確認した。直線拡張SPAC解析では複数のアレイ間隔を組み合わせることで深部の疑似S波速度構造の2次元分布を推定した。地震波干渉法解析では、4.5Hz計の微動記録から得られた重合相互相関関数の図から見かけ速度が約1500m/sと約136m/sの位相を確認し、1Hz計の微動記録から得られた重合相互相関関数では、表面波と思われる約233m/sの見かけ速度を持つ位相を確認した。非線形インバージョン法によって得られた2次元S波速度構造はチェーンアレイ解析で得られた結果とよく一致しており、チェーンアレイ解析で得られた結果を裏付けた。

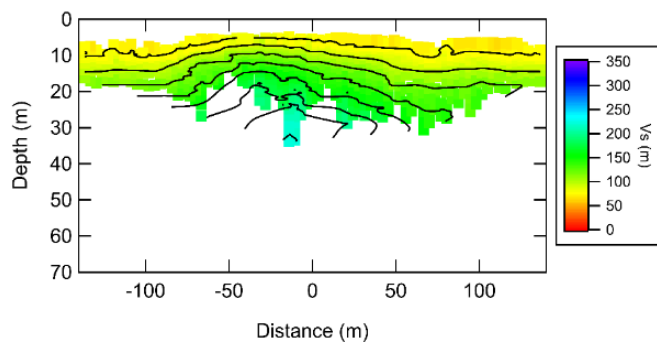


図1 3点三角形アレイ解析で得られた疑似S波速度構造

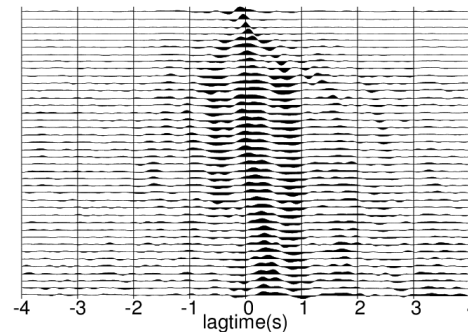


図3 測線距離-122.5m地点の地震計に対する他の全ての地震計の組み合わせの重合相互相関関数

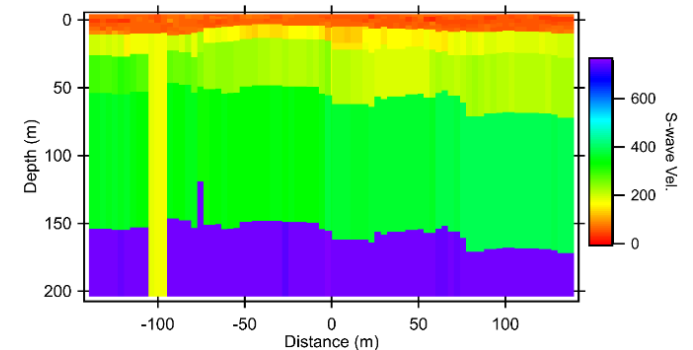


図5 非線形インバージョン法によって求められた2次元S波速度構造

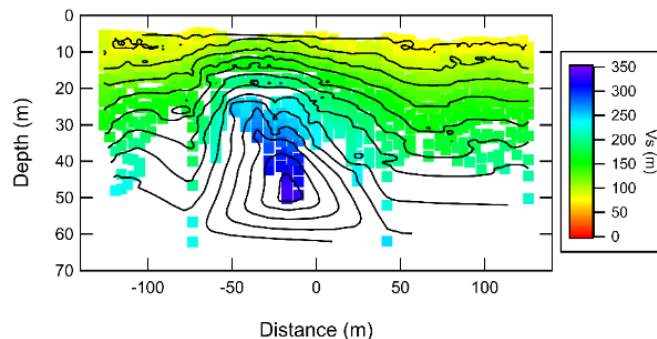


図2 直線拡張SPAC解析で得られた疑似S波速度構造

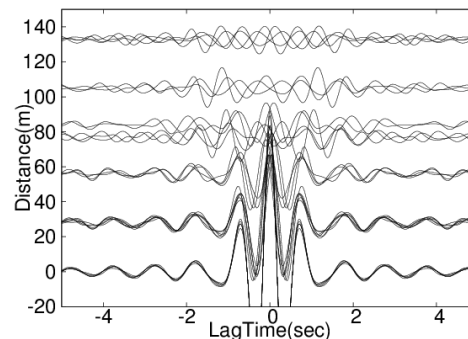


図4 1Hz計を用いて得られた重合相互相関関数

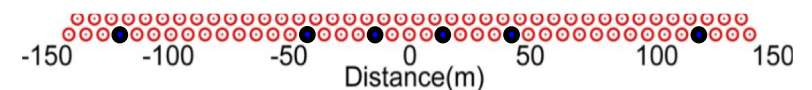


図6 2重リニアアレイの4.5Hz地震計配置図 (黒点が1Hz計)