

超高密度常時微動計測に基づく 和歌山県串本町における 津波来襲地域での地盤震動特性の評価

湊 文博¹・秦 吉弥²・山田 雅行³・常田 賢一⁴・魚谷 真基⁵

¹学生会員 大阪大学 工学部 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

E-mail: fminato@civil.eng.osaka-u.ac.jp

²正会員 大阪大学 大学院工学研究科 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

E-mail: hata@civil.eng.osaka-u.ac.jp

³正会員 (株)ニュージェック 技術開発グループ (〒531-0074 大阪市北区本庄東2-3-20)

E-mail: yamadams@newjec.co.jp

⁴フェロー会員 大阪大学 大学院工学研究科 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

E-mail: tokida@civil.eng.osaka-u.ac.jp

⁵学生会員 大阪大学 大学院工学研究科 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

E-mail: muotani@civil.eng.osaka-u.ac.jp

本稿では、南海トラフ巨大地震において巨大津波の来襲が懸念されている和歌山県串本町の街地・平地を検討対象地域として選定し、超高密度常時微動計測を実施した結果について報告を行う。具体的には、525地点に及ぶ常時微動計測を行い、H/Vスペクトルのピーク周波数などに着目することで、検討対象地域における地盤震動特性を明らかにした。さらに、常時微動H/Vスペクトルとサイト増幅特性の経験的関係に基づき、微動計測地点(525地点)でのサイト増幅特性をそれぞれ評価することで、砂洲地盤で主に構成される津波来襲地域での強震動の詳細な評価を将来的に実施することの重要性を示した。

Key Words : microtremor H/V spectrum, site amplification factor, strong motion, sandbank ground

1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震($M_w9.0$)の発生を受け、南海トラフにおいても、M9程度の巨大地震(以後、南海トラフ巨大地震と呼ぶ)を想定した強震動評価が行われている¹⁾。和歌山県串本町は、以下に示す2つの理由により、南海トラフ巨大地震時に非常に大きな強震動の作用が予想される。第一に、図-1に示すように、想定震源域の極近傍に位置¹⁾していること(震源特性の影響)、第二に、街地・平地(津波来襲地域)の大部分が砂洲地盤で構成²⁾されていること(サイト特性の影響)が理由である。一方で、和歌山県串本町の街地・平地では、南海トラフ巨大地震の発生後数分で巨大津波の来襲が予想³⁾されており、上述した強震動の作用による建造物の破壊・損傷が人民の津波避難に大きな影響を及ぼすことも考えられる。著者ほか⁴⁾は、2011年東北地方太平洋沖地震の強震動の作用によって、南三陸町志津川や宮古市田老の街地にある建造物が、巨大津波来襲前に何らかの損傷を被っ

ていた可能性を示唆している。したがって、津波来襲域における強震動の評価は極めて重要⁵⁾である。

そこで本稿では、南海トラフ巨大地震による和歌山県串本町の津波来襲地域における強震動評価を行うための基礎的検討として、和歌山県串本町の津波来襲地域での地盤震動特性を評価した結果について報告する。具体的には、和歌山県串本町の津波来襲地域において超高密度常時微動計測を実施し、常時微動H/Vスペクトルの算定を行った。さらに、常時微動H/Vスペクトルとサイト増幅特性の経験的関係に基づき、微動計測地点でのサイト増幅特性を評価することで、砂洲地盤で主に構成される津波来襲地域での地盤震動特性を定量的に評価した。

2. 超高密度常時微動計測

(1) 検討対象地域の設定

和歌山県串本町内において、以下の条件を全て満足す

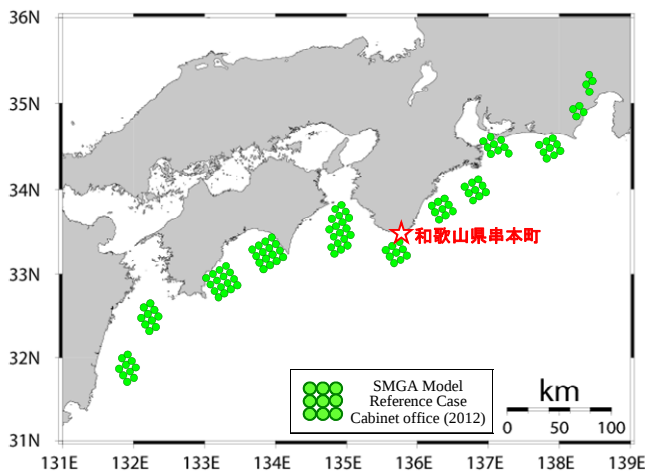


図-1 南海トラフ巨大地震の震源域と串本町

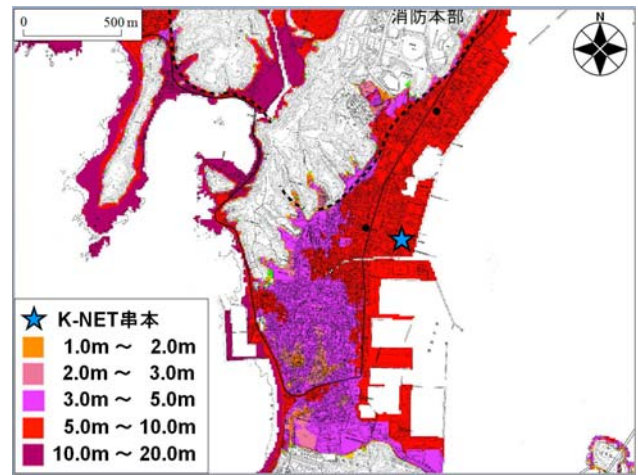


図-2 串本町内における津波来襲予想地域



図-3 串本町における土地利用現況図

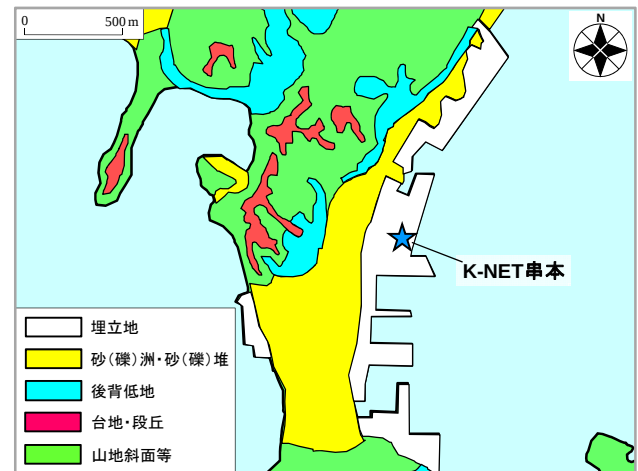


図-4 串本町における土地利用図



図-5 串本町における地形分類図



図-6 津波来襲地域における超高密度常時微動計測

る地域を、常時微動計測を実施する検討対象地域として設定した。

- 1) 南海トラフ巨大地震において津波の来襲が予想されている地域(和歌山県地震・津波被害想定検討委員会⁹⁾による「巨大津波来襲予想地域」：図-2参照)
- 2) 国土交通省国土政策局国土情報課による土地利用現況図⁹⁾において「小都市(住宅・商業地等)」に分類

されている地域(図-3参照)

- 3) 国土地理院土地利用図¹⁰⁾において「埋立地および砂(礫)洲・砂(礫)堆」に分類されている地域(図-4参照)
- 4) 国土交通省国土政策局国土情報課による地形分類図⁹⁾において「人工改変地・砂洲」に分類されている地域(図-5参照)



写真-1 常時微動計測の実施状況の一例



写真-2 常時微動計測に用いた6台の計測機器

その結果、図-6に示すように、検討対象地域において計525地点(検討対象地域に唯一設置されている既存強震観測点であるK-NET串本¹⁰⁾を含む)に及ぶ常時微動計測を実施した。検討対象地域の面積は、約1.06km²となり、概ね45m四方に1つの微動計測点を設けたことになる。この微動計測点の設置密度は、既往研究(他サイト(串本町以外)を対象にした高密度常時微動計測¹²⁾)よりも十分に高いことから、本稿では、当該計測を『超高密度常時微動計測』と呼ぶこととする。

(2) 常時微動計測の実施

写真-1に検討対象地域での常時微動計測状況の一例を示す。計測期間は、2014年3月6～8日、2014年5月7～11日、2014年6月7～8日の3期間である。計測は主に昼間に実施し、写真-2に示すように同型の6台の微動計(6台ともに白山工業(株)製の一体型微動探査兼地震計機器¹³⁾)を採用した。計測機器の諸元については、文献13)を参照されたい。計測方向は水平2成分と鉛直成分の計3成分であり、後述する常時微動H/Vスペクトルの計算では、水平2成分の平均をとった。計測時間は、1計測点あたり約1時間の単点計測とした。

(3) H/Vスペクトルの計算

図-7は、K-NET串本(既存強震観測点)に対する検討対象地域内での常時微動H/Vスペクトルの比較を示す。常時微動H/Vスペクトルの計算処理方法としては、まず、微動の加速度時刻歴に対して0.1Hzのハイ・パスフィルターを施し、163.84秒の区間(雑振動(望ましくないノイズ等)が小さい163.84秒間)を10区間抽出し、フーリエスペクトルの計算を行い、バンド幅0.05HzのParzen Windowで平滑化したのちに、H/Vスペクトルを算出し、10区間の平均をとった。評価振動数の範囲としては、使用した微動計測器の性能¹³⁾などを考慮して0.2～10Hzとした。こ

こに、全525地点における詳細な位置情報および常時微動H/Vスペクトルの一覧については、本稿巻末に掲載されている付録図-1～付録図-3(位置情報)および付録図-4～付録図-18(H/Vスペクトル)を参照されたい。

(4) 常時微動H/Vスペクトルの分析・評価

図-7に示すとおり、同じ検討対象地域内においても常時微動H/Vスペクトルに有意なバラツキが確認でき、検討対象地域内における地盤震動特性が一樣であるとはいえない。すなわち、著者らにより既に設定されている南海トラフ巨大地震によるK-NET串本サイト相当の強震動¹⁴⁾を、検討対象地域内における強震動として代表させることができないことが示唆される。

図-8は、検討対象地域内における常時微動H/Vスペクトル(図-7参照)のピーク周波数を地形図上にプロットしたものである。また、図-9には、現在(2011年8月)と約100年前(1913年4月)の地形図を重ね合せたものを示す。さらに、図-10には、深部地下構造(工学的基盤以深の地盤)に着目した産業技術総合研究所による地質分類図¹⁵⁾¹⁶⁾を検討対象地域とその周辺について示す。図-8と図-9を比較すると、南東側の埋立地では比較的低帯域のピーク周波数、北東側の埋立地では比較的高帯域のピーク周波数をそれぞれ示しており、埋立地盤の層厚が南東側では比較的大きく、北東側では比較的小さいことが示唆される。この示唆は、K-NET串本における既往のボーリング調査結果(図-11参照)¹⁷⁾にも顕著に表れている。一方で、図-8と図-10を比較すると、地質区分とピーク周波数が良い対応を示している。具体的には、N1の堆積岩類で構成される地域のピーク周波数は比較的高周波帯域(概ね4～10Hz付近)に分布しているのに対し、Hの堆積岩類で構成される地域のピーク周波数は比較的低周波帯域(概ね1～4Hz付近)に分布しているのが読み取れる。

図-12は、K-NET串本サイトおよびP-183地点(K-NET串

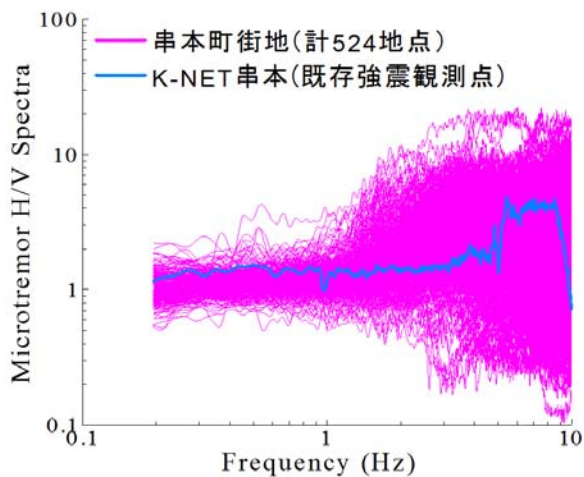


図-7 常時微動H/Vスペクトルの比較



図-8 検討対象地域におけるピーク周波数の分布

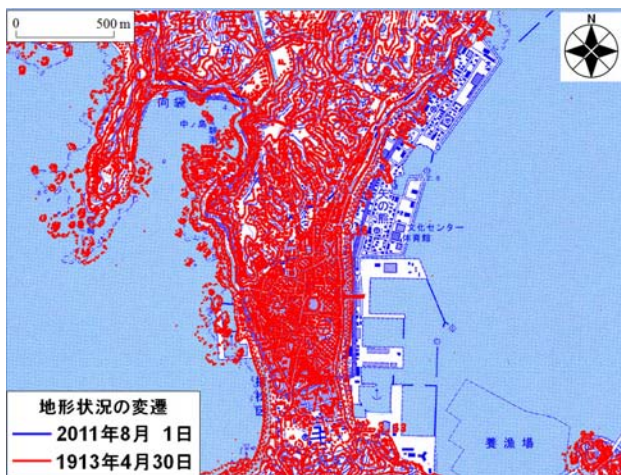


図-9 検討対象地域における新旧地形図の比較



図-10 検討対象地域における地質分類

本最近傍の微動計測地点：図-6参照)で得られた常時微動H/Vスペクトルに対して、K-NET串本における1次元地盤モデル(図-11参照)に基づく理論H/Vスペクトル¹⁸⁾を重ね合わせたものである。図-12に示すように、K-NET串本サイトでの計測H/Vスペクトルと理論H/Vスペクトルの一致度が低くなっており、K-NET串本でのボーリング実施地点が強震計設置地点と必ずしも一致していないことが一要因であると考えられる(独)防災科学技術研究所などとの私信による)。一方で、P-183地点での計測H/Vスペクトルと理論H/Vスペクトルは比較的良い一致を示していることから、常時微動H/Vスペクトルの特性(ピーク周波数やスペクトル形状など)は、工学的基盤以浅の地盤構造の影響を受けているものといえる。

3. サイト増幅特性の評価

(1) 常時微動H/Vスペクトルに基づいた補正

2.(4)で述べたとおり、同じ検討対象地域内においても常時微動H/Vスペクトルの特性に差異が見受けられるこ

とから、既往の研究¹⁹⁾²⁰⁾で行ったように、検討対象地域内における既存強震観測点(K-NET串本)と常時微動計測地点(計524地点)での常時微動H/Vスペクトルの比較(図-7参照)に基づき、K-NET串本における既存のサイト増幅特性(図-13参照)²¹⁾に対して、常時微動H/Vスペクトルのピーク周波数やピーク振幅などの違いに着目した経験的補正(微修正)²²⁾²³⁾を加えることによって、常時微動計測地点(計524地点：図-6参照)におけるサイト増幅特性を評価した。ここに、全525地点における詳細な位置情報およびサイト増幅特性(地震基盤～地表)の一覧については、本稿巻末に掲載されている付録図-1～付録図-3(位置情報)および付録図-19～付録図-33(サイト増幅特性)を参照されたい。

図-13にサイト増幅特性の評価結果を示す。図-13に示すように、検討対象地域内におけるサイト増幅特性がばらつく傾向にあり、その傾向は高周波数帯域に至るほどより顕著に表れている。これは、南海トラフ巨大地震時に検討対象地域内に作用する地震動の特性が大きく異なってくる可能性が高いことを示唆するものである。

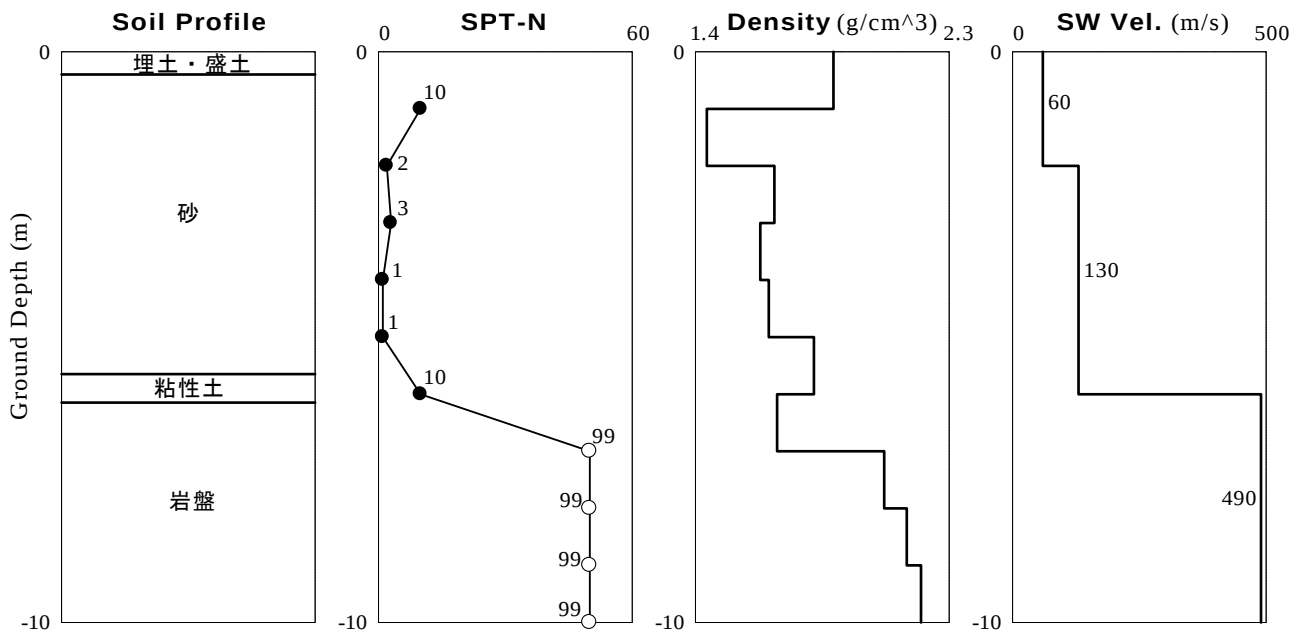


図-11 K-NET 串本サイト付近におけるボーリング調査に基づく地盤構造

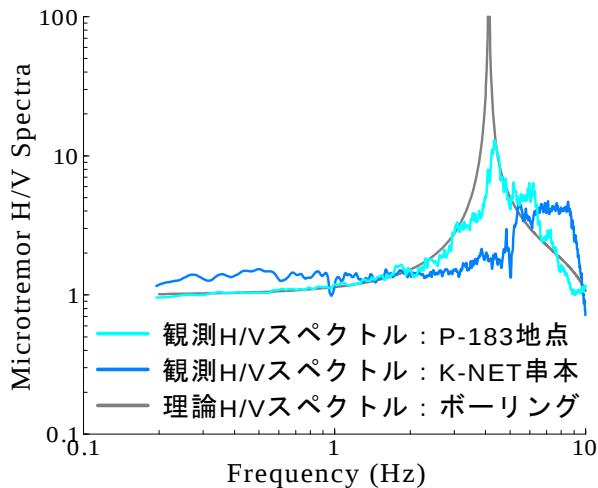


図-12 H/V スペクトルによる観測値と理論値の比較

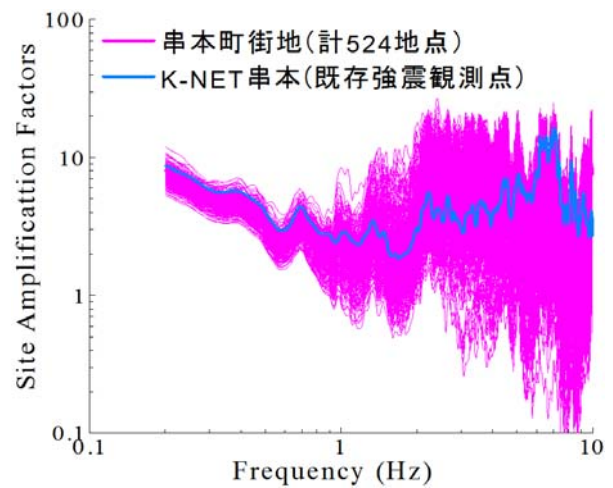


図-13 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較

(2) 臨時地震観測による適用性確認

3.(1)で評価した常時微動 H/V スペクトルに基づくサイト増幅特性の適用性を確認するため、検討対象地域内の 4 地点(P-088, P-163, P-371, P-484 地点：図-6 参照)において、臨時の地震観測²⁹⁾を行った。地震観測システムは、先行研究²⁹⁾と同様である。観測期間は、2014 年 3 月 10～30 日の 20 日間である。その結果、安芸灘を震源とする地震(2014/03/14 02:07 80km M_f 6.1：以後、2014 年安芸灘地震と呼ぶ)による記録を、K-NET 串本と当該 4 地点において同時に得ることができた。

図-14 は、常時微動 H/V スペクトルに基づいて評価したサイト増幅特性(図-13 参照)と 2014 年安芸灘地震による観測記録に基づいて評価したサイト増幅特性を、当該 4 地点において比較したものである。地震観測に基づくサイト増幅特性(地震基盤～地表)は、当該 4 地点(P-088, P-163, P-371, P-484 地点)と K-NET 串本で同時に得ら

れた 2014 年安芸灘地震による観測記録を対象に、両地点の距離の違いによる補正²⁶⁾²⁷⁾を考慮した水平 2 成分合成のフーリエスペクトルの比率(P-088, P-163, P-371, P-484 地点/K-NET 串本)を計算し、この比率を K-NET 串本における既存のサイト増幅特性(地震基盤～地表)²⁹⁾に掛け合わせることで評価²⁹⁾した。

図-14 に示すとおり、常時微動計測と臨時地震観測に基づくサイト増幅特性が比較的良好一致を示しており、常時微動 H/V スペクトルに基づいて経験的に評価したサイト増幅特性(図-13 参照)は、一定の適用性を有していることが示唆される。

4. まとめ

本稿では、南海トラフ巨大地震時に津波の来襲が予想

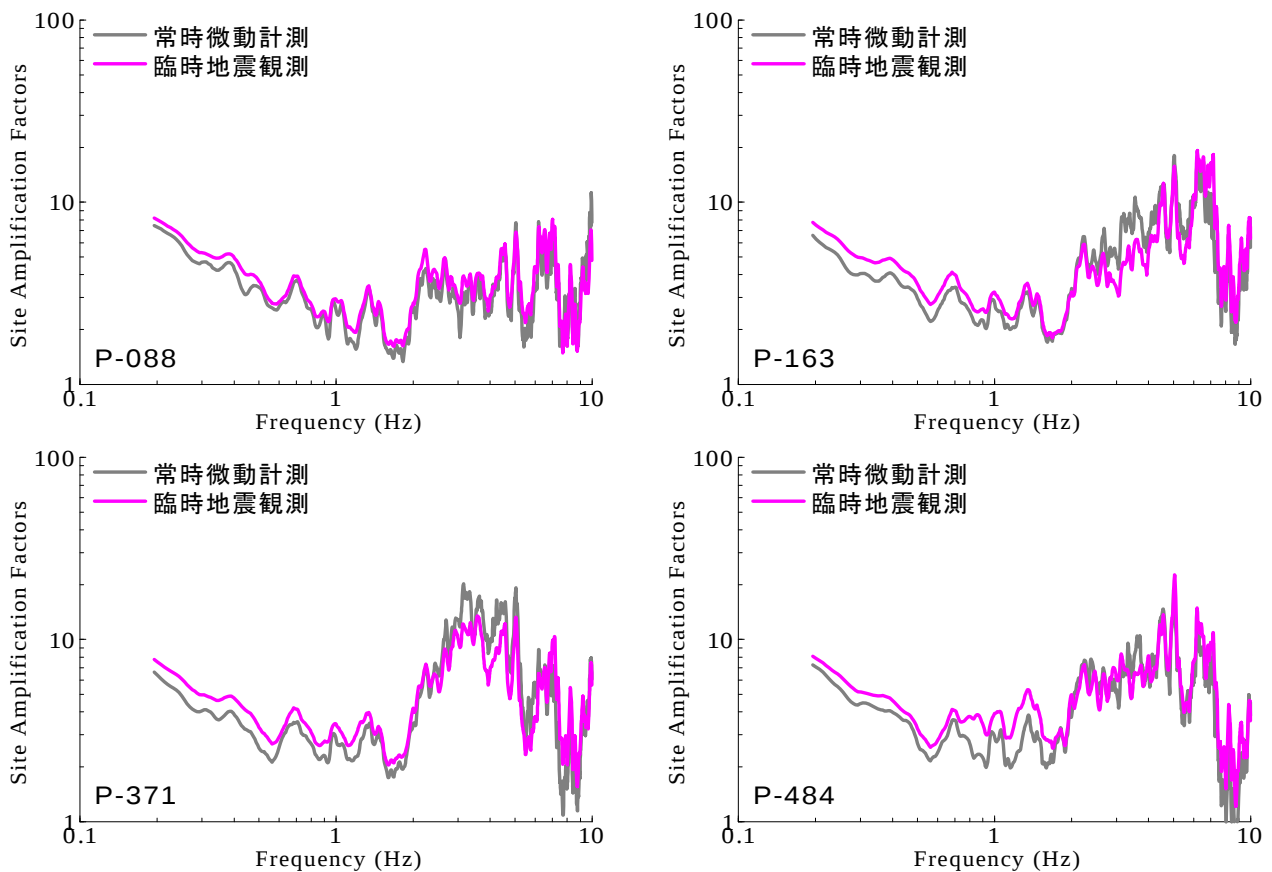


図-14 常時微動計測と臨時地震観測に基づくサイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較

される和歌山県串本町の街地・平地において超高密度常時微動計測を行い、当該地域での地盤震動特性を評価した。得られた知見を以下に示す。

- (1) 和歌山県串本町の津波来襲予想地域では、常時微動 H/V スペクトルに有意なバラツキが確認できることから、地盤震動特性が一樣であるとは言い難い。
- (2) 和歌山県串本町の津波来襲予想地域では、深部地下構造による地質区分と常時微動 H/V スペクトルによるピーク周波数が良い対応を示し、最も新しい堆積岩類で構成される地域のピーク周波数は、比較的 low 周波帯域(概ね 1~4Hz 付近)に分布している。
- (3) 和歌山県串本町の津波来襲予想地域では、工学的基盤以浅の地盤特性が、常時微動 H/V スペクトルのピーク周波数やスペクトル形状に大きな影響を及ぼしている。
- (4) 常時微動 H/V スペクトルに基づいて評価したサイト増幅特性(地震基盤～地表)は、和歌山県串本町の津波来襲予想地域において有意なバラツキが確認でき、高周波帯域ほどバラツキの度合いが大きい。
- (5) 常時微動 H/V スペクトルと臨時地震観測記録に基づいて評価したサイト増幅特性(地震基盤～地表)は、和歌山県串本町の津波来襲予想地域内の 4 地点において比較的良い一致を示す。

今後は、評価したサイト増幅特性に基づく南海トラフ巨大地震を対象とした強震動シミュレーション^{1),2),30),31)}を実施することによって、和歌山県串本町の津波来襲予想地域における強震動の分布を推定するとともに、推定地震動が避難行動³²⁾に及ぼす影響^{33),34)}についても明らかにしていきたいと考えている。

謝辞：本研究では、(独)防災科学技術研究所K-NETによる地震観測波形データを使用させていただきました。超高密度常時微動計測の実施にあたっては、串本町の住民の皆様大変お世話になりました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 南海トラフの巨大地震モデル検討会：南海トラフの巨大地震モデル検討会(第二次報告)，強震断層モデル編—強震断層モデルと震度分布について—，内閣府防災情報ホームページ，2012。(last accessed: 2014/08/30)
- 2) 野津厚：南海トラフの地震($M_w9.0$)を対象とした SPGA モデルによる強震動評価事例，土木学会論文集 A1, Vol.69, No.4, pp.I-872-888, 2013.
- 3) 串本町史編さん委員会：串本町史(通史編)，第一法規出版，1071p., 1995.
- 4) 串本町史編さん委員会：串本町史(史料編)，第一法規出版，1094p., 1988.

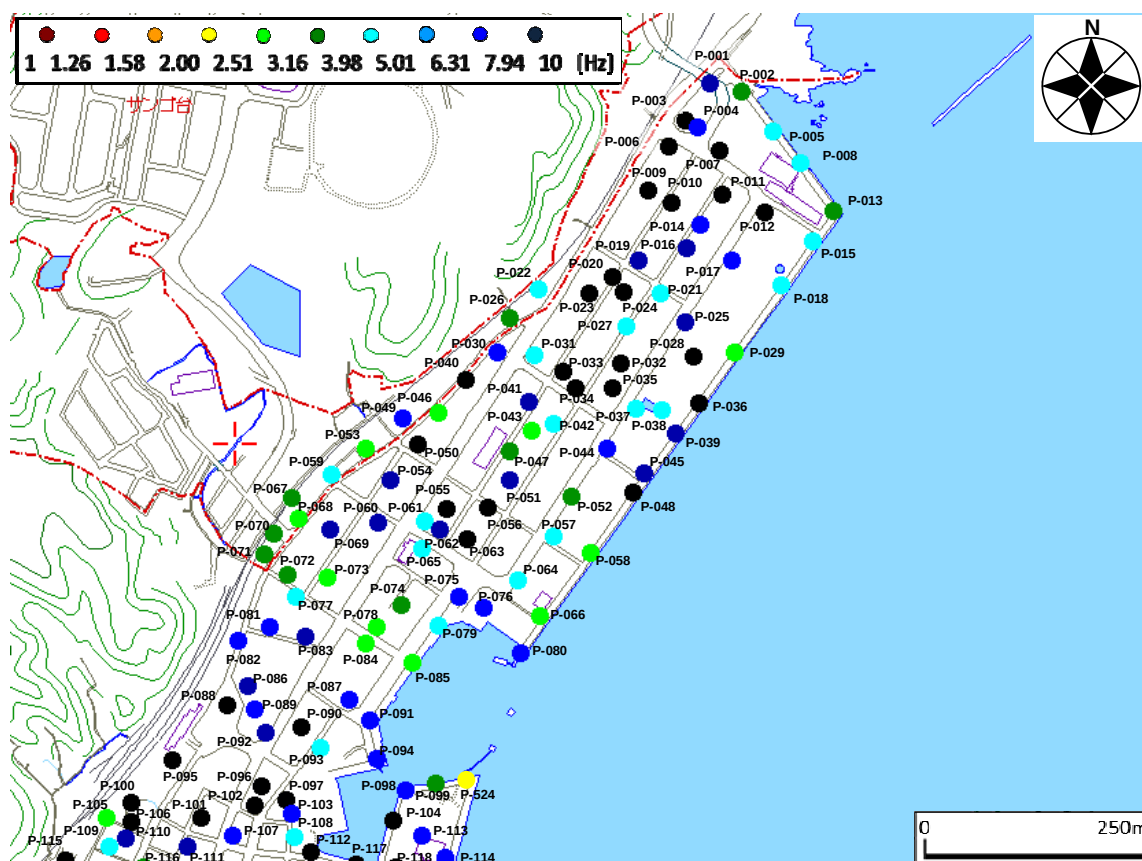
- 5) 和歌山県地震・津波被害想定検討委員会：「南海トラフの巨大地震」及び「東海・東南海・南海 3 連動地震による津波浸水想定について，和歌山県総務部危機管理局総合防災課ホームページ，2013. (last accessed: 2014/08/30)
- 6) 秦吉弥，秋山充良，高橋良和，後藤浩之，野津厚，幸左賢二：スーパーアスペリティモデルと経験的サイト増幅・位相特性を考慮した 2011 年東北地方太平洋沖地震による南三陸町志津川での強震動の評価，土木学会論文集 B3，Vol.69, No.2, pp.I_161-166, 2013.
- 7) 秦吉弥，野津厚，山田雅行，常田賢一，青木伸一：余震観測に基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震による宮古市田老の防潮堤沿いでの強震動評価，第 39 回海洋開発シンポジウム講演集，土木学会，Paper No. 151, 2014.
- 8) 野津厚，一井康二：性能設計の発展型としての Evidence-Based Design の提案とその実現に向けた課題，第 13 回日本地震工学シンポジウム論文集，日本地震工学会，pp.3073-3080, 2010.
- 9) 国土交通省国土政策局：5 万分の 1 都道府県土地分類基本調査(那智勝浦・串本)，国土政策局国土情報課ホームページ，2003. (last accessed: 2014/08/30).
- 10) 国土交通省国土地理院：土地利用調査データの閲覧・ダウンロード，地理院地図(電子国土 Web)ホームページ，2013. (last accessed: 2014/08/30).
- 11) Aoi, S., Kunugi, T., and Fujiwara, H.: Strong-motion seismograph network operated by NIED: K-NET and KiK-net, *Jour. of Japan Association for Earthquake Engineering*, Vol.4, No.3, pp.65-74, 2004.
- 12) 例えば，大石佑輔，久保篤規，高橋宏和，山品匡史：高密度常時微動観測から推定される高知平野の表層地盤構造，日本地球惑星科学連合連合大会 2014 年大会予稿集，Paper No.SSS35-P10, 2014.
- 13) 先名重樹，安達繁樹，安藤浩，荒木恒彦，藤原広行：微動探査観測システムの開発，日本地球惑星科学連合連合大会 2006 年大会予稿集，Paper No.S111-P002, 2006.
- 14) 秦吉弥，山田雅行，野津厚：SPGA モデルに基づく南海トラフ巨大地震($M_w9.0$)による和歌山県串本町での強震波形の評価，Kansai Geo-Symposium 2013 論文集，地盤工学会，No.4-3, pp.129-134, 2013.
- 15) 産業技術総合研究所：地質図表示システム(地質図 Navi)，地質調査総合センターホームページ，2013. (last accessed: 2014/08/30)
- 16) 鹿野和彦，星住英夫，巖谷敏光，酒井彰，山元孝広，牧本博，久保和也，柳沢幸夫，奥村公男：(資料・解説)地質図に用いる用語，記号，模様，色及び凡例の表示に関する基準とその解説，地質調査所月報，Vol. 51, No.12, pp.657-678, 2000.
- 17) 大井昌弘，藤原広行：地盤情報の統合化と提供—ジオ・ステーション—，地盤工学会誌，Vol.61, No.6, pp. 8-11, 2013.
- 18) Haskell, N. A.: The dispersion of surface waves on multi-layered media, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.43, No.1, pp.17-34, 1953.
- 19) 秦吉弥，酒井久和，野津厚，一井康二，丸山喜久，角田光法：経験的サイト増幅・位相特性を考慮した強震動推定手法に基づく既往の大規模地震における鳴瀬川堤防沿いでの強震動の評価，第 32 回地震工学研究発表会講演論文集，土木学会，Paper No.2-240, 2012.
- 20) 秦吉弥，秋山充良，高橋良和，後藤浩之，野津厚，一井康二：SPGA モデルと経験的サイト増幅・位相特性を考慮した 2011 年東北地方太平洋沖地震における長町高架橋での地震動とフラジリティカーブの評価，構造工学論文集，土木学会，Vol.60A, pp.214-227, 2014.
- 21) 野津厚，長尾毅，山田雅行：スペクトルインバージョンに基づく全国の強震観測地点におけるサイト増幅特性とこれを利用した強震動評価事例，日本地震工学会論文集，Vol.7, No.2, pp.215-234, 2007.
- 22) 長尾毅，山田雅行，野津厚：常時微動 H/V スペクトルを用いたサイト増幅特性の経験的補正方法に関する研究，構造工学論文集，土木学会，Vol.56A, pp.324-333, 2010.
- 23) 秦吉弥，常田賢一，林健二：常時微動 H/V スペクトルを用いたサイト増幅特性の評価に関する試み，地盤と建設，地盤工学会，Vol.31, No.1, pp.125-131, 2013.
- 24) Hata, Y. and Yamada, M.: Evaluation of site amplification and phase effects in Kushimoto Town, Wakayama Prefecture, Japan, *Proc. of 2nd European Conference on Earthquake Engineering and Seismology*, Paper No.631, Istanbul, Turkey, 2014.
- 25) 例えば，秦吉弥，一井康二，常田賢一，柴尾享，山田雅行，満下淳二，小泉圭吾：アレー計測を利用した道路盛土の地震応答特性の評価，地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム 2010 論文集，地盤工学会，pp.21-26, 2010.
- 26) Boore, D. M.: Stochastic simulation of high-frequency ground motions based on seismological models of the radiated spectra, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.73, pp.1865-1894, 1983.
- 27) Petukhin, A., Irikura, K., Ohmi, S. and Kagawa, T.: Estimation of Q-values in the seismogenic and aseismic layers in the Kinki Region, Japan, by elimination of the geometrical spreading effect using ray approximation, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.93, No.4, pp.1498-1515, 2003.
- 28) 例えば，(社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説(上巻)，国土交通省港湾局監修，pp.336-341, 2007.
- 29) 古和田明，田居優，岩崎好規，入倉孝次郎：経験的サイト増幅・位相特性を用いた水平動および上下動の強震動評価，日本建築学会構造系論文集，No.512, pp.97-104, 1998.
- 30) 野津厚，長尾毅，山田雅行：経験的サイト増幅・位相特性を考慮した強震動評価手法の改良—因果性を満足する地震波の生成—，土木学会論文集 A，Vol.65, No.3, pp.808-813, 2009.
- 31) 包那仁満都拉，川瀬博：強震ネットワークデータから構築した広周波数帯域統計的グリーン関数とその南海地震への応用，日本地震工学会論文集，Vol.7, No.2, pp.80-95, 2007.
- 32) 小笠原敏記，中畑摩耶，松林由里子，堺茂樹：2011 年東北地方太平洋沖地震における住民避難行動に関する現地調査—和歌山県串本町を対象として—，土木学会論文集 B3，Vol.69, No.2, pp.I_37-42, 2013.
- 33) Kuwata, Y. and Takada, S.: Instantaneous instrumental

34) 鉏田泰子, 齊藤栄: 瞬間計測震度を用いた揺れ最中

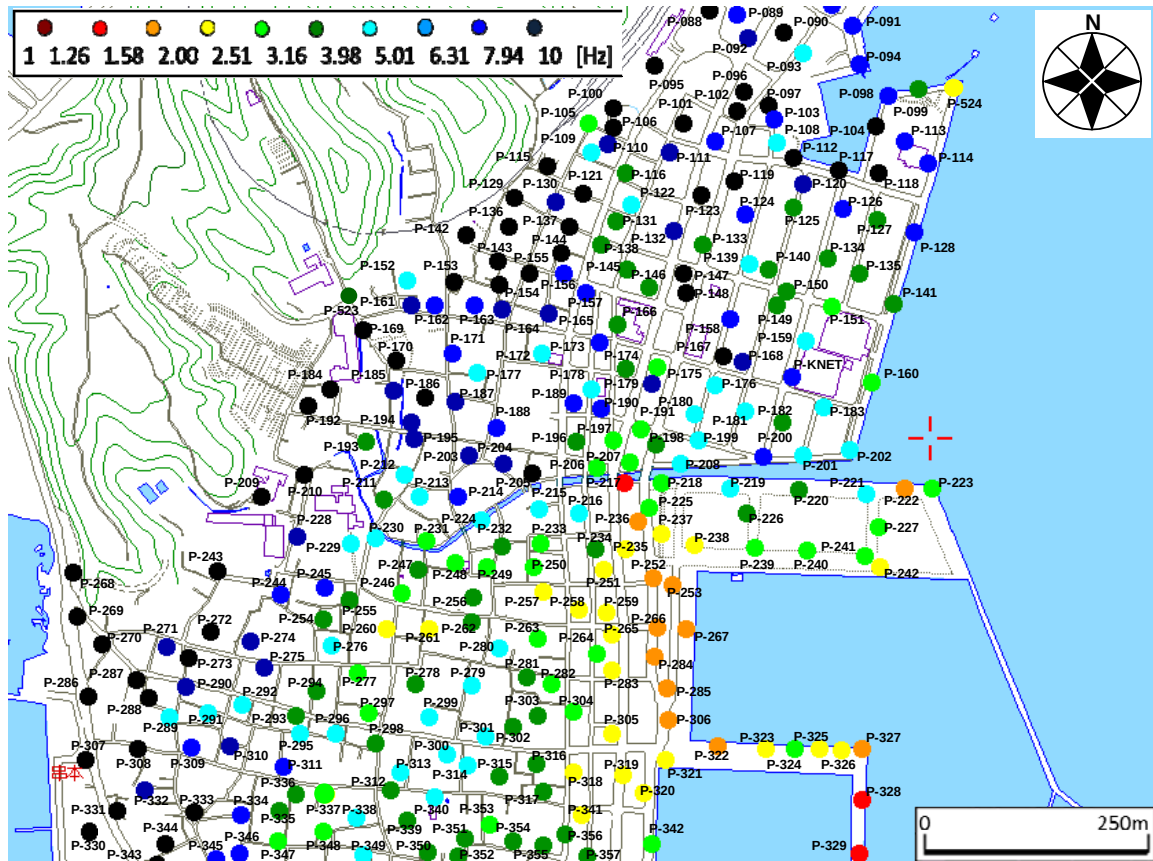
EVALUATION OF GROUND SHAKING CHARACTERISTICS IN AN EXPECTED TSUNAMI ATTACK AREA, KUSHIMOTO TOWN, WAKAYAMA PREFECTURE BASED ON THE MICROTREMOR MEASUREMENTS WITH VERY HIGH DENSITY

Fumihiro MINATO, Yoshiya HATA, Masayuki YAMADA,
Ken-ichi TOKIDA and Masaki UOTANI

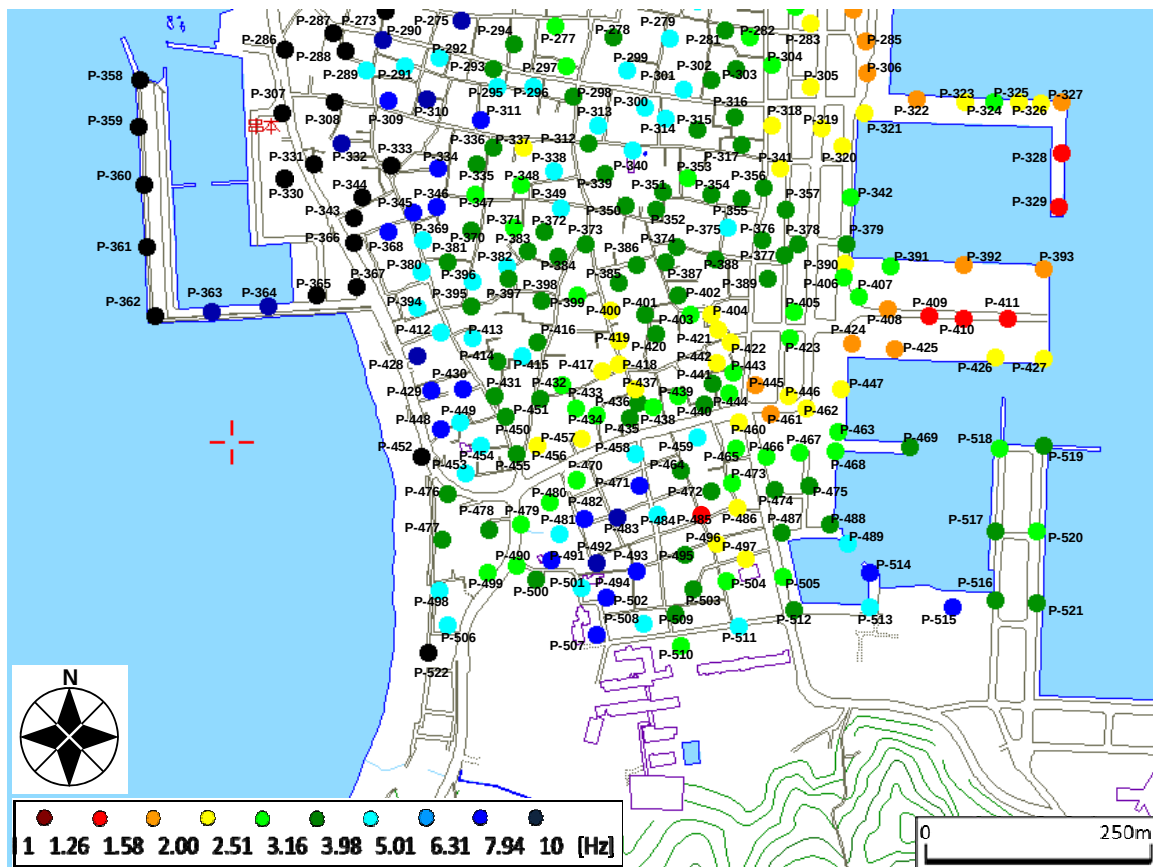
During a scenario earthquake with M_w 9.0 along the Nankai Trough, action of not only strong motion but also huge tsunami is expected in Kushimoto Town, Wakayama Prefecture, Japan. In this study, first, microtremor measurements with very high density were carried out at 525 sites in the tsunami attack area in Kushimoto Town. The ground shaking characteristics were then evaluated using the microtremor H/V spectra. Finally, based on the empirical relationship between microtremor H/V spectrum and site amplification factor, the site amplification factors from seismic bedrock to ground surface at the 525 sites were evaluated. The evaluated site amplification factors will be useful in the strong motion estimation in the tsunami attack area in Kushimoto Town.



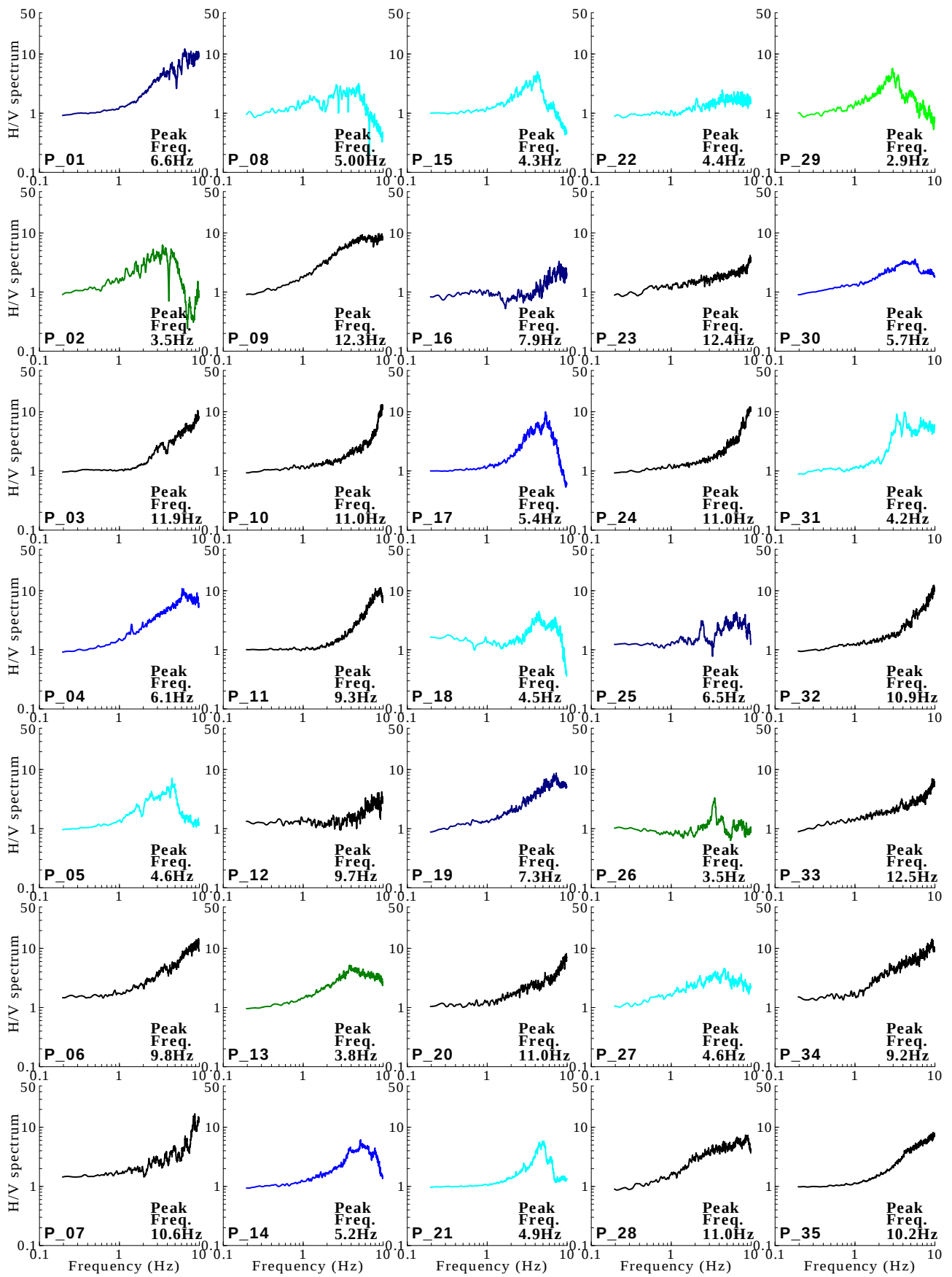
付録図-1 常時微動計測地点ならびにサイト増幅特性算定地点(検討対象地域北部: 1/3)



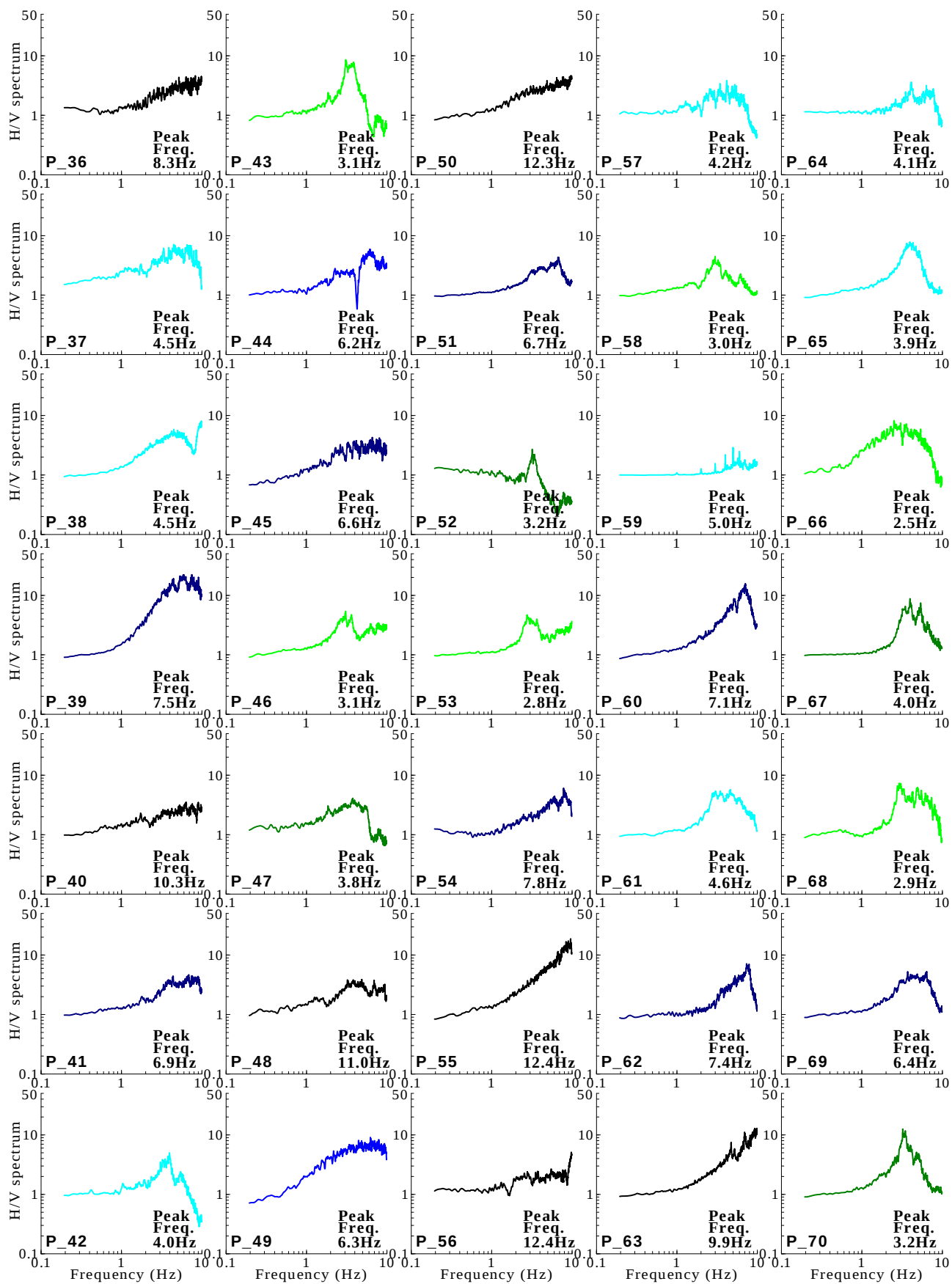
付録図-2 常時微動計測地点ならびにサイト増幅特性算定地点(検討対象地域中部: 2/3)



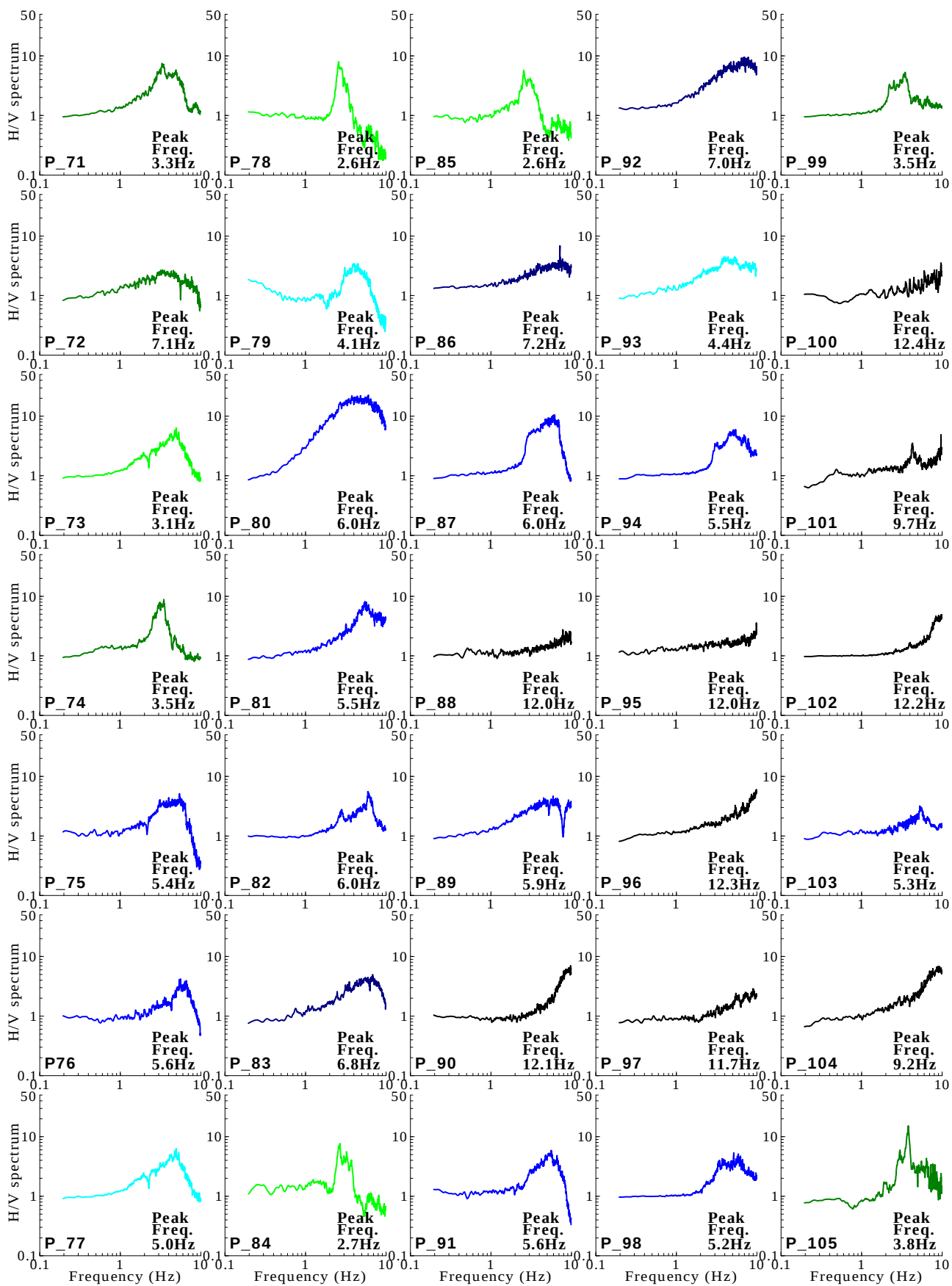
付録図-3 常時微動計測地点ならびにサイト増幅特性算定地点(検討対象地域南部: 3/3)



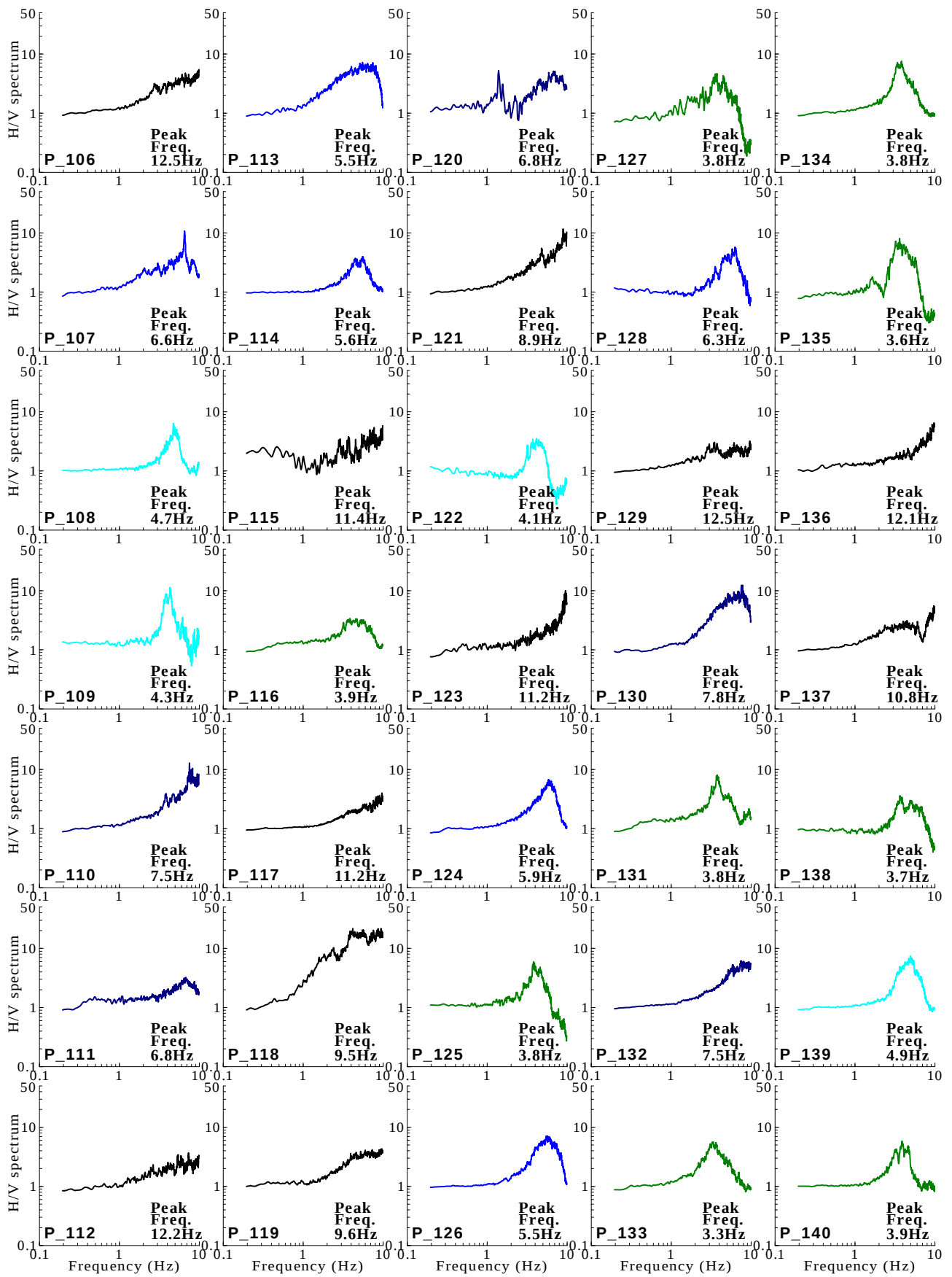
付録図-4 常時微動H/Vスペクトルの比較 (1/15)



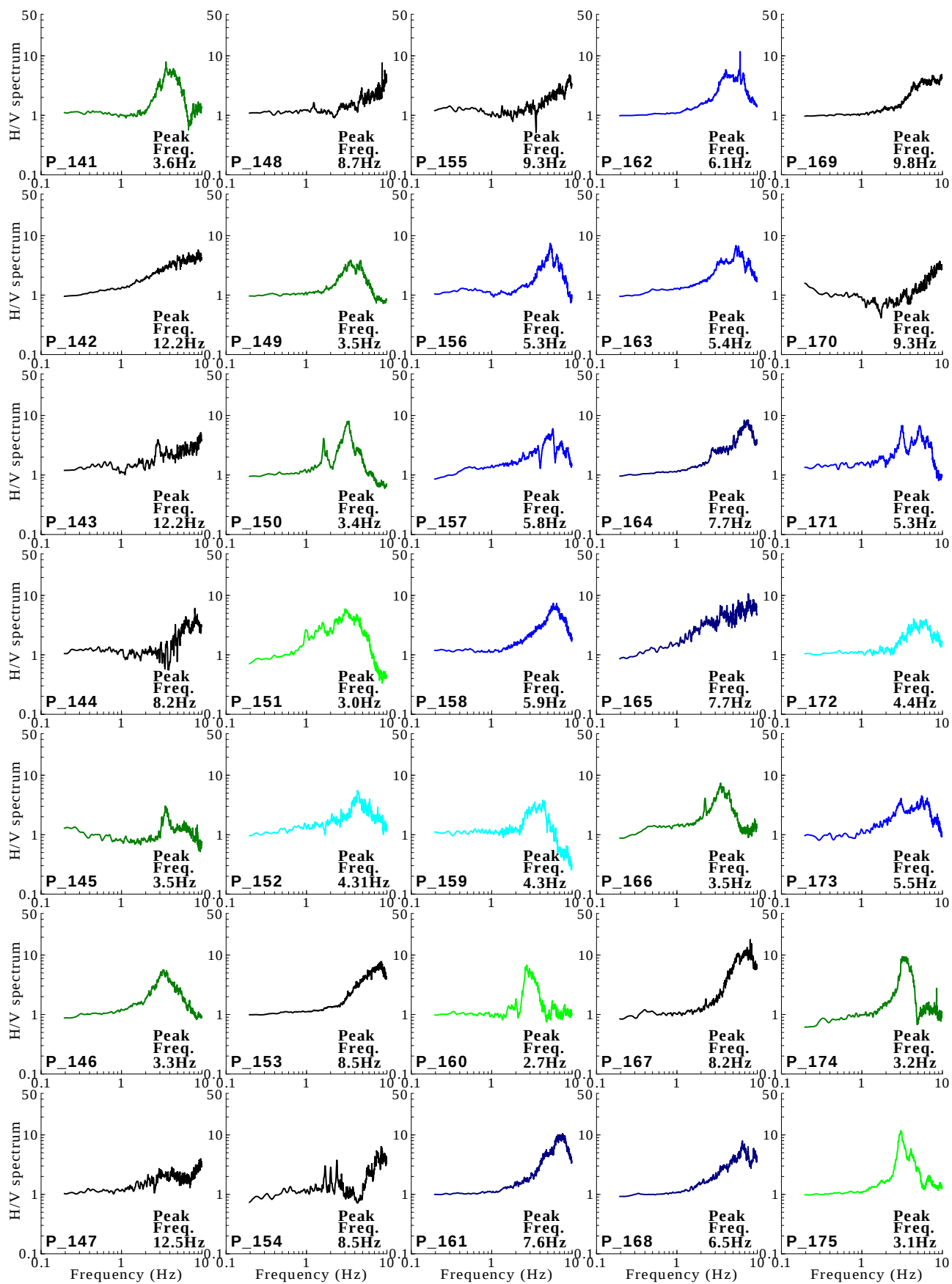
付録図-5 常時微動H/Vスペクトルの比較 (2/15)



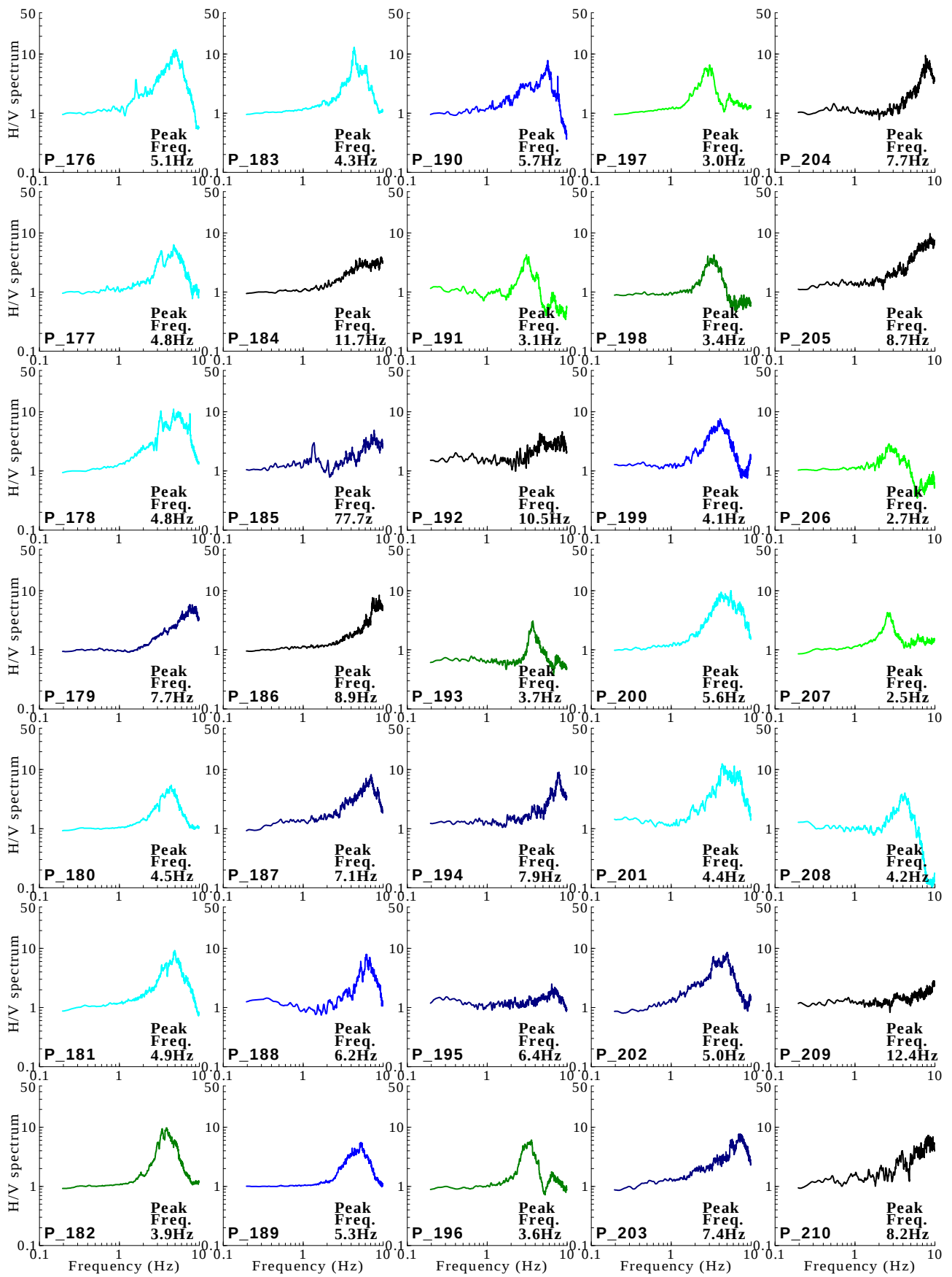
付録図-6 常時微動H/Vスペクトルの比較 (3/15)



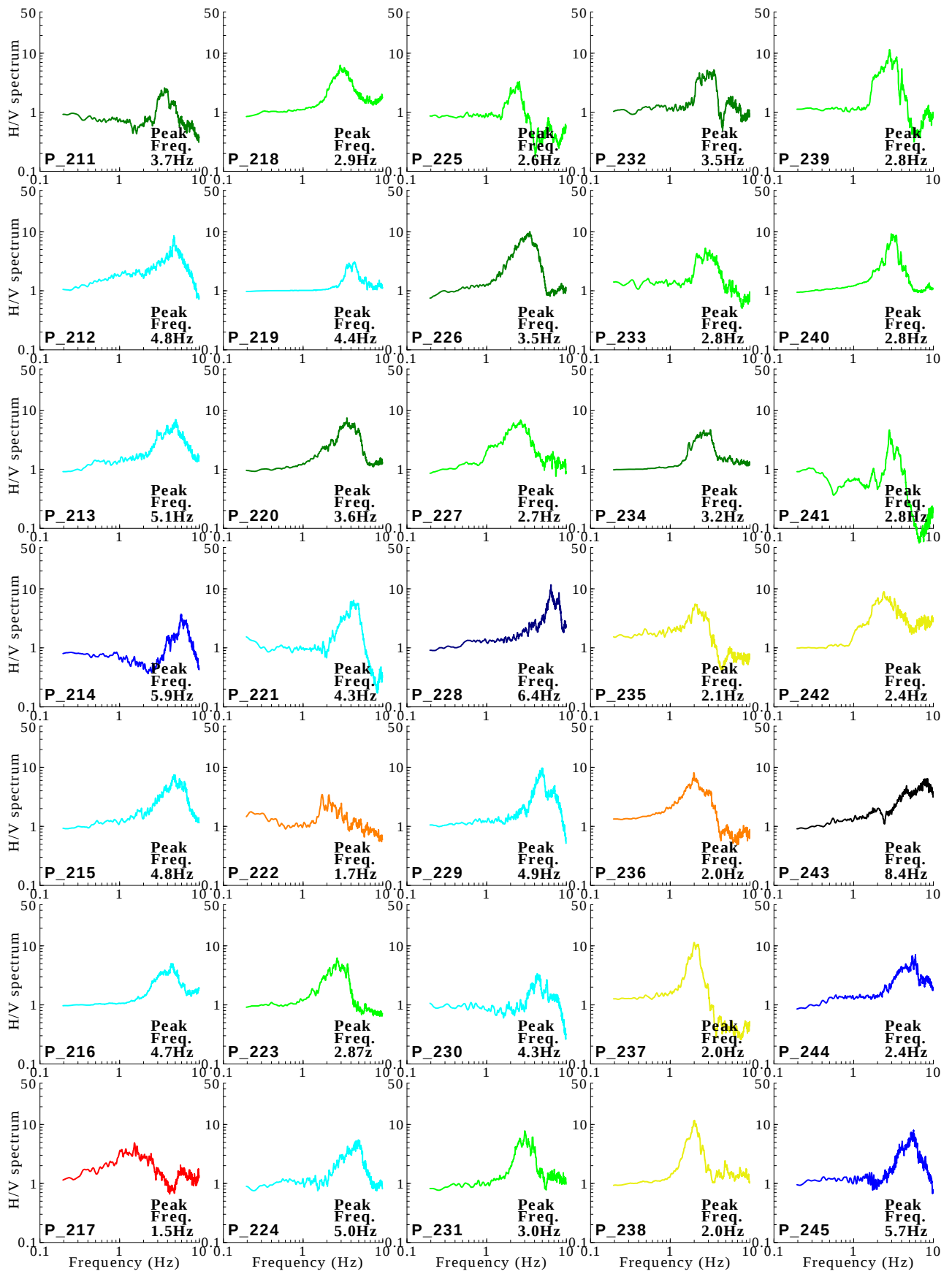
付録図-7 常時微動H/Vスペクトルの比較 (4/15)



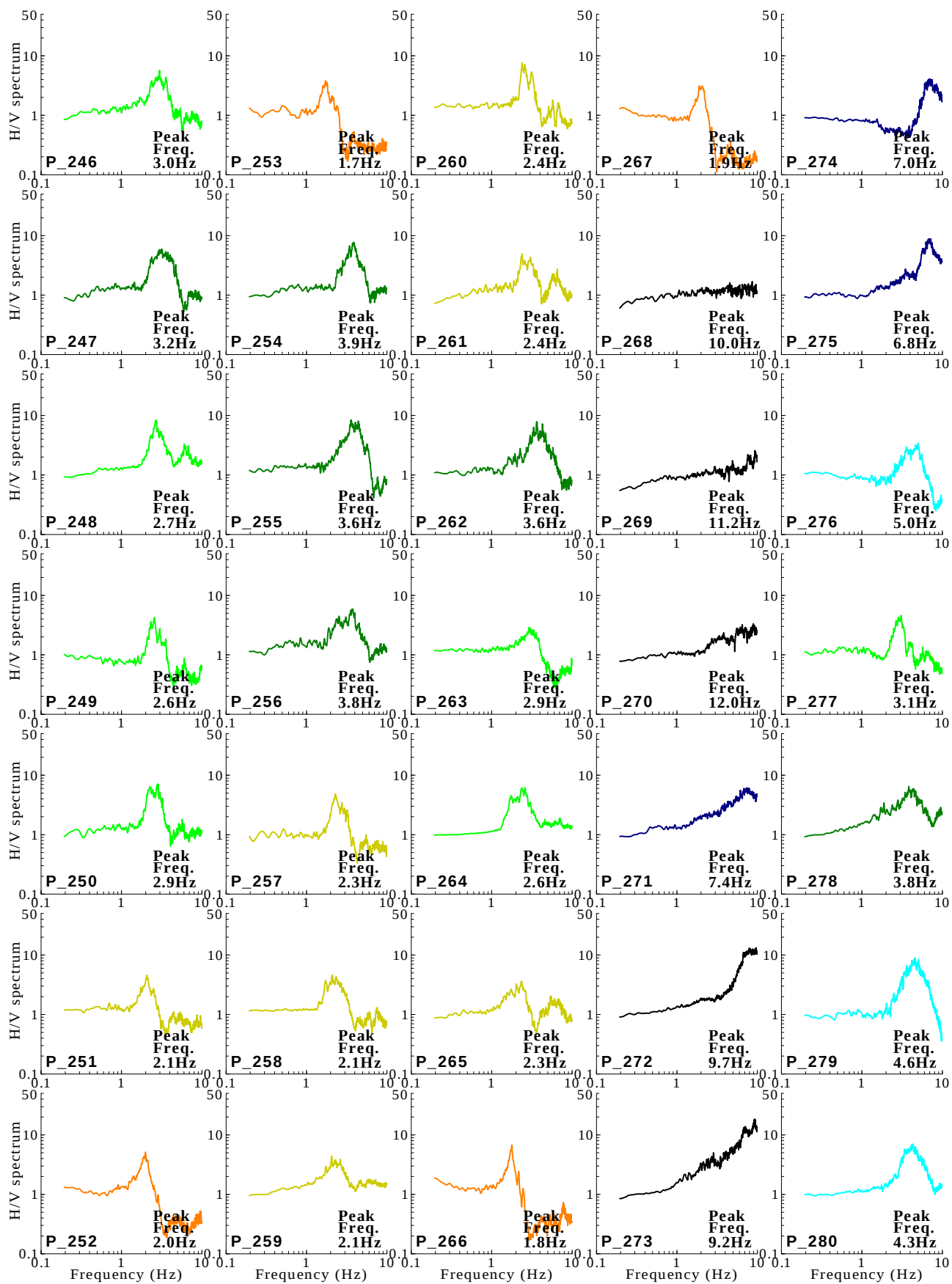
付録図-8 常時微動H/Vスペクトルの比較 (5/15)



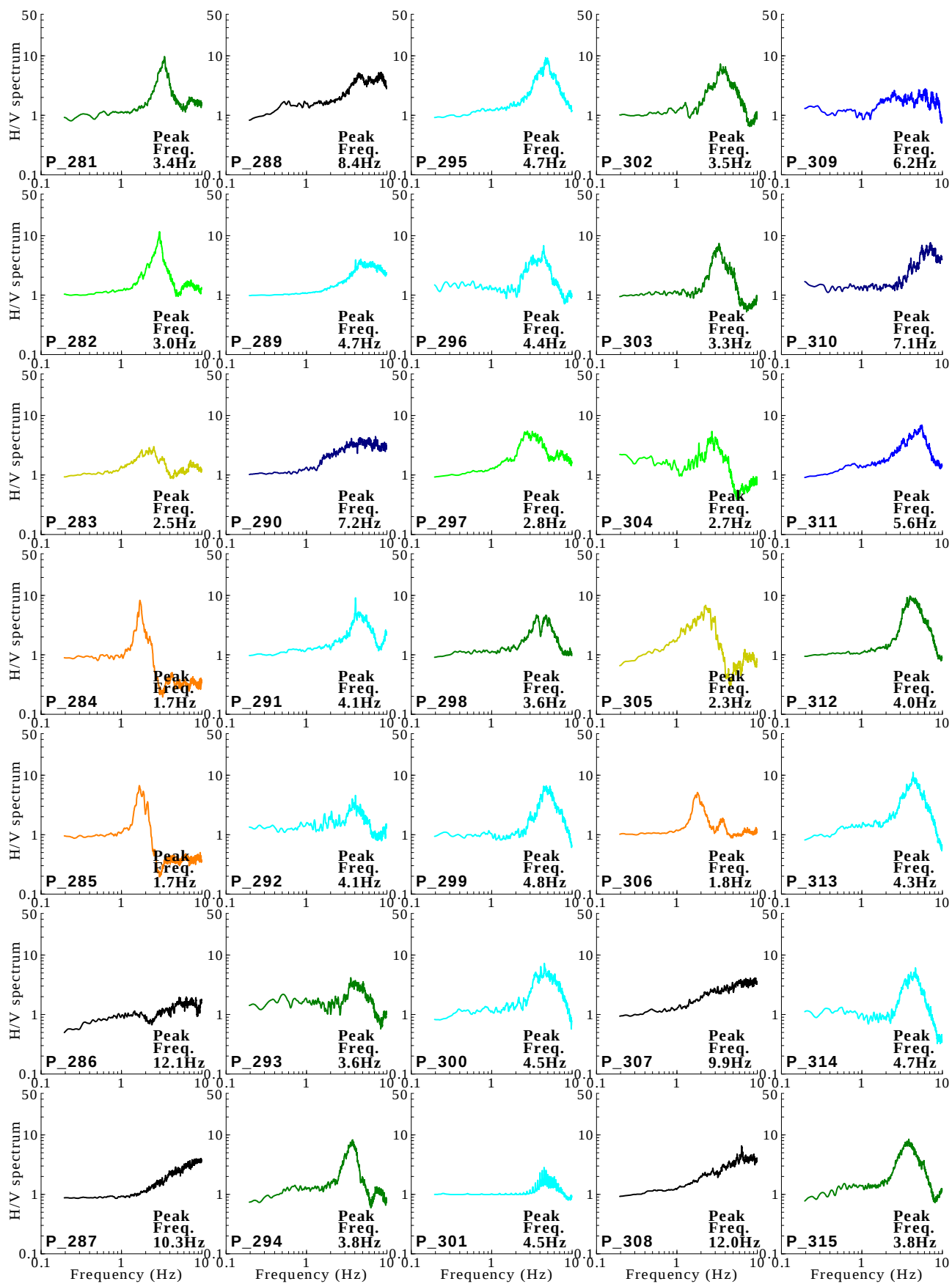
付録図-9 常時微動H/Vスペクトルの比較 (6/15)



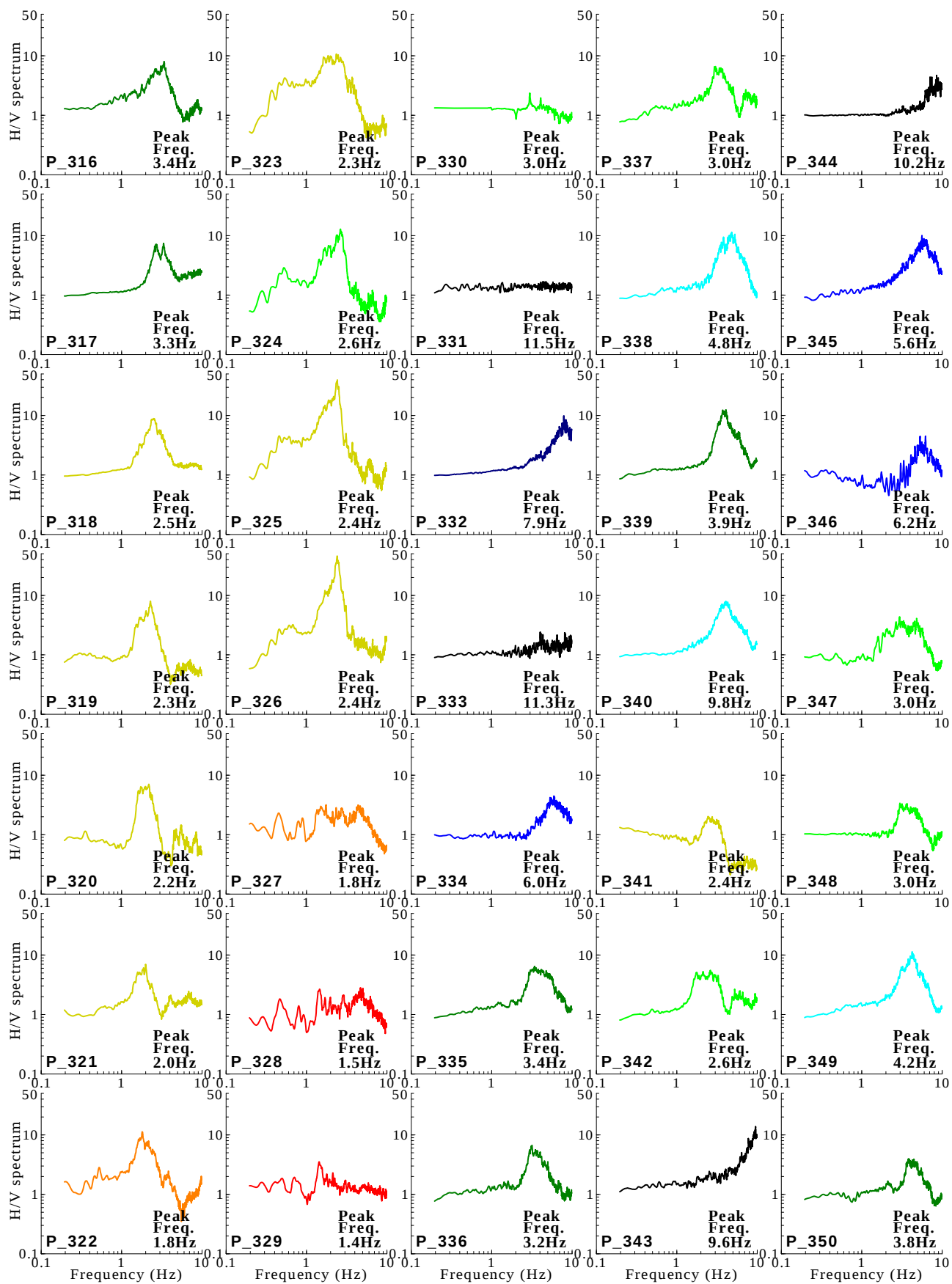
付録図-10 常時微動H/Vスペクトルの比較 (7/15)



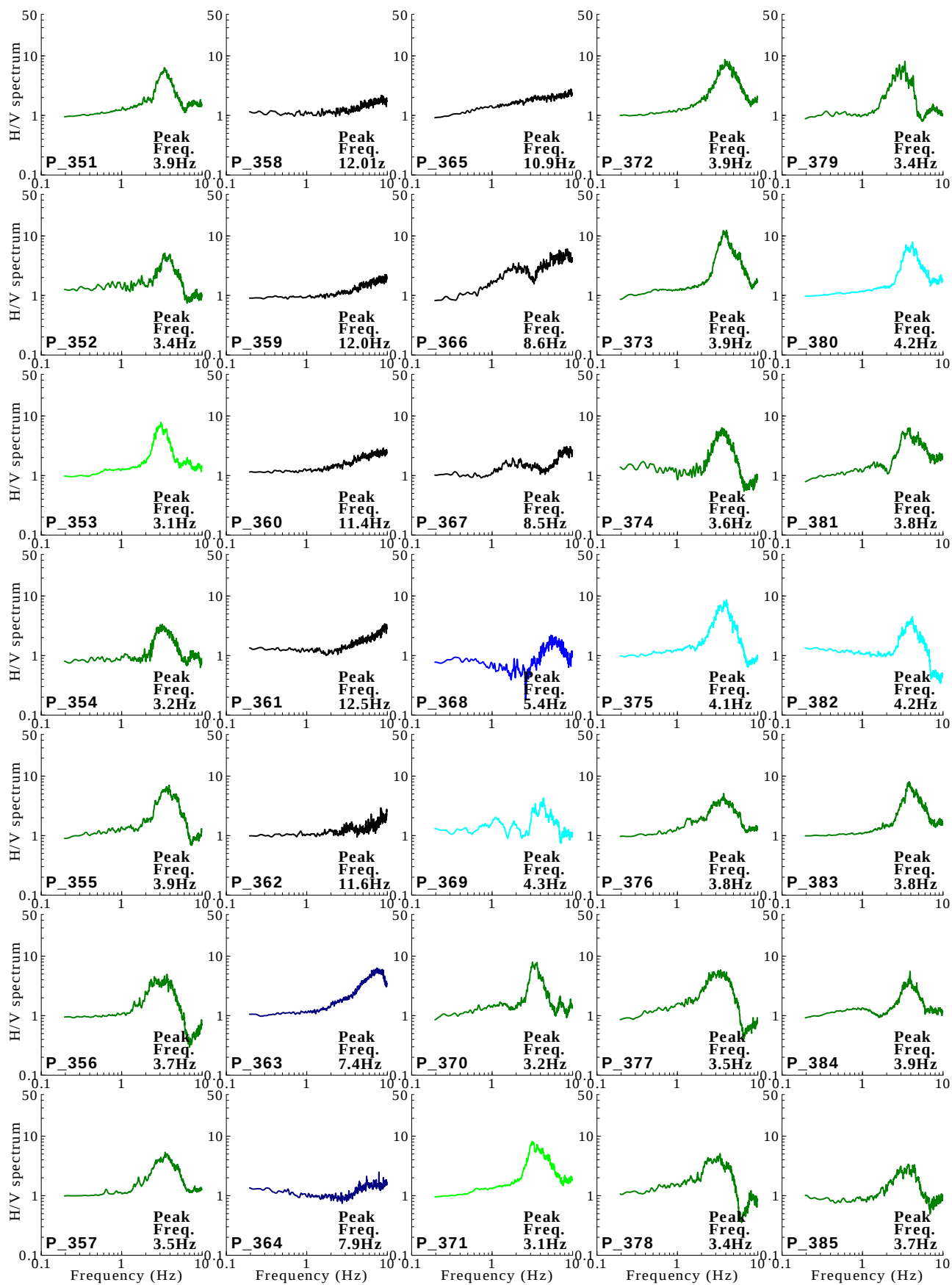
付録図-11 常時微動H/Vスペクトルの比較 (8/15)



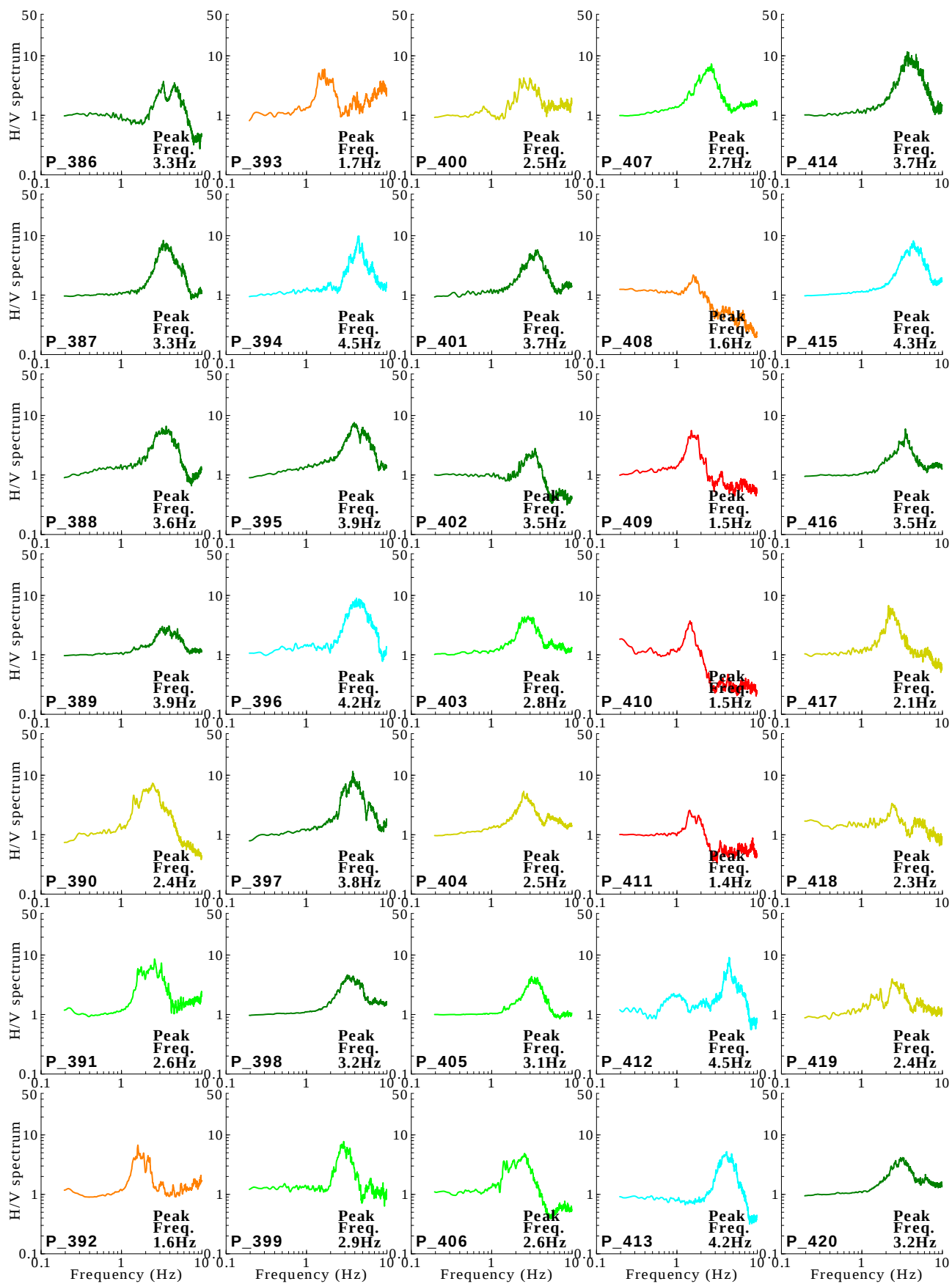
付録図-12 常時微動H/Vスペクトルの比較 (9/15)



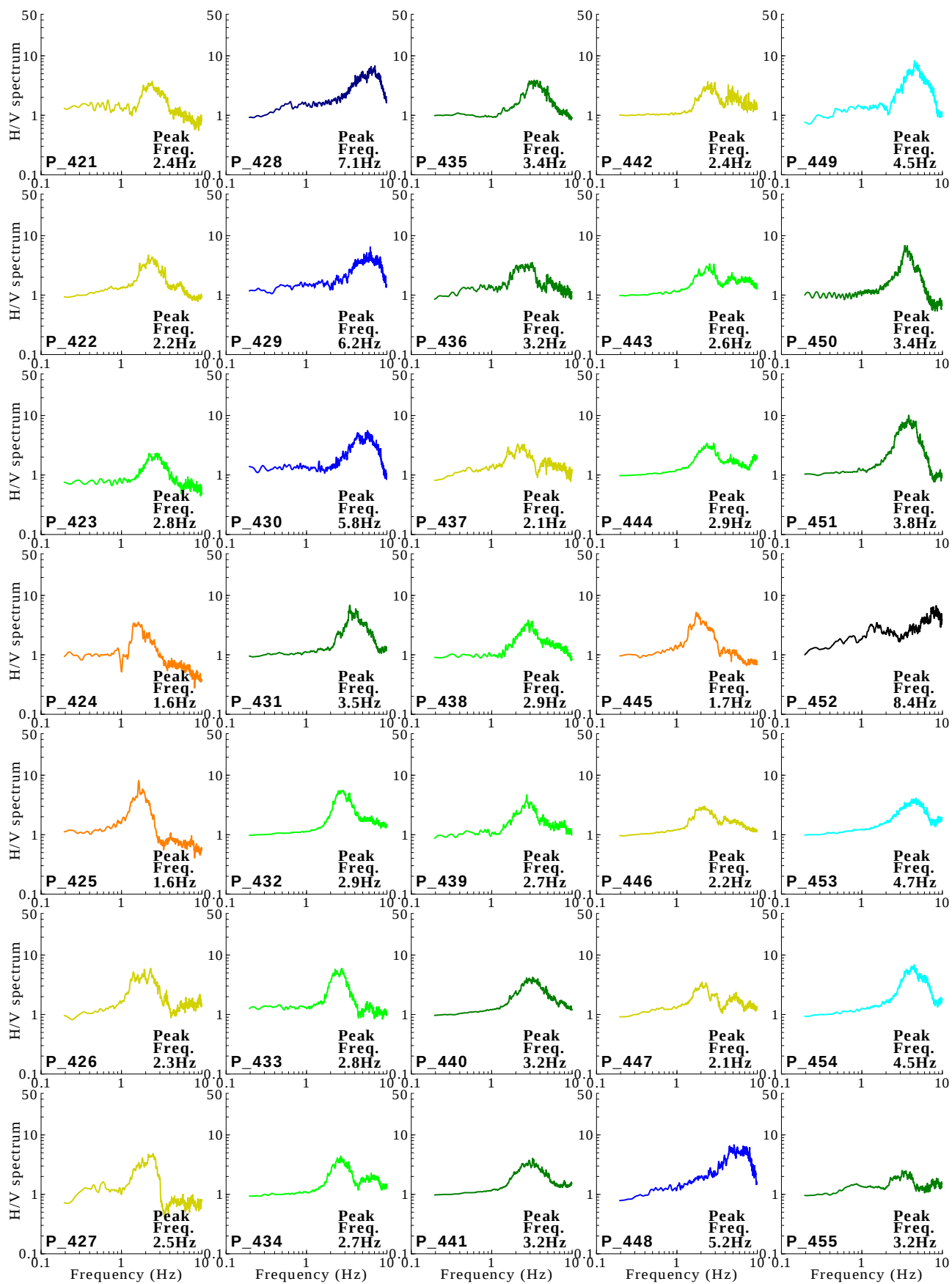
付録図-13 常時微動H/Vスペクトルの比較(10/15)



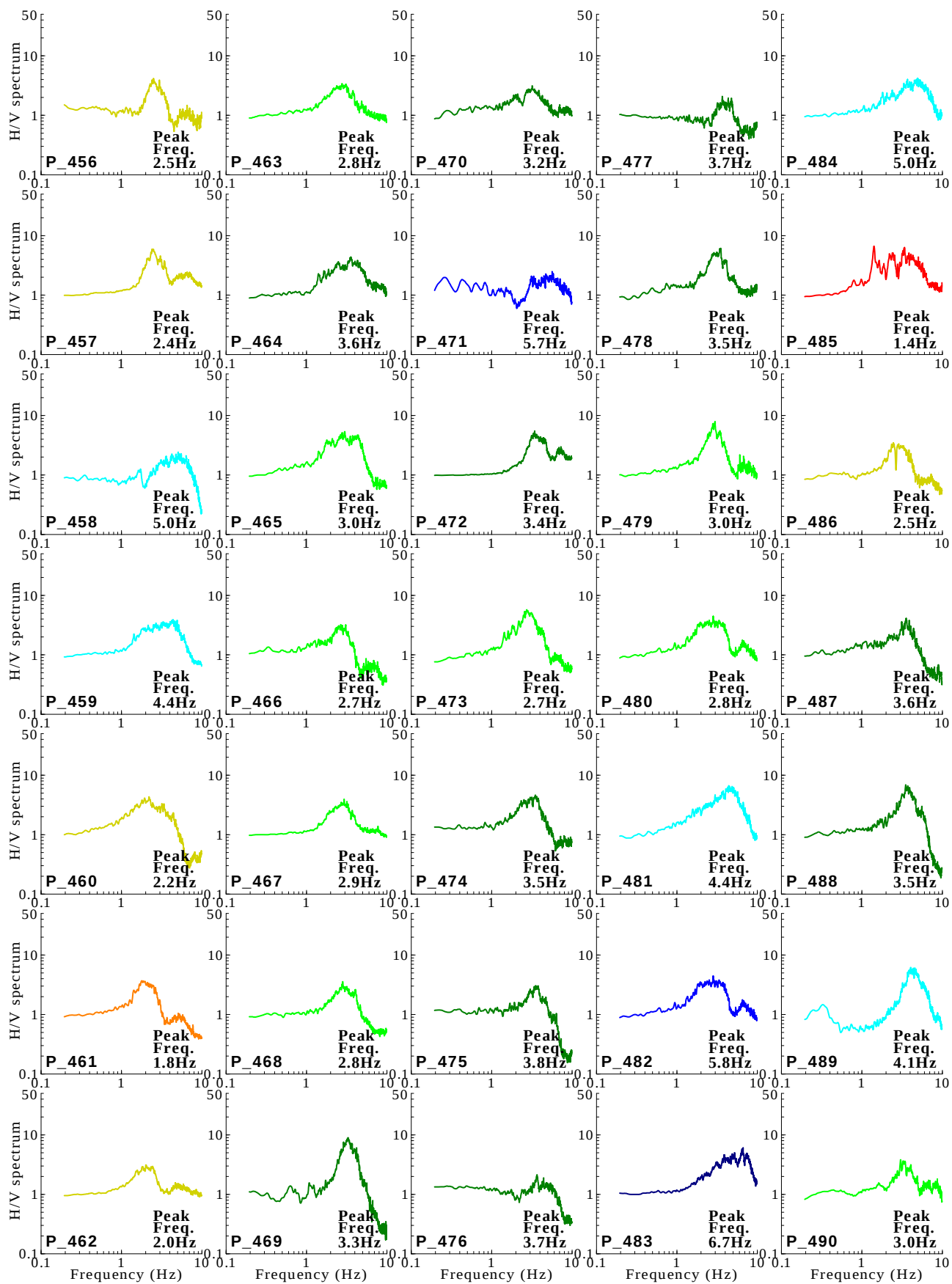
付録図-14 常時微動H/Vスペクトルの比較(11/15)



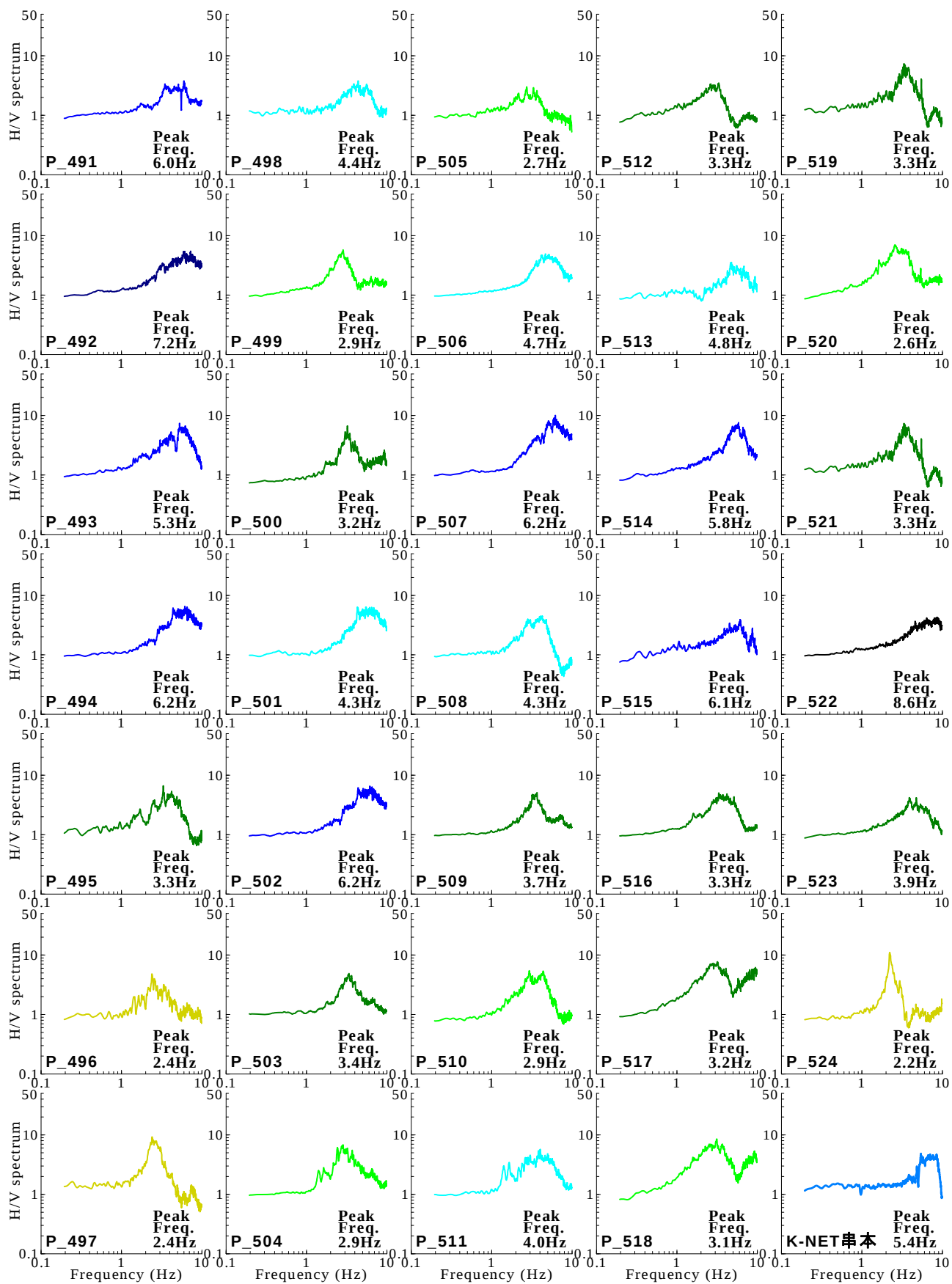
付録図-15 常時微動H/Vスペクトルの比較(12/15)



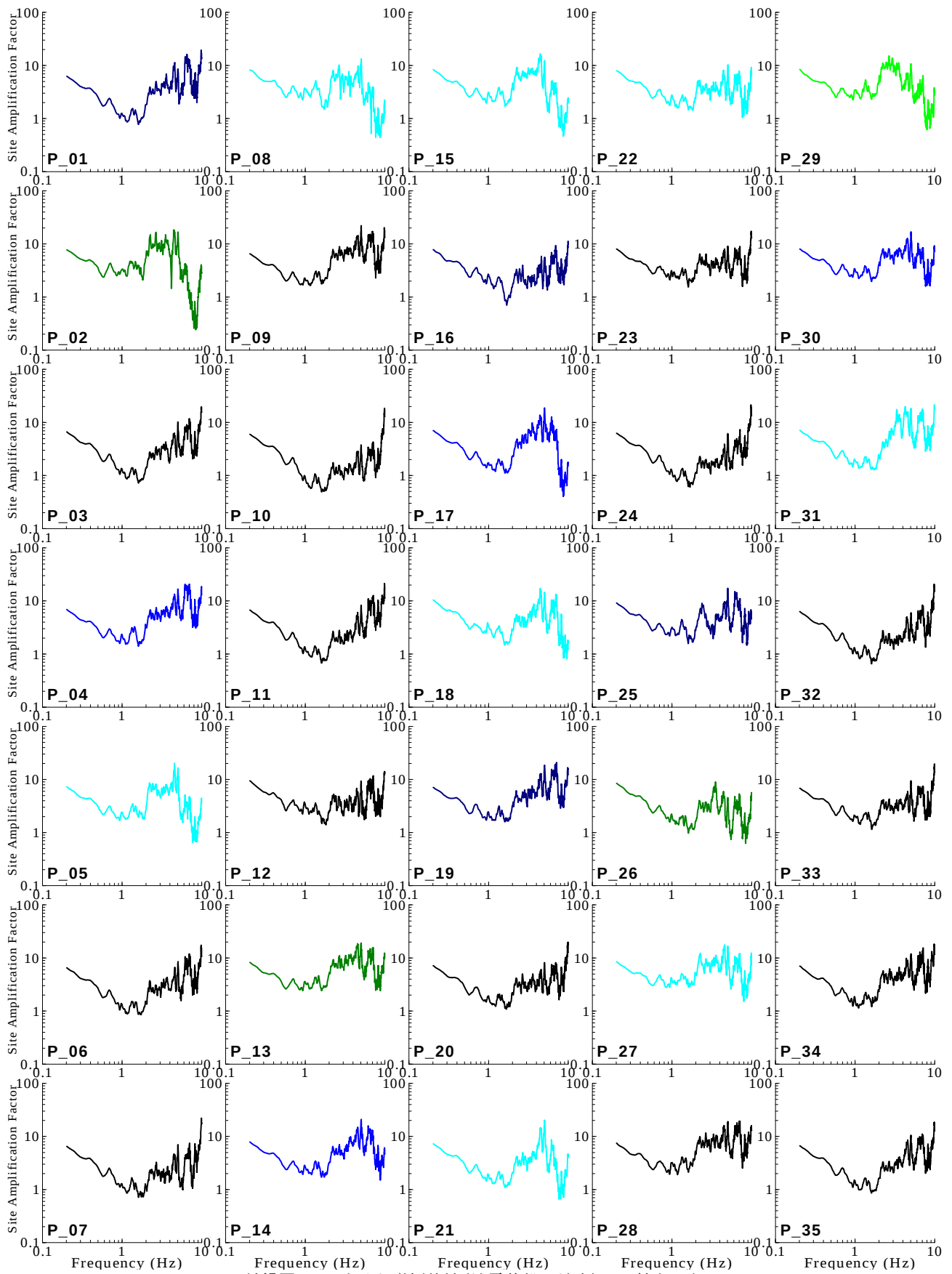
付録図-16 常時微動H/Vスペクトルの比較 (13/15)



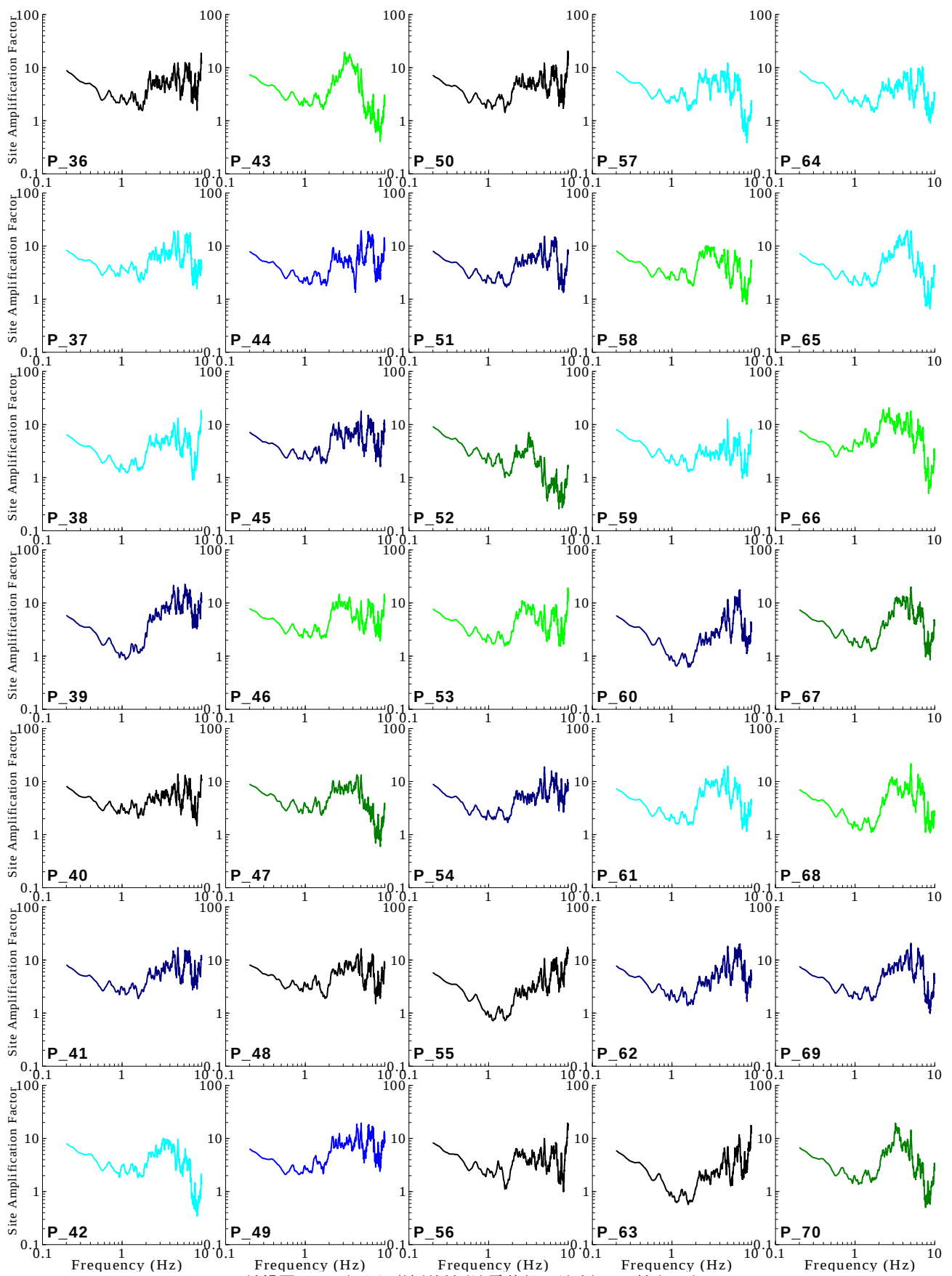
付録図-17 常時微動H/Vスペクトルの比較 (14/15)



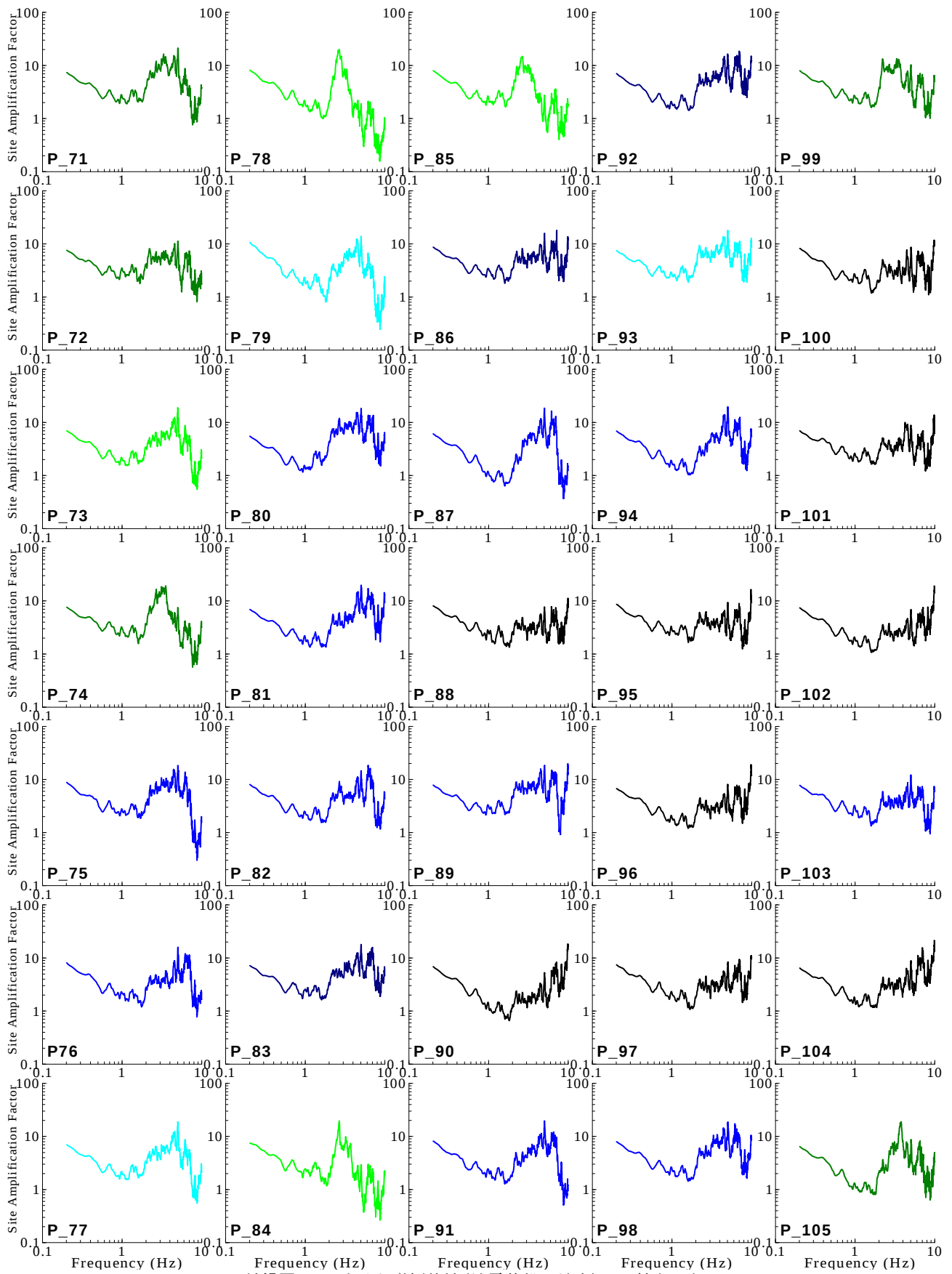
付録図-18 常時微動H/Vスペクトルの比較 (15/15)



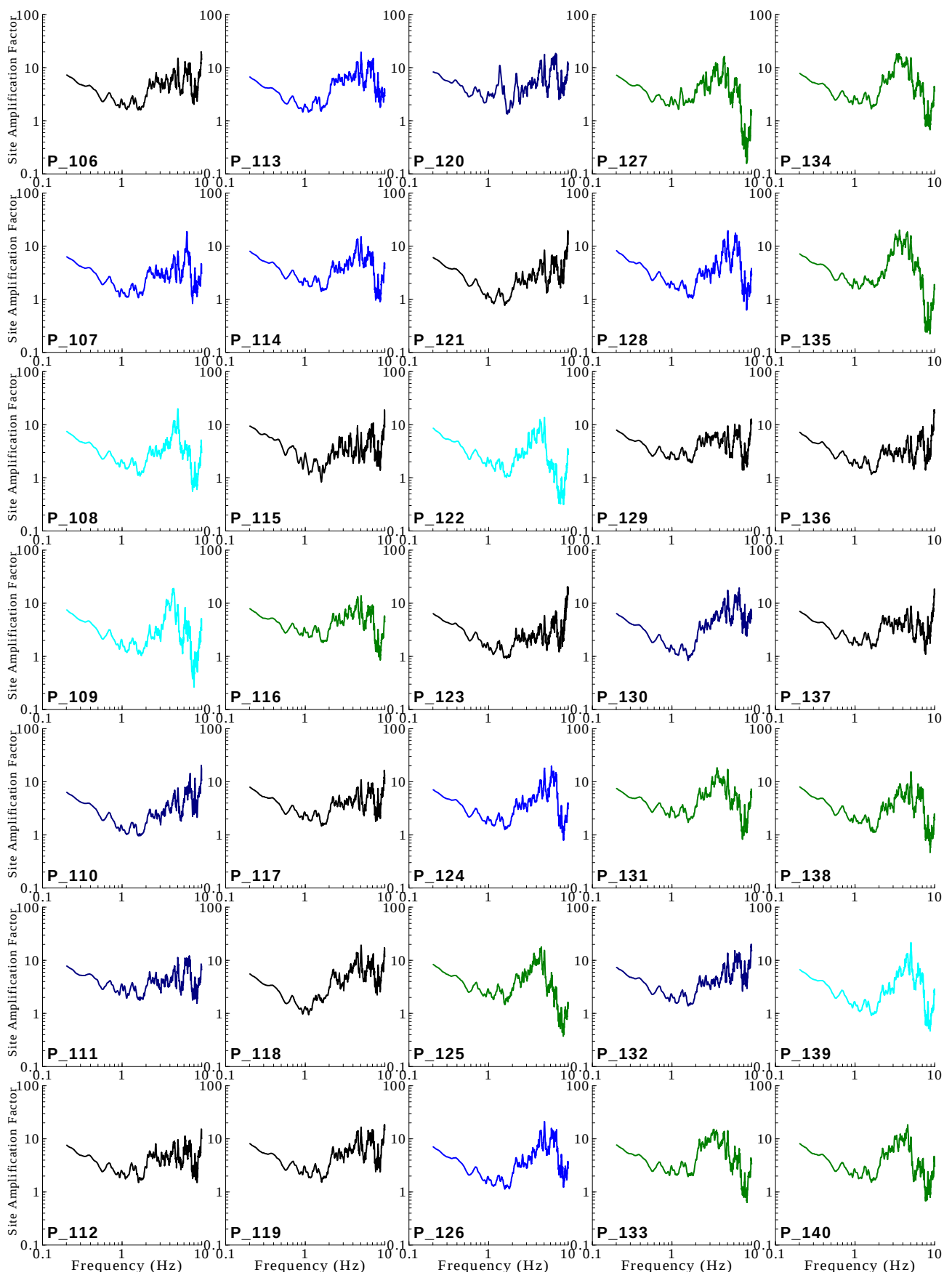
付録図-19 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較 (1/15)



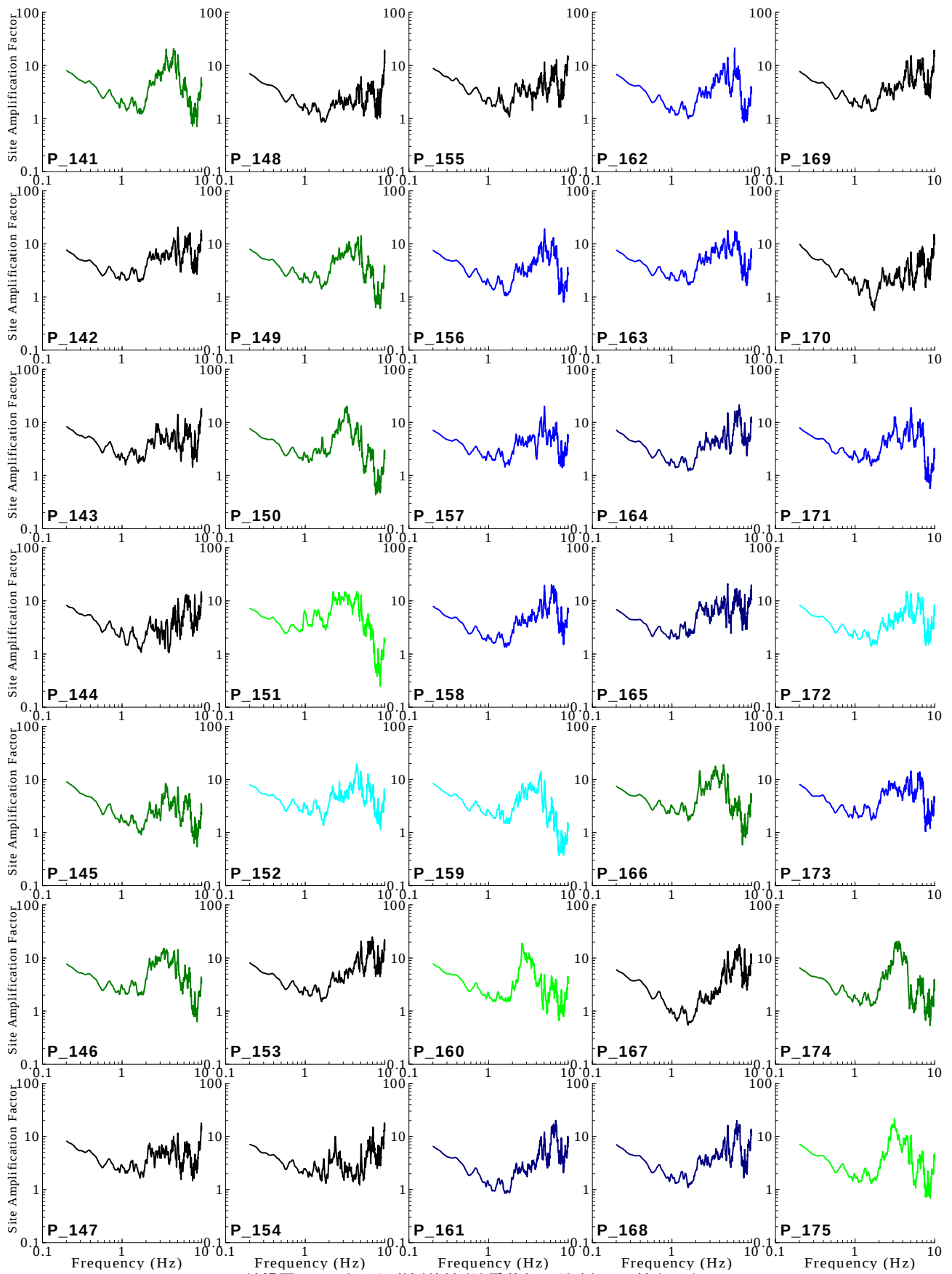
付録図-20 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較 (2/15)



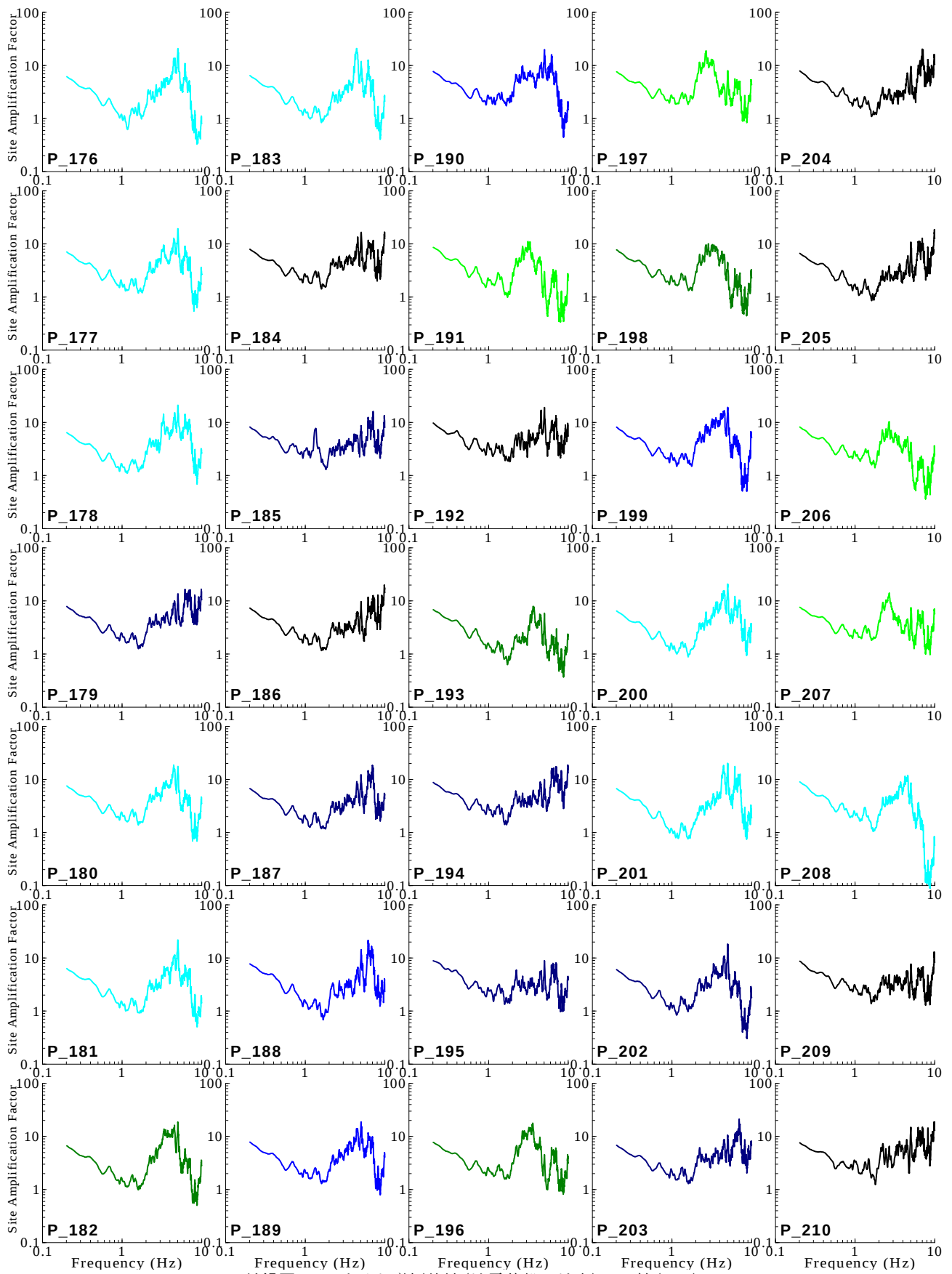
付録図-21 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較 (3/15)



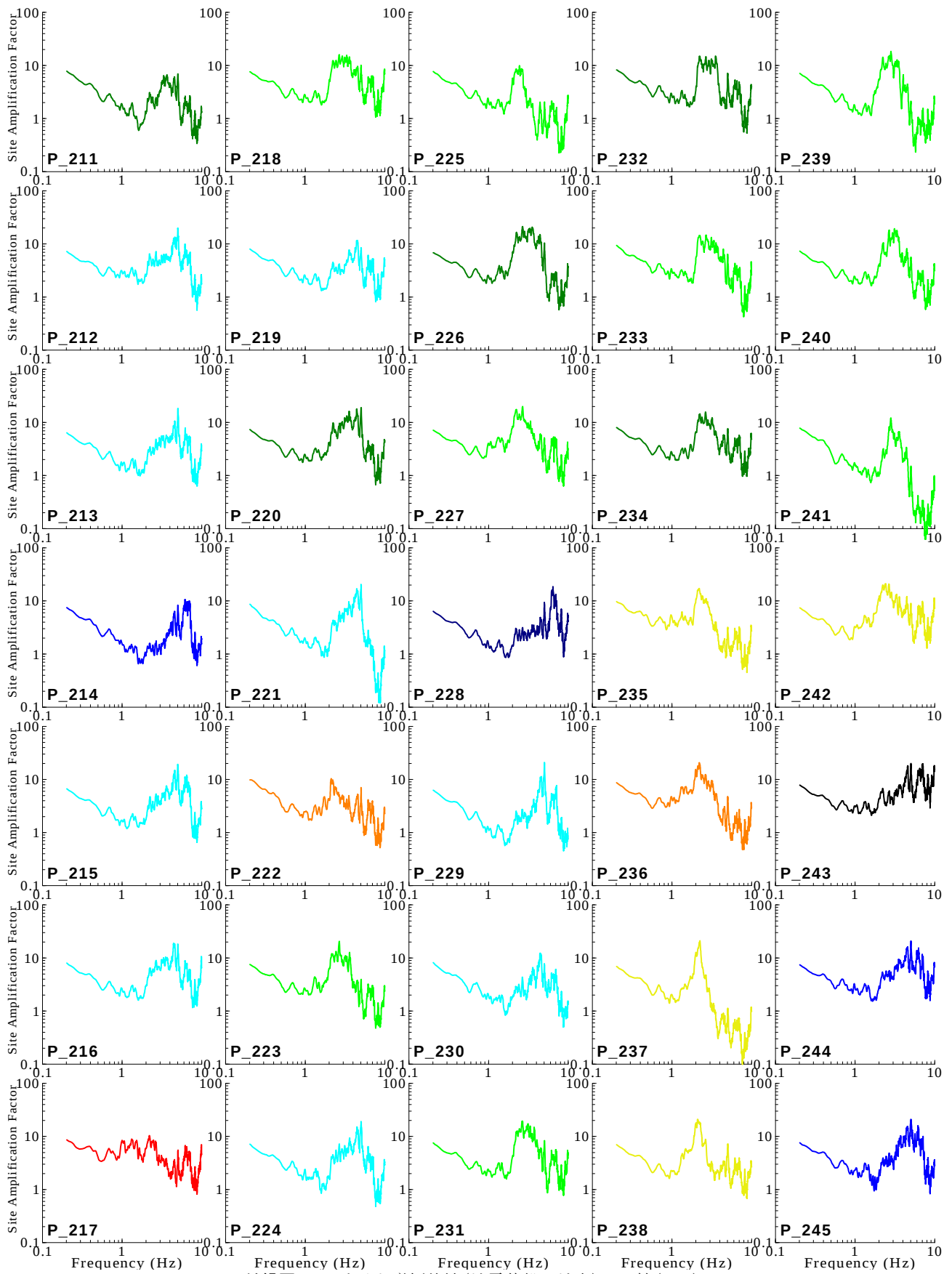
付録図-22 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較 (4/15)



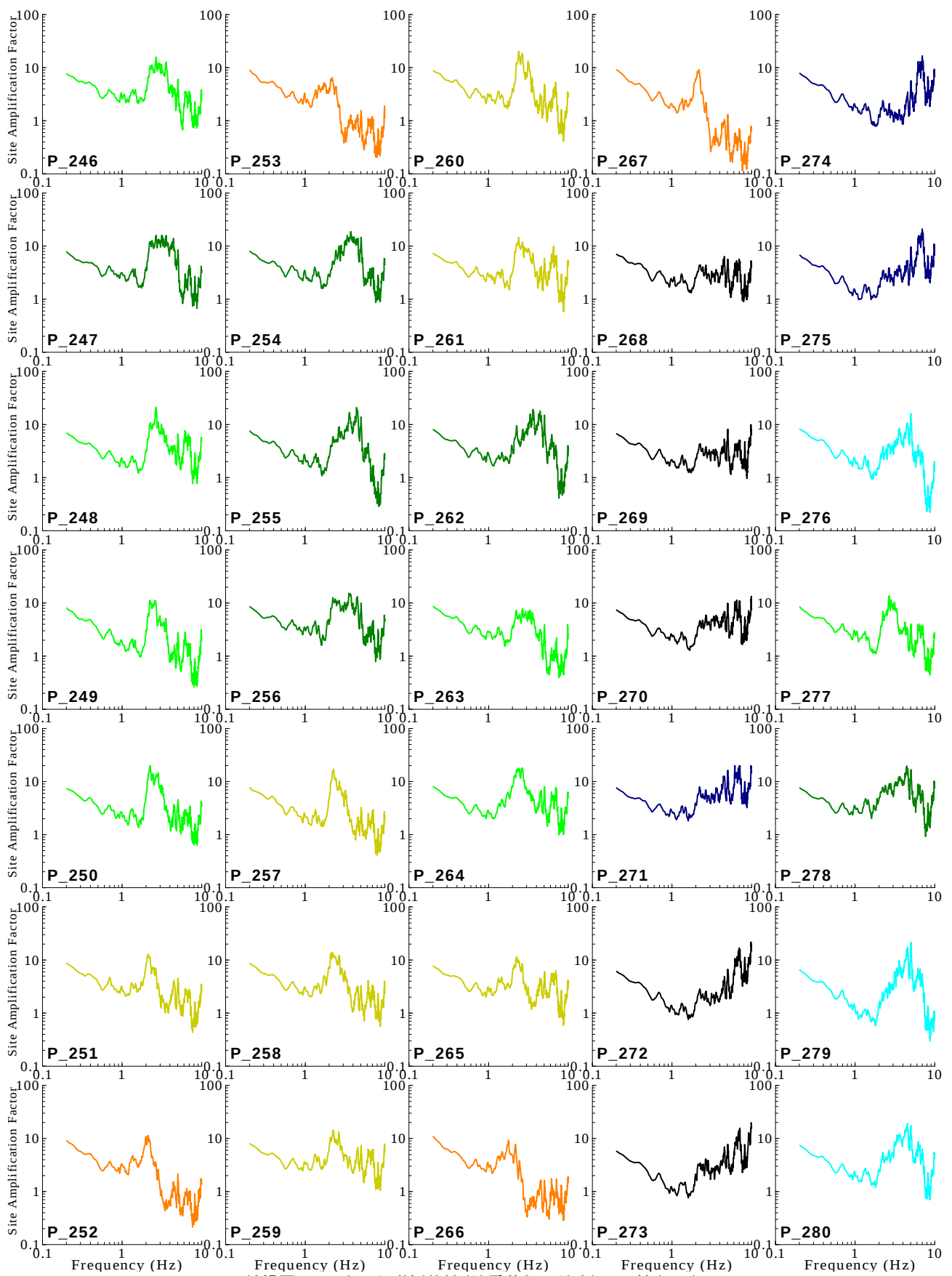
付録図-23 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較 (5/15)



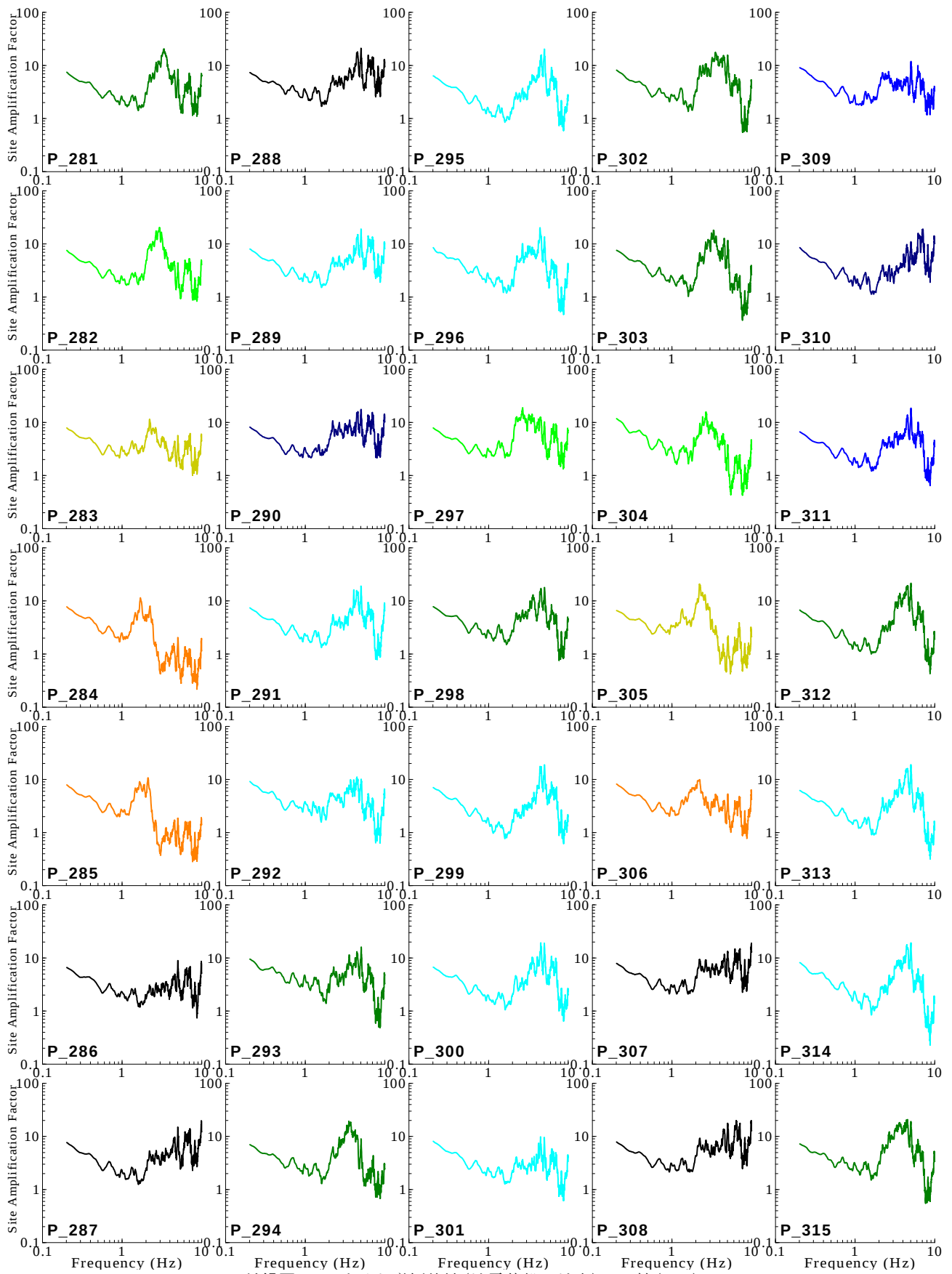
付録図-24 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較 (6/15)



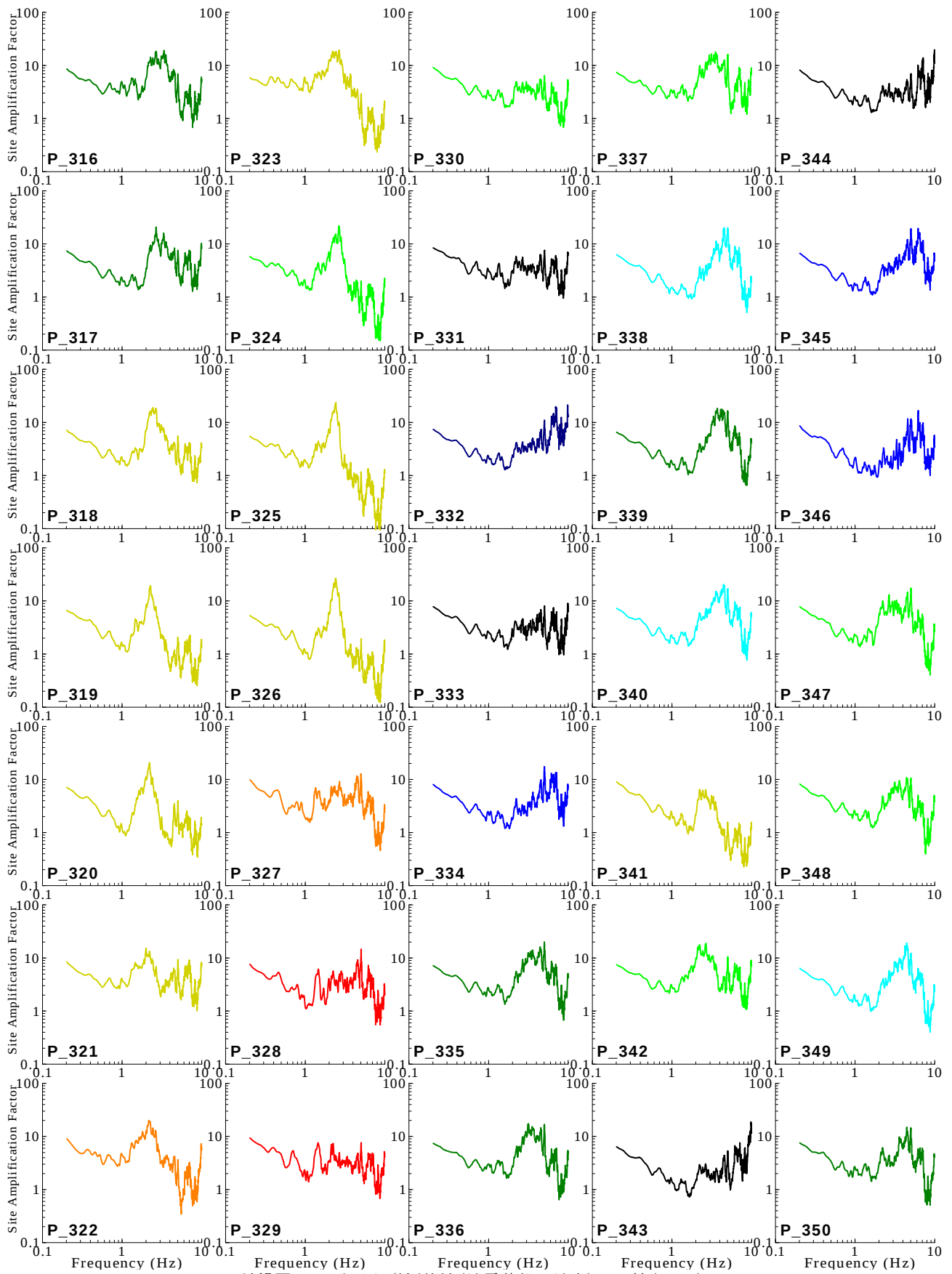
付録図-25 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較 (7/15)



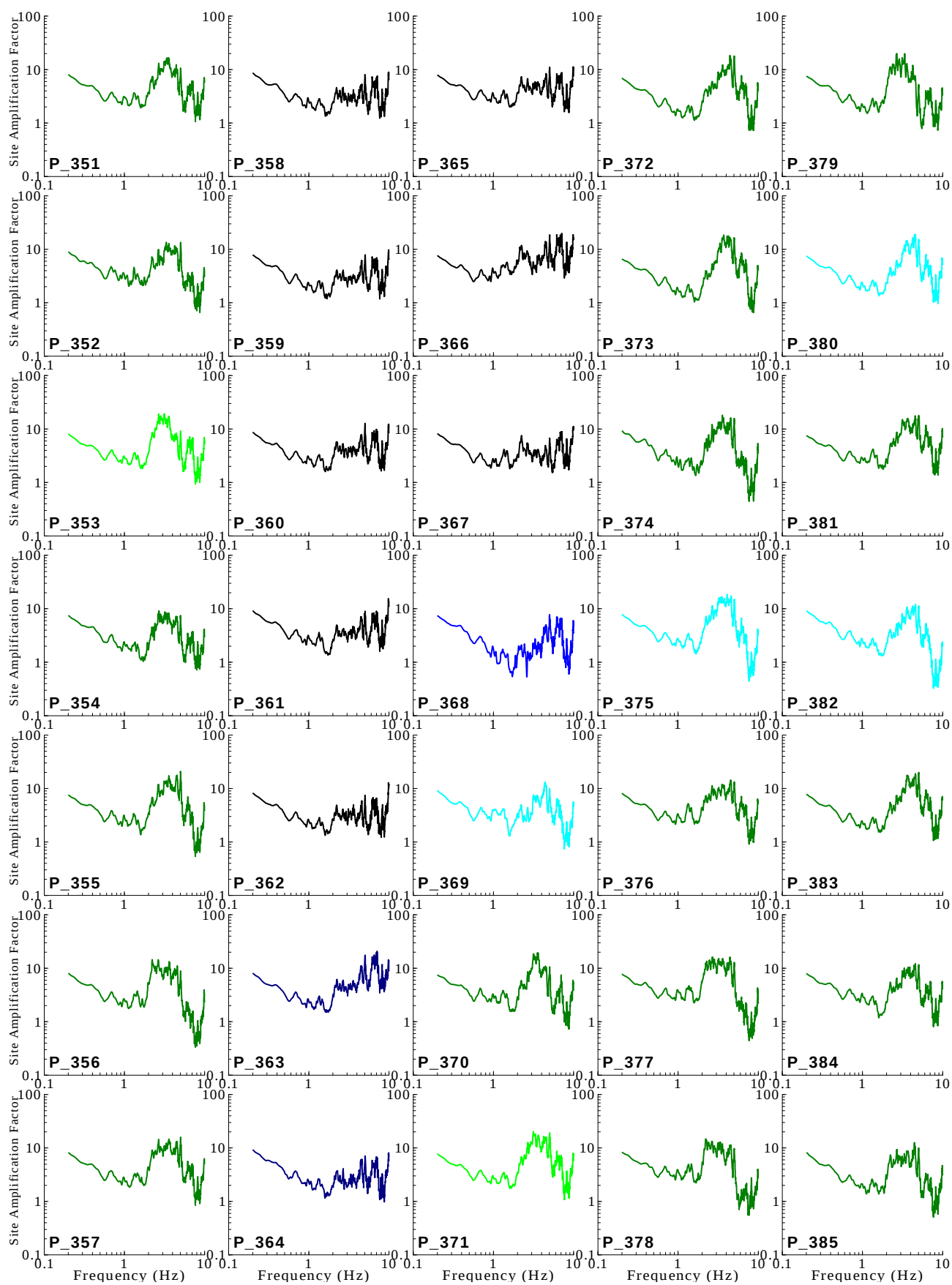
付録図-26 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較 (8/15)



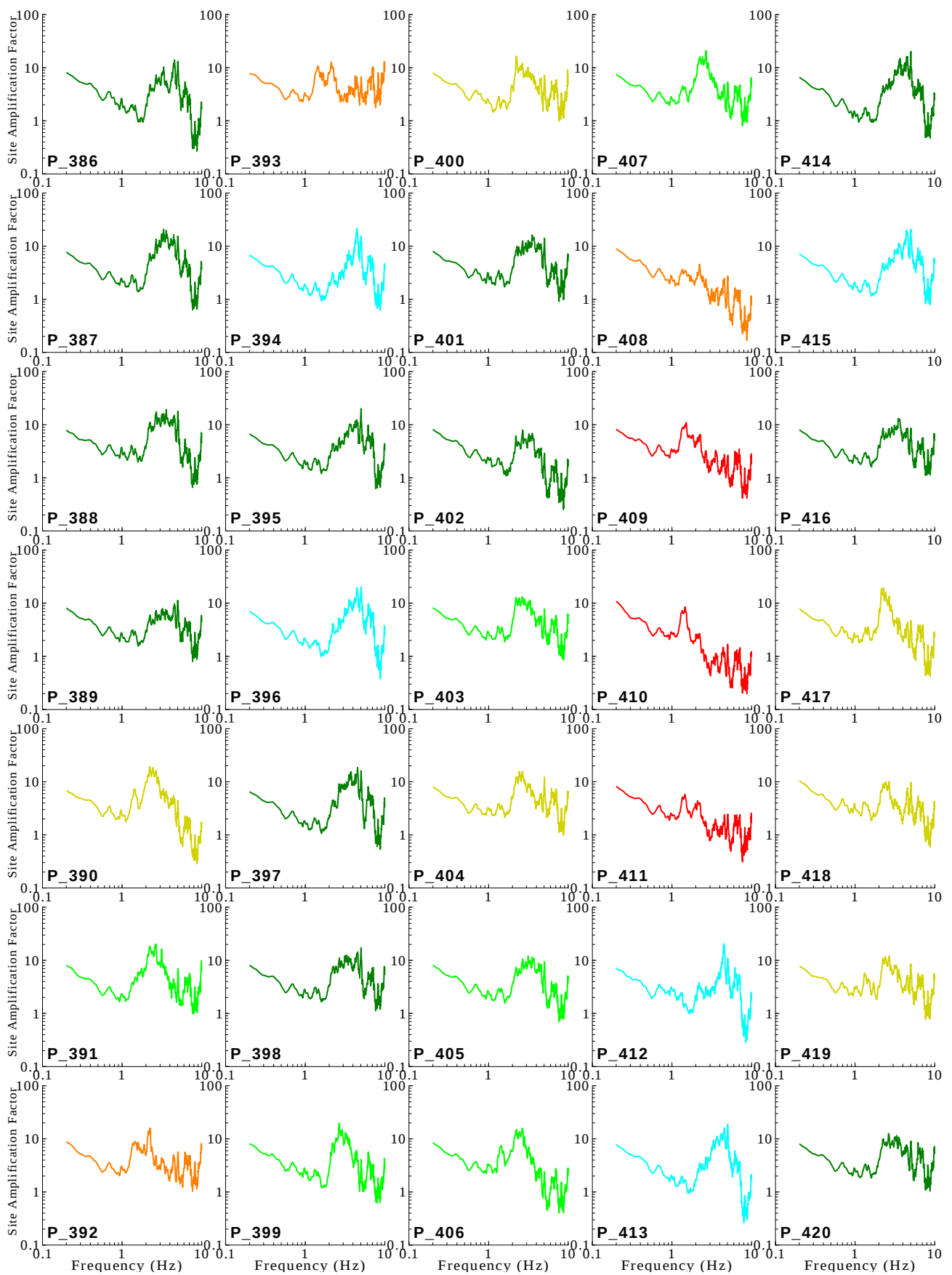
付録図-27 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較 (9/15)



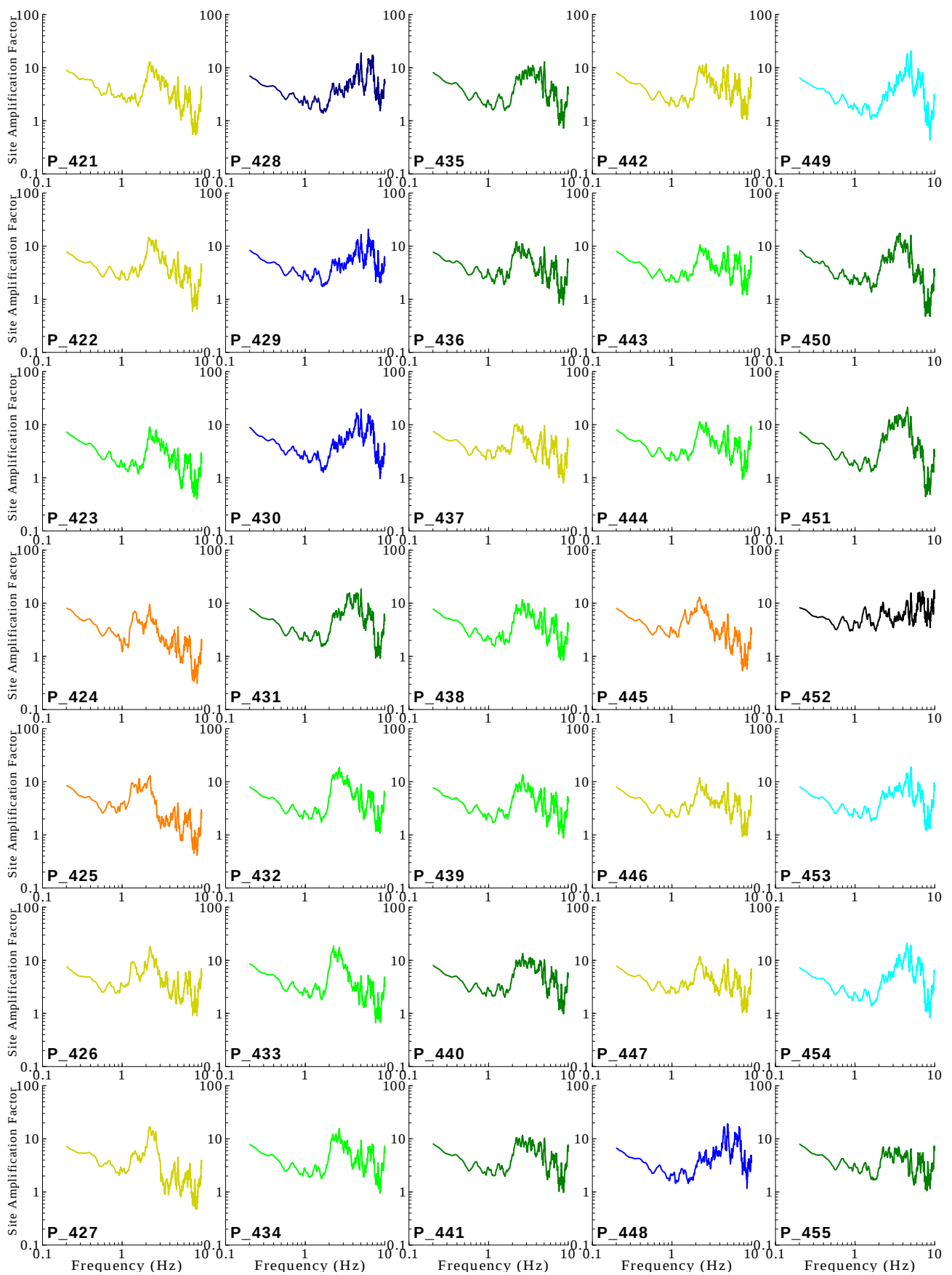
付録図-28 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較(10/15)



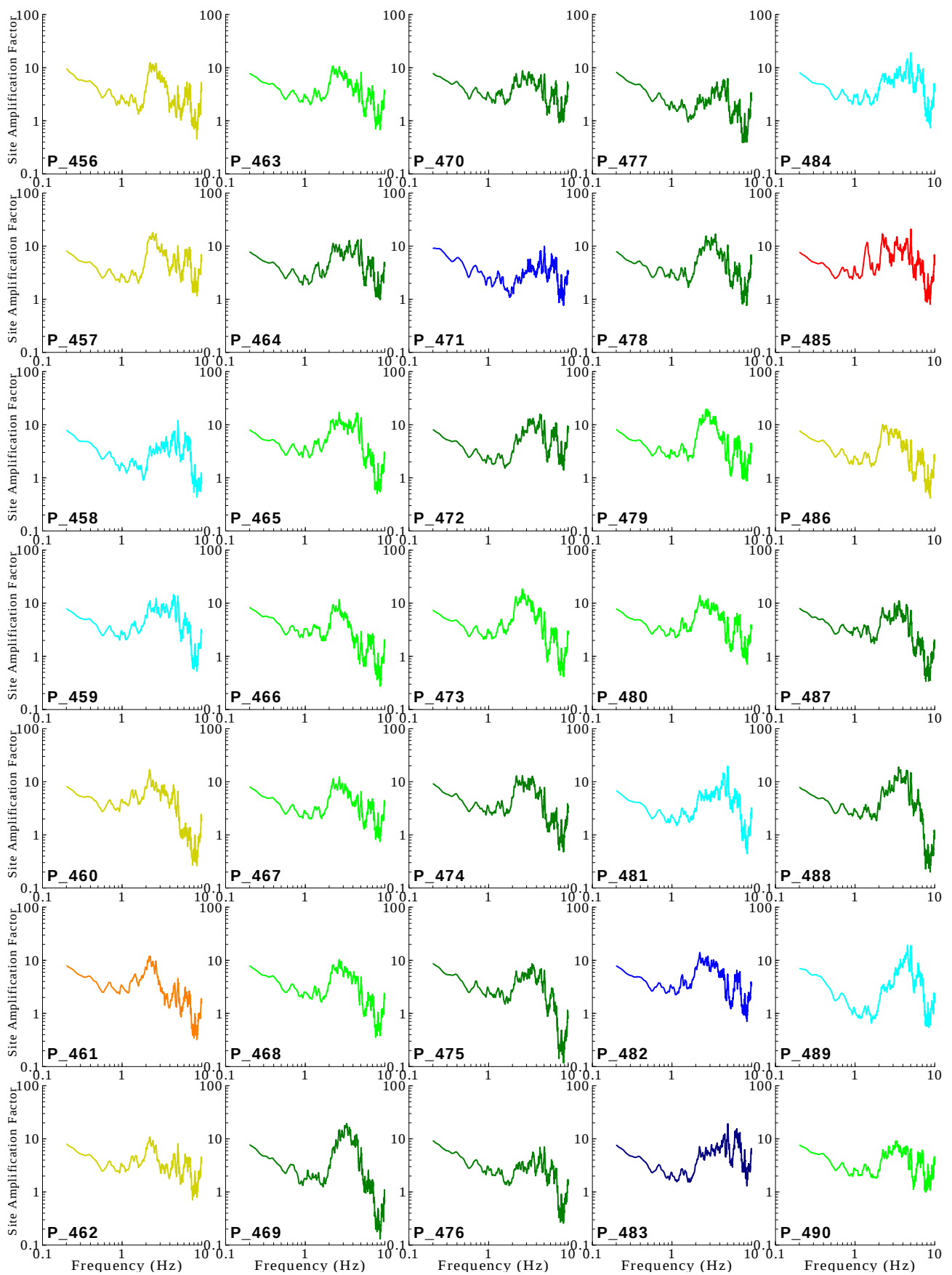
付録図-29 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較(11/15)



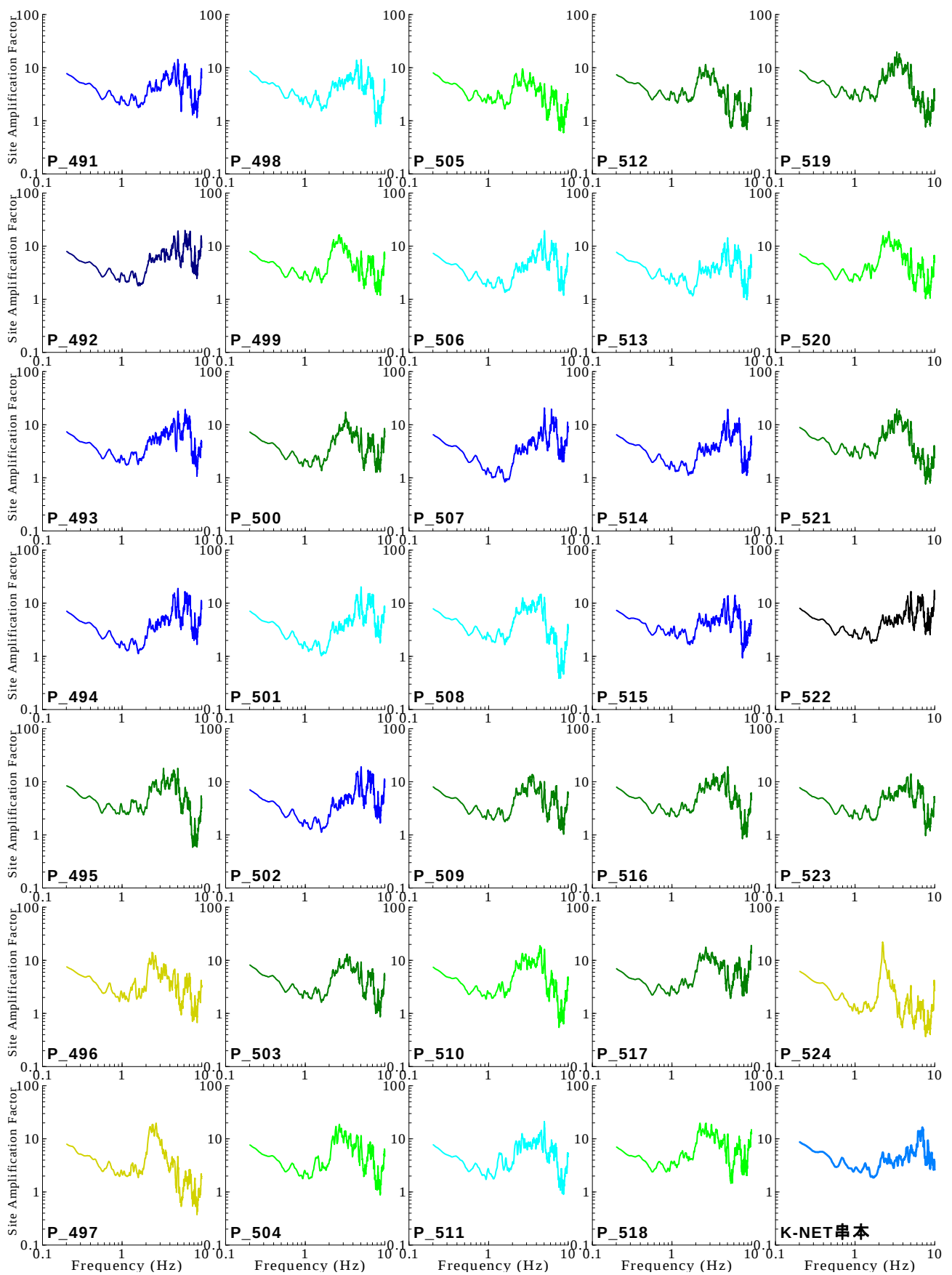
付録図-30 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較(12/15)



付録図-31 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較(13/15)



付録図-32 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較(14/15)



付録図-33 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較(15/15)