

### 3.1.5 データ解析とモデル化

#### (1) 業務の内容

##### (a) 業務の目的

大地震時における救急救命、被災後の生命維持の拠点となる医療施設など重要施設の、機能保持および耐震性向上を目的として、医療機器など重要機器およびシステムの耐震性に関して調査検討を行い、地震災害に対する脆弱性を定量的に評価する。

##### (b) 平成 19 年度業務目的

機器単体の耐震実証実験データの解析及び得られた実験結果より機器単体（システム）の数値解析モデルを構築する。これらの結果より機能保持のための重要機器（システム）の耐震基準確立のための基礎データを得る。

##### (c) 担当者

所属機関	役職	氏名
東京農工大学	准教授	鎌田 崇義
	大学院生	丸山 敦士
	学生	小方 康裕

#### (2) 平成 19 年度の成果

##### (a) 業務の要約

3.1.4 項で実施した必要機器の耐震実験データの 1 次解析を行った。この解析結果からモデル化が必要な機器についての選定作業を行ったが、実験を行った機器のうち、固定タイプのものに関しては最終的に破壊につながったもの以外では、特に動特性のモデル化は必要ないものと思われる。破壊したものに関しては上部の重量を細い足で支える構造になっているものが多く、破壊を起こしやすい設計になっていた。機器の中でもキャスト機器については、加速度自体は大きくないが固定状態によってはその移動量が大きくなるため、変位が問題になる場合にはモデル化が必要になる場合があると考えられる。また、機器の耐震基準確立のための基礎データとするため詳細な解析を進めた。

##### (b) 業務の成果

###### 1) 伝達特性

検討を行った機器を表 1 に示す。それらの機器すべてについて、x、y、z 方向の伝達特性をまとめたものを図 1 ~ 図 30 に示す。

図はそれぞれランダム加振実験における応答で、左上が絶対加速度の時刻歴応答、左下がそのパワースペクトル密度、右が振動台上の構造体モデルの加速度から各々の機器の代表的な測定点での加速度までの周波数応答で、x-x、y-y、z-z と対応する方向についてのみを示したものである。代表的な測定点とは、主として機器に設置された加速度計のうち最も上部の測定点である。本実験では地震に対して動特性を持つような機器の有無を判断し、必要があればモデル化を行うことを目的としていたためこのような測定点を選んだ。

図1は振動台の台上加速度から構造体の床部までの伝達特性を示すもので、図2以降は構造体床部から各種機器までの伝達特性を示している。

スライド式扉(図3)に関しては、実験中開閉を繰り返していたが、顕著な振動特性は見られていない。イトーキテーブル(図8,9)は2.5Hz付近に共振点を持っており、神戸波の原波では支持部が塑性変形して大破している。構造上重い書物等が高い位置に置かれるため、片持ち梁のような応答を見せて破壊に至っている。置いた物の重量によって大きく共振点が変わることが予想されるが、神戸波原波以外では破壊に至っていないことから、積載重量による振動許容限界をどこに設定するかが問題になる。このほか、サーバーラック、オープンラック、パーティション、パーティションロッカー(図14、19、26、27)でも水平応答が共振特性を示しており、応答自体も他の機器に比べて大きくなっている。一方、スタッフステーション(図24)に関しては、デスク横のパーティション部分が共振しているだけであり、特に問題はない。また、ベッドやデスク系で上下方向の共振特性を見せているものがある。

また、今回の実験ではキャスト付きの機器が多く、水平方向の応答で一自由度系のような伝達特性を見せるものが数種類あった。キャストとその床面との摩擦抵抗によって、免震のような応答が現れていると判断される。キャストがフリーの状態であれば、応答加速度は小さく破壊等の危険度は低い。

## 2)モデル化の必要性

今回耐震実験を行った機器の応答特性について整理した。動特性を持つものがいくつか存在したがモデル化の必要性に関する結論は以下の通りである。

今回実験を行った機器において、水平方向に共振特性を示すものがいくつかあったが、大半の機器は機能が壊れるような動特性は見せておらず特別なモデル化は必要ないと思われる。ただし、大地震の入力に対しては塑性破壊や転倒を起こした機器もあり、機器の耐震性を大きな入力まで考える必要があるならば、今後一自由度程度の簡易なモデル化が必要になる可能性がある。

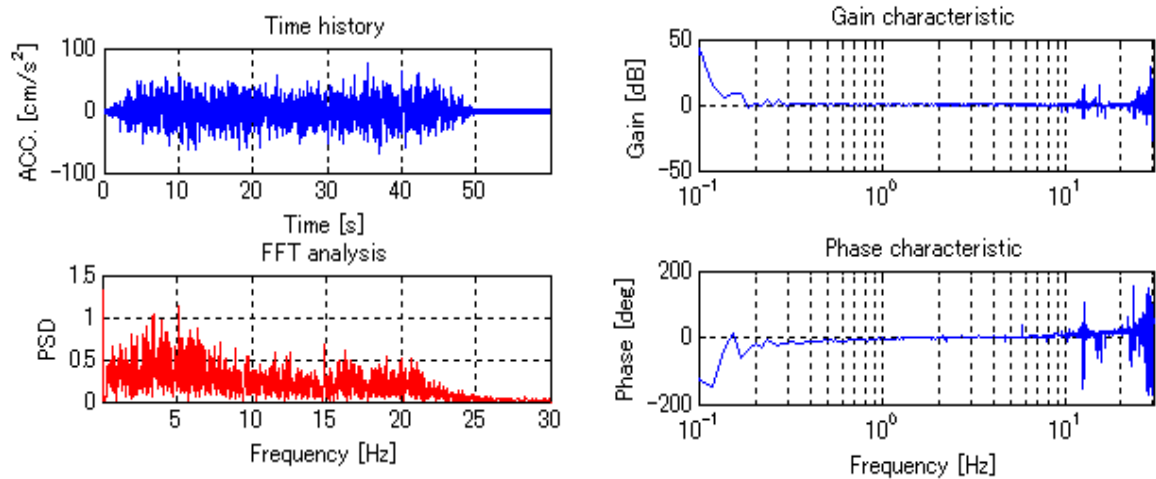
キャスト機器に付いては免震のような特性が得られている。応答加速度自体は小さいが、その変位量の大きさから他の機器との衝突や接合部の破壊が懸念される場合にはモデル化を行って応答を検討することが好ましい。ただし、キャストには様々なタイプがあり、その構造や床面との摩擦係数、初期状態によって応答が異なることが予想されることから、対象をある程度絞り込む必要があると思われる。

ベッドやテーブル等、上下方向の振動が両端支持梁に近い特性を持つものがあったが、それ自身が壊れてしまうような大きな応答ではないこと、今回は人や物が載っていない状態であり、荷重状態によって特性が変わると考えられることから特に現段階でモデル化の必要性はないと思われる。

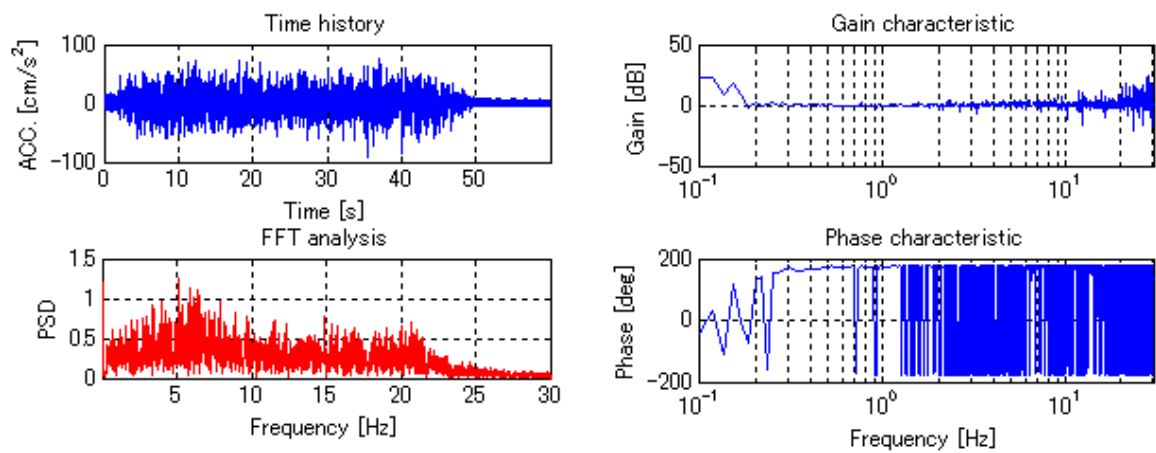
今回実験を行った機器が重要機器すべてではなく、来年度予定されている建物実験では建物の固有振動数によって、地震が増幅されることも考えられるため、引き続きモデル化の必要性についてはチェックを行う予定である。

表1 実験機器リスト

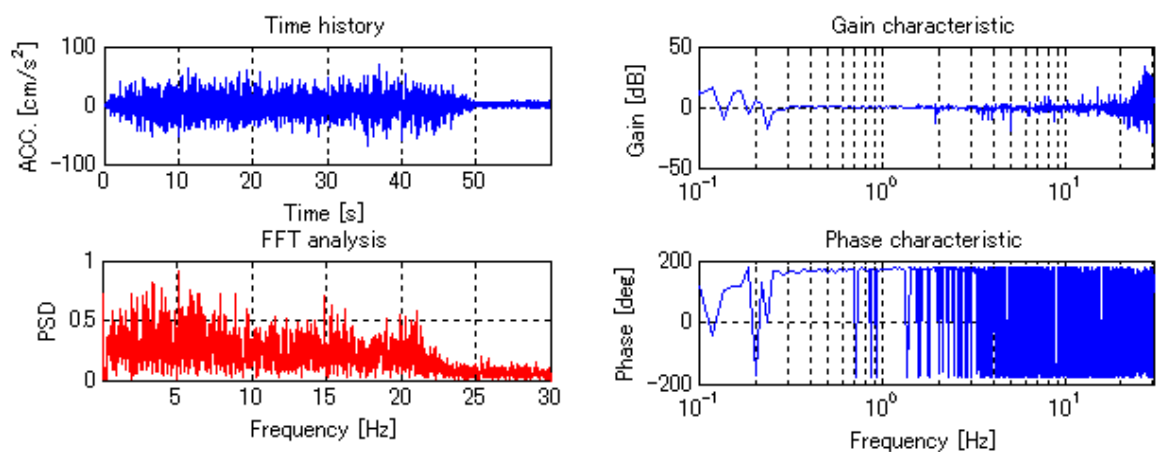
略字	試験体
T	振動台制御装置より
M	構造体モデル
BK	文化シャッターカームスライダー
KB	国立 ベッド
II	イトーキ IT 診療テーブル
IMT2	イトーキメデイトレ
IW	イトーキナースワゴンシャッタータイプ
IT1	イトーキ テーブル1向かって左
IT2	イトーキ テーブル2向かって右
M1	除細動器 美和医療
M2	麻酔器 美和医療
MOT	手術台 美和医療
MHL	人工心肺 美和医療
SL	サーバーラック
TB	東京農工大 ブレーキ
NS	日本シュータ
CH1	セントラルユニ ハイキャビネット向かって左(フリー)
CH2	セントラルユニ ハイキャビネット向かって右(固定)
CO	セントラルユニ オープンラック
CS	セントラルユニ スタンド
OC1	岡村 キャビネット左
OC2	岡村 キャビネット中央
OC3	岡村 キャビネット右
OS	岡村 スタッフステーション
OT	岡村 診療テーブル
OP	岡村 パーティション
OPL	岡村 パーティションロッカー
OW	岡村 ワゴン
FS	フクダ電子 心電計 FCP-4830
FT	フクダ電子 テレメーター DS-2202



(a) X 方向

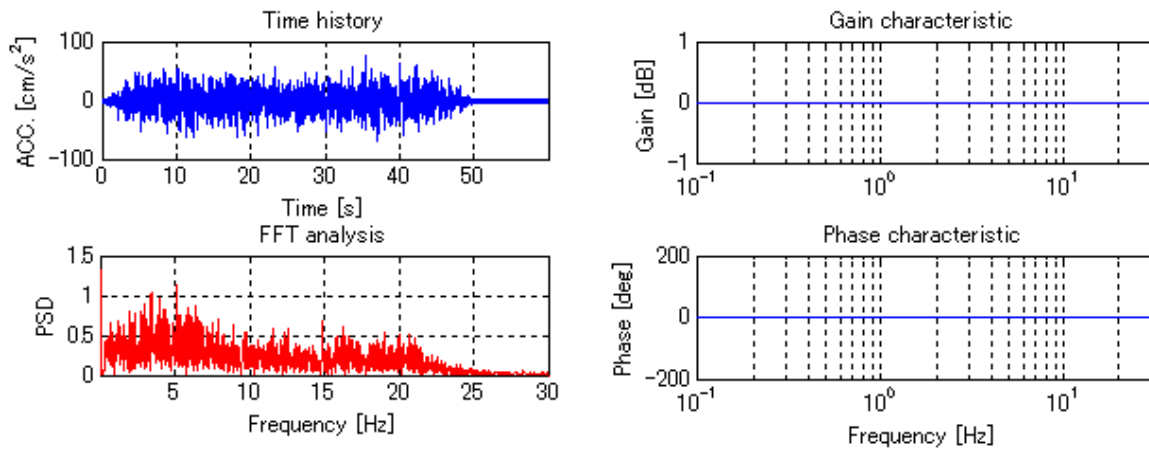


(b) Y 方向

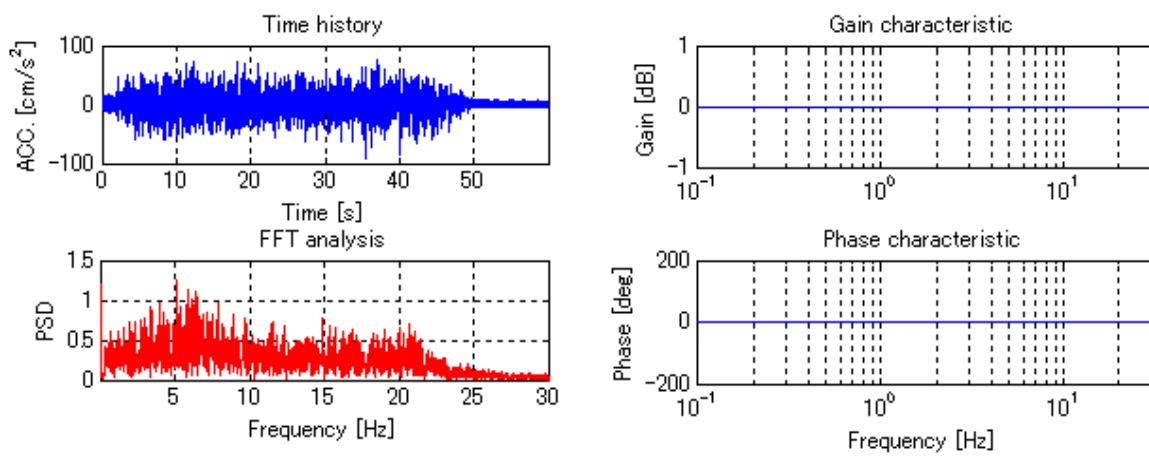


(c) Z 方向

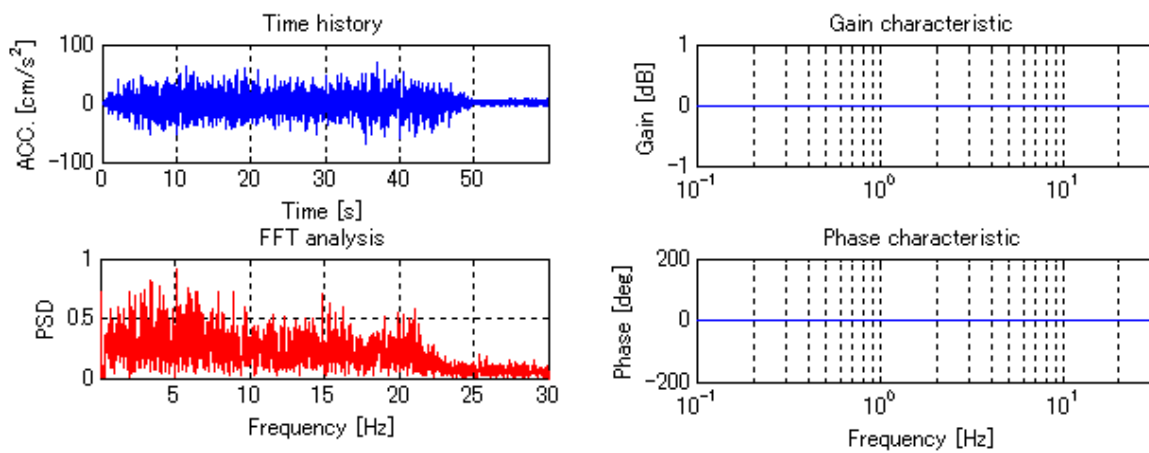
図 1 伝達特性(Tより) (実験機器 : M)



(a) X 方向

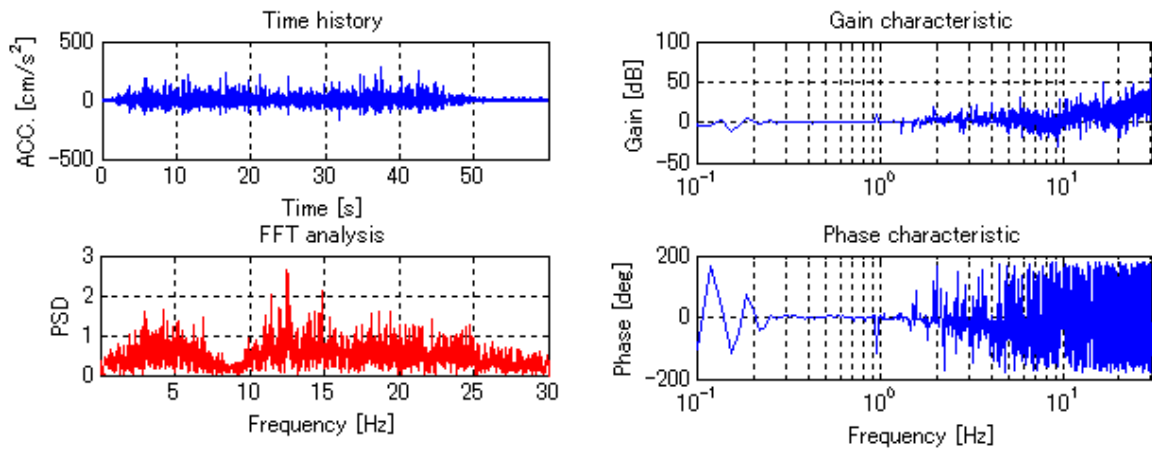


(b) Y 方向

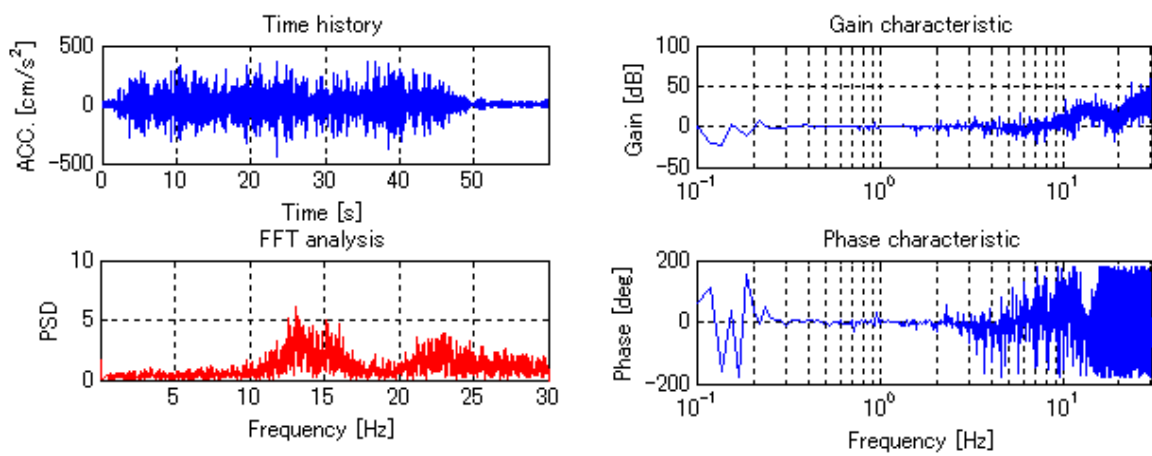


(c) Z 方向

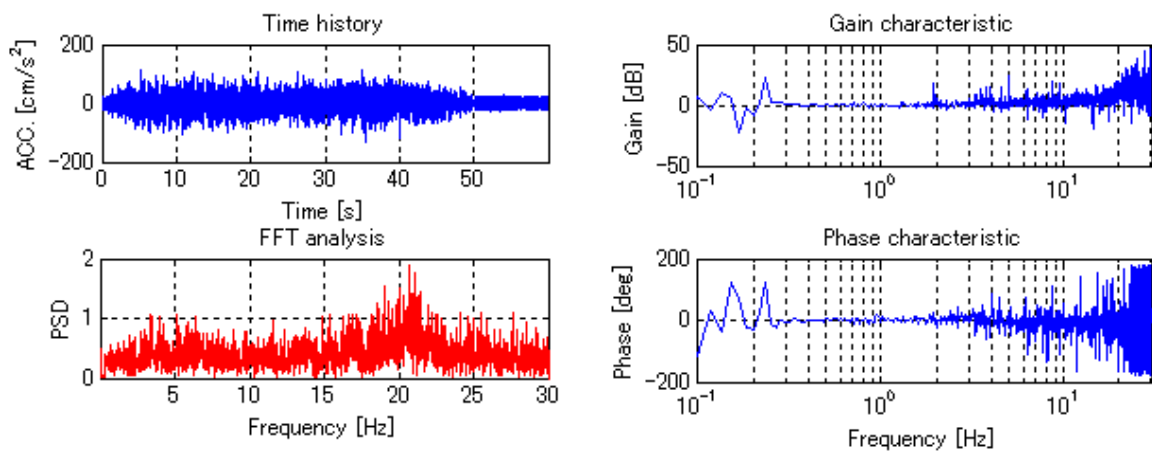
図 2 伝達特性 (Mより\*以下同)(実験機器:M)



(a) X 方向

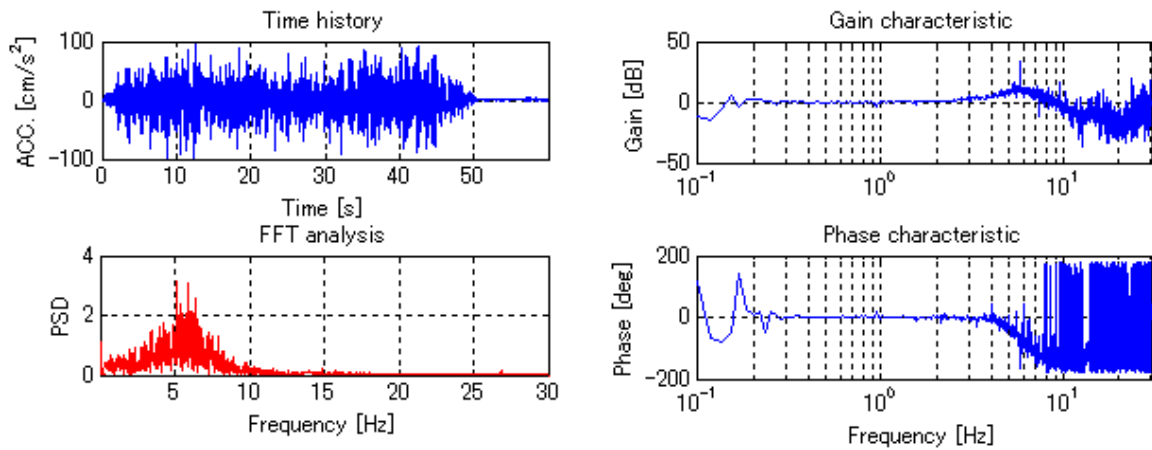


(b) Y 方向

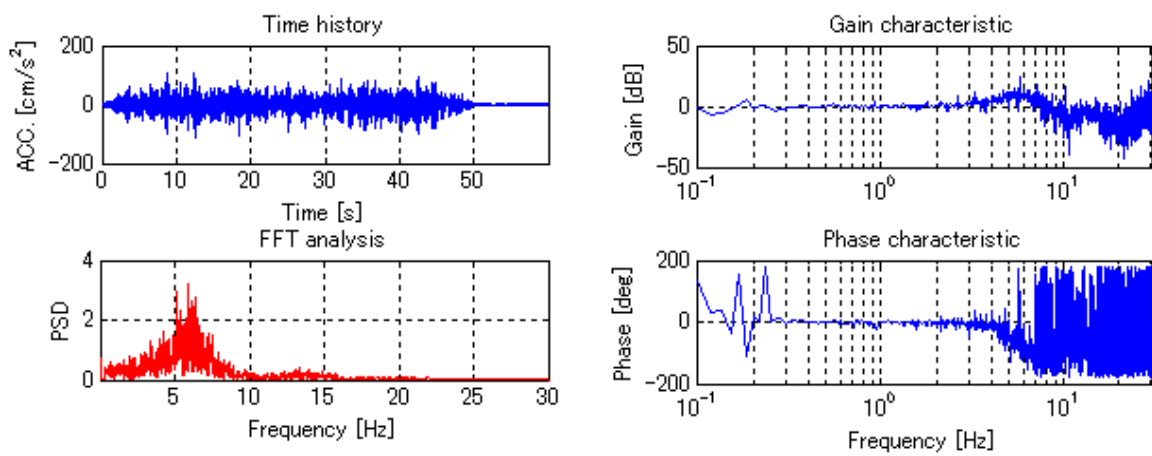


(c) Z 方向

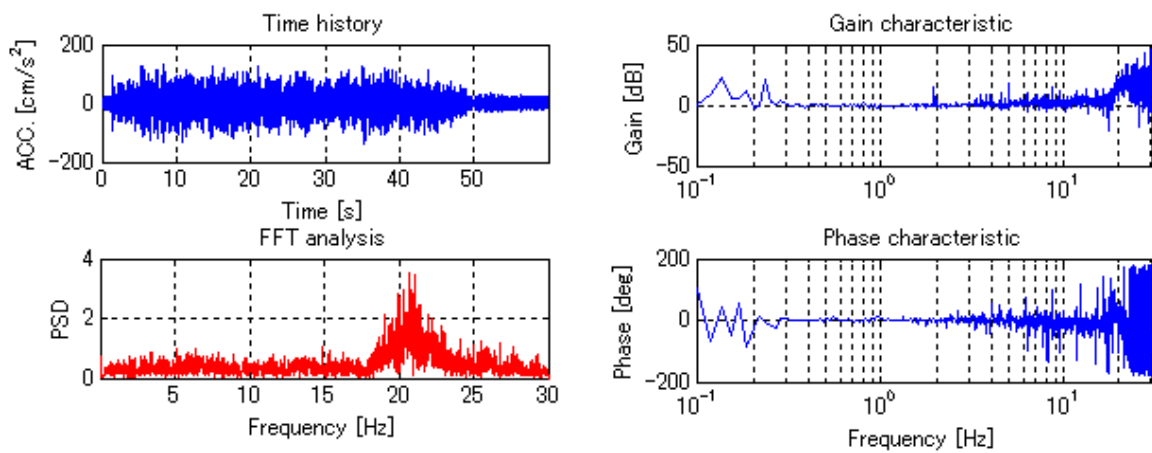
図 3 伝達特性 (実験機器 : BK)



(a) X 方向

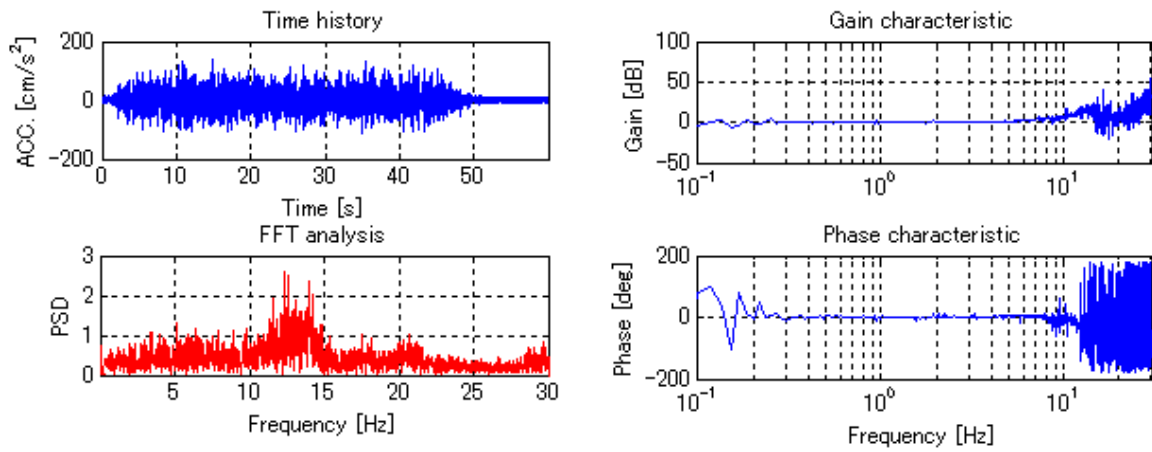


(b) Y 方向

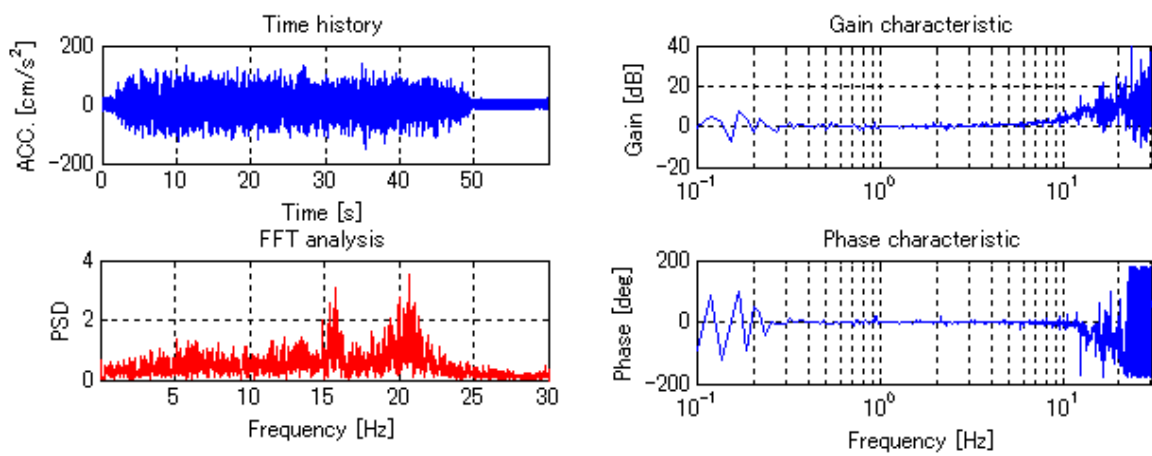


(c) Z 方向

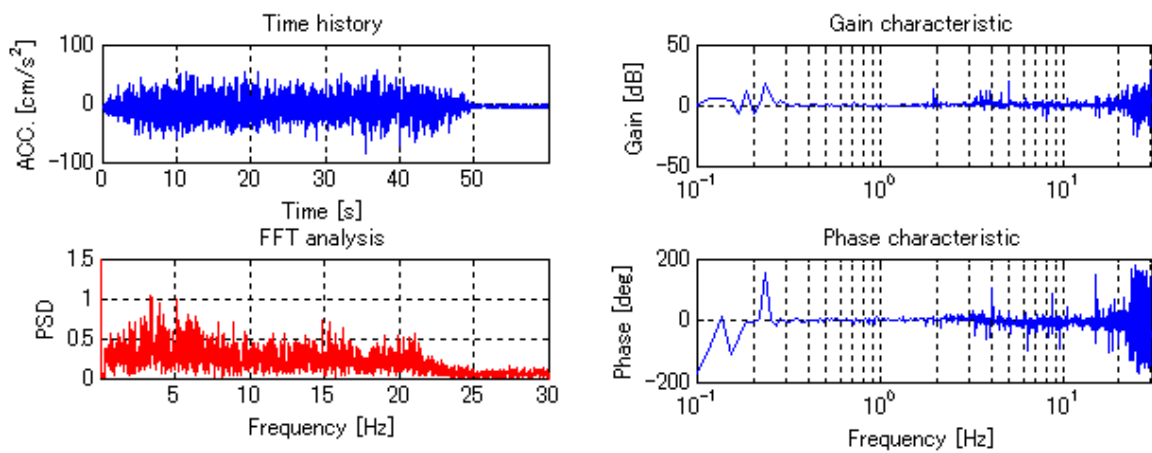
図 4 伝達特性 (実験機器 : KB)



(a) X 方向



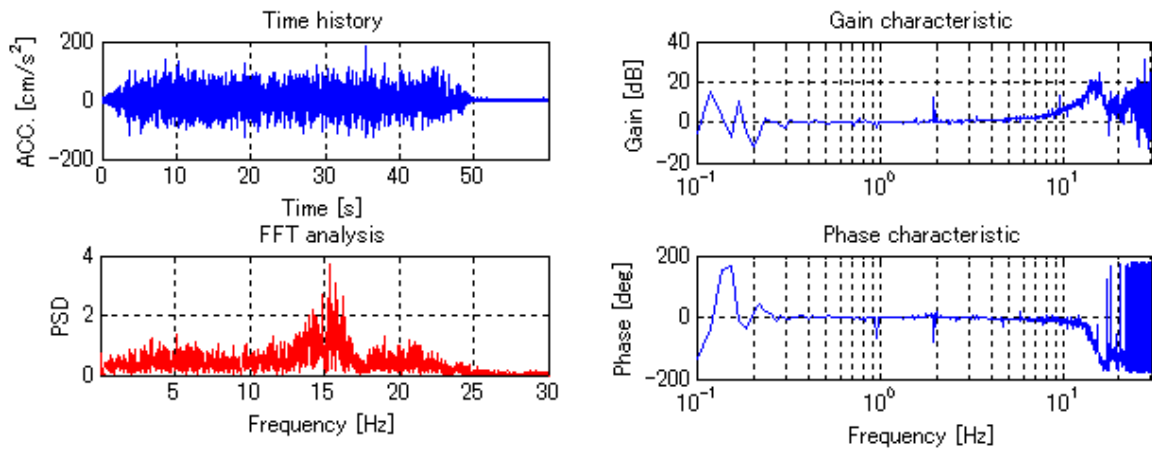
(b) Y 方向



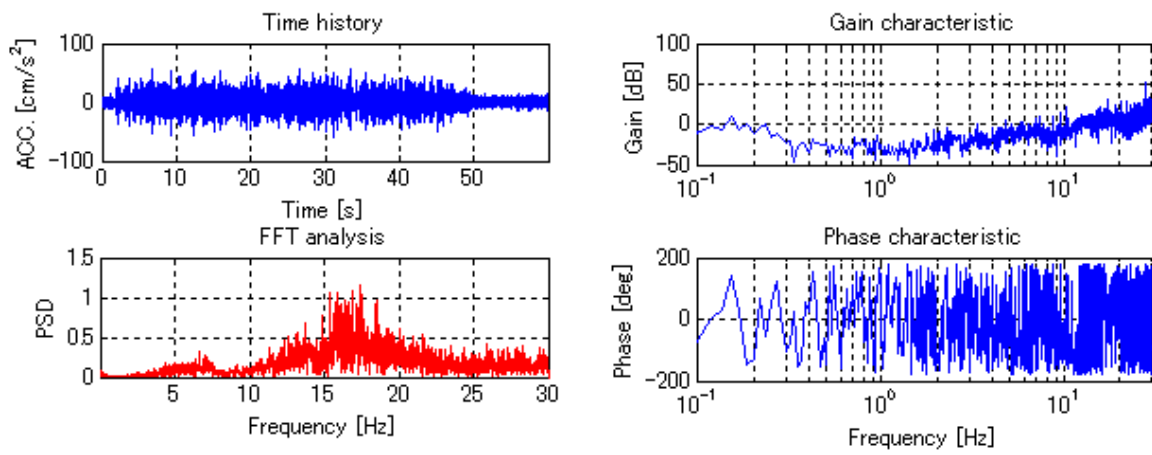
(c) Z 方向

図 5 伝達特性 (実験機器 : II)

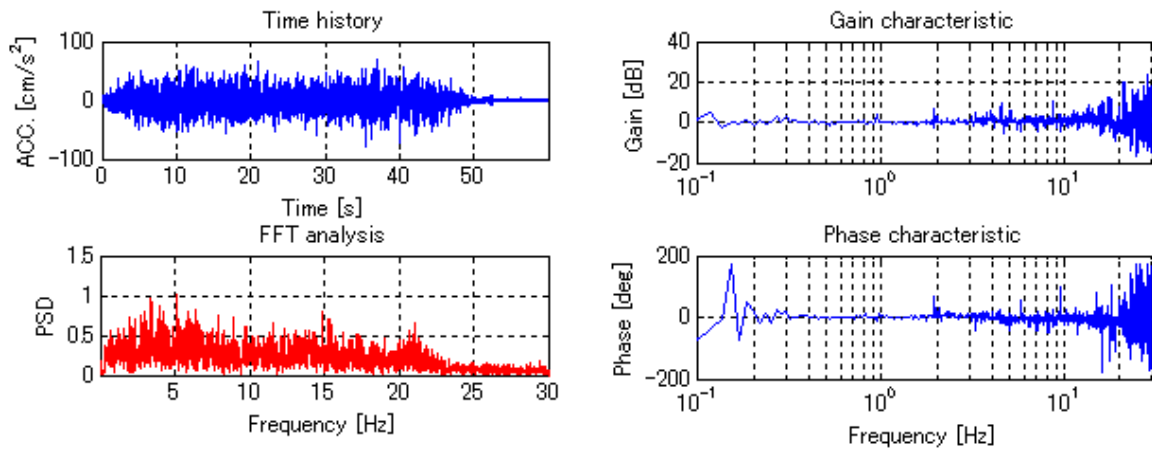




(a) X 方向

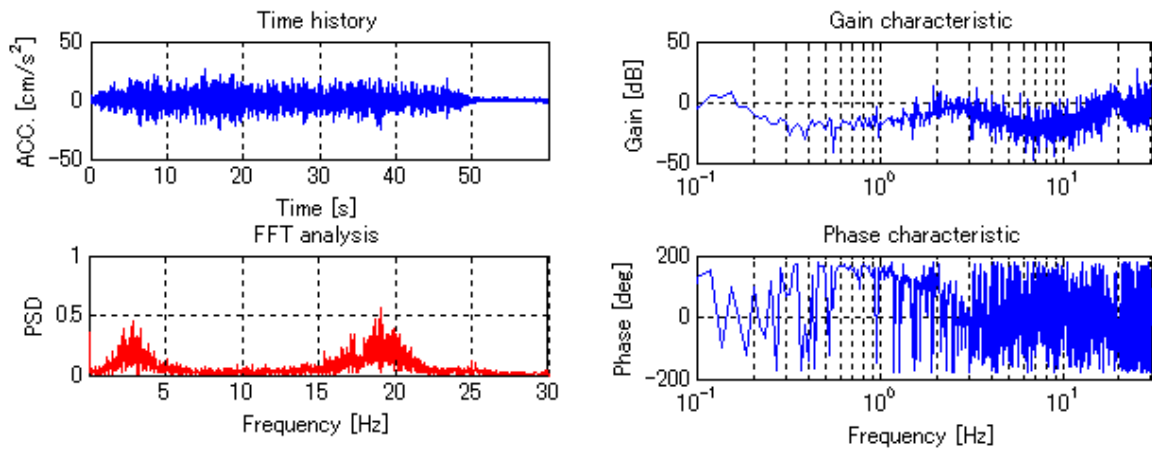


(b) Y 方向

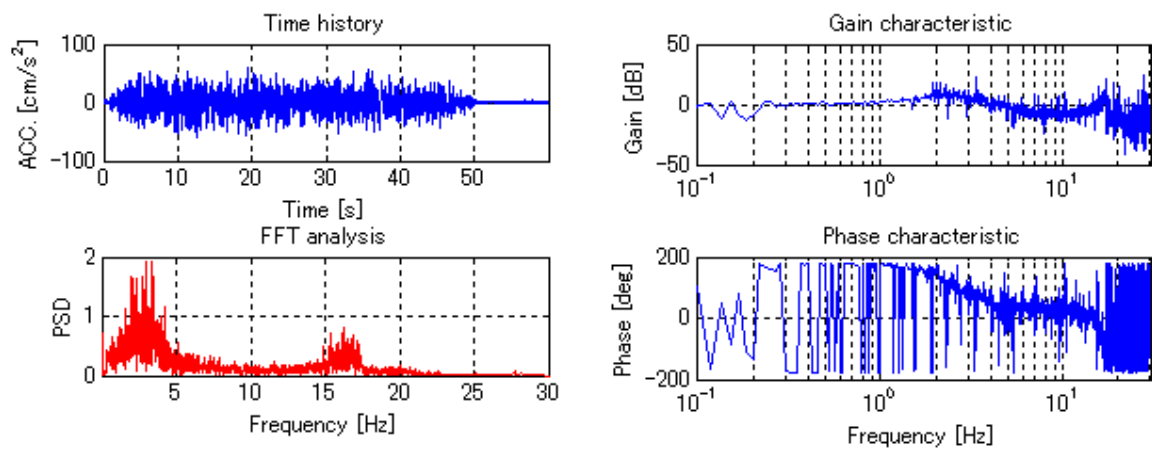


(c) Z 方向

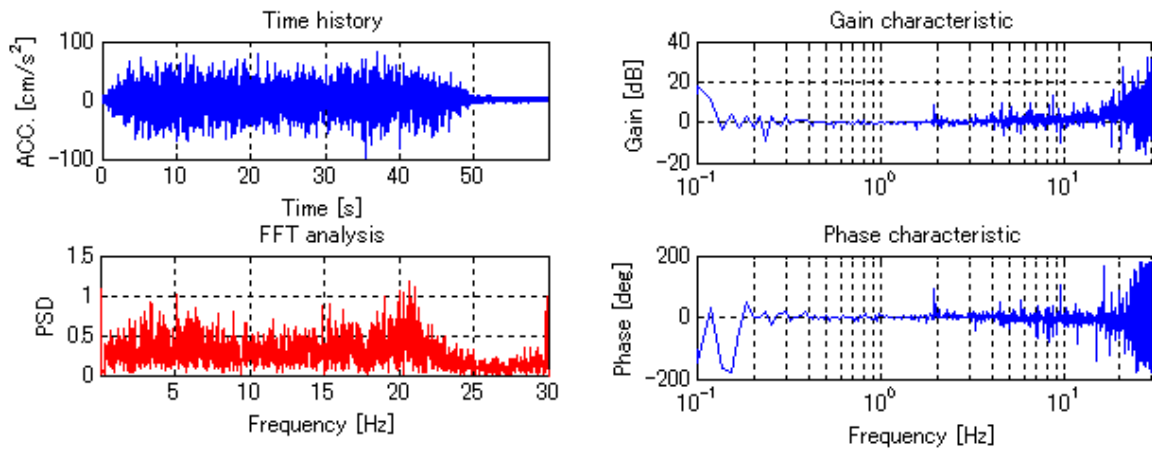
図 6 伝達特性 (実験機器 : IMT2)



(c) Z 方向

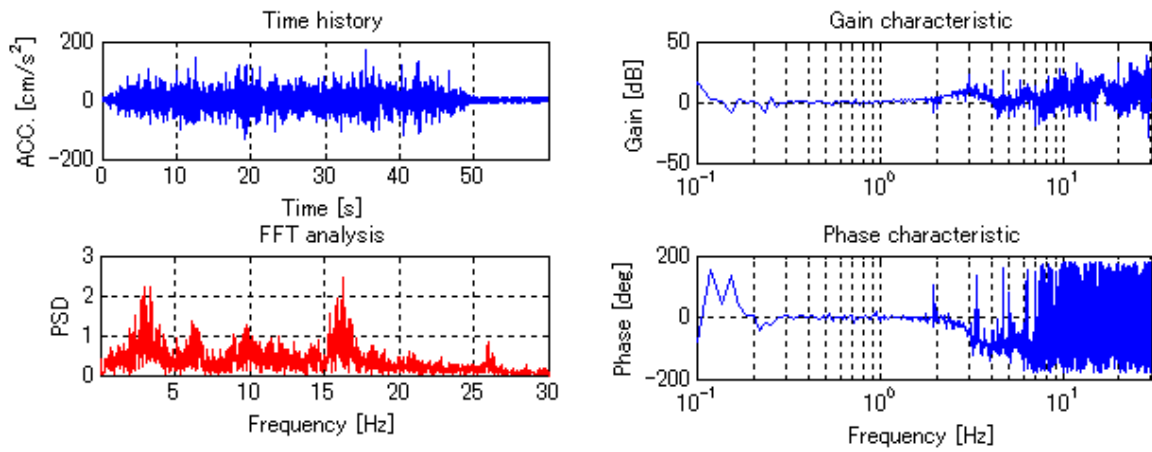


(b) Y 方向

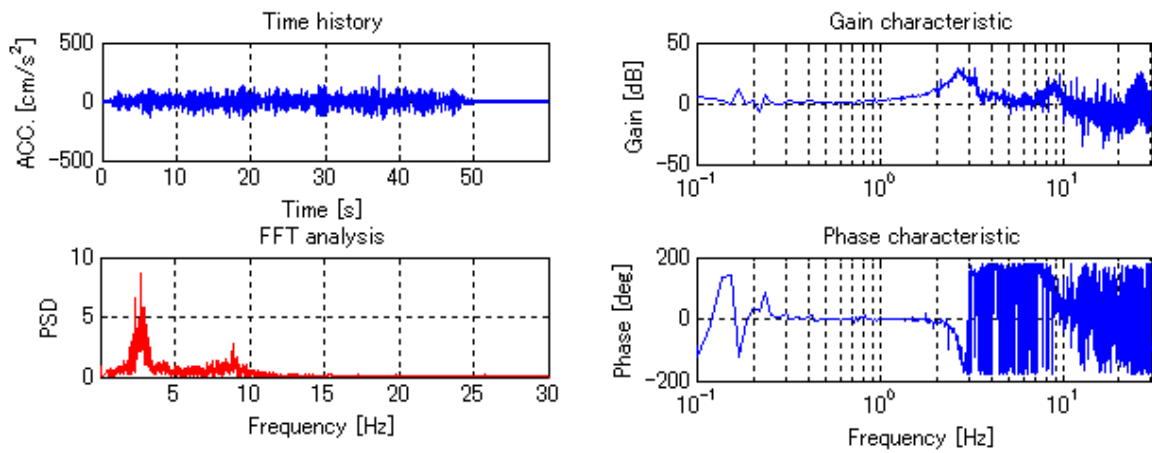


(a) X 方向

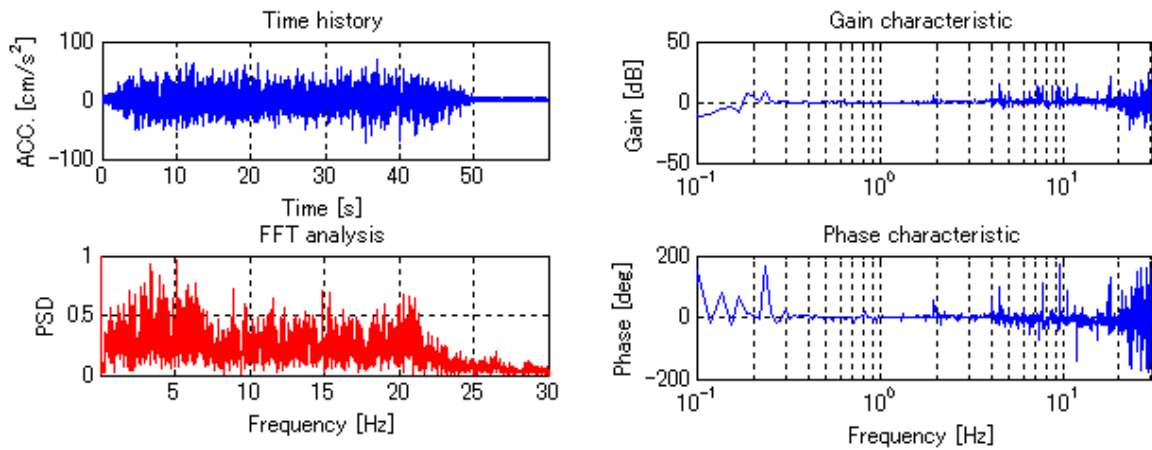
図 7 伝達特性 (実験機器 : IW)



(c) Z 方向

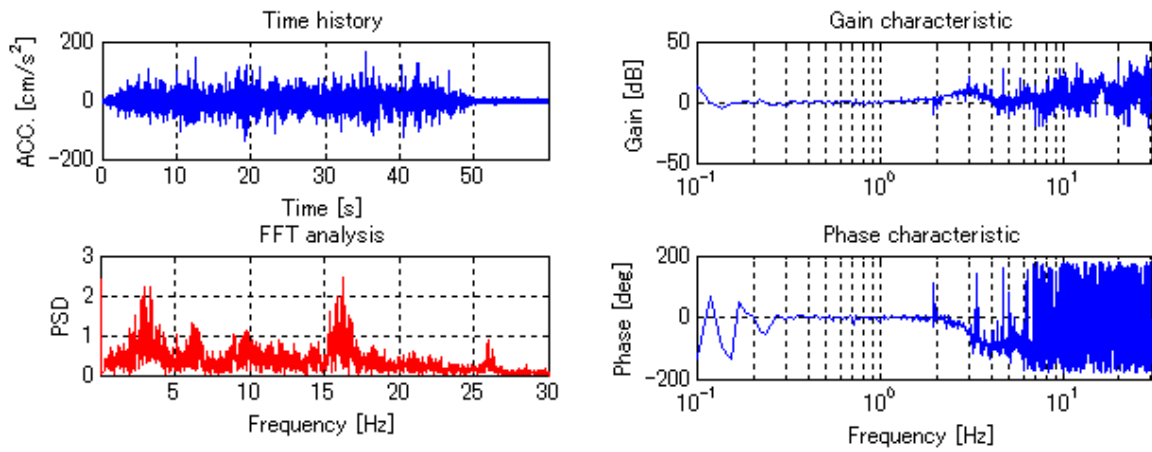


(b) Y 方向

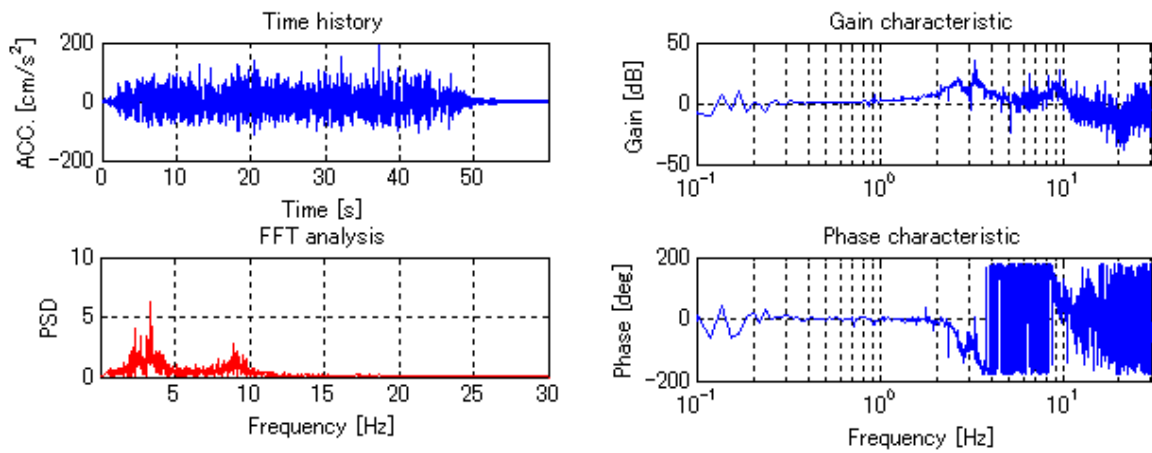


(a) X 方向

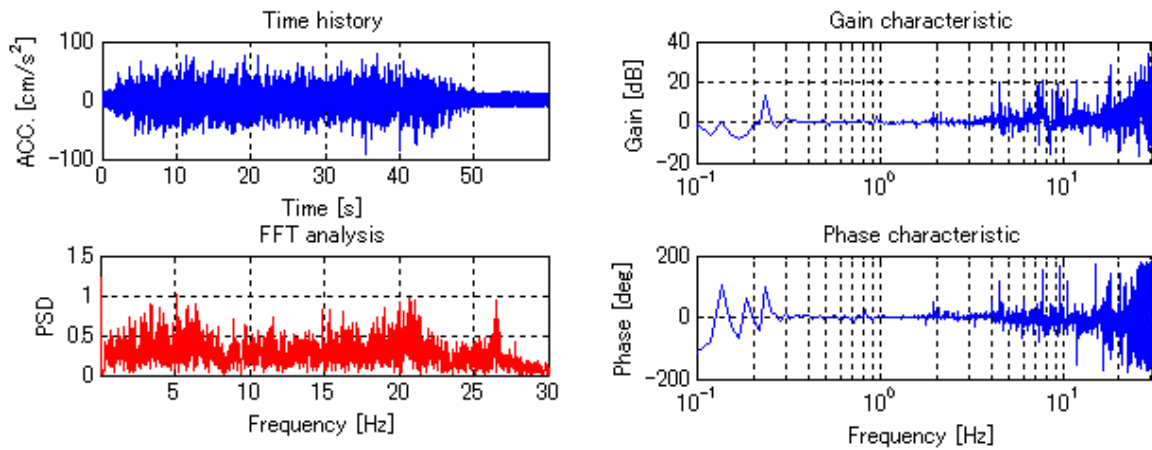
図 8 伝達特性 (実験機器: IT1)



(c) Z 方向

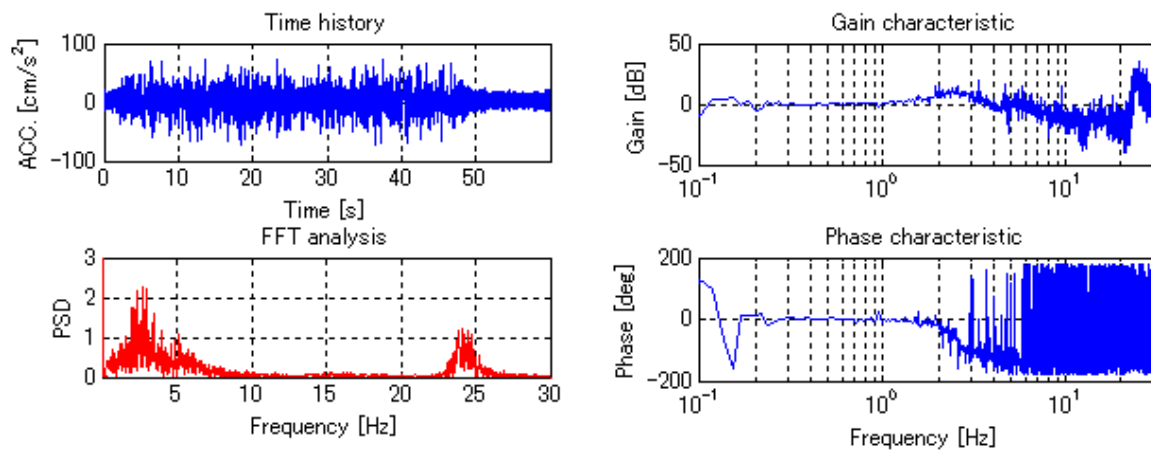


(b) Y 方向

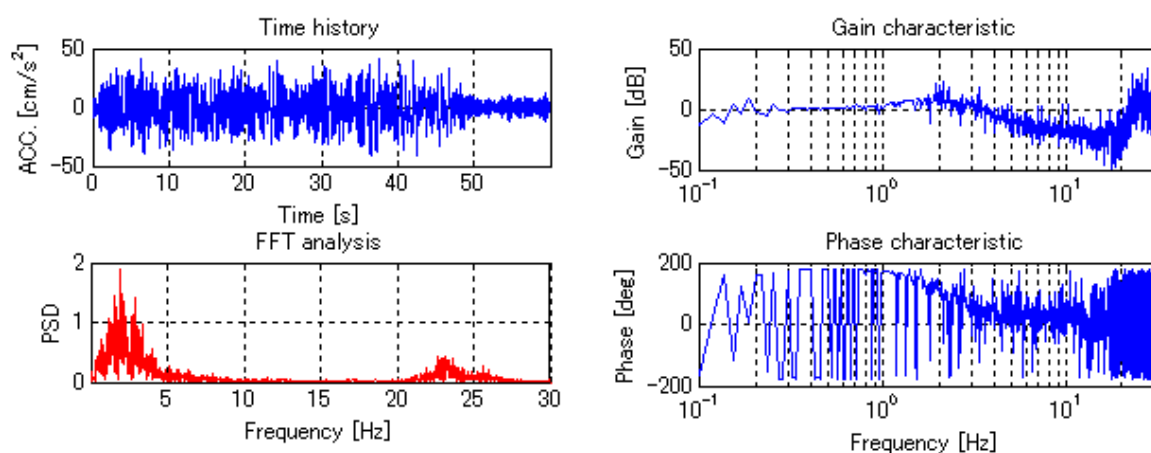


(a) X 方向

図 9 伝達特性 (実験機器: IT2)

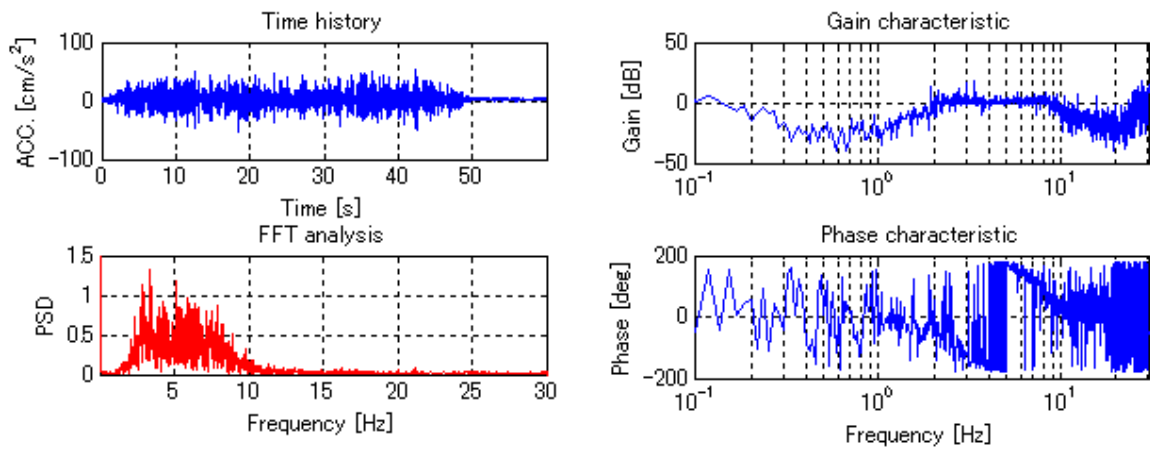


(a) X 方向

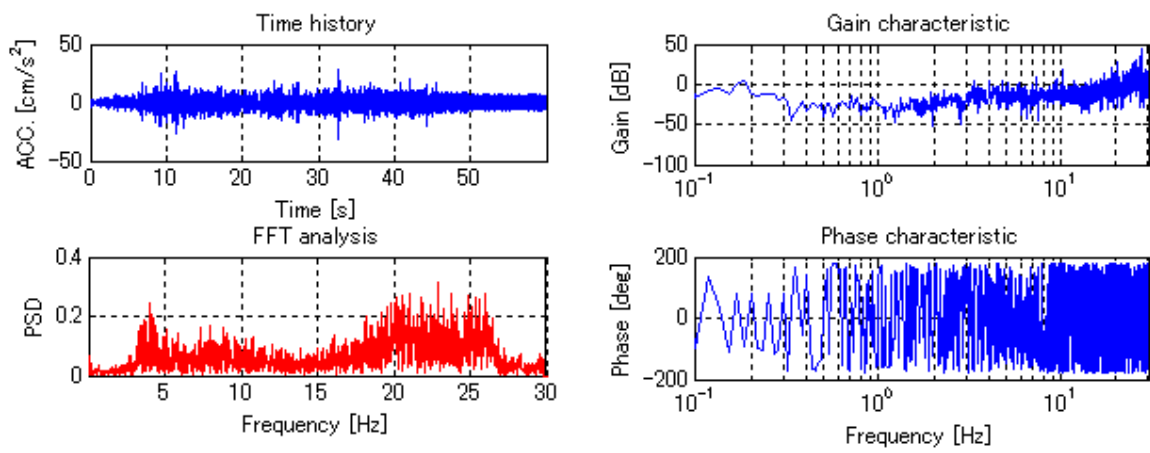


(b) Y 方向

図 10 伝達特性 (実験機器 : M1)

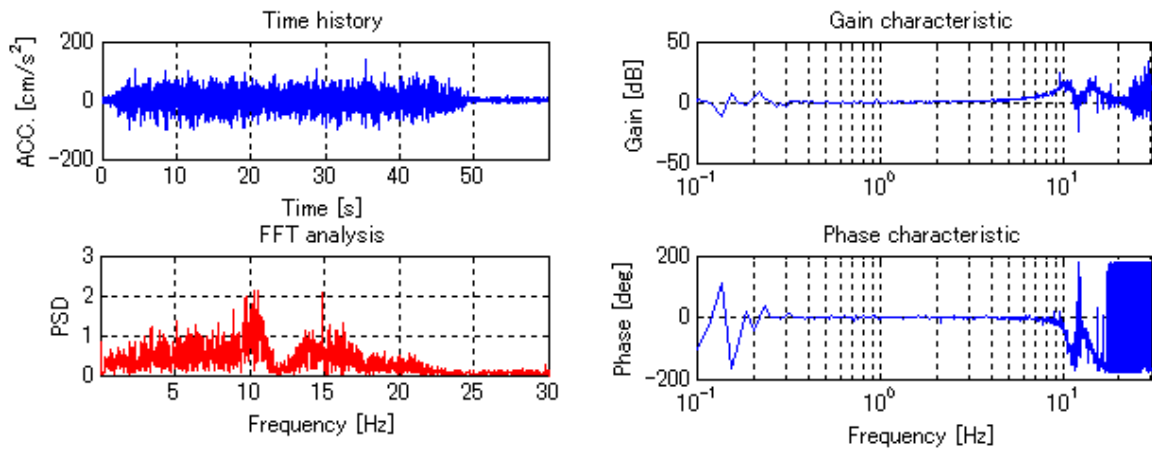


(a) X 方向

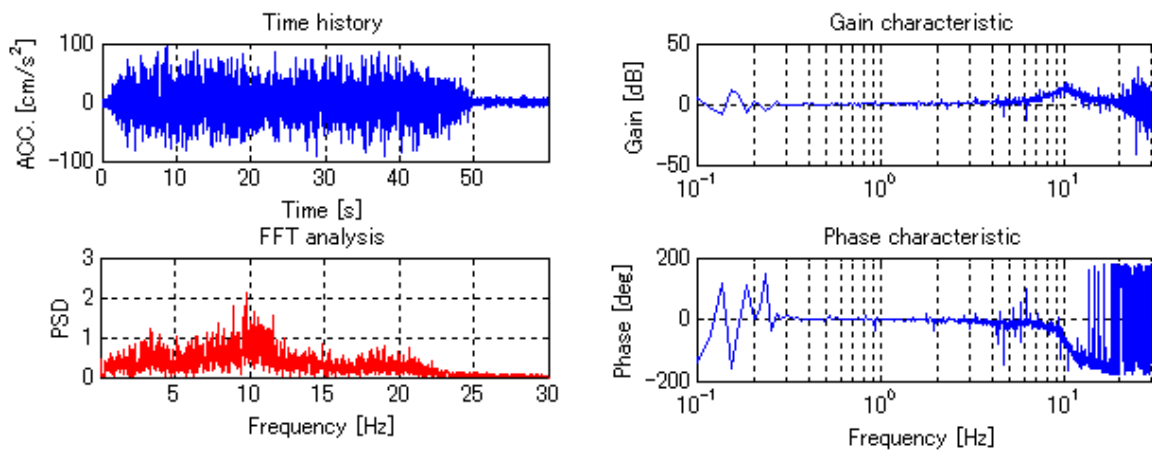


(b) Y 方向

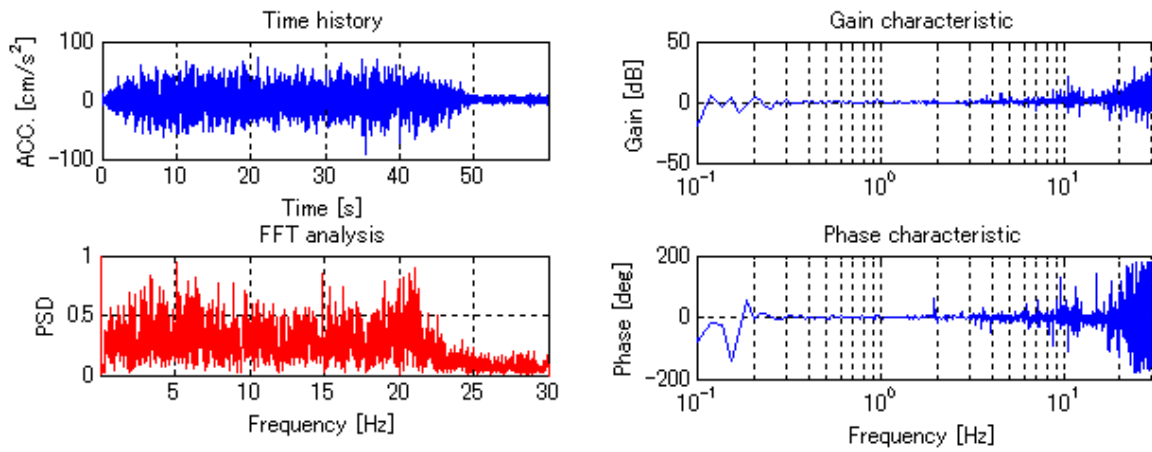
図 11 伝達特性 (実験機器 : M2)



(a) X 方向

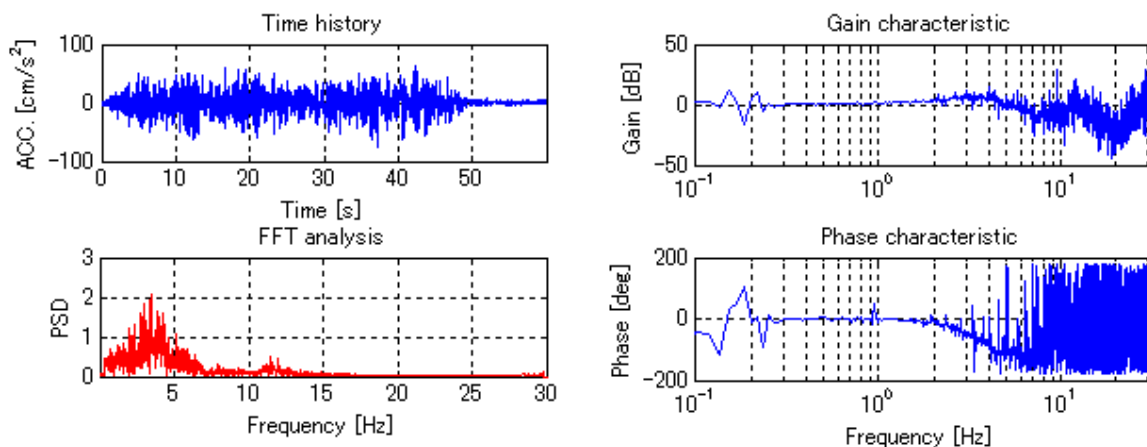


(b) Y 方向

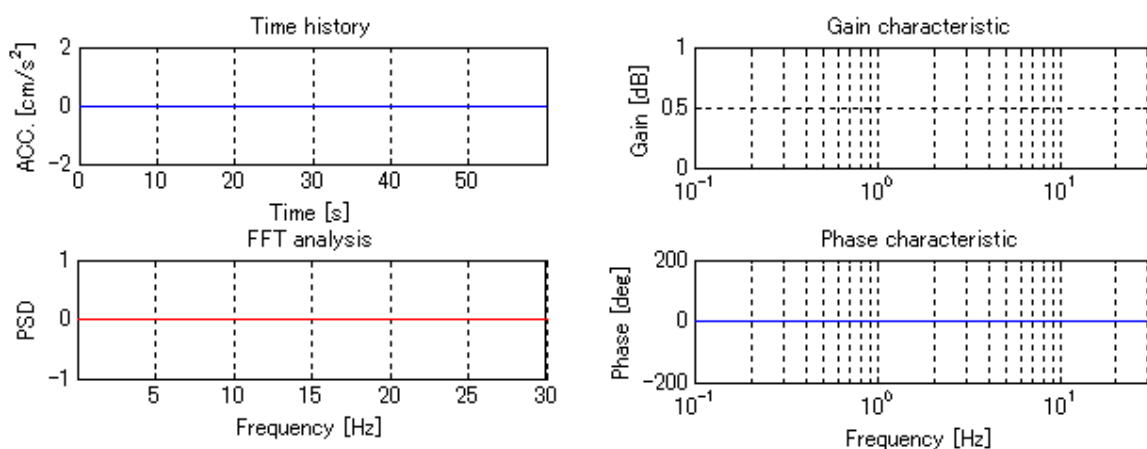


(c) Z 方向

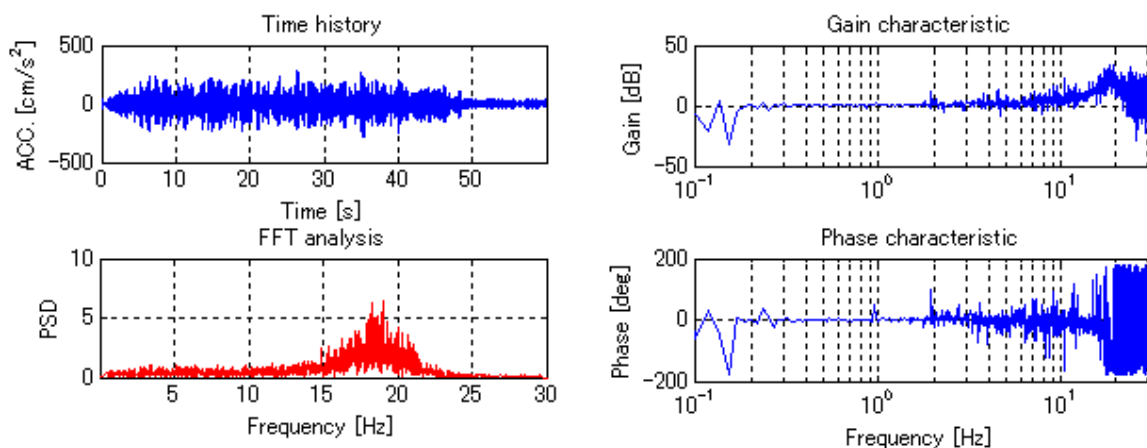
图 12 伝達特性 (実験機器 : MOT)



(a) X 方向



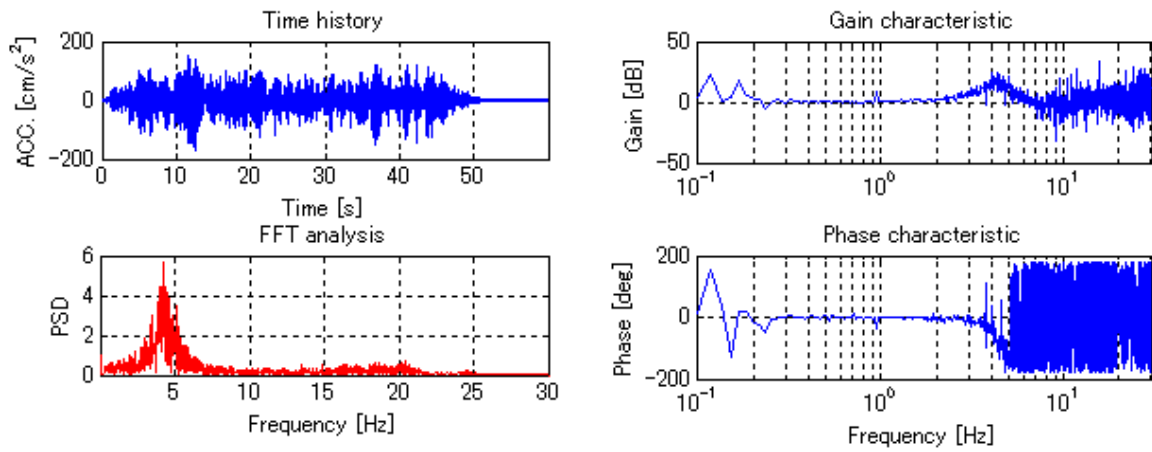
(b) Y 方向



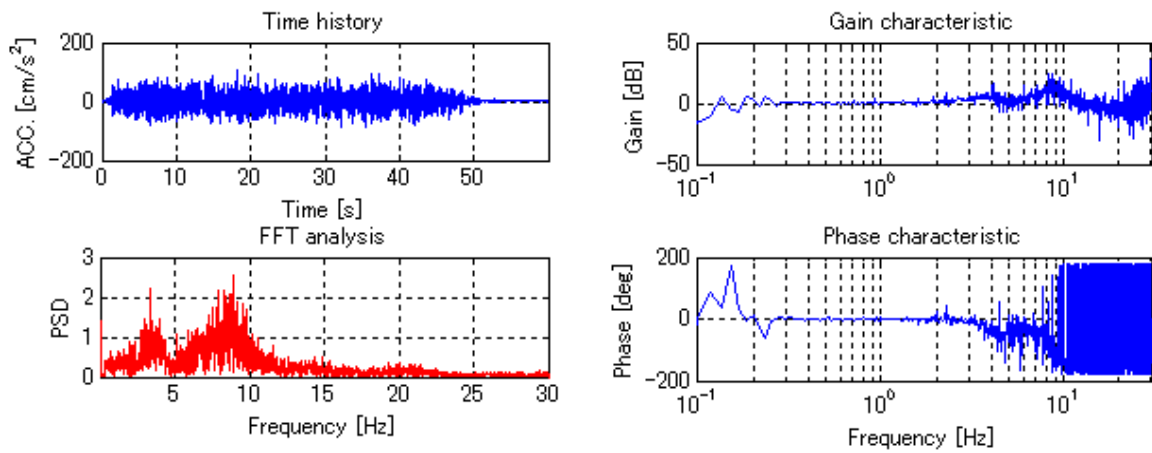
(c) Z 方向

図 13 伝達特性 (実験機器: MHL)

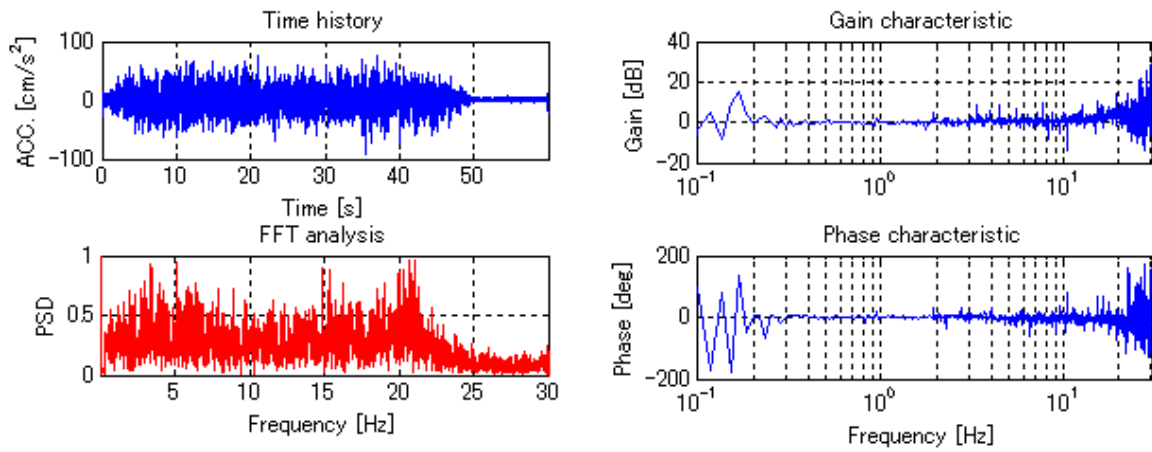




(a) X 方向

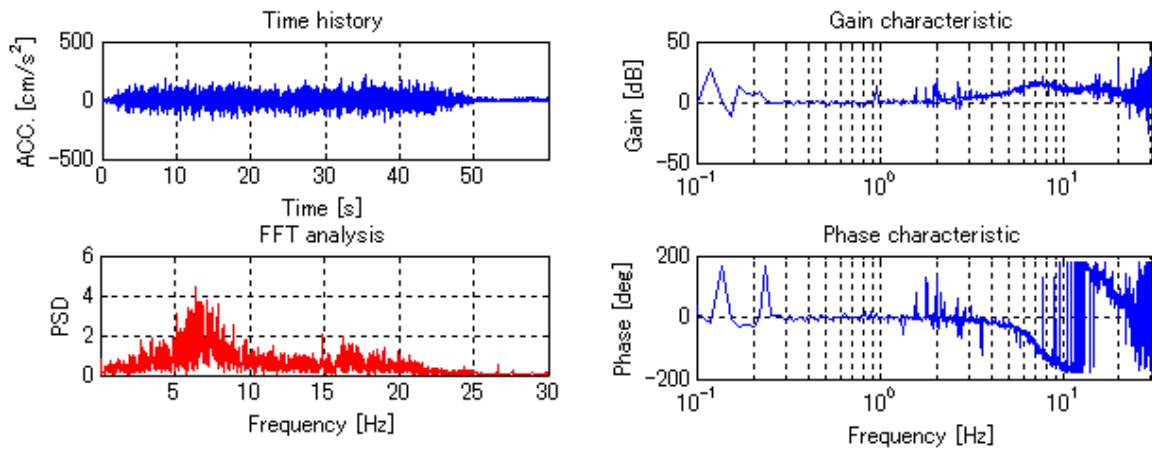


(b) Y 方向

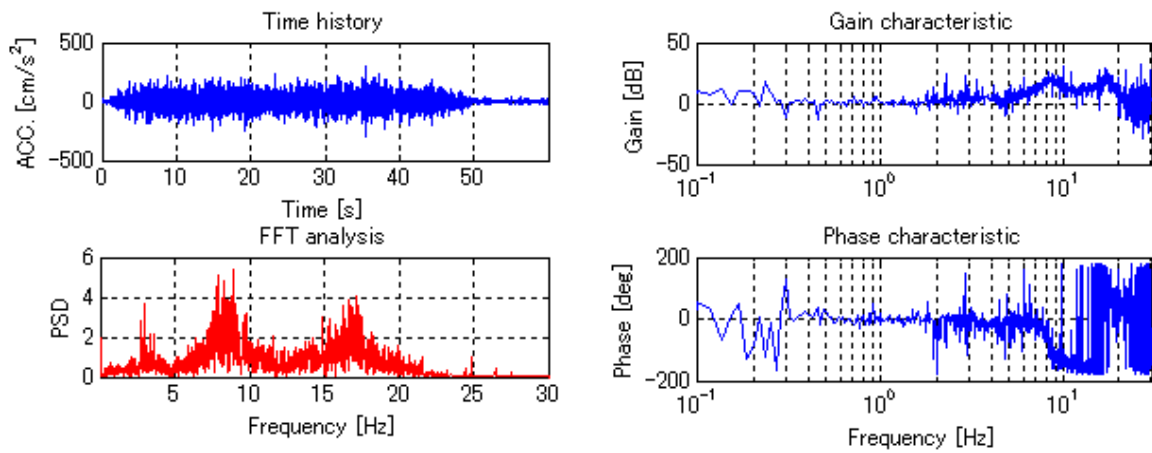


(c) Z 方向

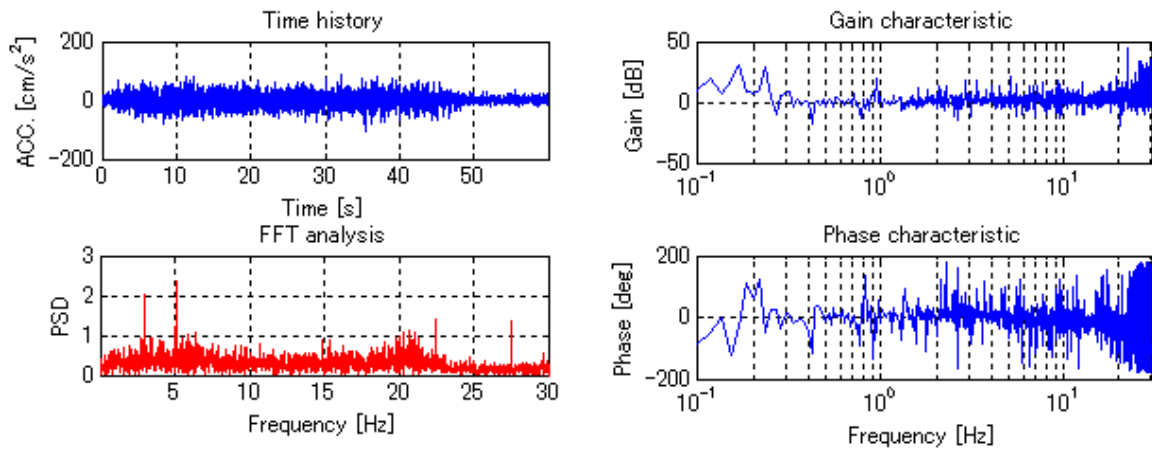
図 14 伝達特性 (実験機器 : SL)



(a) X 方向

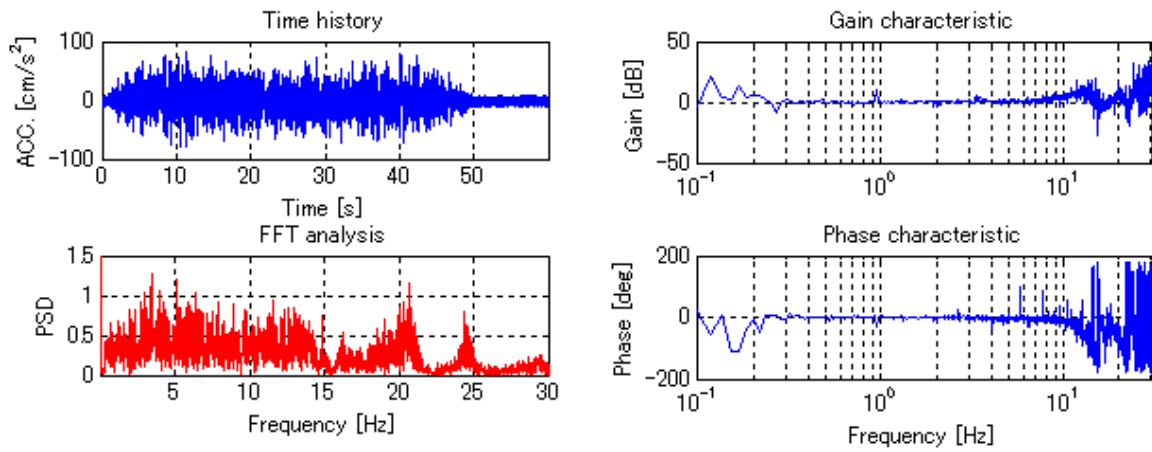


(b) Y 方向

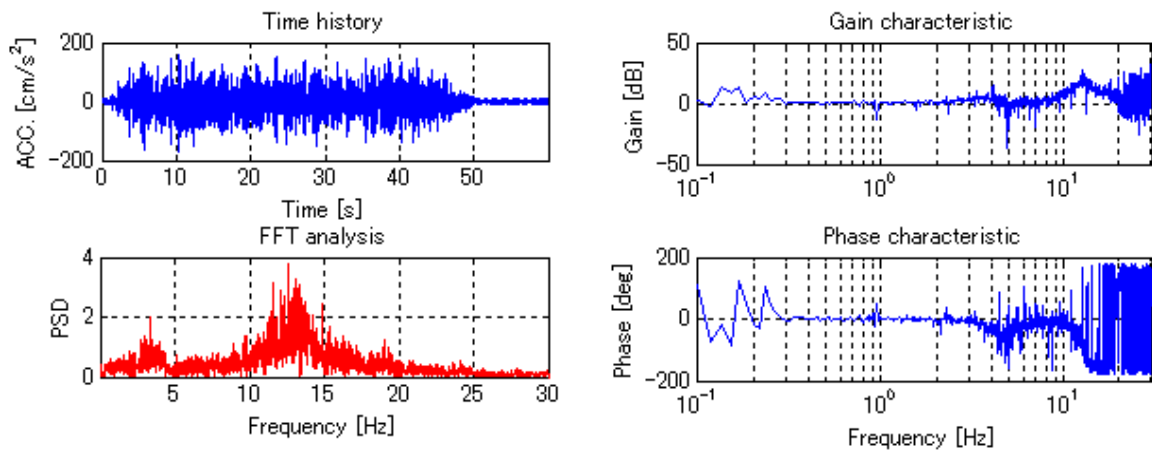


(c) Z 方向

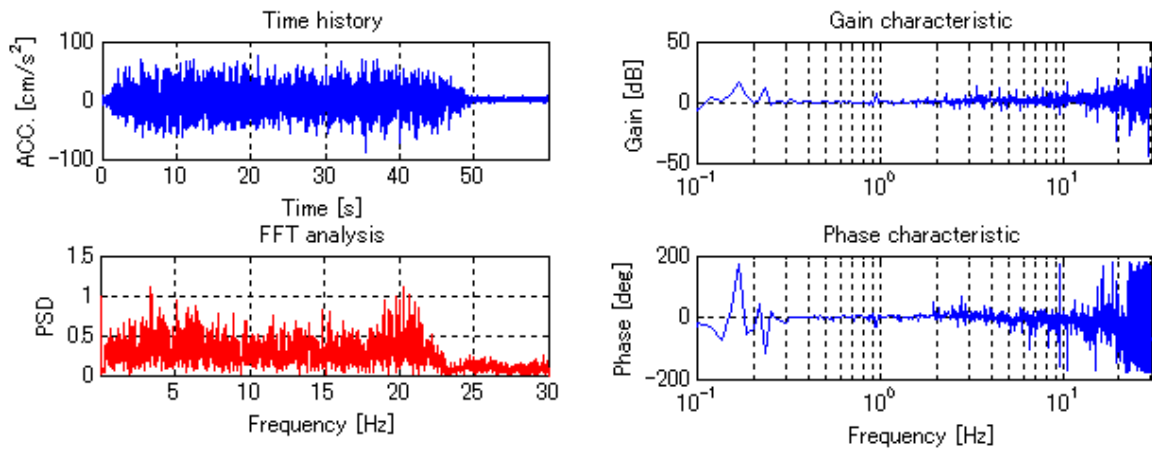
図 15 伝達特性 (実験機器 : TB)



(a) X 方向

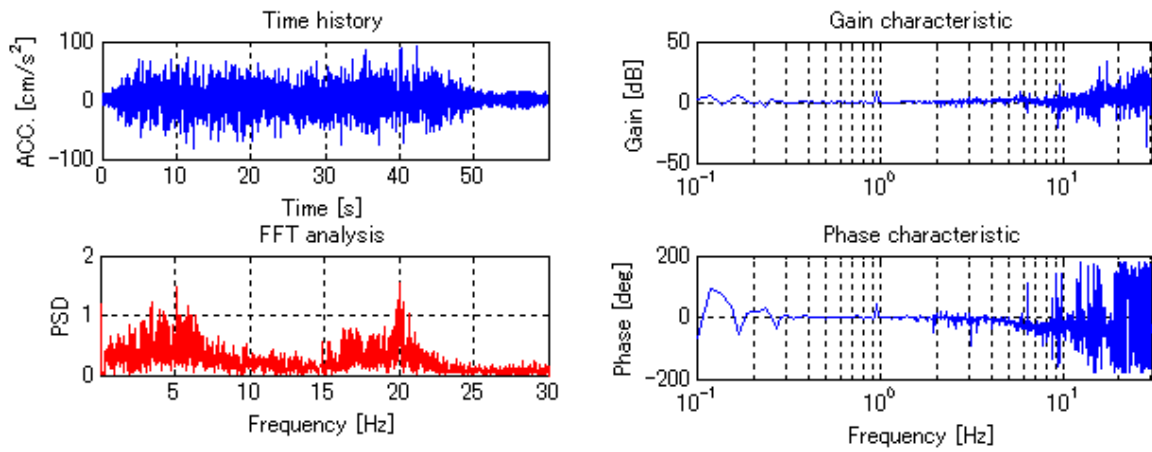


(b) Y 方向

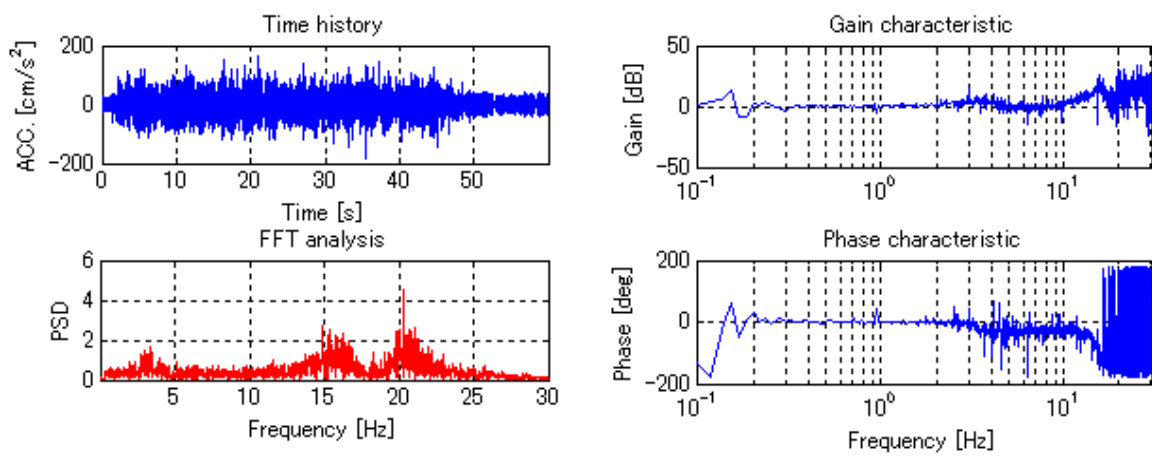


(c) Z 方向

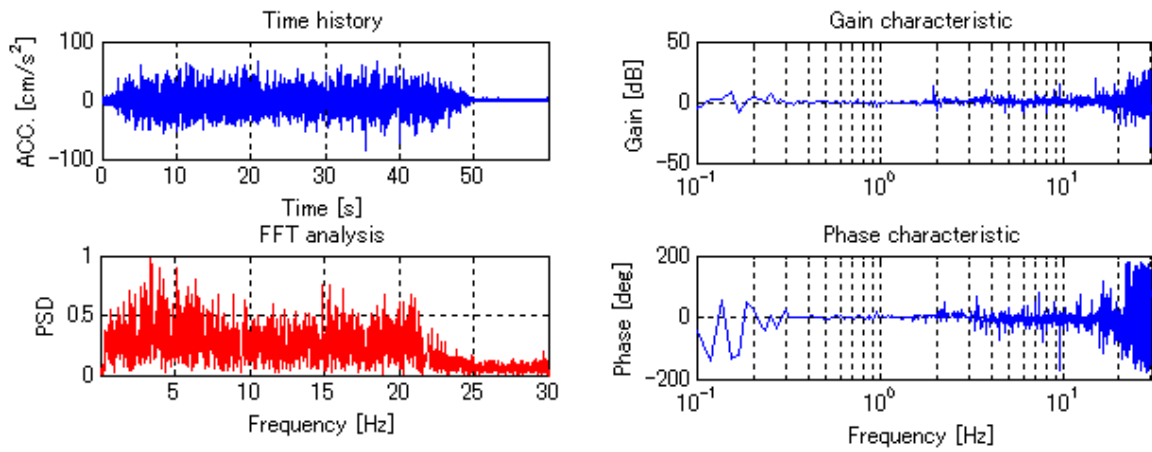
図 16 伝達特性 (実験機器 : NS)



(a) X 方向

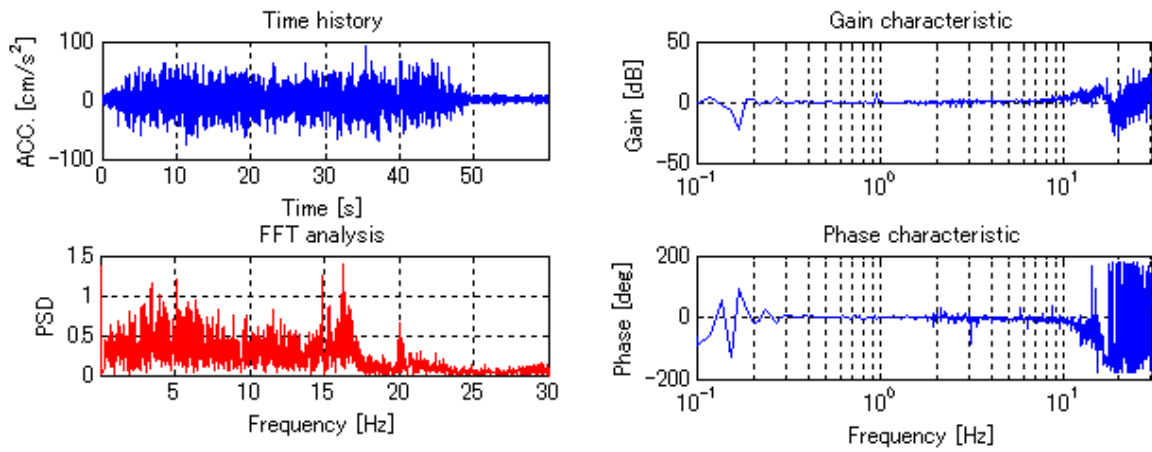


(b) Y 方向

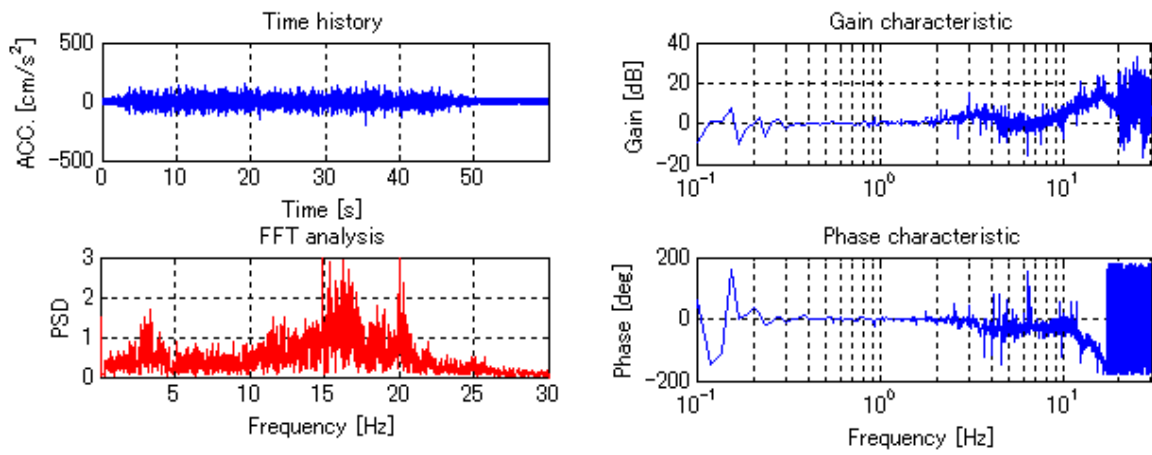


(c) Z 方向

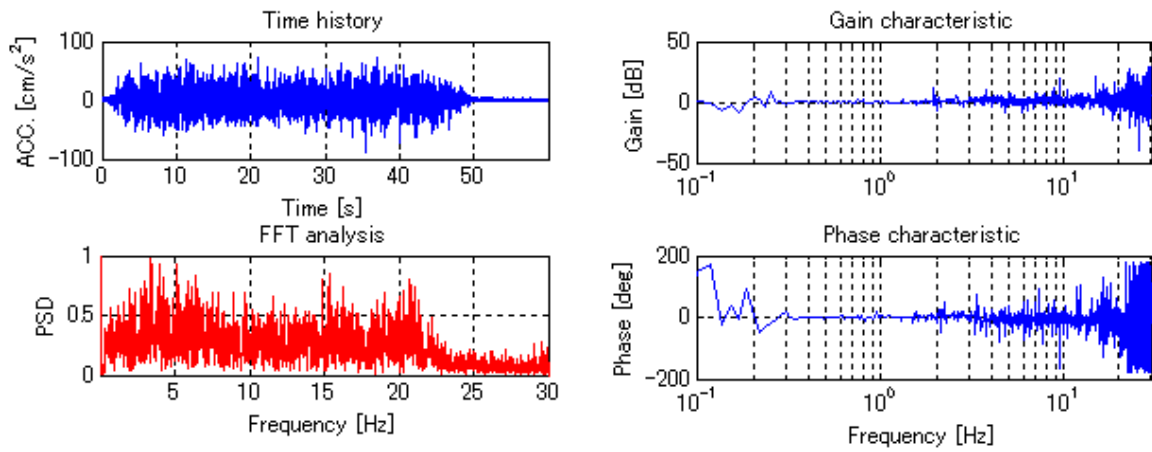
図 17 伝達特性 (実験機器 : CH1)



(a) X 方向

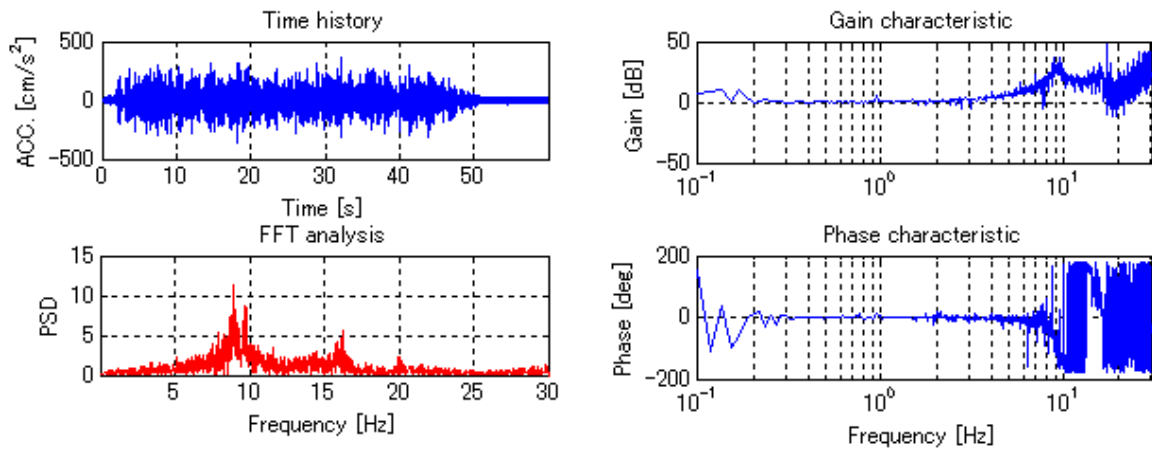


(b) Y 方向

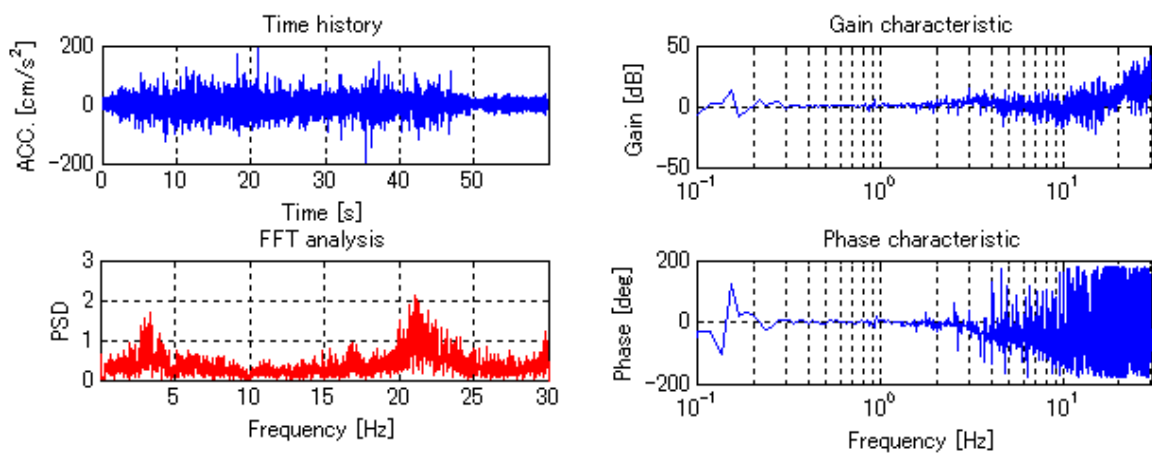


(c) Z 方向

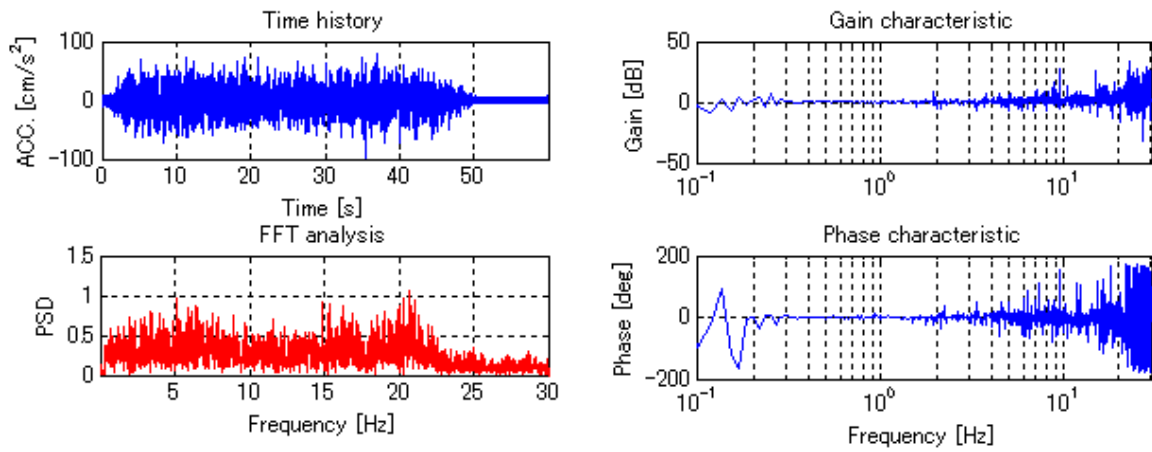
図 18 伝達特性 (実験機器 : CH2)



(a) X 方向

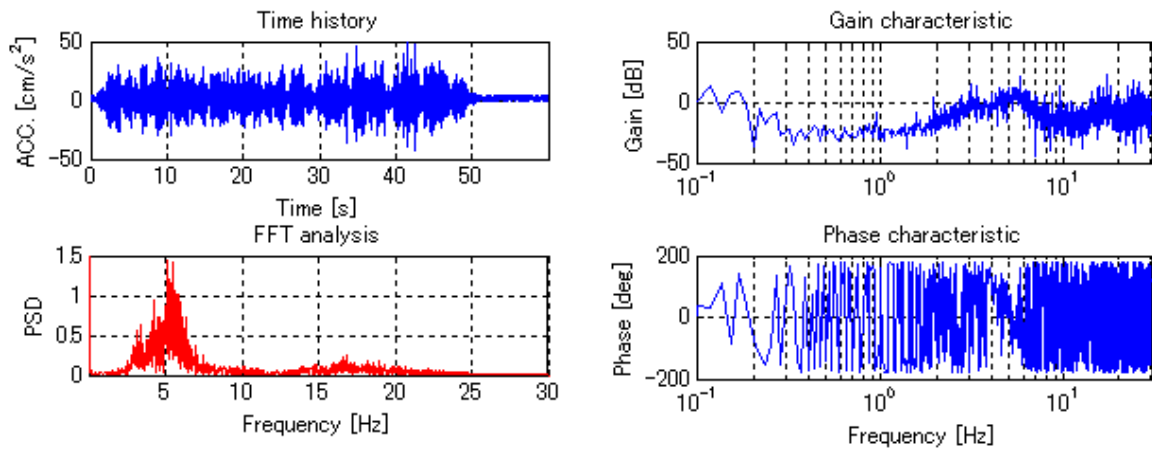


(b) Y 方向

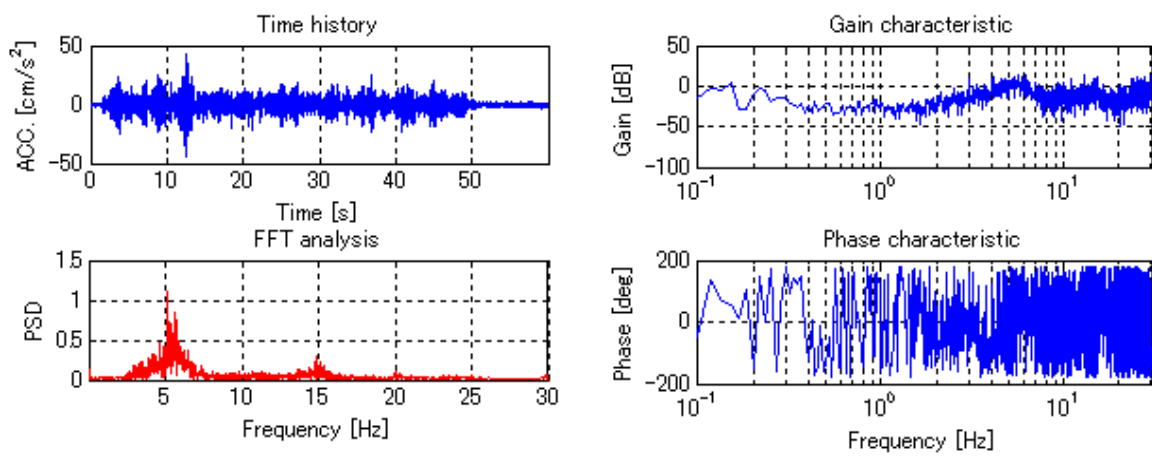


(c) Z 方向

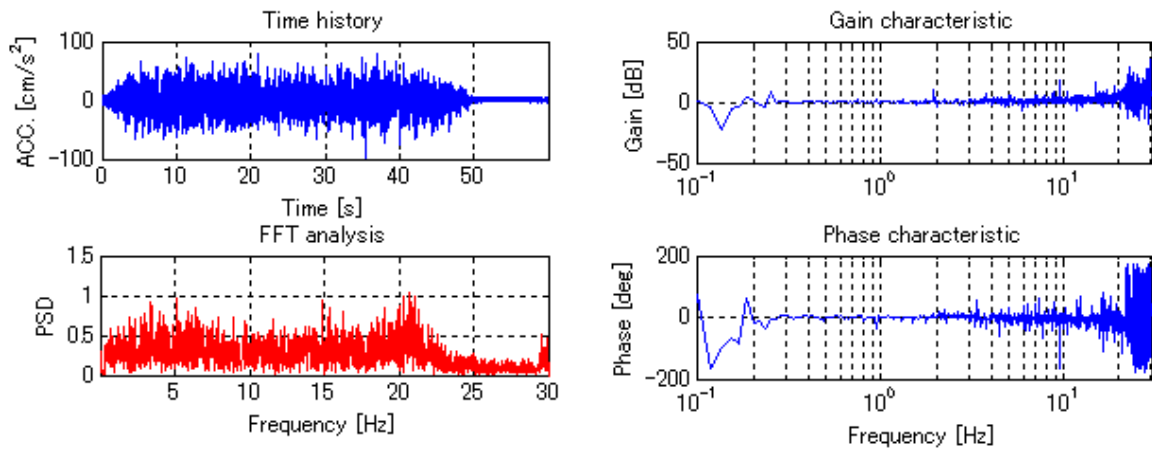
図 19 伝達特性 (実験機器 : CO)



(a) X 方向

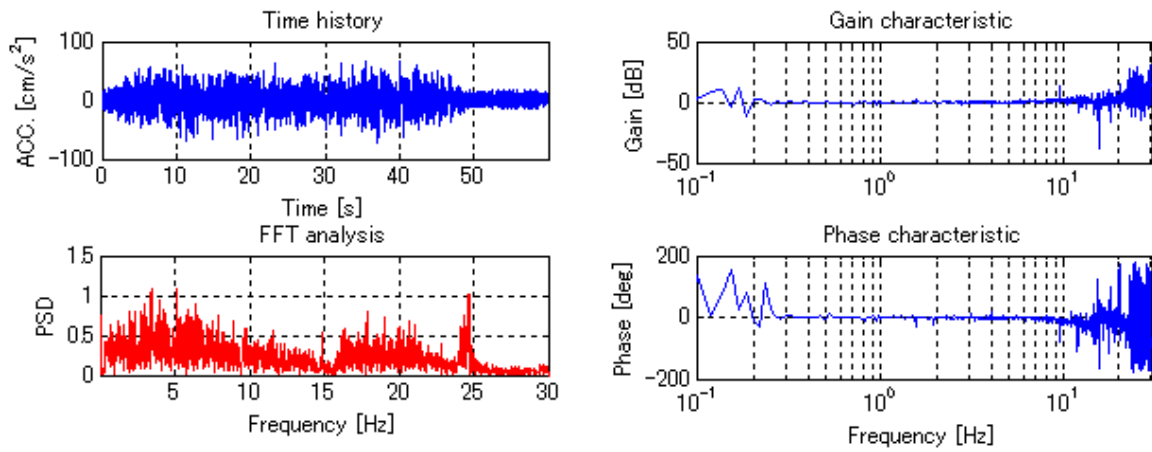


(b) Y 方向

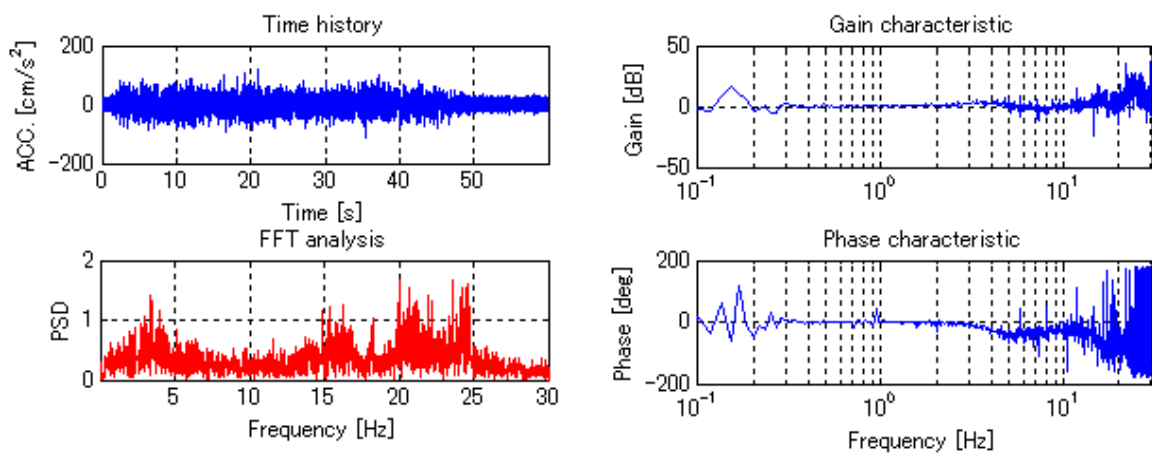


(c) Z 方向

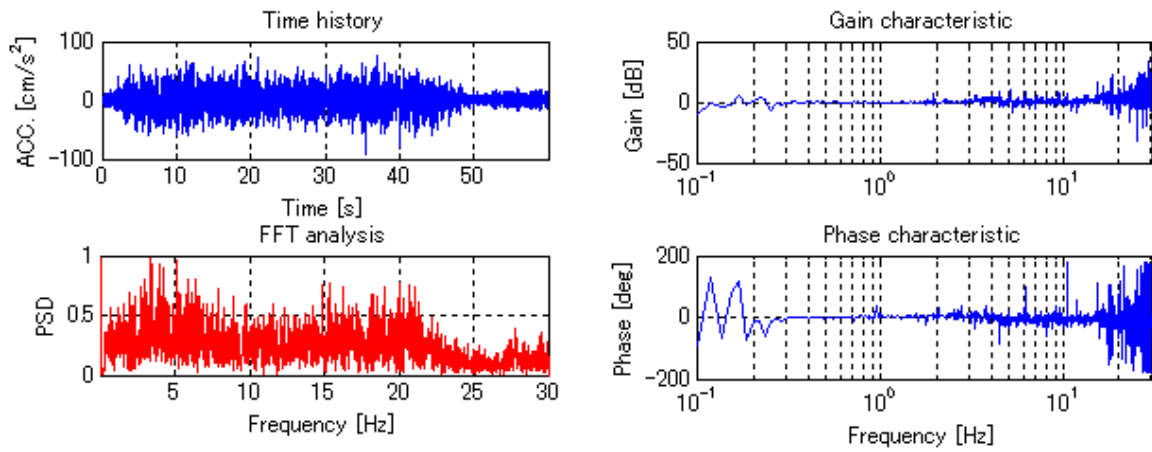
図 20 伝達特性 (実験機器 : CS)



(a) X 方向



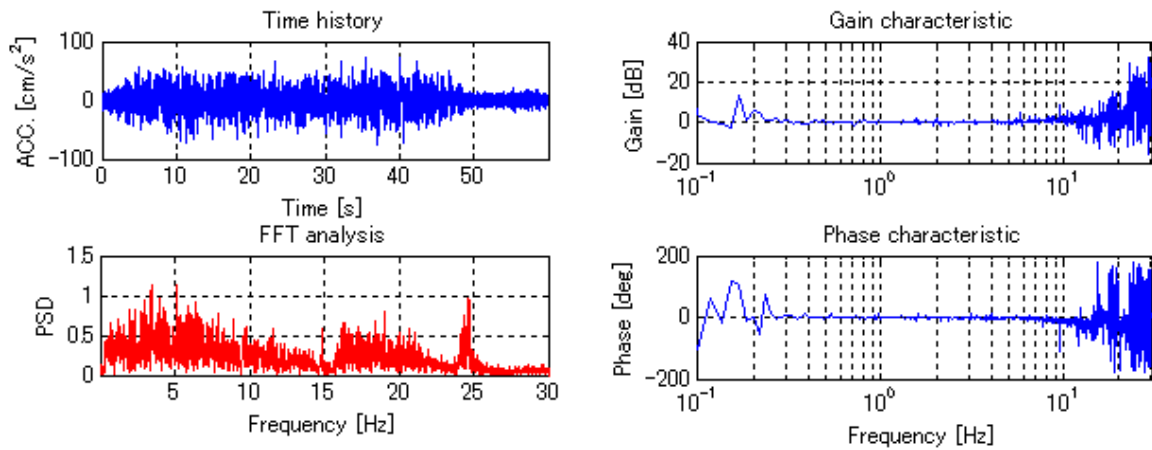
(b) Y 方向



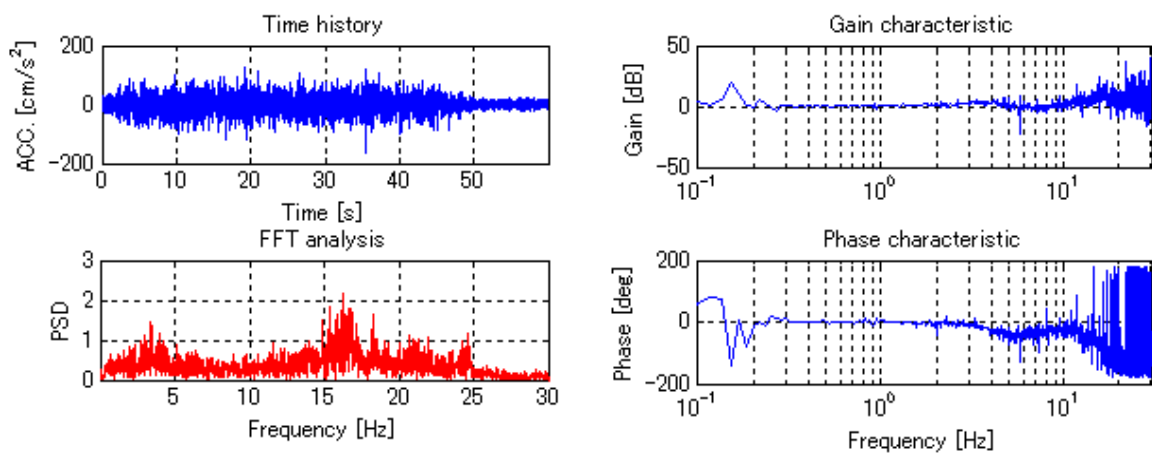
(c) Z 方向

図 21 伝達特性 (実験機器 : OC1)

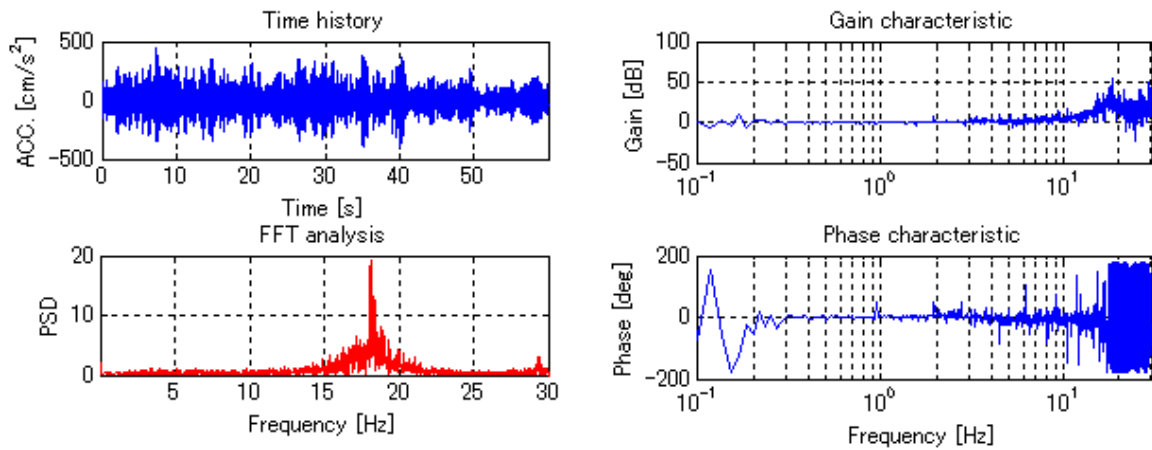




(a) X 方向

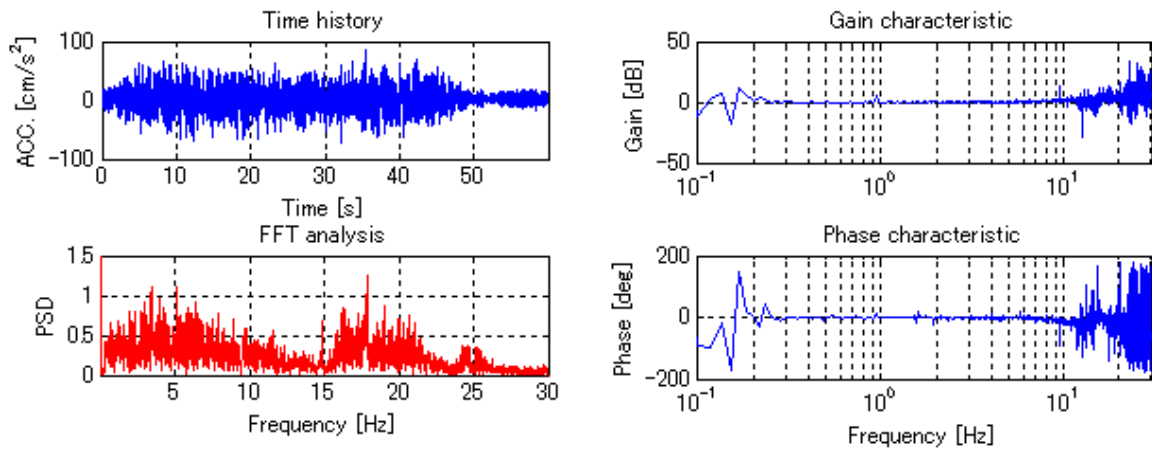


(b) Y 方向

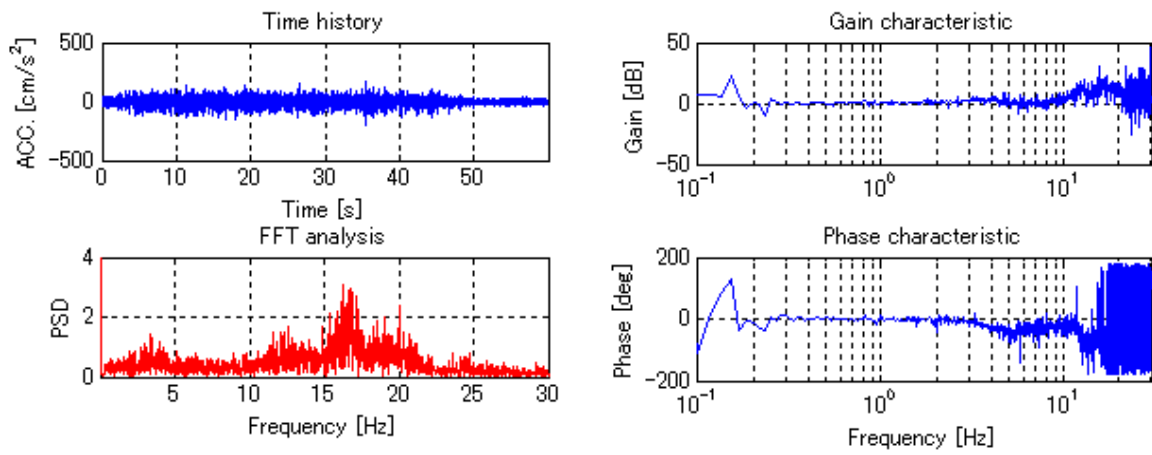


(c) Z 方向

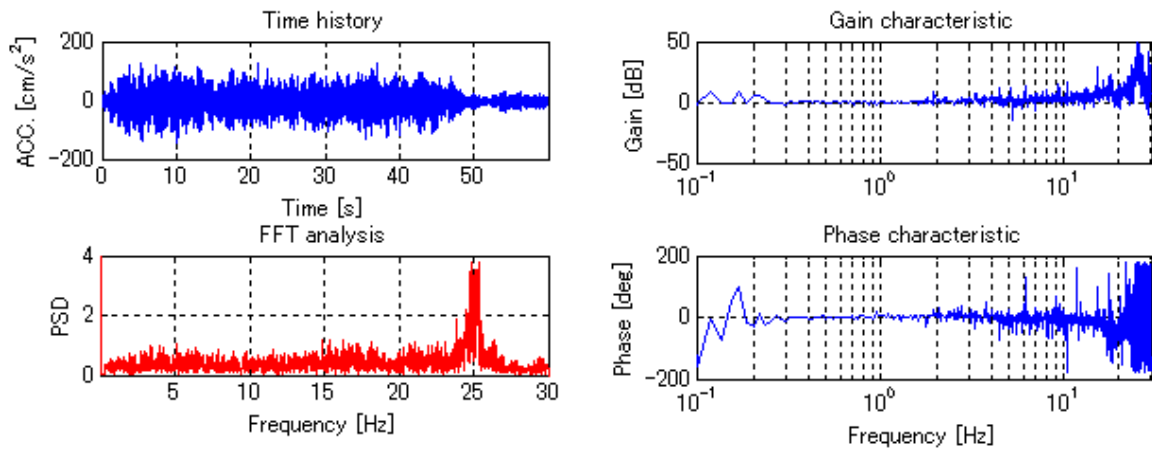
図 22 伝達特性 (実験機器 : OC2)



(a) X 方向

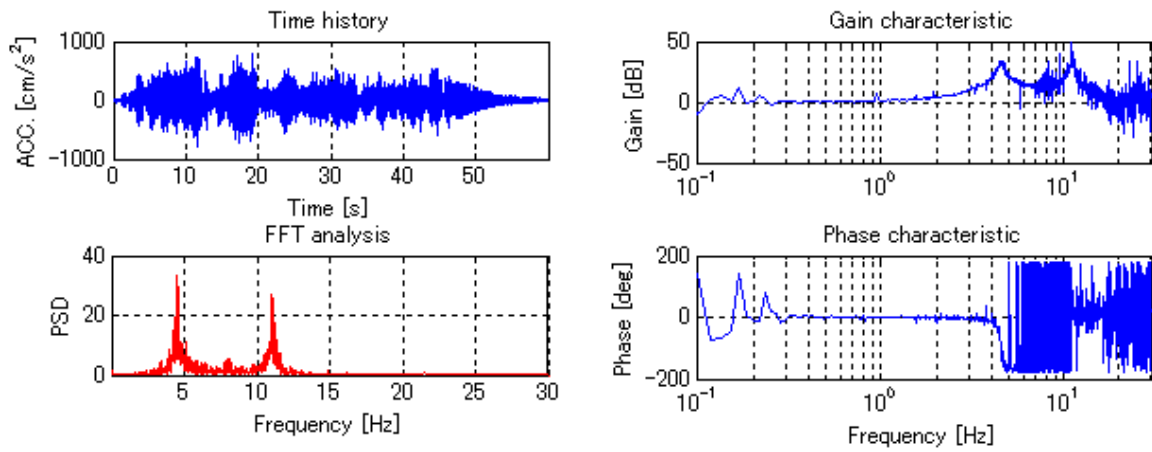


(b) Y 方向

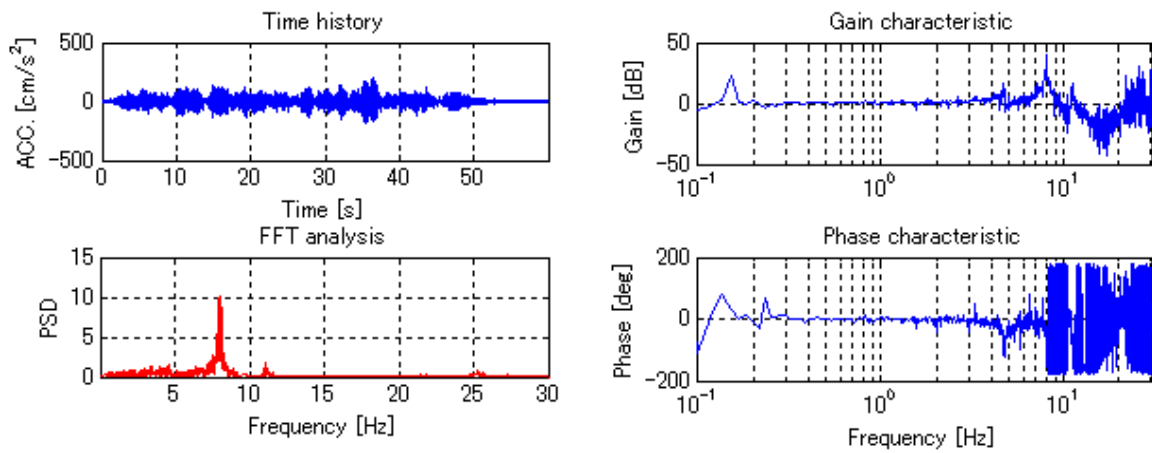


(c) Z 方向

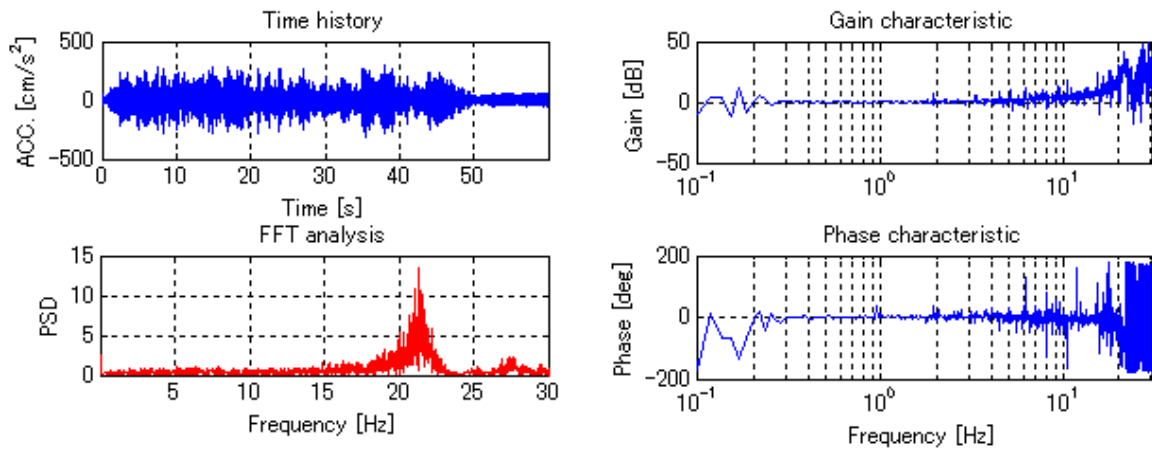
図 23 伝達特性 (実験機器 : OC3)



(a) X 方向

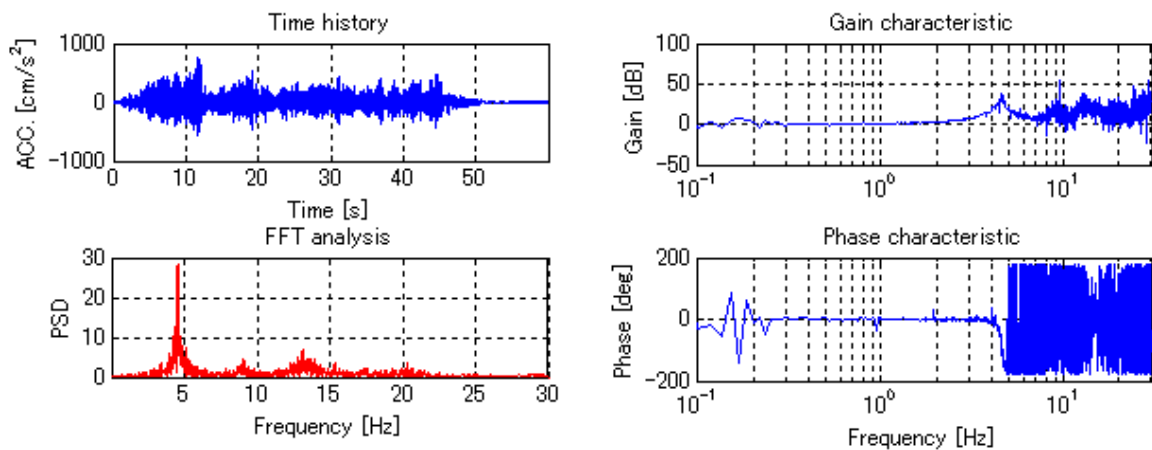


(b) Y 方向

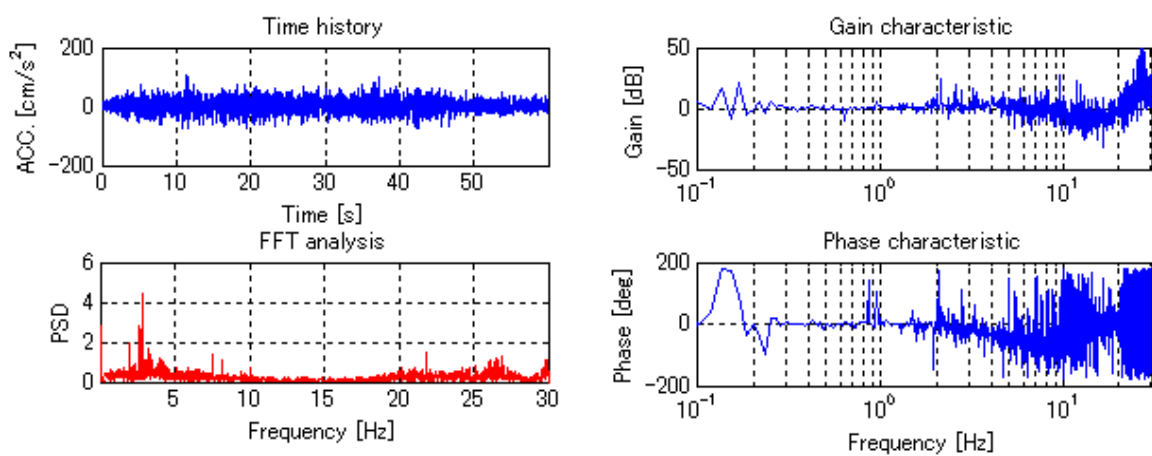


(c) Z 方向

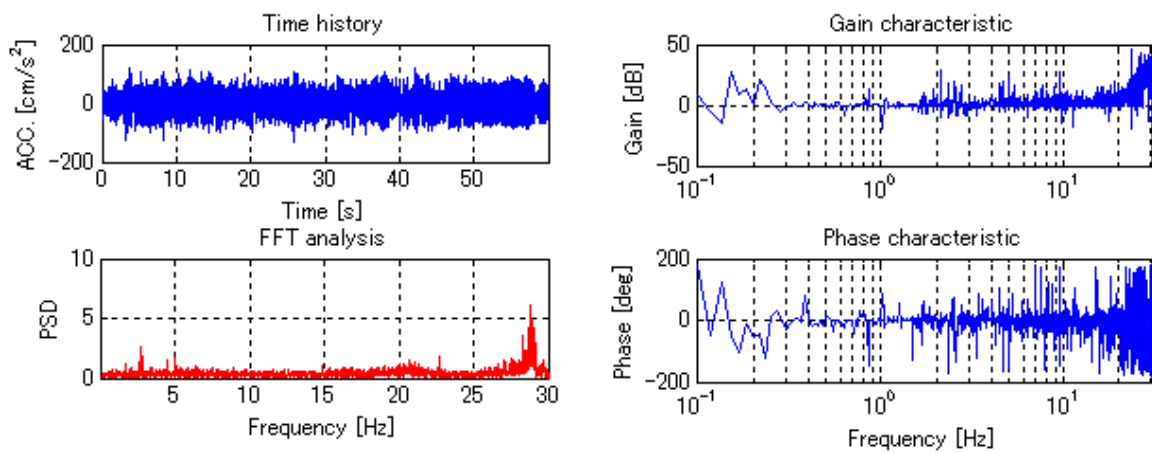
図 24 伝達特性 (実験機器 : OS)



(a) X 方向

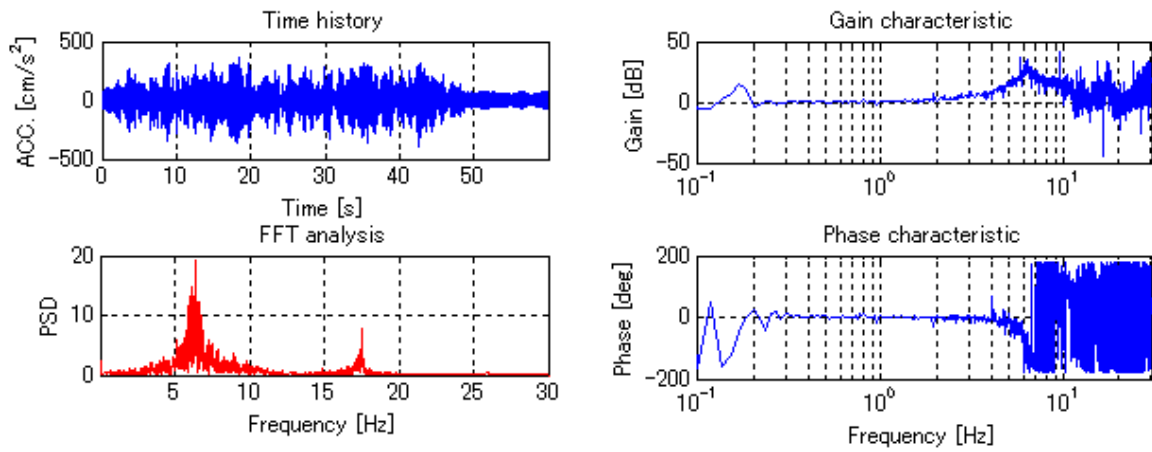


(b) Y 方向

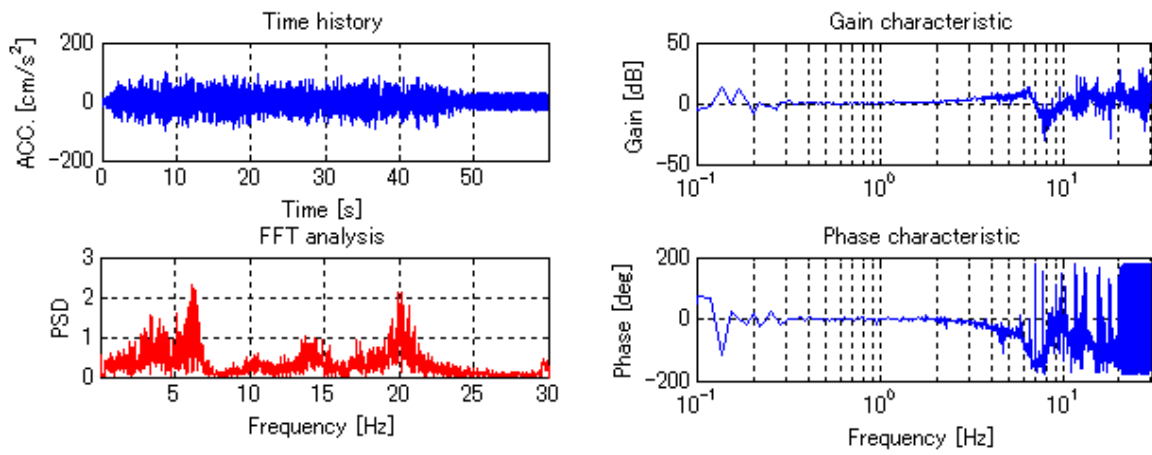


(c) Z 方向

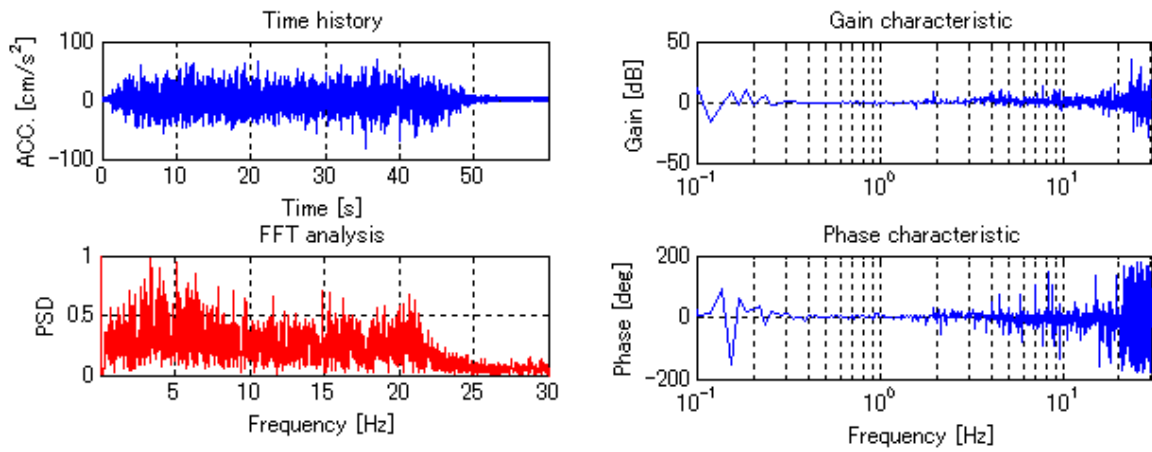
図 25 伝達特性 (実験機器: OT)



(a) X 方向

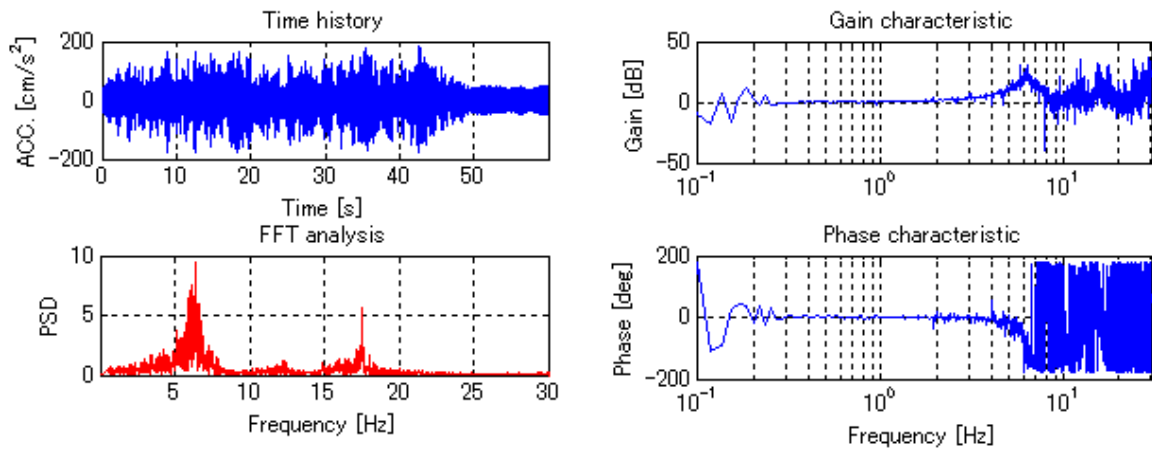


(b) Y 方向

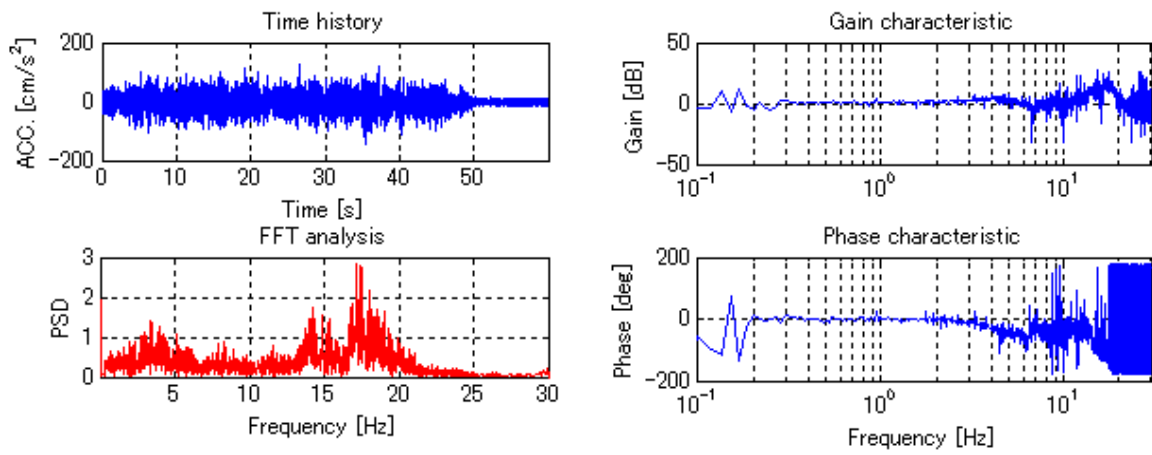


(c) Z 方向

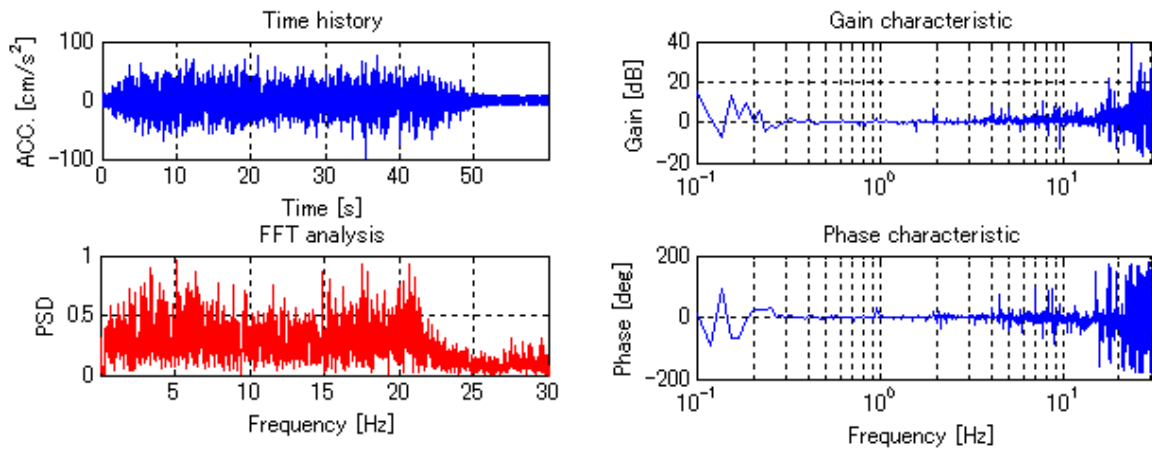
図 26 伝達特性 (実験機器 : OP)



(a) X 方向

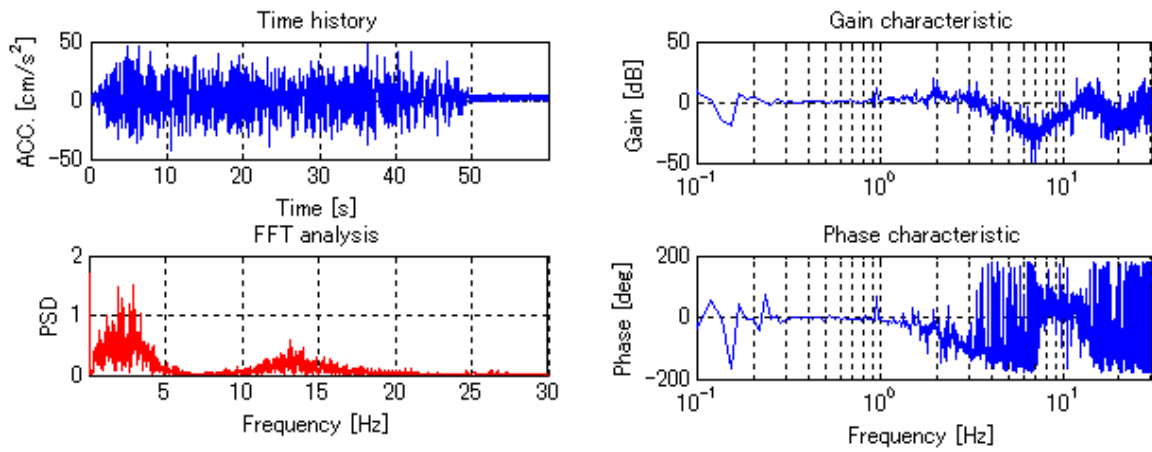


(b) Y 方向

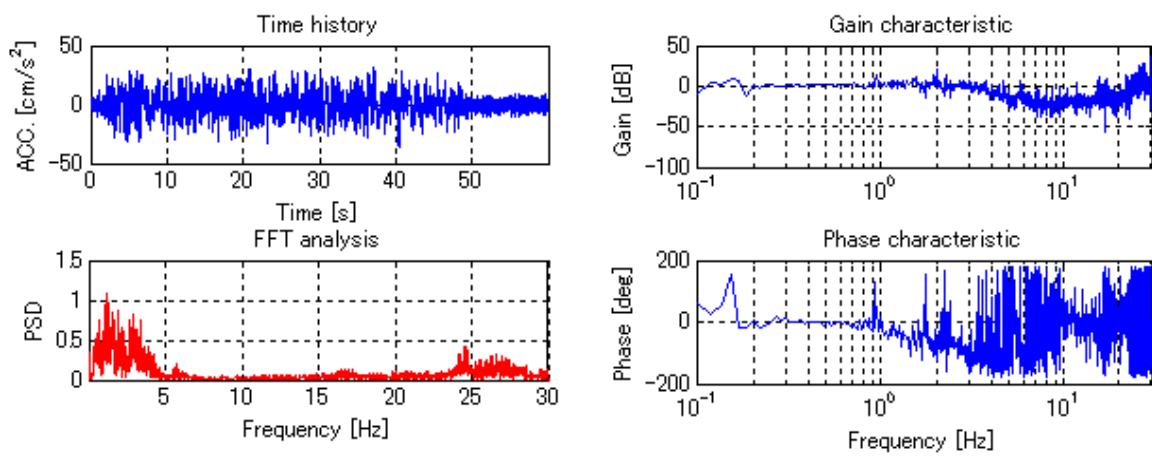


(c) Z 方向

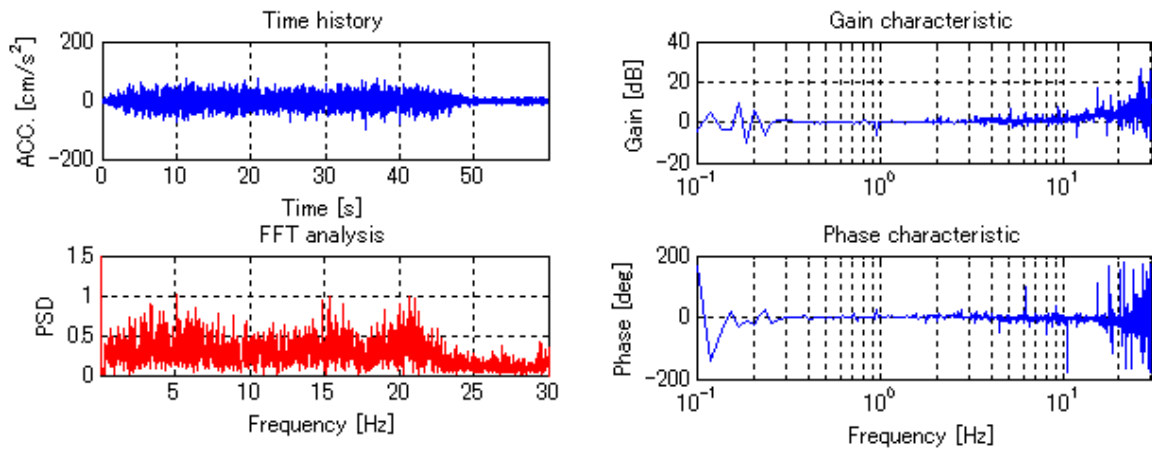
図 27 伝達特性 (実験機器 : OPL)



(a) X 方向

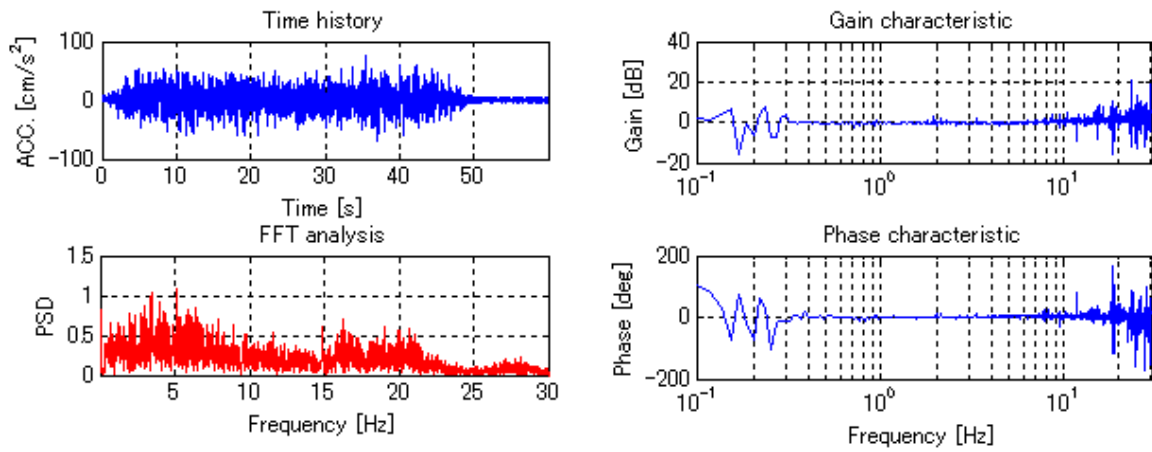


(b) Y 方向

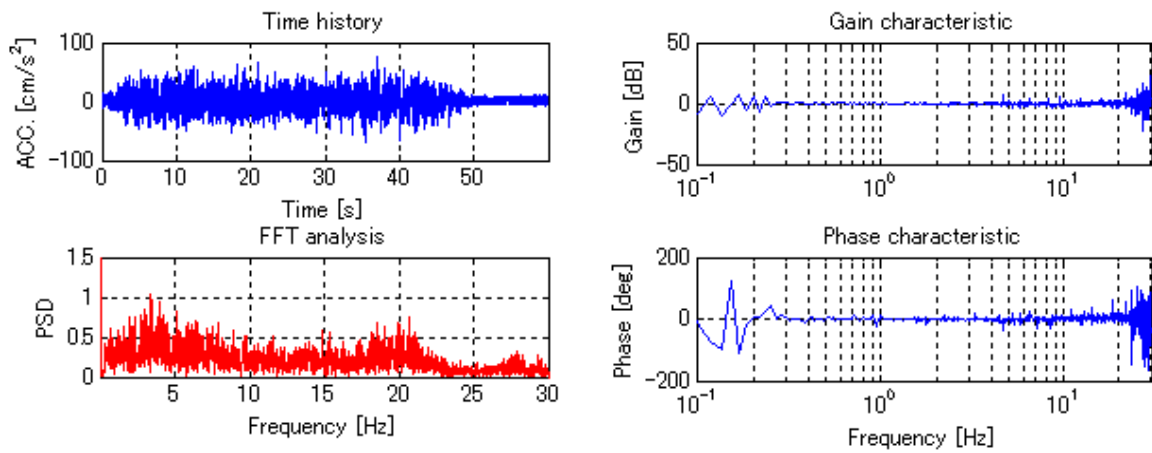


(c) Z 方向

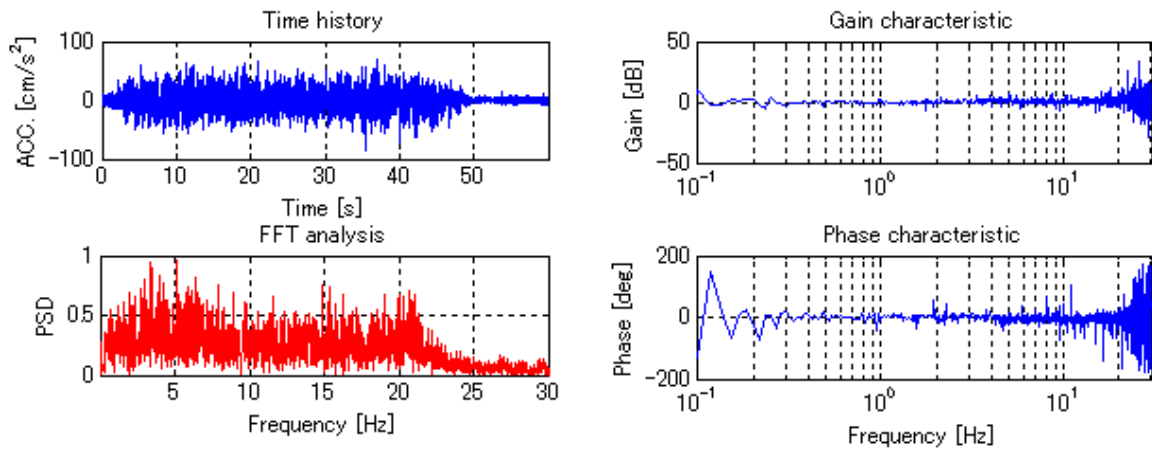
図 28 伝達特性 (実験機器: OW)



(a) X 方向



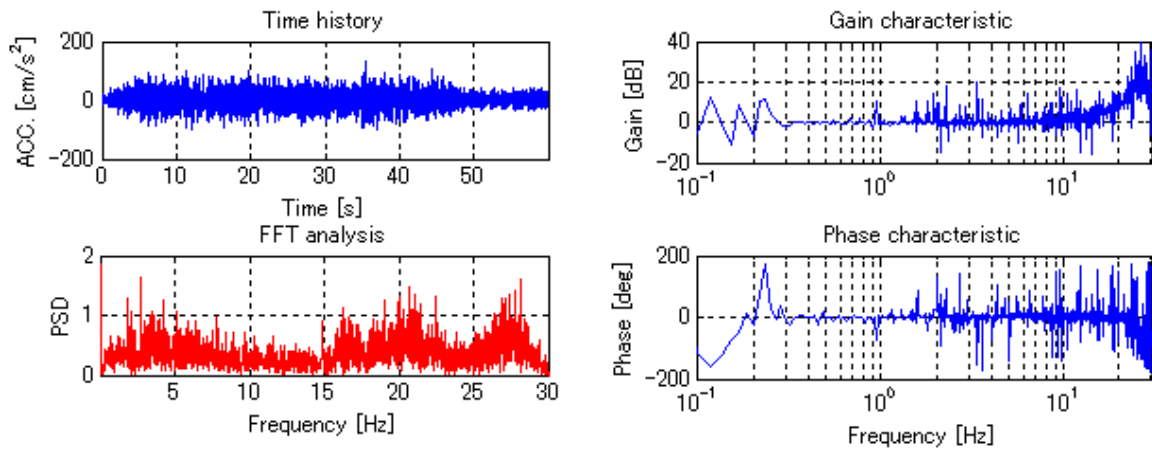
(b) Y 方向



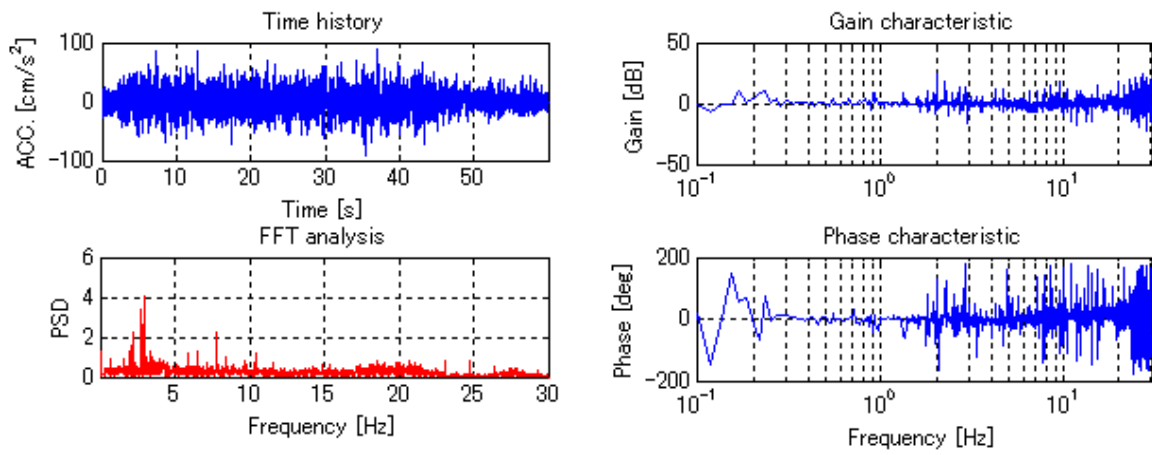
(c) Z 方向

図 29 伝達特性 (実験機器 : FS)

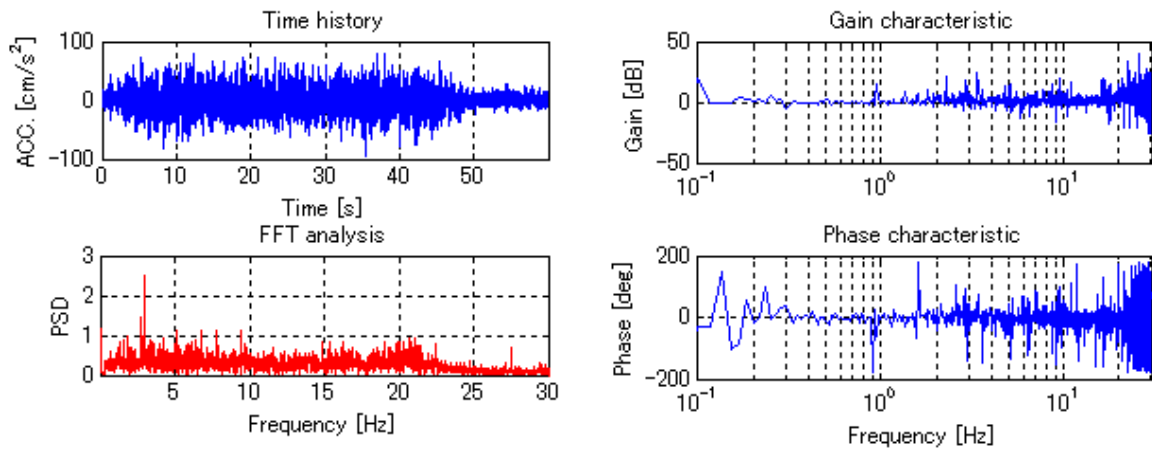




(a) X 方向



(b) Y 方向



(c) Z 方向

図 30 伝達特性 (実験機器 : FT)

(c) 結論ならびに今後の課題

機器単体の耐震実験データの1次解析を行った。この解析結果から実験を行った機器のうち、固定タイプのものに関しては特に動特性のモデル化は必要ないものと思われる。ただし、機器の中でもキャスト機器については、加速度自体は大きくないが固定状態によってはその移動量が大きくなるため、変位が問題になる場合にはモデル化が必要になる場合があると思われるため、振動抑制方法等の対策と合わせて、今後も検討を行うものとする。

なお、今回実験を行った機器が重要機器すべてではなく、来年度予定されている建物実験では建物の固有振動数によって、地震が増幅されることも考えられるため、引き続きモデル化の必要性についてはチェックを行う予定である。

(d) 引用文献

なし

(e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所（学会等名）	発表時期	国内・外の別
なし				

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文（論文題目）	発表者氏名	発表場所（雑誌等名）	発表時期	国内・外の別
なし				

マスコミ等における報道・掲載

報道・掲載された成果（記事タイトル）	対応者氏名	報道・掲載機関（新聞名・TV名）	発表時期	国内・外の別
なし				

(f) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

1)特許出願

なし

2)ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

### **(3) 平成 20 年度業務計画案**

昨年度実施した機器単体の耐震実証実験より得られた結果及び本年度実施予定の実大規模での実験結果から、特にキャスト機器について機器単体（システム）に注目し、数値解析モデルを構築する。機能保持が不可能になるような機器が見つかった場合には、機能保持のための重要機器(システム)の耐震基準確立のためのモデル化についても検討する。

