

## 音環境が精密機器に与える影響に関する考察

### (その 1) 人工騒音環境下での精密機器の動作検証-1

正会員	○橋本 弥古武* <sup>1</sup>	正会員	久保田 英之* <sup>2</sup>
同	藁谷 至誠* <sup>2</sup>	同	原田 倫孝* <sup>1</sup>
同	小松 正佳* <sup>1</sup>	同	関口 浩司* <sup>1</sup>
同	酒井 憲司* <sup>1</sup>		

精密機器	ハードディスク	サーバー
騒音	動作障害	不具合

#### 1. 研究目的

精密機器（ハードディスクドライブ、以下 HDD と略す）が振動に弱いという事象は、既往の清水ら<sup>1)</sup>にあるように特定の周波数の振動が連続的に加わると、HDD の転送速度の低下を生じ、時には HDD の回復不能なダメージを生じる場合があるといわれている。

最近、音が HDD に与える影響について、話題になりはじめている。市販の HDD ビデオレコーダーの中には、ハードディスクが認識されなくなったり、記録できなくなることがあるとして、大音量の場所での使用をしないように注意しているメーカーがある。また一方で、メーカー側からは音圧対策を施した大音響のライブハウスで運用できる HDD レコーダー製品が販売されており、音楽業界では大音響が HDD に影響を与えることは一般的のようである。

本研究では、音環境が HDD にどのように影響を与えるかを把握することを目的とし、本報では、簡易的に擬音を発生させ、HDD に与える影響を検証する。

#### 2. 実験概要

##### (1) 実験環境

サーバーラック内に、HDD 搭載のサーバーを装着し、その前面に図 1 のように市販のスピーカー（JBL Professional EON15 G2：最大音圧 129dB）を設置し、音を発生させる環境を構築した（図 2）。

##### (2) 実験方法

HDD に向けて、音を発生させ、HDD の動作確認を行う。同時にその音の音圧を計測する。音の発生時間は 60 秒とする。

##### (3) 音源の種類と設置位置

音源はホワイトノイズとし、音圧を変化させる。音圧はスピーカーの性能値をかながみて、3 段階とし、80dB、100dB、110dB とする。スピーカー設置位置は、ラックから 3m の位置から音を発生させる。

##### (4) 音の計測

スピーカーから発生させた音の音圧を確認するため、表 1 の機器により測定する。騒音計の位置は図 2 に示すような位置でラックより 2m 程度の位置で計測する。

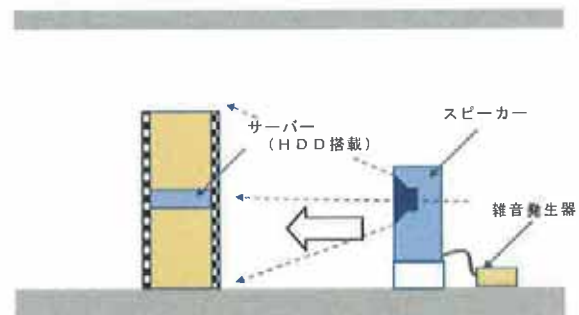


図 1 実験イメージ



図 2 実験風景

表 1 使用機器の一覧

装置名	メーカー	型番
雑音発生器	リオン	SF-05
精密騒音計	リオン	NA-42S
騒音計	リオン	NL-32
レコーダー	日置	ハイレコーダー-8841
録音機	ソニー	PC-208A
1/3 オクターブリアル タイムアナライザー	リオン	SA-27
マイクロホン プリアンプ	リオン	UC-29 NH-05A

Study on the influence that sound environment gives precision instruments

Part 1 Operation verification of precision instruments under artificial noise environment-1

HASHIMOTO Yakubu, WARAGAI Shisei,  
KOMATSU Masayoshi, SAKAI Kenji,  
KUBOTA Hideyuki, HARADA Michitaka,  
SEKIGUCHI Hiroshi

#### (5) HDD の動作環境

搭載したサーバーは、日本電気製 Express5800/R120a-2 である。HDD は、SAS 規格の 2.5inch を 2 台用いた。この HDD に読み書き動作を行い、転送速度の変化を確認する。

#### (6) 検証用ソフト

HD Tune Pro(EFD Software 社製)を使用し、データ転送速度の変化を監視する。

### 3. 実験結果

#### (1) 発生音の音圧結果

発生した音の音圧を表 2 に示す。ほぼ目標値が出ていることが確認できた。

表 2 計測結果一覧

各条件	音源	精密騒音計 (dB)
80dB	ホワイトノイズ	80.6
100dB	ホワイトノイズ	100.4
110dB	ホワイトノイズ	108.0

#### (2) HDD の動作確認

図 3、図 4 に HDD の動作状況を示す。この図は、HDD の転送状況を示しており、図 3 では、音が発生している間、転送速度に変化はないが、図 4 では転送速度が低下している状況がわかる。各条件の結果について表 3 に示す。この結果から音圧が 110dB にて転送速度が変化することがわかった。

### 4. 考察

#### (1) 結果から見えてきたこと

本実験では、音と HDD の関係について検証した。その結果、音圧が大きい場合には HDD の転送速度に影響する可能性があることがわかった。しかしこの結果は 1 例に過ぎず、複数種の HDD について検証し確認する必要がある。その検証は第 2 報以降に検証する。

#### (2) 騒音レベルについて

本実験では、音圧が 110dB の時に、転送速度の変化があった。HDD がこの環境下にある場合には、転送速度の変化の可能性はある。一般的には、この騒音レベルは、自動車の警笛や電車のガード下レベル、30cm 距離からのさげび声に相当する。

#### 5. まとめ

本報では、音環境が HDD にどのように影響を与えるかを確認するため、実験を行った。得られた知見を下記にまとめる。

- 1) 音が HDD に与える影響はあるようだが、本結果は 1 例にすぎない。
- 2) 音圧が 110dB では HDD の転送速度に変化を与えた。



図 3 HDD の動作状況 (ホワイトノイズ : 80dB)



図 4 HDD の動作状況 (ホワイトノイズ : 110dB)

表 3 各条件の HDD 動作一覧

各条件	音発生前	音発生中	音発生後
80dB	○	○	○
100dB	○	○	○
110dB	○	△	○

(凡例) ×× : OS 異常終了し回復不能

× : 機能障害エラー検出後自動復帰

▲ : 転送速度 0 に低下ののち回復、△△ : 転送速度低下

△ : 転送速度低下 (20% 以下)、○ : 正常 (変化なし)

#### (参考文献)

- 1) 清水敏行、建部修見、工藤知宏、「ファンの振動が計算機内のハードディスクに与える影響について」、(社)情報処理学会論文誌、2004 年 5 月 1 日、pp23-34
- 2) 前川純一、岡本圭弘、「騒音防止ガイドブック」改訂第 2 版、共立出版株式会社、2004 年
- 3) 「建築設計資料集成 1 環境」丸善株式会社、平成 4 年

\*1 株式会社 N T T ファシリティーズ 研究開発本部

\*1 Research and Development Headquarters, NTT FACILITIES, INC.

\*2 株式会社 N T T ファシリティーズ 研究開発本部 工博

\*2 Research and Development Headquarters, NTT FACILITIES, INC., Dr. Eng.

## 音環境が精密機器に与える影響に関する考察

（その 2）人工騒音環境下での精密機器の動作検証 - 2

正会員 ○ 酒井 憲司\*<sup>1</sup> 正会員 久保田 英之\*<sup>2</sup>  
同 石川 主税\*<sup>1</sup> 同 原田 倫孝\*<sup>1</sup>  
同 関口 浩司\*<sup>1</sup> 同 橋本 弥古武\*<sup>1</sup>

騒音                      ホワイトノイズ      精密機器  
ハードディスク      動作障害              不具合

### 1. 研究目的

既報その 1 にて、音環境が精密機器（主としてハードディスクドライブ、以下 HDD と略す）に与える障害について簡易的に検証したが、本報では複数の HDD を用意し、音と HDD の関係をさらに深く検証することを目的とする。

### 2. 実験概要

#### (1) 実験方法

実験環境は、既報 1 と同様とする。サーバーラックにサーバーを装着し、サーバー内へ試験体の HDD を装着する。HDD を読み書きさせた状態で擬音発生装置から発生させた音をラックに放射し、影響を確認する。試験体は試験ごとに新品に取り替える。

#### (2) 試験体

HDD サイズは 2.5inch・3.5inch を用い、各々 SAS 規格・SATA 規格のものを検証に供した。表 1、表 2 に試験体の仕様と台数を示す。なお、各 HDD を搭載したサーバーは、日本電気製 Express5800/R120a-2、OS および検証用ソフトの起動には音圧起因の振動障害を受けない SSD を用いる。

表 1 試験体 HDD の仕様及び台数

#### 2.5inch SAS

A社	146.5GB	11 台
A社	73.2GB	2 台
B社	36GB	2 台

#### 2.5inch SATA

A社	160GB	2 台
C社	250GB	2 台
D社	500GB	2 台
E社	320GB	2 台
F社	160GB	4 台

#### 3.5inch SAS

A社	146.5GB	4 台
C社	300GB	2 台
B社	147GB	2 台

#### 3.5inch SATA

A社	250GB	2 台
C社	250GB	2 台
D社	500GB	2 台
E社	320GB	2 台

#### (3) 検証用ソフト

HD Tune Pro (EFDSOFTWARE 社製) を使用し、データ転送速度の変化から影響を確認した。

#### (4) 音の計測

マイクロホンセンサーを用い、音源とラック面の中間に取り付けた。計測系は、センサーからの信号を、アンプに接続し増幅させ、データロガーにて記録した。表 2 に使用機器の一覧を示す。

表 2 使用機器一覧

装置名	メーカー	型番	仕様
精密騒音計	リオン	NA-42S	測定範囲: 50dB~164dB 20Hz~100kHz 応答性:100ms
騒音計	リオン	NL-32	
レコーダー	日置	ハイレコー ダー8841	
録音機	ソニー	PC-208A	
1/3 オクターブリアルタイムアナライザー	リオン	SA-27	
マイクロホンプリアンプ	リオン	UC-29 NH-05A	超音波測定 高音圧レベル測定

#### (5) 擬音発生装置

長距離音響発生装置 LRAD-500X(American Technology 社製)を用いた。

#### (6) 音源の種類

オクターブバンド毎の純音（サイン波：125Hz、250Hz、500Hz、1000Hz、2000Hz、4000Hz、8000Hz）を、110dB で試験体に与えた。その後ホワイトノイズを、音圧を変化させて（80dB、100dB、110dB、120dB、140dB）試験体

Study on the influence that sound environment gives precision instruments

Part2: Operation verification of precision instruments under artificial noise environment-2

SAKAI Kenji, ISHIKAWA Chikara,  
SEKIGUCHI Hiroshi, KUBOTA Hideyuki,  
HARADA Michitaka, HASHIMOTO Yakubu

に与えた。

音源ファイルには、テスト信号発生ソフト WaveGenc ver.1.40 により生成した Wave 形式ファイルを、MP3 形式ファイルに変換して使用した。

### 3. 実験結果

#### (1) 音圧条件毎の検証結果（ホワイトノイズ）

表 3 に、音圧条件毎の HDD 動作状況を試験体毎に示す。すべての試験体の動作に、影響が確認された。

全体的な傾向として、SAS 規格の HDD に比較して、SATA 規格の HDD は、より動作に影響が出やすく、騒音環境下での脆弱性が認められる。

データ転送速度が 0 に低下、または 0 に低下後に回復不能を伴うような深刻な HDD 障害が、110dB 以上で集中的に発生しており、HDD の高音圧騒音に対する脆弱性が認められる。

表 3 音圧条件毎の動作検証結果（ホワイトノイズ）

		音圧条件(dB)				
		80	100	110	120	140
2.5inch SAS	A社	△△	△△	△△	△△	▲
	A社	○	○	△	△△	▲
	A社	○	○	△	△△	▲
	B社	○	○	△	▲	▲
2.5inch SATA	A社	○	△			
	C社	○	△△			
3.5inch SAS	A社	△△	△△	○	△△	▲
	A社	○	○	○	△	▲
	C社	○	○	○	△△	▲
	B社	○	○	○	△	
3.5inch SATA	A社	○	△	▲		
	C社	○	△△	▲		

(凡例)

△△	HDDデータ転送速度0に低下のち回復不能(以後実施せず)	△	HDDデータ転送速度低下(20%以下)
▲	HDDデータ転送速度0に低下のち回復	△△	未実施
△△	HDDデータ転送速度低下	○	正常

#### (2) 純音のオクターブバンド毎の検証結果

表 4 に、オクターブバンド毎の HDD 動作状況（純音）を試験体毎に示す。

動作に影響を受けなかった HDD は、3.5inch SAS の 2 製品のみで、他はいずれも動作に影響が確認された。

全体的な傾向として、SAS 規格の HDD に比較して、SATA 規格の HDD は、より動作に影響が出やすく、騒音環境下での脆弱性が認められる。

データ転送速度が 0 に低下、または 0 に低下後に回復不能を伴うような深刻な HDD 障害が、1000Hz 以上の周波数帯域で集中的に発生しており、HDD の高周波帯域騒音に対する脆弱性が認められる。ただし 1000Hz 以上で一般的な性状を示すとは限らず、障害を与える周波数帯は HDD 種類によっては限定される場合もある。

表 4 オクターブバンド毎の動作検証結果（純音）

		周波数条件(Hz)						
		125	250	500	1000	2000	4000	8000
2.5inch SAS	A社	○	△△	○	○	△△	△△	○
	A社	○	○	○	○	○	▲	○
	B社	○	○	○	○	▲	▲	○
2.5inch SATA	A社	○	○	○	○	○		
	D社	△△	○	△△				
	E社	○	○	○	▲	△△		
	C社	○	○	○	△	△	○	○
	F社	△△	○	○				
3.5inch SAS	A社	○	○	○	○	○	○	○
	C社	○	○	○	○	○	○	○
	B社	○	○	○	○	○	○	△△
3.5inch SATA	A社	△△	○	○	▲			
	D社	○	○	△△	○	○	○	
	E社	○	○	△△	▲	▲	△△	
	C社	△	○	○	○	△	○	▲

(凡例)

△△	HDDデータ転送速度0に低下のち回復せず(以後実施せず)	△	HDDデータ転送速度低下(20%以下)
▲	HDDデータ転送速度0に低下のち回復	△△	未実施
△△	HDDデータ転送速度低下	○	正常

### 4. まとめ

本報では、既報その 1 に引き続き、音環境が HDD にどのように影響を与えるかを確認するため、詳細な実験を行った。得られた知見を下記にまとめる。

- 1) HDD は、110dB 以上の音圧に対し脆弱で、動作に深刻な影響を受ける可能性が高いといえる。
- 2) HDD は、1000Hz 以上の高周波帯域騒音に対し脆弱で、動作に深刻な影響を受ける可能性が高い。ただし様に障害が発生するのではなく、HDD 種類により影響範囲が限定される場合もある。
- 3) SAS 規格に比較して、SATA 規格の HDD がより騒音に対して脆弱である。ただし、両規格間の差が、インターフェースの違いが直接反映したものか、市場品の価格・仕様の差によるものかは特定できない。

\*1 株式会社 N T T ファシリティーズ 研究開発本部

\*1 Research and Development Headquarters, NTT FACILITIES, INC.

\*2 株式会社 N T T ファシリティーズ 研究開発本部 工博

\*2 Research and Development Headquarters, NTT FACILITIES, INC., Dr. Eng.



音環境が精密機器に与える影響に関する考察

(その 3) 不活性ガス消火設備が HDD に与える影響に関する考察

正会員 ○藁谷 至誠\*1      正会員 久保田 英之\*1  
 同 橋本 弥古武\*2      同 原田 倫孝\*2  
 同 小松 正佳\*2      同 関口 浩司\*2  
 同 酒井 憲司\*2

不活性ガス消火設備      ハードディスク      サーバー  
 騒音      動作障害      不具合

1. 研究目的

既報その 2 では、音環境が精密機器（ハードディスクドライブ、以下 HDD と略す）に与える影響を検証し、110dB 以上の大音響が発生すると、HDD の転送速度に影響を与えることがわかった。

本報では、比較的大きな音源となりうる不活性ガス消火設備（放出時作動音）を例にとり、消火ガス放出時の HDD の動作確認を行うことを目的とする。

2. 実験の概要

(1) 実験環境

図 1、図 2 に示すような仮設検証試験室を構築し、不活性ガス消火設備を設置した。ここで使用する不活性ガスは窒素ガスである。前報同様に、サーバーラック内に、HDD 搭載のサーバーを装着する。

(2) HDD の動作環境

搭載したサーバーは、日本電気製 Express5800/R120a-2 であり、HDD は、SAS 規格の 2.5inch を 2 台用いる。この HDD に読み書き動作を行い、転送速度の変化を確認する。OS 及び検証用ソフトの起動には、実環境を想定し、SSD ではなく、HDD を使用する。

(3) HDD 動作検証用ソフト

HD Tune(EFD Software 社製)を使用し、データ転送速度の変化を監視する。

(4) 新ガス消火設備の放出条件（流量）

不活性ガス放出は、表 1 のような条件で実施した。室内側のノズル口の放射圧力、流量を変化させ、HDD の動作を確認する。

表 1 ガス放出条件

各条件	放射圧力 (MPa)	流量 (m <sup>3</sup> /min)
条件 1	0.3	18.3
条件 2	1.9	100
条件 3	4.65	127.5

(5) 音の計測

ノズルから発生した音の音圧を確認するため、表 2 の

機器により測定する。騒音計の位置は図 1 に示すような位置でノズルより 4m 程度の位置で計測する。

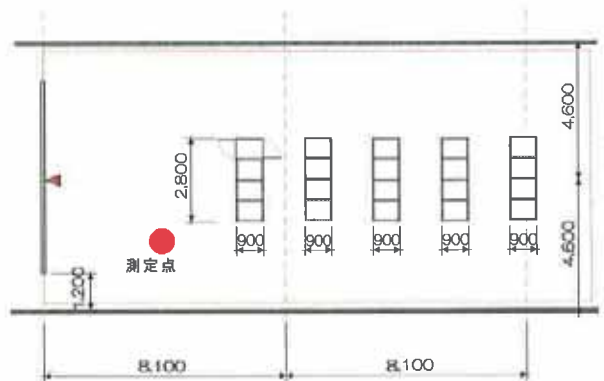


図 1 仮設検証試験室（平面）

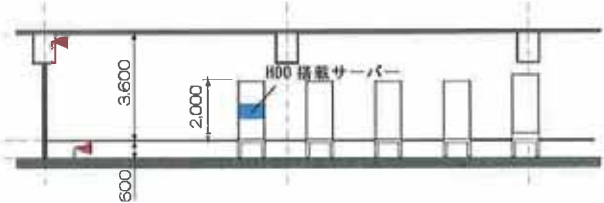


図 2 仮設検証試験室（断面）

表 2 使用機器の一覧

装置名	メーカー	型番
精密騒音計	リオン	NA-42S
騒音計	リオン	NL-32
レコーダー	日置	ハイレコーダー8841
録音機	ソニー	PC-208A
1/3 オクターブリアルタイムアナライザー	リオン	SA-27
マイクロホン	リオン	UC-29
プリアンプ		NH-05A

Study on the influence that sound environment gives precision instruments

Part 3 : Study on the influence that inert gas fire extinguishing facilities gives hard disk drive

WARAGAI Shisei , HASHIMOTO Yakobu,  
 KOMATSU Masayoshi , SAKAI Kenji,  
 KUBOTA Hideyuki, HARADA Michitaka,  
 SEKIGUCHI Hiroshi

本論文（平成 22 年度日本建築学会大会）は NTT ファシリティーズの著作物です。著作者に無断で転載・複写・複製することを禁じます。

### 3. 実験結果

#### (1) 発生音の音圧結果

ガス放出時に発生した音の音圧を表 3 に示す。最大で 130dB を超えており、放射圧力、流量が小さい場合でも平均で 128dB であった。

表 3 計測結果一覧

各条件	放射圧力 (MPa)	精密騒音計 (dB)	
		最大	平均
条件 1	0.3	132.1	128.0
条件 2	1.9	137.1	134.5
条件 3	4.65	139.5	134.4

#### (2) HDD の動作確認

図 3、図 4、図 5 に HDD の動作状況を示す。条件 1 と 3 では、ガス放出中は転送速度 0 に低下になり、放出後に転送速度が回復することが確認できた。しかし条件 2 では OS が異常終了し、放出後も回復はしなかった。表 4 に一覧を示す。ここで OS が異常終了した条件 2 はガス放出時間が通常より長く、大音量で約 3 分間放出していることが要因として考えられる。

### 4. 考察

#### (1) 音圧と HDD 動作障害の関係

本実験では不活性ガス（窒素ガス）を放出した際に、130dB 以上を超えることがわかった。ガス放出中に、OS が異常終了し、回復不能になる場合と放出中に、HDD への情報転送が一時不能となり、消火ガスの放出完了に従い、徐々に回復する事象を確認できた。この結果は、SAS 規格の HDD 1 種類の結果であるので、全ての HDD の動作で同様の事象が発生することを確認したものではない。

#### (2) HDD に与える影響について

既報その 2 の結果より、HDD は 110dB 以上の音圧に脆弱であることがわかり、複数種類の HDD について検証した。この結果と本実験の結果とを重ね合わせると、不活性ガス消火設備の放出時に HDD の安定動作に支障を来す可能性があり、SAS 規格、SATA 規格のいずれにおいても、また 2.5inch と 3.5inch のいずれにおいても、転送速度の低下、場合によっては転送不能、OS の異常終了となるリスクが潜在的に存在する可能性がある。

### 5. まとめ

本報では、不活性ガス消火設備の作動時に、消火ガスの放出により発生する音圧が同区画内の HDD に与える影響を確認するため、検証実験を行った。得られた知見を下記にまとめる。

- 1) 不活性ガス消火設備の放出時の音圧レベルは、最大で 130dB を超えることがあった。

- 2) この大音量のため、ガス放出中に HDD の転送速度の低下、場合によっては転送不能、OS が異常終了し回復不能となる事象を確認できた。

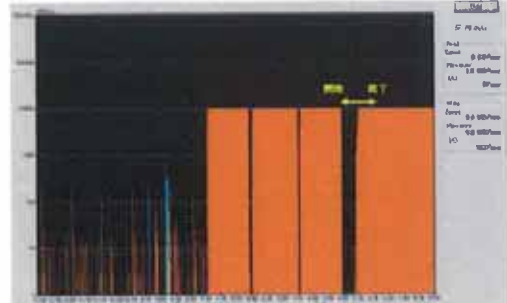


図 3 HDD の動作状況（条件 1）

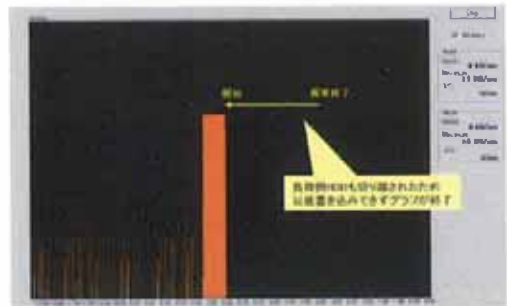


図 4 HDD の動作状況（条件 2）

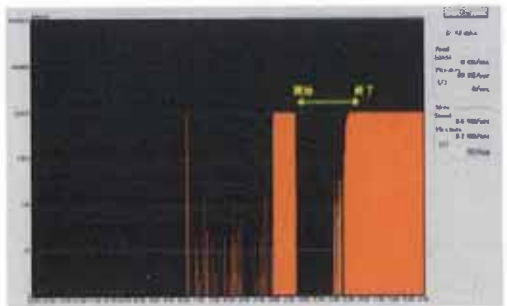


図 5 HDD の動作状況（条件 3）

表 4 各条件の HDD 動作一覧

各条件	ガス放出前	ガス放出中	ガス放出後
条件 1	○	▲	○
条件 2	○	××	××
条件 3	○	▲	○

(凡例) ××：OS 異常終了し回復不能

×：機能障害エラー検出後自動復帰

▲：転送速度 0 に低下ののち回復、△△：転送速度低下

△：転送速度低下（20% 以下）、○：正常（変化なし）

\*1 NTT ファシリティーズ 研究開発本部 工博

\*1 Research and Development Headquarters, NTT FACILITIES, INC., Dr. Eng.

\*2 NTT ファシリティーズ 研究開発本部

\*2 Research and Development Headquarters, NTT FACILITIES, INC.