

## 平成29年度低周波音による物的影響把握に関する 調査（基礎調査）結果報告書

沖縄県環境部環境保全課

### 1. 調査の目的

米軍普天間飛行場の航空機から発生する低周波音について、県では平成28年度にその物的影響把握に関する基礎調査として、当該地域を代表する構造を有する建物を複数選定し、その部屋や建具類のがたつきが発生しやすい周波数について分析を行った。

本調査では、平成28年度に引き続き基礎調査を実施し、物的影響の発生状況に一定の傾向があるか否かについて検討する。

### 2. 事前調査

#### (1) 家屋選定

調査対象候補家屋12棟のうち、暗騒音等の状況、機材搬入の容易性、測定実施に支障がないこと（開口部の閉め切り可否や室容積）等を事前に確認し（表1参照）、調査対象とする家屋7棟及び調査対象とする部屋を選定した。別途に実施の低周波音による物的影響把握に関する実態調査の対象家屋1棟と合わせて、計8棟を対象とした。

表1. 調査候補家屋の部屋の概要（選定家屋は黄色塗りつぶし）

家屋番号	部屋の概寸(mm)			床面積 (m <sup>2</sup> )	室容積 (m <sup>3</sup> )	開口部 閉切	床面素材	壁面素材	天井素材	暗騒音 (dB)	その他
	縦最大長	横最大長	高さ								
1	4,090	2,740	2,460	11.2	27.6	可	畳	木	木	25.2	家具等多い
2	4,820	2,765	2,450	13.3	32.7	可	フローリング	木		29.9	交通音有り
3	3,730	2,450	2,420	9.1	22.1	可	畳	木		34.2	交通音有り
4	3,730	3,130	2,500	11.7	29.2	可	カーペット	木	石膏ボード	39.3	道路近く、交通量多い
5	3,540	3,440	2,490	12.2	30.3	可	フローリング	木	石膏ボード	32.5	
6	5,200	3,600	2,340	18.7	43.8	不可	畳	木	木	33.4	ダクト排気音、時計の時報有り
7 <sup>*</sup>	2,840	2,760	2,400	7.8	18.8	可	フローリング	石膏ボード	石膏ボード	26.0	
	1,870	2,580	2,400	4.8	11.6	可	畳	石膏ボード	石膏ボード	25.9	機材の設置困難
8	6,075	2,800	2,370	17.0	40.3	不可	畳	石膏ボード	木	31.5	
9	5,890	7,640	2,500	45.0	112.5	可	フローリング	石膏ボード	石膏ボード	30.4	建設作業音有り
10	4,785	5,570	2,905	26.7	77.4	可	畳	木	木	32.8	道路近く、交通量多い
11	3,895	3,565	2,450	13.9	34.0	可	フローリング	木	石膏ボード	37.9	家具等多い
12	4,390	2,585	2,500	11.3	28.4	可	フローリング	石膏ボード	石膏ボード	21.2	対象建具は扉、家具等多い

※家屋7は、2部屋が調査へ提供可能であった。

## (2) 試験音再生用音源装置の選定

試験音再生用音源（スピーカー）は、可搬型（重量 20kg 程度）かつ再生能力等を勘案した結果、2 種類のスピーカーを選定した。無響室において再生能力を確認した結果、スピーカー A が 20~200Hz において出力が安定していることが確認できたため選定した（図 1 参照）。20Hz 未満では多少歪みが発生したが、建具のがたつき閾値\*を超える音圧レベルの再生は問題がないことが確認できたため、調査周波数帯域を 15~200Hz とした。50Hz 以上は、音圧レベルを 99dB で再生できるように調整した。

\*建具のがたつき閾値：補足資料参照。

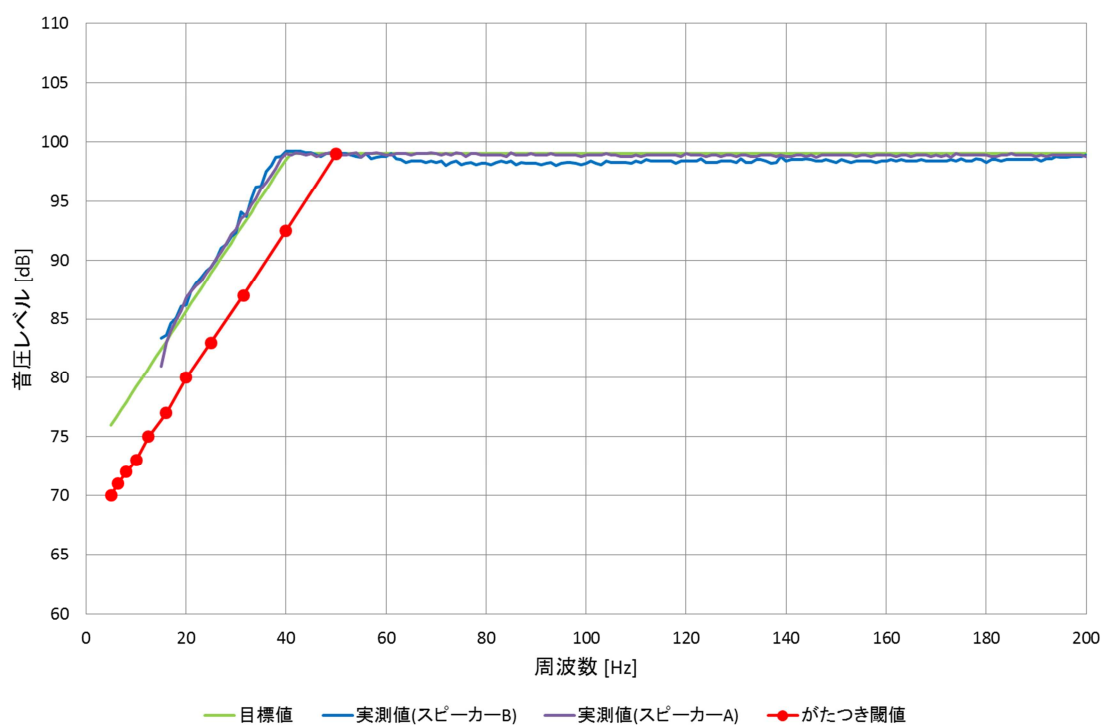


図 1. 試験音再生用音源（スピーカー）の再生能力確認結果

### 3. 本調査

家屋 8 棟の対象建具について、スピーカーを用いて試験音を再生し、がたつきが発生しやすい周波数に関する調査を実施した。

#### (1) 調査項目

以下の項目を測定した。(測定機器配置等は図 2 参照)

- ・ 建具から 0.5m の位置における周波数毎 (15~200Hz) の音圧レベル
- ・ 調査対象建具の周波数毎 (15~200Hz) の振動レベル
- ・ 建具等のがたつき

(建具の振動により発生する接触音を調査員が確認することにより判断)

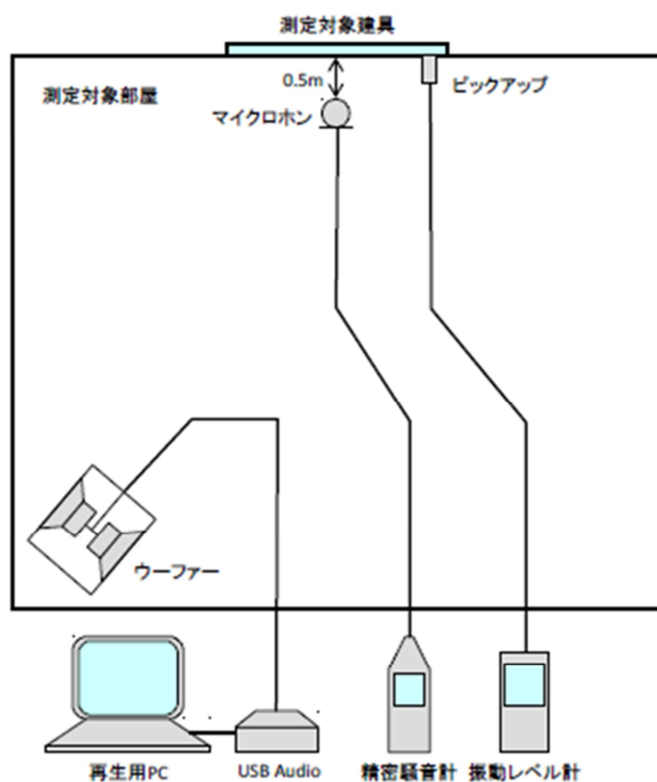


図 2. 測定機器配置図

#### (2) 調査方法

- ・ 測定対象部屋において、スピーカーを用いて図 1 に示した周波数 (15~200Hz) 及び音圧レベルで、1Hz あたり 5~6 秒間定常純音を再生し、計 3 回繰り返した。
- ・ 対象建具に入射する音圧レベル及び対象建具の振動レベルを測定し、その周波数応答を分析した。また、試験音再生による建具等のがたつき発生の有無を記録した。

#### 4. 結果

家屋毎の対象建具の諸元については表 2 に示した。また、対象建具の振動レベルが大きくなる（振動レベルピーク）周波数と、そのときの振動レベル（Vibration Acceleration Level : VAL）については表 3 に示した。

表 2. 対象建具の諸元

家屋名	建具の種類	枠素材	幅 [mm]	高さ [mm]	重量 [kg]	単位面積 当たりの重量 [kg/m <sup>2</sup> ]
1	引違窓	アルミ	707	1,045	11.6	15.70
2	引違窓	アルミ	890	1,915	24.0	14.08
3	引違窓	アルミ	890	1,315	16.0	13.67
5	引違窓	アルミ	935	1,295	15.5	12.80
7	引違窓	アルミ	730	1,114	10.4	12.79
11	引違窓	アルミ	792	1,135	12.5	13.91
12	勝手口ドア	アルミ・樹脂	715	2,010	9.0	6.26
実態調査家屋	引違窓	アルミ	945	1,865	29.5	16.74

表 3. 家屋毎の振動レベルピークを示した周波数（Hz）と振動レベル（VAL）（dB）

家屋 1		家屋 2		家屋 3		家屋 5	
周波数[Hz]	VAL[dB]	周波数[Hz]	VAL[dB]	周波数[Hz]	VAL[dB]	周波数[Hz]	VAL[dB]
23	83.71	25	68.21	18	64.35	19	78.34
31	78.12	48	86.48	42	80.14	45	91.12
54	95.60	63	67.79	49	77.51	52	97.46
75	89.34	72	85.37	59	82.88	68	94.33
90	89.78	88	82.34	83	87.92	75	85.11
105	96.56	97	83.24	96	81.29	103	96.73
113	98.23	108	80.26	109	75.60	130	85.54
158	85.74	132	73.00	119	80.55	140	74.21
167	85.87	151	85.07	132	88.30	160	87.17
177	86.30	170	79.02	144	86.26	170	88.22
193	82.61	180	82.73	155	86.37	176	88.25
		189	82.47	161	84.75	190	90.67
				177	81.74		
				196	84.55		
家屋 7		家屋 1 1		家屋 1 2		実態調査家屋	
周波数[Hz]	VAL[dB]	周波数[Hz]	VAL[dB]	周波数[Hz]	VAL[dB]	周波数[Hz]	VAL[dB]
22	79.39	28	78.37	19	78.44	16	80.51
50	92.98	46	81.14	28	81.83	40	104.49
61	80.36	53	79.45	35	86.73	49	103.88
75	91.79	63	81.68	44	90.59	74	90.53
82	99.06	77	78.94	56	81.71	89	105.00
115	97.71	83	79.50	65	97.17	128	103.14
127	82.99	109	90.07	90	93.04	154	104.75
133	86.11	125	72.45	98	96.80	171	96.93
150	88.14	147	83.22	118	95.54	191	95.40
164	85.87	163	88.90	125	92.34		
179	83.38	172	88.07	140	88.39		
192	79.76	189	79.64	148	85.09		
				159	86.92		
				167	86.54		
				181	93.15		

### (1) がたつきの発生状況

家屋毎の対象建具のうち、がたつきを観測した周波数及び、それに対応する振動レベルピークの周波数を表4に示した。

表4. 対象建具のがたつきを観測した周波数とそれに対応する振動レベルピーク周波数

家屋名	がたつきを観測した周波数	対応する振動レベルピークの周波数
1	なし	
2	21～50	25、48
3	なし	
5	なし	
7	なし	
11	21～30	
12	なし	
実態調査家屋	15～20、31～50、81～90	16、40、49、74、89

本調査を実施した家屋8棟中3棟で、対象建具のがたつきを観測した。しかしながら、対象建具の諸元とがたつきを観測した周波数に関連性はみられなかった。

また、がたつきを観測した周波数に、振動レベルピークを示した周波数が含まれていることから、振動ピークとなる周波数において対象建具ががたつきやすい可能性が示唆された。

部屋毎の対象建具以外も含めたがたつきを観測した周波数については、付録図3.1～8に示した。

対象建具以外では、蛍光灯などの小さなものから、ふすまや押入れの扉などの大きなものまで、広い周波数範囲においてがたつきが生じていた。特に、可動部分が軽いもの(障子、カーテンレールなど)は周波数を問わずがたつきやすい傾向が見られた。

## (2) 航空機から発生する音との関係

普天間基地所属の航空機（AH-1Z、UH-1Y、MV-22（FMは固定翼モード、HMは垂直離陸モード）、CH-53E）について、上大謝名局の低周波音常時監視装置のデータを基にスペクトル構造を解析し、代表的なスペクトル構造を図3に示した。

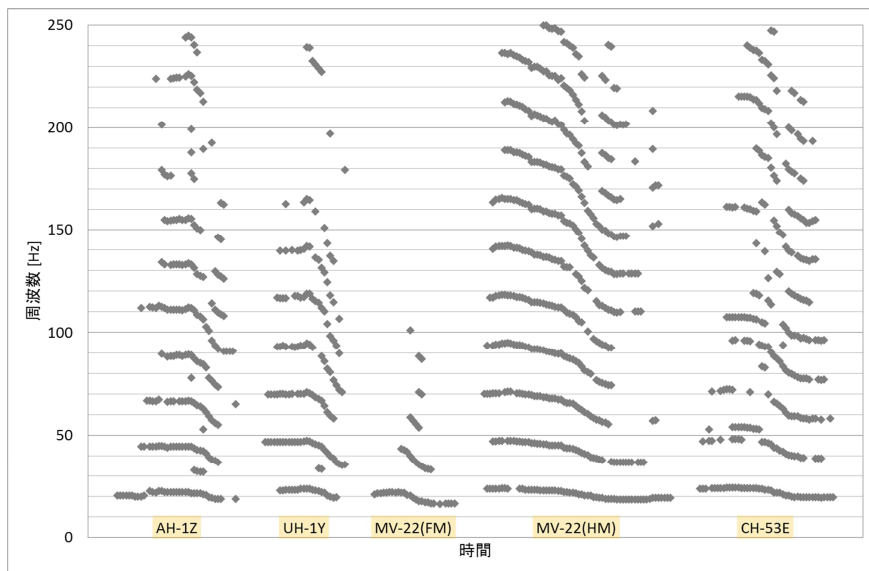


図3. 普天間基地所属航空機の機種毎の代表的なスペクトル構造

対象建具ががたつきを観測した15～90Hzにおいて、全ての機種でピーク周波数が発生しているため、どの機種においてもがたつきを生じさせる可能性が示唆された。

## 5. まとめ

米軍普天間飛行場の航空機から発生する低周波音について、当該地域を代表する構造を有する家屋を複数選定し、その家屋や建具類のがたつきが発生しやすい周波数や、航空機機種毎の物的影響の程度について分析を行ったところ、以下の結果が得られた。

- ・本調査を実施した家屋 8 棟中 3 棟で、対象建具のがたつきを観測した
- ・対象建具の諸元とがたつきを観測した周波数に関連性はみられなかった。
- ・対象建具以外では、蛍光灯などの小さなものから、ふすまや押入れの扉などの大きなものまで、広い周波数範囲においてがたつきが生じていた。
- ・可動部分が軽いもの（障子、カーテンレールなど）は周波数を問わずがたつきやすい傾向が見られた。
- ・調査地点によって、がたつきの発生状況は異なるが、対象建具のがたつきを観測した 15～90Hz においては、普天間飛行場に所属する 4 機種（AH-1Z、UH-1Y、MV-22、CH-53）でピーク周波数が発生しているため、どの機種においてもがたつきを生じさせる可能性が示唆された。

## 6. 付録

対象建具から 0.5m の位置における周波数毎（15～200Hz）の音圧レベルを付録図 1.1～8 に、周波数毎（15～200Hz）の対象建具の振動レベルを付録図 2.1～8 に示した。また、参考として家屋毎の対象建具を含めた建具のがたつきを付録図 3.1～8 に示した。

家屋 3 において、周波数の一部でがたつき閾値を超えない音圧レベルとなった。音圧レベルのばらつきは、試験音の反射による干渉（音波は波の性質を有するので、打ち消しあったり増幅したりする）や部屋の固有振動の影響によるものと考えられる。

## 【補足資料】

○建具のがたつき閾値とは、

低周波音により建具ががたつき始める最低音圧レベルのこと。揺れやすい建具ではおよそ 5Hz で 70dB、10Hz で 73dB、20Hz で 80dB あたりからがたつき始めるという結果が得られている。

※低周波音の測定方法に関するマニュアル（環境庁 平成 12 年 10 月）より引用

本調査では、上記数値と一致する低周波音による物的苦情に関する参照値（下表参照）をがたつき閾値とした。

表 低周波音による物的苦情に関する参照値

1/3オクターブバンド 中心周波数(Hz)	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50
1/3オクターブバンド 音圧レベル(dB)	70	71	72	73	75	77	80	83	87	93	99

※低周波音問題対応の手引書（環境省 平成 16 年 6 月）より引用

○オクターブとは

周波数の比が 2 倍あるいは半分となる関係

例) 1000Hz の 1 オクターブ上は 2000Hz、1 オクターブ下は 500Hz

○1 / 3 オクターブバンドとは

1 オクターブを 3 分割した周波数の範囲で、低周波音の分析に用いられる。各オクターブバンドは、それぞれの中心周波数で表される。

例) 18～22.4Hz の周波数範囲の中心周波数は 20Hz

45～56Hz の周波数範囲の中心周波数は 50Hz