

救急車電子サイレン音の分析結果について

Analysis of the Electronic Siren Sounds for an Ambulance

矢ヶ崎 孝*

目黒 公一郎*

概 要

A消防署近くの住民から、「当署の救急車の電子サイレン音は、他の救急車の音と異なり高く感じる。特に夜間感じる。」という話があったので調査して欲しいという要望があり、当研究室でその原因を究明する目的で測定実験及び周波数特性分析を行なった。その結果、A消防署の救急車が装備する拡声器の電子サイレン音は基本周波数以外の高い周波数成分が多く含まれていることが確認された。

Public relations are important factors in fire service.

There was a request for investigation from a resident near A Fire Station.

He insisted that the ambulance's siren sounds at A Fire Station were felt to him distinctively higher than those of other ambulances at night.

Upon request the sounds were measured and a frequency characteristic analysis of them was made.

The electronic sounds were proved to comprise a lot of high frequency components other than basic frequency components.

1. はじめに

A消防署配置の救急車の電子サイレン音が他の救急車の音と異なり高く感じる者がいる。この真偽及びその原因を究明するため、当該救急車の電子サイレン音について測定を行ない、音量分析及び周波数特性分析を行った。

また他の救急車との違いを相対的に比較評価するため、他に3台の救急車について併せて同内容の測定及び周波数特性分析を行ったので紹介する。

2. 電子サイレン音の要件

救急車電子サイレン音は、「救急自動車に備えるサイレンの音色の変更について」(昭和45年6月10日付消防防第337号通知)の別紙「救急自動車に備えるサイレンの音色の概要」及び道路運送車両法、カタログ値により次のように規定されている。(以下「規定値」という。)

- (1) <ピー>音：960Hz、0.65秒
- (2) <ポー>音：770Hz、0.65秒

- (3) <ビー><ポー>1周期：1.3秒
- (4) ビブラート(トレモロ)：10Hz
- (5) 音量：90～120dB

3. 測定実験

- (1) 測定日時、場所及び天候等
平成4年10月14日(水)
14時00分～16時00分
消防学校自動車訓練コース・訓練棟跡地
天候 小雨、気温19.5℃、湿度74%
風位風速 北東4.3m/s
- (2) 測定車両
表1に示すとおり。
- (3) 測定方法
ア 設定条件
道路運送車両法の保安基準(運輸省令)に準ずる方法とする。(写真1、写真2参照)
測定車両—精密騒音計間 水平距離20m
精密騒音計設定高さ1.5m

*第三研究室

表1 電子サイレン音測定救急車

測定車両	拡声器	スピーカー方式
A署A1	X社製	露出型
B署A2	X社製	露出型
C署A3	Y社製	警光灯内埋込型
D署A4	X社製	警光灯内埋込型



写真1 測定実験設定状況



写真2 測定実験設定状況



写真3 精密騒音計の設定状況

イ 測定方法

精密騒音計の104dBにおけるキャリブレーション電圧波形及び暗騒音(以下、「暗騒音等」と記す。)・各救急車の電子サイレン音(以下、「各測定音」と記す。)の音量大及び音量小を、それぞれ30秒間、キャリブレーション104デシベル域のAレンジ(騒音レベル、以下「Aレンジ」と記す。)及びFレンジ(周波数レベル、以下「Fレンジ」と記す。)の各レンジにおける精密騒音計で測定する。

音量指針を視認上確認するとともに、音量等の各データをデータレコーダに収録する。

なお、データレコーダの電圧信号変動周波数データ(以下「電圧波形」という。)の周波数特性を、HIGH BAND DC~40kHzに設定する。

ウ 測定機器

- ・精密騒音計

RION PRECISION SOUND LEVEL METER NA-60

- ・データレコーダ

TEAC XR-5000 CASSETTE DATA RECORDER

4. 分析方法

データレコーダに収録した精密騒音計のAレンジにおける音量等の電圧波形をFFTアナライザへ入力、音量レベルの分析をする。

データレコーダに収録した精密騒音計のFレンジにおける音量等の電圧波形を動的特性分析装置へ入力、周波数レベルの分析をする。

(1) Aレンジ分析目的及び方法

ア 目的

Aレンジにおける分析は、分析音量の巨視的相対評価を行なうことを目的とする。

イ 方法

FFTアナライザの特性上、Aレンジの音量レベルにおける分析は、スペクトル(LOG MAG)表示下において1/3オクターブ分析を行ない、精密騒音計の指針に近い音量換算をする。

(2) Fレンジ分析目的及び方法

ア 目的

Fレンジの周波数レベルでは、振幅電圧値

における巨視的相対評価及び周波数成分量の電圧値分析を行ない、各周波数成分量の定量的相対評価を行なうことを目的とする。

イ 方法

暗騒音及び各測定音の<音量大>及び<音量小>をそれぞれサンプリング間隔20 μ 秒で約5.2秒間(約26万ポイント)収録し、その中からそれぞれ2.0秒間(10万ポイント)の暗騒音及び電子サイレン音<ピー><ポー>音を他の波形データと相対比較できるように選定し表示する。

但し、104dBキャリブレーション波形図の表示は8m秒(400ポイント)とする。

暗騒音については表示した電圧波形の中から顕著に電圧変動が現われた箇所を選定し、

また、各測定音については、<ピー>音部分、<ポー>音部分の、各ビブラートの山の中の電圧波形各分析初期ポイント(以下「初期ポイント」という。)から、それぞれ、512ポイントの電圧波形を、周波数分析する。

なお、分析可能周波数領域は、概ね100Hz～19.5kHz、分解能は、49Hzである。

ウ 分析機器

- ・FFTアナライザ
RION FFT ANALYZER SA-71
- ・動的特性分析装置
KYOWA DATA ANALYZER DAA-110A

5. 分析結果のデータ

分析結果のデータを表2、図1各図～図3各図に示す。

(1) 図1各図は、Fレンジで測定した各測定音等の巨視的相対評価を行なうため示す。

- ・図1-C A F 104dBに、8m秒間の104dBキャリブレーションデータの電圧波形図を、
- ・図1-S I Fに、各測定音を測定する前の2秒間の暗騒音の電圧波形図を、

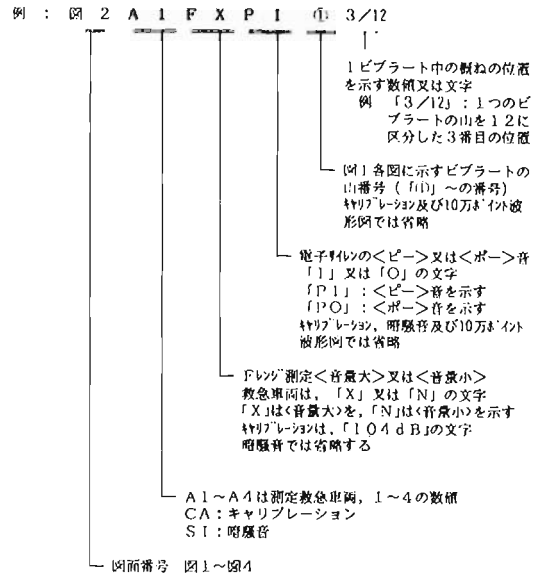
図2～図4各S I F-1に、顕著な振幅電圧値を示した8m秒間の暗騒音の電圧波形図、512ポイントの電圧波形のリニアスペクトラム図(Y軸MAG [V]、同Y軸LOG MAG [dB])をそれぞれ示す。

- ・図1 A 1 F X A L L～図1 A 4 F X A L Lに、各測定音の<音量大>における2秒間の

電圧波形図を、

- ・図1 A 1 F N A L L～図1 A 4 F N A L Lに、各測定音の<音量小>における2秒間の電圧波形図を、それぞれ示す。

なお、図1～図4各図の枝番号の意味は次のとおりである。



例の図枝番号の意味：図2 A1救急車 Fレンジ 音量大 <ピー>音ビブラート山番号(重)を12に区分した3番目の位置

(2) 表2は、Fレンジ及びAレンジで測定した各測定音等の巨視的評価及びFレンジで測定した各測定音の定性的評価を行なうため示す。

表2に、各測定音等をAレンジの騒音計レベルに近い音量換算結果及びFレンジの周波数レベルにおける約5.2秒間の電圧波形を電圧値分析した結果(電圧最小値、電圧最大値)及び各測定音電圧波形の間隔等(<ピー>部分及び<ポー>部分の間隔、<ピー>部分<ポー>部分の整然と山を構成する1つのビブラートの平均周波数、ビブラート間の間隙時間を示す。

(3) 図2各図は、Fレンジで測定した各測定音等の定性的評価及び周波数特性分析を行なうため示す。

図2各図は、それぞれに示す初期ポイントから、8m秒間の電圧波形図である。

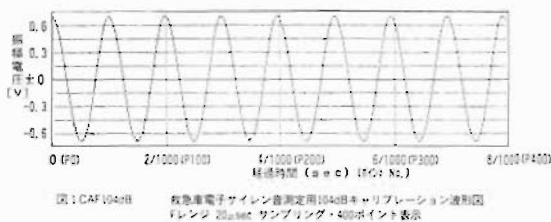
A1救急車のFレンジ音量大における<ピー><ポー>各音のビブラートの山の一部を時系列データとし、他の車両との相対比較基準とし示す。

(4) 図3各図は、Fレンジで測定した各測定音等の基本周波数に対する各周波数成分音量の電圧値レベルにおける定量的相対評価のため示す。

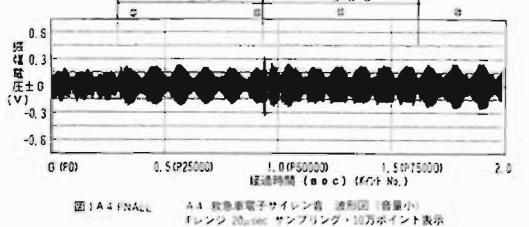
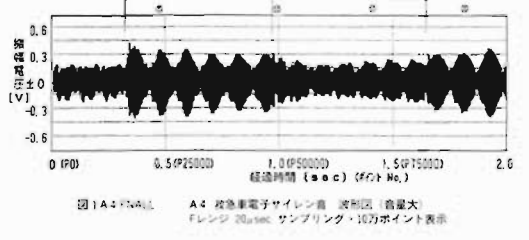
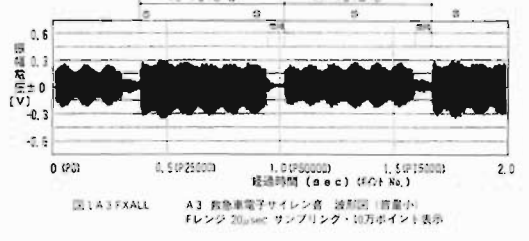
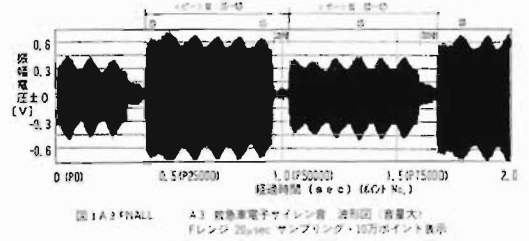
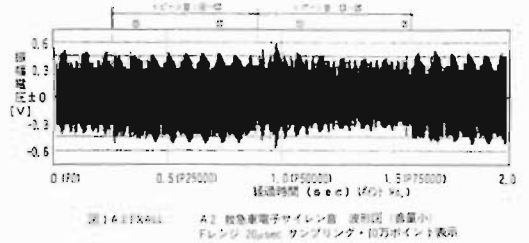
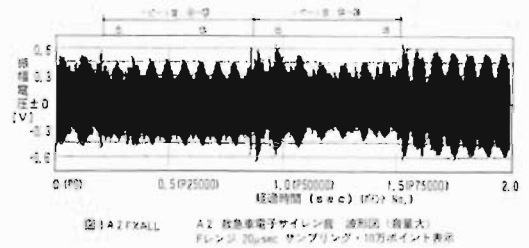
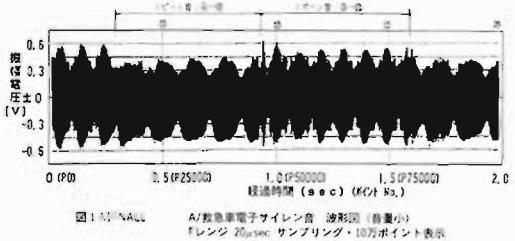
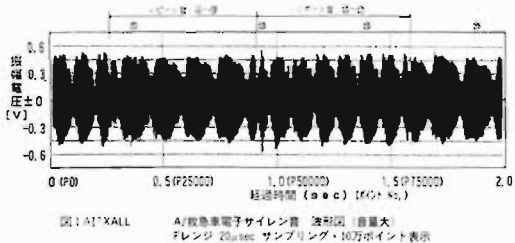
図3各図は、各図に示す初期ポイントから、512ポイントの電圧波形のリニアスペクトラム図(Y軸MAG [V])である。

(5) 図4各図は、Fレンジで測定した各測定音等の基本周波数に対する各周波数成分音量の定量的相対の評価のため示す。

図4各図は、各図に示す初期ポイントから、512ポイントの電圧波形のリアスペクトラム図(Y軸LOG MAG [dB])である。



※※ Fレンジ10万ポイント分析波形図 ※※



※ A1救急車〈音量大〉周波数特性分析図 ※

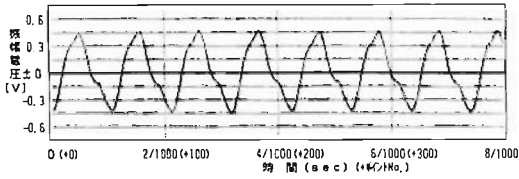


図2-1: XPI6 8/18 A1救急車電子サイレン音 波形図 (音量大、ピー部分6山目 8/18)
 フレンジ 20 μ sec サンプリング・400ポイント表示 (初期ポイントNo. 24973)

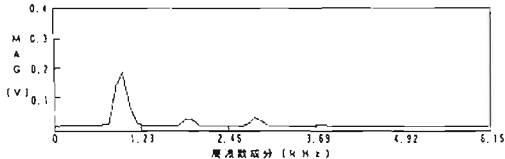


図3-1: XPI6 8/18 A1救急車電子サイレン音 周波数特性分析図 (音量大、ピー部分6山目 8/18) (分析開始ポイントNo. 24973)
 フレンジ 20 μ sec サンプリング・512ポイント MAG リニアスケルトラム

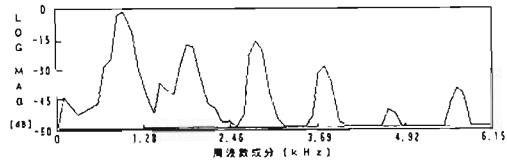


図4-1: XPI6 8/18 A1救急車電子サイレン音 対基本周波数成分分析図 (音量大、ピー部分6山目 8/18) (分析開始ポイントNo. 24973)
 フレンジ 20 μ sec サンプリング・512ポイント LOG MAG リニアスケルトラム

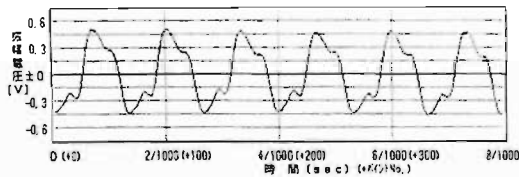


図2-2: XPO11 6/13 A1救急車電子サイレン音 波形図 (音量大、ピー部分5山目 6/13)
 フレンジ 20 μ sec サンプリング・400ポイント表示 (初期ポイントNo. 60057)

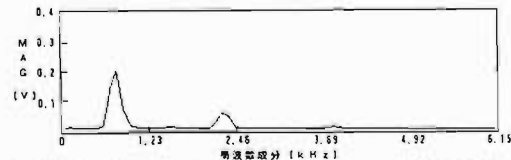


図3-2: XPO11 6/13 A1救急車電子サイレン音 周波数特性分析図 (音量大、ピー部分5山目 6/13) (分析開始ポイントNo. 60057)
 フレンジ 20 μ sec サンプリング・512ポイント MAG リニアスケルトラム

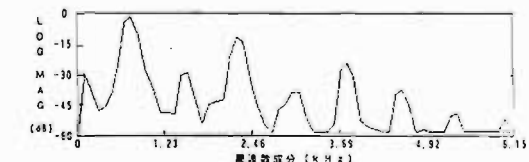


図4-2: XPO11 6/13 A1救急車電子サイレン音 対基本周波数成分分析図 (音量大、ピー部分5山目 6/13) (分析開始ポイントNo. 60057)
 フレンジ 20 μ sec サンプリング・512ポイント LOG MAG リニアスケルトラム

※ A1救急車〈音量小〉周波数特性分析図 ※

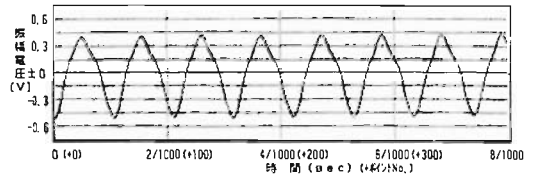


図2-3: NPI7 6/18 A1救急車電子サイレン音 波形図 (音量小、ピー部分7山目 6/18)
 フレンジ 20 μ sec サンプリング・400ポイント表示 (初期ポイントNo. 37785)

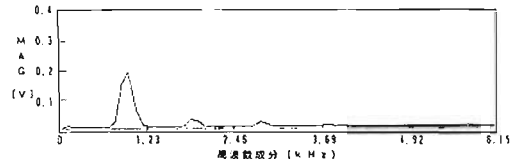


図3-3: NPI7 6/18 A1救急車電子サイレン音 周波数特性分析図 (音量小、ピー部分7山目 6/18) (分析開始ポイントNo. 37785)
 フレンジ 20 μ sec サンプリング・512ポイント MAG リニアスケルトラム

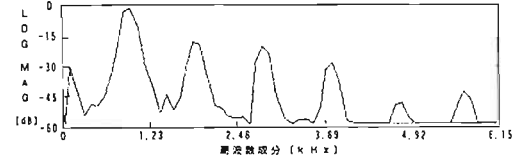


図4-3: NPI7 6/18 A1救急車電子サイレン音 対基本周波数成分分析図 (音量小、ピー部分7山目 6/18) (分析開始ポイントNo. 37785)
 フレンジ 20 μ sec サンプリング・512ポイント LOG MAG リニアスケルトラム

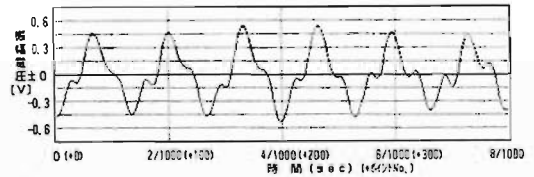


図2-4: NPO11 5/12 A1救急車電子サイレン音 波形図 (音量小、ピー部分5山目 5/12)
 フレンジ 20 μ sec サンプリング・400ポイント表示 (初期ポイントNo. 49288)

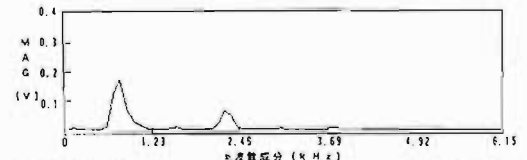


図3-4: NPO11 5/12 A1救急車電子サイレン音 周波数特性分析図 (音量小、ピー部分5山目 5/12) (分析開始ポイントNo. 49288)
 フレンジ 20 μ sec サンプリング・512ポイント MAG リニアスケルトラム

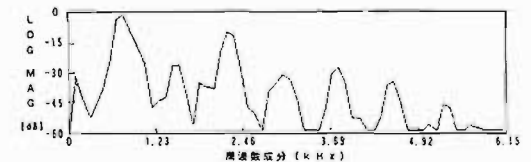


図4-4: NPO11 5/12 A1救急車電子サイレン音 対基本周波数成分分析図 (音量小、ピー部分5山目 5/12) (分析開始ポイントNo. 49288)
 フレンジ 20 μ sec サンプリング・512ポイント LOG MAG リニアスケルトラム

※ A 2 救急車 <音量大> 周波数特性分析図 ※

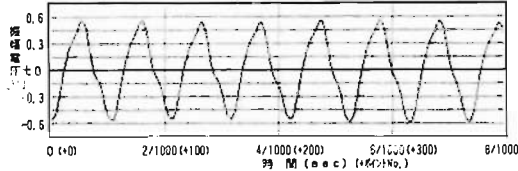


図 2 A 2 FXPI15 4/9 A 2 救急車電子サイレン音源波形 (音量大、ピー部分15山目 4/9)
 フレンジ 20μsec サンプリング・400ポイント表示 (初期ポイントNo = 86713)

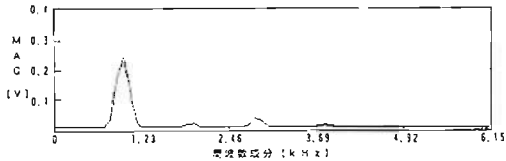


図 3 A 2 FXPI15 4/9 A 2 救急車電子サイレン音 周波数特性分析図
 (音量大、ピー部分15山目 4/9) (分析開始ポイントNo = 86713)
 フレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント MAG リニアスケッチ

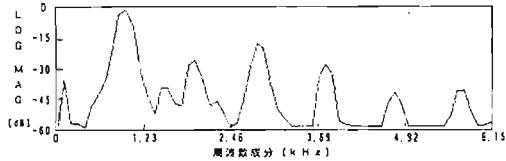


図 4 A 2 FXPI15 4/9 A 2 救急車電子サイレン音 対基本周波数成分分析図
 (音量大、ピー部分15山目 4/9) (分析開始ポイントNo = 86713)
 フレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント LOG MAG リニアスケッチ

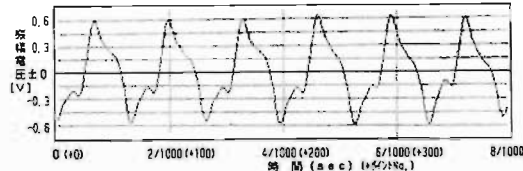


図 2 A 2 FXPO15 6/12 A 2 救急車電子サイレン音源波形 (音量大、ピー部分15山目 6/12)
 フレンジ 20μsec サンプリング・400ポイント表示 (初期ポイントNo = 48165)

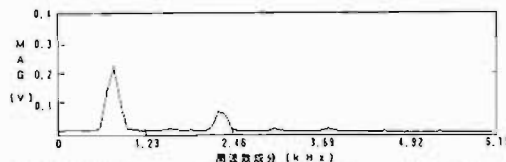


図 3 A 2 FXPO15 6/12 A 2 救急車電子サイレン音 周波数特性分析図
 (音量大、ピー部分15山目 6/12) (分析開始ポイントNo = 48165)
 フレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント MAG リニアスケッチ

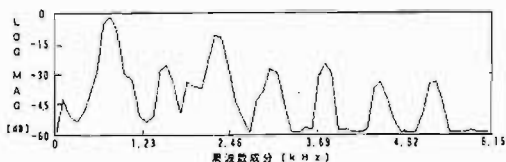


図 4 A 2 FXPO15 6/12 A 2 救急車電子サイレン音 対基本周波数成分分析図
 (音量大、ピー部分15山目 6/12) (分析開始ポイントNo = 48165)
 フレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント LOG MAG リニアスケッチ

※ A 2 救急車 <音量小> 周波数特性分析図 ※

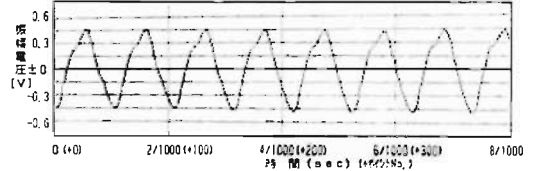


図 2 A 2 FNPI7 5/10 A 2 救急車電子サイレン音源波形 (音量小、ピー部分7山目 5/10)
 フレンジ 20μsec サンプリング・400ポイント表示 (初期ポイントNo = 25246)

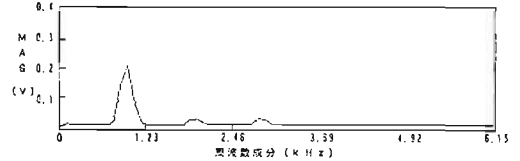


図 3 A 2 FNPI7 5/10 A 2 救急車電子サイレン音 周波数特性分析図
 (音量小、ピー部分7山目 5/10) (分析開始ポイントNo = 25246)
 フレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント MAG リニアスケッチ

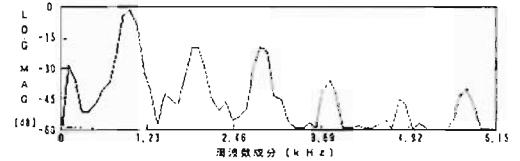


図 4 A 2 FNPI7 5/10 A 2 救急車電子サイレン音 対基本周波数成分分析図
 (音量小、ピー部分7山目 5/10) (分析開始ポイントNo = 25246)
 フレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント LGG MAG リニアスケッチ

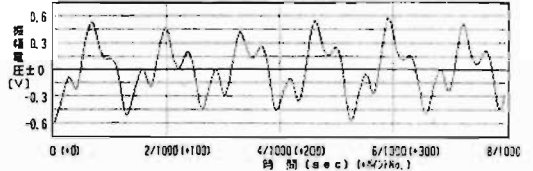


図 2 A 2 FNPO11 4/12 A 2 救急車電子サイレン音源波形 (音量小、ピー部分11山目 4/12)
 フレンジ 20μsec サンプリング・400ポイント表示 (初期ポイントNo = 48272)

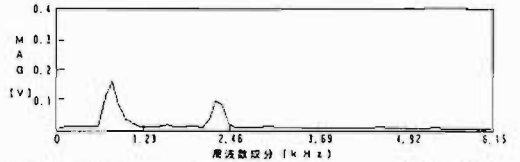


図 3 A 2 FNPO11 4/12 A 2 救急車電子サイレン音 周波数特性分析図
 (音量小、ピー部分11山目 4/12) (分析開始ポイントNo = 48272)
 フレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント MAG リニアスケッチ

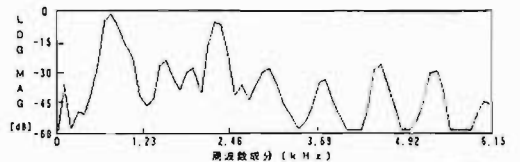


図 4 A 2 FNPO11 4/12 A 2 救急車電子サイレン音 対基本周波数成分分析図
 (音量小、ピー部分11山目 4/12) (分析開始ポイントNo = 48272)
 フレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント LOG MAG リニアスケッチ

※ A 3 救急車 <音量大> 周波数特性分析図 ※

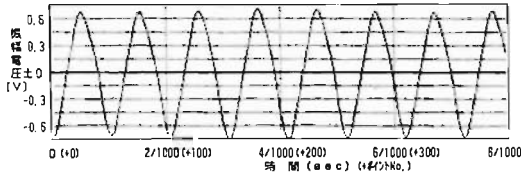


図2 A 3 FXPI6 6/13 A 3 救急車電子サイレン音波形式 (音量大、ピーク分6山目 6/13)
 フレージ 20μsec サンプリング・400ポイント表示 (初期ポイントNo.=24702)

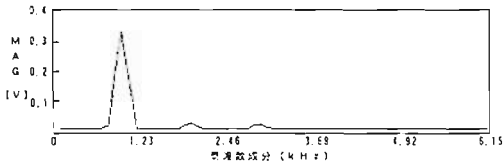


図3 A 3 FXPI6 6/13 A 3 救急車電子サイレン音 周波数特性分析図
 (音量大、ピーク分6山目 6/13) (分析開始ポイントNo.=24702)
 フレージ 20μsec サンプリング・512ポイント MAG リニアスケール

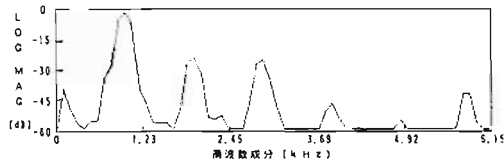


図4 A 3 FXPI6 6/13 A 3 救急車電子サイレン音 対基本周波数成分分析図
 (音量大、ピーク分6山目 6/13) (分析開始ポイントNo.=24702)
 フレージ 20μsec サンプリング・512ポイント LOG MAG リニアスケール

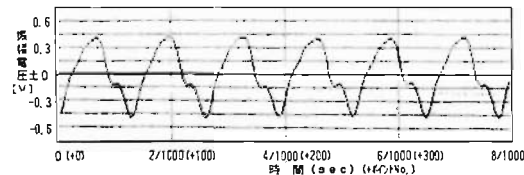


図2 A 3 FNPI6 7/12 A 3 救急車電子サイレン音波形式 (音量小、ピーク分6山目 7/12)
 フレージ 20μsec サンプリング・400ポイント表示 (初期ポイントNo.=24254)

※ A 3 救急車 <音量小> 周波数特性分析図 ※

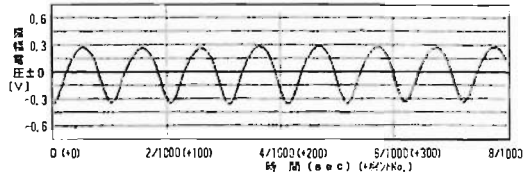


図2 A 3 FNPI6 7/12 A 3 救急車電子サイレン音波形式 (音量小、ピーク分6山目 7/12)
 フレージ 20μsec サンプリング・400ポイント表示 (初期ポイントNo.=24254)

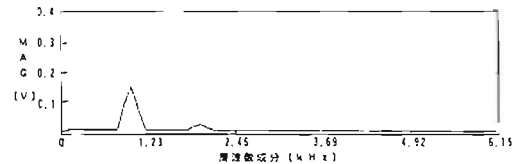


図3 A 3 FNPI6 7/12 A 3 救急車電子サイレン音 周波数特性分析図
 (音量小、ピーク分6山目 7/12) (分析開始ポイントNo.=24254)
 フレージ 20μsec サンプリング・512ポイント MAG リニアスケール

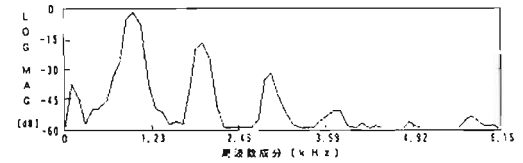


図4 A 3 FNPI6 7/12 A 3 救急車電子サイレン音 対基本周波数成分分析図
 (音量小、ピーク分6山目 7/12) (分析開始ポイントNo.=24254)
 フレージ 20μsec サンプリング・512ポイント LOG MAG リニアスケール

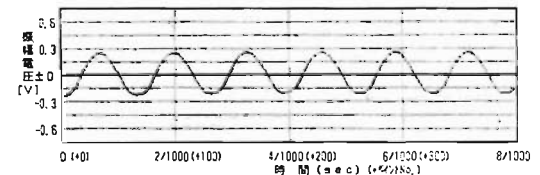


図2 A 3 FXPOis 7/13 A 3 救急車電子サイレン音波形式 (音量大、ピーク分16山目 7/13)
 フレージ 20μsec サンプリング・400ポイント表示 (初期ポイントNo.=66821)

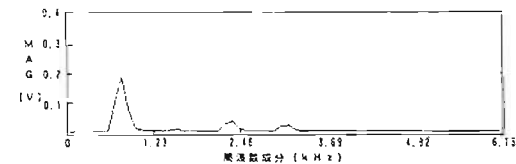


図3 A 3 FXPOis 7/13 A 3 救急車電子サイレン音 周波数特性分析図
 (音量大、ピーク分16山目 7/13) (分析開始ポイントNo.=66821)
 フレージ 20μsec サンプリング・512ポイント MAG リニアスケール

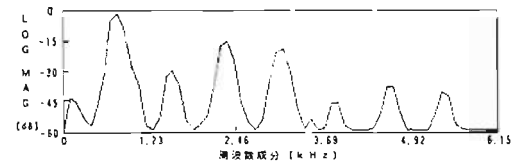


図4 A 3 FXPOis 7/13 A 3 救急車電子サイレン音 対基本周波数成分分析図
 (音量大、ピーク分16山目 7/13) (分析開始ポイントNo.=66821)
 フレージ 20μsec サンプリング・512ポイント LOG MAG リニアスケール

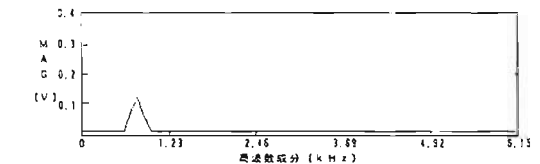


図3 A 3 FNPOis 7/13 A 3 救急車電子サイレン音 周波数特性分析図
 (音量小、ピーク分16山目 7/13) (分析開始ポイントNo.=61174)
 フレージ 20μsec サンプリング・512ポイント MAG リニアスケール

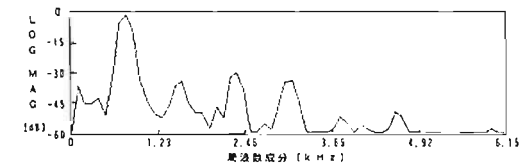


図4 A 3 FNPOis 7/13 A 3 救急車電子サイレン音 対基本周波数成分分析図
 (音量小、ピーク分16山目 7/13) (分析開始ポイントNo.=61174)
 フレージ 20μsec サンプリング・512ポイント LOG MAG リニアスケール

※ A 4 救急車 <音量大> 周波数特性分析図 ※

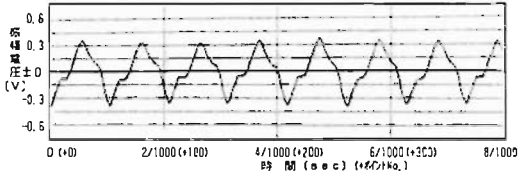


図 2 A 4 FXPI2: 8/15 A 4 救急車電子サイレン音波図 (音量大, ピー部分:山目 8/15)
フレンジ 20μsec サンプリング・400ポイント表示 (初期ポイントNo.=96003)

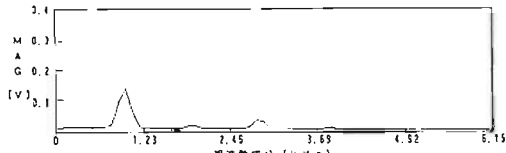


図 3 A 4 FXPI2: 8/15 A 4 救急車電子サイレン音波図 (音量大, ピー部分:山目 8/15)
フレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント MAG リニアスペクトラム

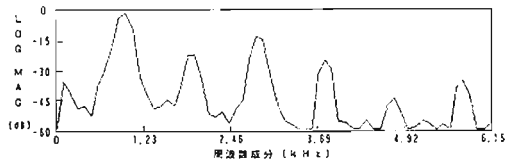


図 4 A 4 FXPI2: 8/15 A 4 救急車電子サイレン音波図 (音量大, ピー部分:山目 8/15)
フレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント LOG MAG リニアスペクトラム

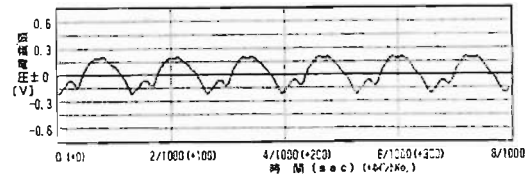


図 2 A 4 FXPO2: 7/13 A 4 救急車電子サイレン音波図 (音量小, ピー部分:山目 7/13)
フレンジ 20μsec サンプリング・400ポイント表示 (初期ポイントNo.=74776)

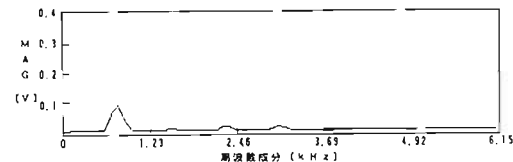


図 3 A 4 FXPO2: 7/13 A 4 救急車電子サイレン音波図 (音量小, ピー部分:山目 7/13)
フレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント MAG リニアスペクトラム

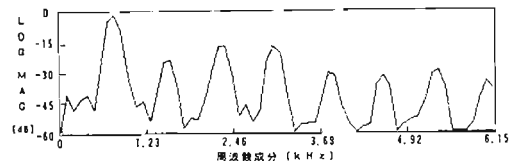


図 4 A 4 FXPO2: 7/13 A 4 救急車電子サイレン音波図 (音量小, ピー部分:山目 7/13)
フレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント LOG MAG リニアスペクトラム

※ A 4 救急車 <音量小> 周波数特性分析図 ※

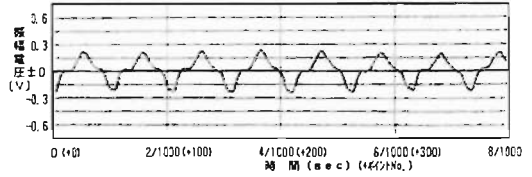


図 2 A 4 FNPI2: 8/15 A 4 救急車電子サイレン音波図 (音量小, ピー部分:山目 8/15)
フレンジ 20μsec サンプリング・400ポイント表示 (初期ポイントNo.=94870)

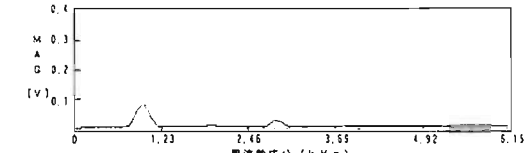


図 3 A 4 FNPI2: 8/15 A 4 救急車電子サイレン音波図 (音量小, ピー部分:山目 8/15)
フレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント MAG リニアスペクトラム

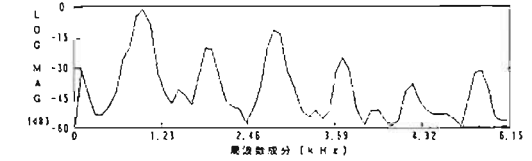


図 4 A 4 FNPO2: 8/15 A 4 救急車電子サイレン音波図 (音量小, ピー部分:山目 8/15)
フレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント LOG MAG リニアスペクトラム

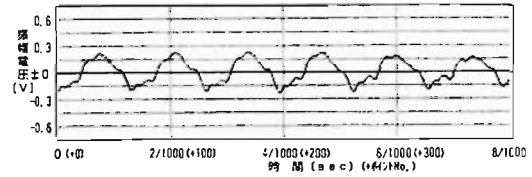


図 2 A 4 FNPO2: 6/13 A 4 救急車電子サイレン音波図 (音量小, ピー部分:山目 6/13)
フレンジ 20μsec サンプリング・400ポイント表示 (初期ポイントNo.=52535)

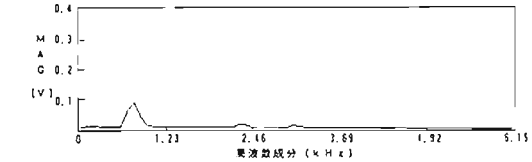


図 3 A 4 FNPO2: 6/13 A 4 救急車電子サイレン音波図 (音量小, ピー部分:山目 6/13)
フレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント MAG リニアスペクトラム

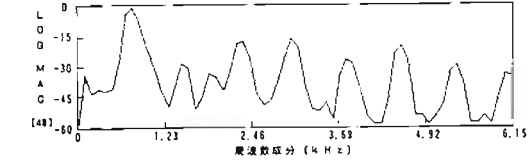


図 4 A 4 FNPO2: 6/13 A 4 救急車電子サイレン音波図 (音量小, ピー部分:山目 6/13)
フレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント LOG MAG リニアスペクトラム

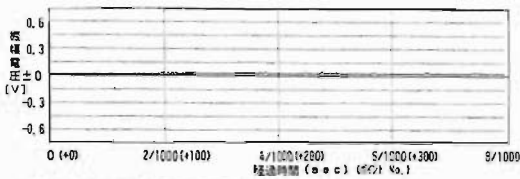


図2 SIF：救急車電子サイレン音測定時 電圧振幅波形図-1
Fレンジ 20μsec サンプリング・400ポイント表示（初期ポイントNo.=51000）

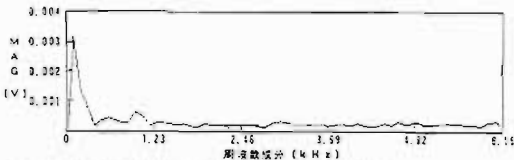


図1 SIF-1 救急車電子サイレン音測定時周波音 周波数特性分析図
1部分 分析開始ポイントNo.=51000
Fレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント MAG リニアスペクトラム

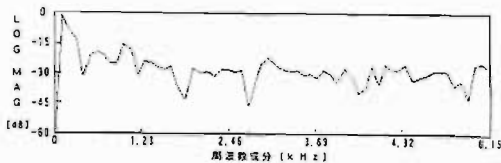


図4 SIF-1 救急車電子サイレン音測定時周波音 対基本周波数成分分析図
1部分 分析開始ポイントNo.=51000
Fレンジ 20μsec サンプリング・512ポイント LOG MAG リニアスペクトラム

6. 分析結果と考察

(1) 暗騒音

暗騒音のAレンジ分析音量最大値は58.2dBであり、Fレンジ分析電圧振幅値は-13mV～40mVであるが、最も顕著な値を示した箇所の周波数特性分析を行なった結果、考察すべき

表2 電子サイレン音等分析結果表

比較項目	分析車種	A署A1救急車		B署A2救急車		C署A3救急車		D署A4救急車		暗騒音 最大値	CAL 104dB	
		音量大	音量小	音量大	音量小	音量大	音量小	音量大	音量小			
Aレンジ 分析音量最大値 (dB)	空一音	99.5	98.0	101.2	100.3	103.4	96.6	96.2	93.9	58.2	104.0	
	960Hz音量	98.0	98.3	99.7	99.4	102.9	96.4	92.2	93.1			
	空一音	97.2	98.3	98.0	97.2	98.5	91.5	95.3	90.9			
	770Hz音量	96.5	94.6	94.7	93.8	98.2	91.3	92.0	90.1			
Fレンジ 分析値	電圧最小値(mV)	586	582	648	585	782	360	420	337	-13	692	
	ポイントNo	P46365	P 6786	P49939	P48272	P99626	P24733	P18198	P46907	P87229	P93325	
	電圧最大値(mV)	565	625	657	583	769	311	422	332	40	703	
	ポイントNo	P46333	P47027	P76081	P48765	P24883	P23522	P17117	P46941	P81189	P39693	
	ボーイ音 有効ビークポイント 平均(Hz)	間隔(msec)	614	639	664	689	634	639	657	629		
		(定ニ)音ニ 間隔(msec)	***	***	***	***	65	70	***	***		
	ボーイ音 有効ビークポイント 平均(Hz)	間隔(msec)	669	662	639	629	644	644	672	684		
		(定ニ)音ニ 間隔(msec)	***	***	***	***	74	75	***	***		
			10.36	10.26	10.93	10.54	10.41	10.27	9.72	9.82		

凡例 CAL：キャリブレーション
***：間隔なし

周波数電圧成分量について、概ね0.5mV以下の電圧量を雑音とみなし、以下考察する。

(図1 SIF、表2、図1 SIF-①、図2 SIF-①、図3 SIF-1参照)

(2) 音について

音は、強さ・高さ・音色の3つの要素で構成されている。

特に音の強さは、音が周波数をもったエネルギーであることから、音圧レベルの物理量・人間の感覚量・騒音レベルでみる測定量の3つに区分される。

ア 音圧レベルの物理量とは、音が伝わる際の縦波の伝播による圧力変動の実効値のことをいい0dB(デシベル)の大気圧を基準音圧とし基準音圧と比べて何dB高いかということを次式で算出する。

音圧レベル SPL [dB]

$$= 20 \times (\text{音圧の実効値} / \text{基準音圧})$$

$$(\text{基準音圧} = 2 \times 10^{-5} \text{ [N/mm}^2])$$

イ 人間の感覚量とは、同じ音圧レベルでも、耳の感度が周波数によって異なることから、多くの被験者を基にして測定した両耳等感度曲線(図5参照)から算出する。

音の高さとも関連することだが、人間が聞きとれる音の範囲は16kHz～20kHzで、1kHzの音圧レベルにおける感覚量を基準とした場合、1kHz以下では感度が落ち、概ね300Hzより低くなると更に急激に落ちる。1.5kHz～5kHz付近では、逆に感度が上がる傾向を示し、3kHz～4kHz帯が最も感度が高く、5.5kHz以上では感度が落ちていく。

例えば、1kHzの音だと音圧レベル6dBの音を聞き取ることができ、200Hz及び10kHzでは、音圧レベル20dB以上でないと聞きとることができない。即ち、感覚量は音圧レベルとは異なる。また後述する騒音計で測定した数値とも異なる。

ウ 騒音レベルでみる測定量とは、騒音計で測定音量のことで、1kHzの音を人間の耳で聞いて校正した音の大きさをいう。

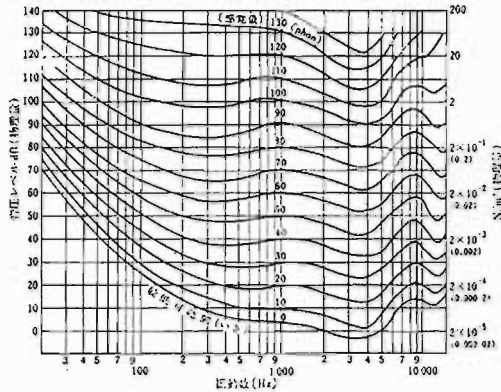


図5 両耳等感度曲線

(3) Aレンジ分析音量

音及び騒音という概念から表2を整理し、表3に次の内容を順位で示す。

ア <音量大>及び<音量小>で最も高い分析音量を示した救急車

イ 各車両<音量大><音量小>を切換えの際の分析音量の差

ウ 各車両<音量大><音量小>の中で最も高い分析音量を示した箇所の<全周波数成分音量>と<基本周波数成分音量>との差

表3をみると、A3救急車<音量大>が最も高い分析音量を示すが、<音量大>と<音量小>の音量差は、他の救急車より大きい。

しかし、同程度の音量を示すA1救急車及びA2救急車は、分析の範囲内において、<音量小>と<音量大>に顕著な差はみられない。

Aレンジにおける周波数成分分析の結果、A4救急車、A2救急車、A1救急車に基本周波数成分以外の周波数成分が多く含まれているが、周波数成分の詳細は、Fレンジ周波数特性分析の電圧成分分析結果で考察する。

(4) Fレンジ10万ポイント分析波形図

各救急車の<音量大>及び<音量小>における10万ポイント(2秒間)<ピー><ポー>音分析波形図の結果について考察する。

ア A1救急車

(ア) 波形図分析結果

<音量大><音量小>とも、<ポー>音から<ピー>音に移行する際、及び、<ピー>音から<ポー>音に移行する際、ビブラート間

表3 電子サイレン音分析結果比較表

比較順位	Aレンジ分析結果比較					Fレンジ
	分析音量最大値の格差		分析音量格差		基本周波数成分以外の音量	基準電圧/ 基準電圧
	音量大 (dB)	音量小 (dB)	音量大 (dB)	音量小 (dB)	音量大 (dB)	音量小 (dB)
1	A3<ピー> 8.1(103.4)	A2<ピー> 4.4(100.3)	A1<ポー> -1.1dB	A4<ピー> 4.0dB	A1<ポー> 3.7dB	A3<大> 2.23倍
2	A2<ピー> 4.9(100.2)	A1<ピー> 8.0(98.9)	-0.1dB	A2<ピー> 3.3dB	A2<ポー> 3.4dB	A2<大> 1.95倍
3	A1<ピー> 4.2(99.5)	A1<ポー> 7.4(98.3)	0.6dB	A4<ポー> 3.3dB	A2<ピー> 3.3dB	A1<大> 1.80倍
4	A3<ポー> 3.2(98.5)	A2<ポー> 6.3(97.2)	0.8dB	A1<ピー> 1.5dB	A4<ピー> 3.3dB	A2<小> 2.23倍
5	A2<ポー> 2.7(98.0)	A3<ピー> 3.7(96.6)	2.3dB	A4<ピー> 0.7dB	A4<ポー> 0.8dB	A1<大> 1.72倍
6	A1<ポー> 1.9(97.2)	A4<ピー> 3.0(93.6)	4.4dB	A2<ピー> 0.5dB	A1<ピー> 0.7dB	A4<大> 1.26倍
7	A4<ピー> 0.9(96.2)	A3<ポー> 0.6(91.5)	6.8dB	A3<ピー> 0.5dB	A3<ピー> 0.3dB	A3<大> 1.00倍
8	A4<ポー> 基準(95.3)	A4<ポー> 基準(90.9)	7.0dB	A3<ポー> 0.3dB	A3<ポー> 0.2dB	A4<小> 基準原振幅

凡例：A1：A署A1救急車、A2：B署A2救急車、
A3：C署A3救急車、A4：D署A4救急車、

(図1A1FXALL~図1A4FXALL、
図1A1FNALL~図1A4FNALL、表2、表3参照)

隔の短い山が現われる。特に<ピー>音から<ポー>音に移行する際、この<ポー>音の初期の山は突出している。この突出したビブラート以外のビブラートの平均周波数(以下、「有効ビブラート周波数」という。)は、<音量大><音量小>とも、<ピー>音が規定値より2.8Hz低い。<ピー>音と<ポー>音相互間に間隙はなく、<ピーポー>周期は、規定値に準じた値を示す。

(イ) <音量大><音量小>比較

各波形図を見る限り、振幅電圧値に顕著な差は見られないが、<音量大>の振幅電圧の最大値は<音量小>の0.95倍と、<音量小>がわずかに大きい。また、振幅電圧値の最大値が最も少ないA4救急車の<音量小>を基準(以下、「電圧基準」という。)とすると、<音量大>は1.72倍、<音量小>は1.80倍である。

イ A2救急車

(イ) 波形図分析結果

A1救急車と同様、<音量大><音量小>とも、音が移行する際、ビブラート間隔の極

めて短い山が現われ、この<ポー>音の初期の山は突出している。有効ビブラート周波数は、<ピー>音が規定値よりそれぞれ3.6Hz、4.0Hz高い。<ピー>音と<ポー>音相互間に間隙はなく、<ピーポー>周期は、規定値に準じた値を示す。

<音量大><ピー>音の電圧振幅は周期ごとに異なり、大きく現われる山と200mV以上の差がある。

(イ) <音量大><音量小>比較

各波形図を見ると、<ピー>音<音量大>の振幅電圧最大・最小値の比は、<音量小>の1.12倍とわずかに大きい。<ポー>音に顕著な格差はない。また、電圧基準に対し、<音量大>は1.95倍、<音量小>は1.75倍である。

ウ A 3 救急車

(ア) 波形図分析結果

<音量大><音量小>とも、音が移行する際、他の救急車のサイレン音にはみられない間隙が現われる。<音量大>は、各救急車の波形図の中で<ピー>音の振幅が最も大きい。<ポー>音も含め、安定したビブラートを形成する。各音とも、ビブラートの初期と末期が途切れた形を示しているが、振幅電圧は安定している。有効ビブラート周波数は、規定値に準じた値を示す。<ピー><ポー>間の間隙は約70m秒で、<ピーポー>周期は規定値に準じた値を示す。

(イ) <音量大><音量小>比較

<音量大>及び<音量小>の各波形図を見ると、<音量大>の振幅電圧の方が明らかに大きく、<音量大>の振幅電圧最大・最小値の比は、<音量小>の2.22倍である。また、電圧基準に対し、<音量大>は2.23倍と最も高いが、<音量小>は1.00倍とA 4 救急車と同等である。

エ A 4 救急車

(ア) <音量大>

<音量大><音量小>とも、A 1 救急車・A 2 救急車と同様、音が移行する際、ビブラート間隔の極めて短い山が現われる。有効ビブラート周波数は、<ピー>音が規定値よりそれぞれ1.4Hz、1.1Hz低い。<ピー>音と<ポー>音相互間に間隙はなく、<ピーポー>

周期は、規定値に準じた値を示す。

<音量大><ピー>音の電圧振幅は周期ごとに異なり大きく現われる山と100mVの差がある。

(イ) <音量大><音量小>比較

<音量大>及び<音量小>の各波形図を見ると、<音量大>の振幅電圧の方が大きく、<音量大>の振幅電圧最大・最小値の比は、<音量小>の1.26倍である。

以上のことから、<ピー>音と<ポー>音のビブラート間隔が異なる原因は、<ピー>音及び<ポー>音の各ビブラート(トレモノ)を構成するくうなり>の周波数のずれが10Hzでないことが原因と考えられる。

A 1 救急車・A 2 救急車・A 4 救急車に間隙がないのは、<ピー>音及び<ポー>音は常時発信され、信号音の出力を連続して切換える方式をとっているためと考えられる。

A 1 救急車の<音量大><音量小>各波形図を見る限り、振幅電圧の最大値は<音量小>の方が高い。

(5) 時系列波形分析

図1 A 1 F X A L Lにおいて分析を行なったA 1 救急車<音量大>の<ピー>音のビブラート⑤(2番目の山)及び<ポー>音ビブラート⑩(2番目の山)の各時系列波形図を表4-1及び表4-2にまとめ考察する。

A 1 救急車の<音量大>で、<ピー>音は3オクターブまで、<ポー>音は4オクターブ高い周波数成分を含んでいる。この原因は拡声器の振動板等が<共鳴>を起こし、周波数成分が変化することにより波形が複雑に変化すると考えられる。また、波形の変化には一定の周期が見られる。

なお、本報で表の表示は割愛するが、A 1 救急車の<音量小>他、A 2 救急車、A 4 救急車も同様の傾向を示す。

A 3 救急車は、<音量大><ピー>音で2オクターブまで、<ポー>音で3オクターブまで高い周波数成分を含んでいるが、成分量は安定し、波形は常に一定している。また<音量小>は、<ピー>音で1オクターブ高い周波数成分を含んでいるが、<ポー>音は基本周波数成分のみの正弦波を示す。

(6) 周波数成分含有量

各救急車の「音量大」及び「音量小」における「ピー」音・「ポー」音の各図に示すビブラートの1つの山を初期・中期・後期の類似波形に分け、周波数成分含有量について分析を行った結果を考察する。

ア A1救急車

(図2～図4各A1FXPI⑥8/18、図2～図4各A1FXPO③6/13、図2～図4各A1FNPI⑦6/18、図2～図4各A1FNPO⑩5/12、表5-1参照)

(7) 「音量大」

a 「ピー」音

初期中盤は、1～3オクターブ高い周波数成分を含み、1オクターブ高い周波数成分が基本周波数成分に対し-2.3dB含まれている。

中期中盤も、1～3オクターブ高い周波数成分を含むが、基本周波数成分の増加と共に1オクターブ高い周波数成分が減少、2オクターブ高い周波数成分が増加し、基本周波数成分の-16dBに至る。

b 「ポー」音

初期中盤は、1～3オクターブ高い周波数成分を含み、2オクターブ高い周波数成分が基本周波数成分に対し-14dB含まれている。

中期中盤は、1～4オクターブ高い周波数成分まで含み、2オクターブ高い周波数成分は基本周波数成分の-11dBに至る。

(イ) 「音量小」

a 「ピー」音

「音量大」と同様、初期中盤は、1～3オクターブ高い周波数成分を含み、1オクターブ高い周波数成分が基本周波数成分に対し-5.8dB含まれている。

中期中盤は、3オクターブ高い周波数成分まで含み、2オクターブ高い周波数成分は基本周波数成分の-20dBある。

中期後半も、2～3オクターブ高い周波数成分を含む。

b 「ポー」音

「音量大」と同様、初期中盤は、1～3オクターブ高い周波数成分を含み、1～2オクターブ高い周波数成分はそれぞれ基本周波数成分に対し-13dB含まれている。

中期中盤は、1～4オクターブ高い周波数成分まで含み、2オクターブ高い周波数成分は基本周波数成分の-8.8dBに至る。

中期後半も、1～4オクターブ高い周波数成分を含み、2オクターブ高い周波数成分は基本周波数成分の-4dBに至る。

表4-1 救急車電子サイレン時系列周波数特性分析結果

A響A1救急車「音量大」<ピー>音 フレンジ・20μsecサンプリング

A響A1救急車 音量大<ピー>音 周波数成分分析箇所	基本周波数 (1f) Log	1オクターブ上 (2f) 成分w <<基準0dB>>	2オクターブ上 (4f) 成分w <<基準0dB>>	3オクターブ上 (8f) 成分w <<基準0dB>>	4オクターブ上 (16f) 成分w <<基準0dB>>	5オクターブ上 (32f) 成分w <<基準0dB>>
No. ① 1/18 分析初期ポイントNo. P. 15143	0.96kHz 12.7.5mV <<基準0dB>>	1.92kHz 6.7.1mV <<基準0dB>>	2.88kHz 11.7mV <<-1.5dB>>	3.84kHz 7.4mV <<-1.9dB>>	4.80kHz 5.6mV <<-2.3dB>>	5.76kHz 4.2.7mV <<-2.7dB>>
No. ② 2/18 分析初期ポイントNo. P. 15543	0.96kHz 15.6.0mV <<-1.4dB>>	1.92kHz 8.2.3mV <<基準0dB>>	2.88kHz 4.8mV <<-2.5dB>>	3.84kHz 4.4mV <<-2.4dB>>	4.80kHz 3.6mV <<-2.6dB>>	5.76kHz 3.6.5mV <<-2.1dB>>
No. ③ 3/18 分析初期ポイントNo. P. 15943	0.96kHz 11.3.4mV <<基準0dB>>	1.92kHz 8.1.9mV <<-2.8dB>>	2.88kHz 12.3mV <<-1.9dB>>	3.84kHz 5.6mV <<-2.6dB>>	4.80kHz 4.4mV <<-2.6dB>>	5.76kHz 5.0mV <<-2.7dB>>
No. ④ 4/18 分析初期ポイントNo. P. 16343	0.96kHz 13.5.4mV <<基準0dB>>	1.92kHz 6.4.0mV <<-1.7dB>>	2.88kHz 14.7mV <<-2.0dB>>	3.84kHz 6.4mV <<-2.5dB>>	4.80kHz 5.6mV <<-2.6dB>>	5.76kHz 4.4mV <<-2.6dB>>
No. ⑤ 5/18 分析初期ポイントNo. P. 17143	0.96kHz 17.8.9mV <<基準0dB>>	1.92kHz 2.8.3mV <<-1.6dB>>	2.88kHz 14.8mV <<-2.2dB>>	3.84kHz 6.4mV <<-2.5dB>>	4.80kHz 5.6mV <<-2.6dB>>	5.76kHz 4.4mV <<-2.6dB>>
No. ⑥ 8/18 分析初期ポイントNo. P. 17993	0.96kHz 18.7.9mV <<基準0dB>>	1.92kHz 2.9.1mV <<-1.8dB>>	2.88kHz 20.9mV <<-1.6dB>>	3.84kHz 11.6mV <<-3.1dB>>	4.80kHz 5.9mV <<-2.6dB>>	5.76kHz 4.9mV <<-2.6dB>>
No. ⑦ 11/18 分析初期ポイントNo. P. 19143	0.96kHz 18.0.5mV <<基準0dB>>	1.92kHz 2.2.6mV <<-1.8dB>>	2.88kHz 15.0mV <<-1.6dB>>	3.84kHz 5.1mV <<-3.2dB>>	4.80kHz 4.9mV <<-2.6dB>>	5.76kHz 4.4mV <<-2.6dB>>
No. ⑧ 12/18 分析初期ポイントNo. P. 19796	0.96kHz 19.0.5mV <<基準0dB>>	1.92kHz 2.2.6mV <<-1.8dB>>	2.88kHz 15.0mV <<-1.6dB>>	3.84kHz 5.1mV <<-3.2dB>>	4.80kHz 4.9mV <<-2.6dB>>	5.76kHz 4.4mV <<-2.6dB>>
No. ⑨ 14/18 分析初期ポイントNo. P. 20343	0.96kHz 17.0.8mV <<基準0dB>>	1.92kHz 2.3.2mV <<-1.7dB>>	2.88kHz 14.7mV <<-1.6dB>>	3.84kHz 5.6mV <<-2.5dB>>	4.80kHz 4.4mV <<-2.6dB>>	5.76kHz 4.4mV <<-2.6dB>>
No. ⑩ 16/18 分析初期ポイントNo. P. 21143	0.96kHz 12.7.4mV <<基準0dB>>	1.92kHz 2.6.6mV <<-1.6dB>>	2.88kHz 21.2mV <<-1.6dB>>	3.84kHz 11.6mV <<-2.5dB>>	4.80kHz 5.6mV <<-2.6dB>>	5.76kHz 4.4mV <<-2.6dB>>
No. ⑪ 17/18 分析初期ポイントNo. P. 21543	0.96kHz 18.6.3mV <<基準0dB>>	1.92kHz 3.2.7mV <<-1.6dB>>	2.88kHz 22.8mV <<-1.2dB>>	3.84kHz 8.1mV <<-2.1dB>>	4.80kHz 6.9mV <<-2.6dB>>	5.76kHz 4.4mV <<-2.6dB>>
No. ⑫ 18/18 分析初期ポイントNo. P. 21943	0.96kHz 4.14.7mV <<-2.0dB>>	1.92kHz 3.9.5mV <<-1.3dB>>	2.88kHz 22.8mV <<-1.3dB>>	3.84kHz 8.1mV <<-2.1dB>>	4.80kHz 6.9mV <<-2.6dB>>	5.76kHz 4.4mV <<-2.6dB>>

凡例 ※※※: 観音とみなす

表4-2 救急車電子サイレン時系列周波数特性分析結果

A響A1救急車「音量大」<ポー>音 フレンジ・20μsecサンプリング

A響A1救急車 音量大<ポー>音 周波数成分分析箇所	基本周波数 (1f) Log	1オクターブ上 (2f) 成分w <<基準0dB>>	2オクターブ上 (4f) 成分w <<基準0dB>>	3オクターブ上 (8f) 成分w <<基準0dB>>	4オクターブ上 (16f) 成分w <<基準0dB>>	5オクターブ上 (32f) 成分w <<基準0dB>>
No. ① 1/12 分析初期ポイントNo. P. 48136	0.77kHz 4.4.3mV <<-1.3dB>>	1.54kHz 5.1.6mV <<基準0dB>>	2.31kHz 3.7.8mV <<-2.7dB>>	3.08kHz 18.7mV <<-8.6dB>>	3.85kHz 6.3mV <<-2.0dB>>	4.62kHz 5.1mV <<-2.6dB>>
No. ② 2/12 分析初期ポイントNo. P. 48536	0.77kHz 12.2.7mV <<基準0dB>>	1.54kHz 3.2.7mV <<-1.3dB>>	2.31kHz 21.5mV <<-1.1dB>>	3.08kHz 2.0.9mV <<-2.5dB>>	3.85kHz 5.3mV <<-2.7dB>>	4.62kHz 4.6.2mV <<-2.6dB>>
No. ③ 3/12 分析初期ポイントNo. P. 48936	0.77kHz 13.2.7mV <<基準0dB>>	1.54kHz 3.2.7mV <<-1.3dB>>	2.31kHz 21.5mV <<-1.1dB>>	3.08kHz 2.0.9mV <<-1.8dB>>	3.85kHz 5.3mV <<-2.6dB>>	4.62kHz 4.6.2mV <<-2.6dB>>
No. ④ 4/12 分析初期ポイントNo. P. 49336	0.77kHz 11.9.4mV <<基準0dB>>	1.54kHz 15.8mV <<-2.2dB>>	2.31kHz 4.7.2mV <<-1.2dB>>	3.08kHz 12.3mV <<-2.4dB>>	3.85kHz 4.4mV <<-2.6dB>>	4.62kHz 4.4mV <<-2.6dB>>
No. ⑤ 5/12 分析初期ポイントNo. P. 49771	0.77kHz 17.5.0mV <<基準0dB>>	1.54kHz 8.6mV <<-2.6dB>>	2.31kHz 6.3.1mV <<-8.9dB>>	3.08kHz 3.0mV <<-3.0dB>>	3.85kHz 5.6mV <<-2.6dB>>	4.62kHz 4.6.2mV <<-2.6dB>>
No. ⑥ 7/12 分析初期ポイントNo. P. 50536	0.77kHz 16.8.0mV <<基準0dB>>	1.54kHz 9.1mV <<-2.5dB>>	2.31kHz 4.7.5mV <<-1.1dB>>	3.08kHz 14.7mV <<-2.6dB>>	3.85kHz 3.1mV <<-2.5dB>>	4.62kHz 4.6.2mV <<-2.6dB>>
No. ⑦ 9/12 分析初期ポイントNo. P. 51336	0.77kHz 16.4.7mV <<基準0dB>>	1.54kHz 23.9mV <<基準0dB>>	2.31kHz 18.6mV <<-1.9dB>>	3.08kHz 19.6mV <<-1.9dB>>	3.85kHz 2.0.0mV <<-2.6dB>>	4.62kHz 4.6.2mV <<-2.6dB>>
No. ⑧ 10/12 分析初期ポイントNo. P. 51736	0.77kHz 13.0.4mV <<基準0dB>>	1.54kHz 3.9.5mV <<-1.0dB>>	2.31kHz 3.9.2mV <<-1.7dB>>	3.08kHz 14.7mV <<-1.9dB>>	3.85kHz 4.4mV <<-2.6dB>>	4.62kHz 4.6.2mV <<-2.6dB>>
No. ⑨ 11/12 分析初期ポイントNo. P. 52136	0.77kHz 9.4.0mV <<基準0dB>>	1.54kHz 3.1.1mV <<-1.0dB>>	2.31kHz 12.7mV <<-1.0dB>>	3.08kHz 12.7mV <<-3.9dB>>	3.85kHz 4.4mV <<-2.6dB>>	4.62kHz 4.6.2mV <<-2.6dB>>

凡例 ※※※: 観音とみなす

イ A 2 救急車

分析を行なった箇所をA 1 救急車と比較する。以下同様とする。

(図2～図4各A 2 F X P I ㉔4/9、図2～図4各A 2 F X P O ㉕6/12、図2～図4各A 2 F N P I ㉖5/10、図2～図4各A 2 F N P O ㉗4/12、表5-2参照)

a <ピー>音

<音量大><音量小>とも、A 1 救急車より基本周波数成分は多く、同様に1～3オクターブ高い周波数成分を含む。

b <ポー>音

A 1 救急車より<音量大>の基本周波数成分は多く、同様に1～3オクターブ高い周波数成分を含んでいる。中期中盤には5～6オクターブ高い、雑音とはみなせない周波数成分も含んでいる。

ウ A 3 救急車

(図2～図4各A 3 F X P I ㉘6/13、図2～図4各A 3 F X P O ㉙7/13、図2～図4各A 3 F N P I ㉚7/12、図2～図4各A 3 F N P O ㉛7/13、表5-3参照)

a <ピー>音

<音量大>の基本周波数成分電圧値は、A 1 救急車の1.6倍となる。1～2オクターブ高い周波数成分も含んでいるが、その量は少ない。

<音量小>の基本周波数成分はA 1 救急車より低く、電圧値は0.8倍に留まる。A 1 救急車が1～3オクターブ高い周波数成分を含んでいるのと異なり、1オクターブ高い周波数成分を含むにとどまる。

また他の救急車の様にビブラート中で波形が変化せず、正弦波に近い形をしている。

b <ポー>音

<音量大>の基本周波数成分はA 1 救急車よりわずかながら少ない。1～3オクターブ高い周波数成分を含んでいるがその量は少なく、他の救急車の様にビブラート中で波形は変化せず、正弦波に近い形をしている。

<音量小>の基本周波数成分はA 1 救急車より低く、電圧値は0.9倍に留まる。A 1 救急車が1～3オクターブ高い周波数成分を含んでいるのと異なり、高い周波数成分は含まれて

おらず、波形は正弦波を形している。

エ A 4 救急車

(図2～図4各A 4 F X P I ㉜8/15、図2～図4各A 4 F X P O ㉝7/13、図2～図4各A 4 F N P I ㉞8/15、図2～図4各A 4 F N P O ㉟6/13、表5-4参照)

a <ピー>音

<音量大><音量小>の基本周波数成分はA 1 救急車より少なく、電圧値はそれぞれ0.7倍、0.6倍に留まる。A 1 救急車と同様に1～3オクターブ高い周波数成分も含んでいる。

b <ポー>音

<音量大><音量小>の基本周波数成分はA 1 救急車より少なく、電圧値はいずれも0.5倍に留まる。A 1 救急車と同様、1～4オクターブ高い周波数成分を含んでいる。

以上のことから、周波数特性分析を行なった<音量大><音量小>とも、<ピー>部分で最も高い周波数が含まれているのはA 1、A 2、A 4の各救急車で、3オクターブ高い3.8kHz帯まで含まれている。

この3台の中で基本周波数成分が最も多いのはA 2 救急車で、2.9～3.9kHz帯も多く含まれている。

次いで同レベルの周波数成分を含んだA 1 救急車、A 4 救急車の順となる。

A 3 救急車は<音量大>の基本周波数成分は多いが、2オクターブ高い周波数成分までしか含んでいない。<音量小>においては、1オクターブ高い周波数成分までしか含んでいない。

同様に、<ポー>部分で最も高い周波数が含まれているのはA 2 救急車で、6オクターブ高い5.3kHz帯まで含まれている。次いで4オクターブ高い3.9kHz帯までの周波数成分を含んだA 1 救急車、A 4 救急車の順となる。

A 3 救急車は<音量大>の基本周波数電圧値は高いが、1オクターブ高い周波数成分しか含んでいない。また<音量小>においては、基本周波数以外を含んでいない。

7. 分析結果のまとめ

- (1) Aレンジにおける周波数成分分析の結果、A 4 救急車、A 1 救急車、A 2 救急車に基本周波数成分以外の周波数成分がA 3 救急車と比較

表5-1 救急車電子サイレン周波数特性分析結果比較表

▲電A1救急車 フレンジ・20μsecサンプリング 512ポイント分析箇所

電A1救急車 警音大<電>音 周波数特性分析箇所	基本周波数 <57 Log>	1.9997上 (57成分) <<倍率>>	2.9997上 (57成分) <<倍率>>	3.9997上 (57成分) <<倍率>>	4.9997上 (57成分) <<倍率>>	5.9997上 (57成分) <<倍率>>
No. 3/18 分析回数インNo. P. 22812	0.96kHz 1.7μV <基礎0dB>	1.92kHz 3.5μV <-2.0dB>	2.88kHz 5.4μV <-2.0dB>	3.84kHz 7.3μV <-2.0dB>	4.80kHz 9.2μV <-2.0dB>	5.76kHz 11.1μV <-2.0dB>
No. 8/18 分析回数インNo. P. 24973	0.96kHz 1.87μV <基礎0dB>	1.92kHz 2.4μV <-1.8dB>	2.88kHz 3.0μV <-1.8dB>	3.84kHz 3.6μV <-1.8dB>	4.80kHz 4.2μV <-1.8dB>	5.76kHz 4.8μV <-1.8dB>
No. 13/18 分析回数インNo. P. 27185	0.96kHz 1.61μV <基礎0dB>	1.92kHz 2.1μV <-1.7dB>	2.88kHz 2.7μV <-1.7dB>	3.84kHz 3.3μV <-1.7dB>	4.80kHz 3.9μV <-1.7dB>	5.76kHz 4.5μV <-1.7dB>
No. 3/13 分析回数インNo. P. 58870	0.77kHz 1.93μV <基礎0dB>	1.54kHz 2.5μV <-1.7dB>	2.31kHz 3.7μV <-1.4dB>	3.08kHz 5.0μV <-1.1dB>	3.85kHz 6.3μV <-0.8dB>	4.62kHz 7.6μV <-0.5dB>
No. 6/13 分析回数インNo. P. 60057	0.77kHz 2.01μV <基礎0dB>	1.54kHz 2.7μV <-2.9dB>	2.31kHz 3.5μV <-1.1dB>	3.08kHz 4.3μV <-0.8dB>	3.85kHz 5.1μV <-0.5dB>	4.62kHz 5.9μV <-0.2dB>
No. 9/13 分析回数インNo. P. 31312	0.77kHz 1.47μV <基礎0dB>	1.54kHz 2.0μV <-1.0dB>	2.31kHz 2.7μV <-1.0dB>	3.08kHz 3.4μV <-1.0dB>	3.85kHz 4.1μV <-1.0dB>	4.62kHz 4.8μV <-1.0dB>
No. 3/18 分析回数インNo. P. 36253	0.96kHz 1.48μV <基礎0dB>	1.92kHz 2.1μV <-5.0dB>	2.88kHz 2.8μV <-2.2dB>	3.84kHz 3.5μV <-2.3dB>	4.80kHz 4.2μV <-2.4dB>	5.76kHz 4.9μV <-2.5dB>
No. 6/18 分析回数インNo. P. 37785	0.96kHz 1.93μV <基礎0dB>	1.92kHz 2.5μV <-1.8dB>	2.88kHz 3.1μV <-2.0dB>	3.84kHz 3.7μV <-2.0dB>	4.80kHz 4.3μV <-2.0dB>	5.76kHz 4.9μV <-2.0dB>
No. 14/18 分析回数インNo. P. 41001	0.96kHz 1.52μV <基礎0dB>	1.92kHz 2.1μV <-1.7dB>	2.88kHz 2.7μV <-2.0dB>	3.84kHz 3.3μV <-2.0dB>	4.80kHz 3.9μV <-2.0dB>	5.76kHz 4.5μV <-2.0dB>
No. 2/12 分析回数インNo. P. 48431	0.77kHz 1.70μV <基礎0dB>	1.54kHz 2.3μV <-1.3dB>	2.31kHz 3.0μV <-1.3dB>	3.08kHz 3.7μV <-1.3dB>	3.85kHz 4.4μV <-1.3dB>	4.62kHz 5.1μV <-1.3dB>
No. 5/12 分析回数インNo. P. 49288	0.77kHz 1.74μV <基礎0dB>	1.54kHz 2.3μV <-2.6dB>	2.31kHz 3.0μV <-3.8dB>	3.08kHz 3.7μV <-3.1dB>	3.85kHz 4.4μV <-2.4dB>	4.62kHz 5.1μV <-1.7dB>
No. 9/12 分析回数インNo. P. 51572	0.77kHz 1.70μV <基礎0dB>	1.54kHz 2.3μV <-2.8dB>	2.31kHz 3.0μV <-4.0dB>	3.08kHz 3.7μV <-3.2dB>	3.85kHz 4.4μV <-2.5dB>	4.62kHz 5.1μV <-1.8dB>

凡例 ※※※: 縦向きのみ可

表5-3 救急車電子サイレン周波数特性分析結果比較表

◎電A3救急車 フレンジ・20μsecサンプリング 512ポイント分析箇所

電A3救急車 警音大<電>音 周波数特性分析箇所	基本周波数 <57 Log>	1.9997上 (57成分) <<倍率>>	2.9997上 (57成分) <<倍率>>	3.9997上 (57成分) <<倍率>>	4.9997上 (57成分) <<倍率>>	5.9997上 (57成分) <<倍率>>
No. 3/13 分析回数インNo. P. 23508	0.96kHz 3.20μV <基礎0dB>	1.92kHz 2.2μV <-2.3dB>	2.88kHz 1.4μV <-2.0dB>	3.84kHz 0.8μV <-2.0dB>	4.80kHz 0.2μV <-2.0dB>	5.76kHz 0.6μV <-2.0dB>
No. 6/13 分析回数インNo. P. 24702	0.96kHz 3.36μV <基礎0dB>	1.92kHz 2.2μV <-2.3dB>	2.88kHz 1.9μV <-2.5dB>	3.84kHz 1.2μV <-2.5dB>	4.80kHz 0.5μV <-2.5dB>	5.76kHz 0.9μV <-2.5dB>
No. 10/13 分析回数インNo. P. 25508	0.96kHz 2.95μV <基礎0dB>	1.92kHz 2.2μV <-2.2dB>	2.88kHz 1.7μV <-2.5dB>	3.84kHz 1.0μV <-2.5dB>	4.80kHz 0.3μV <-2.5dB>	5.76kHz 0.7μV <-2.5dB>
No. 4/13 分析回数インNo. P. 65389	0.77kHz 1.79μV <基礎0dB>	1.54kHz 2.3μV <-1.7dB>	2.31kHz 3.0μV <-1.7dB>	3.08kHz 3.7μV <-1.7dB>	3.85kHz 4.4μV <-1.7dB>	4.62kHz 5.1μV <-1.7dB>
No. 7/13 分析回数インNo. P. 66821	0.77kHz 1.88μV <基礎0dB>	1.54kHz 2.6μV <-1.5dB>	2.31kHz 3.5μV <-1.9dB>	3.08kHz 4.3μV <-1.9dB>	3.85kHz 5.1μV <-1.9dB>	4.62kHz 5.9μV <-1.9dB>
No. 10/13 分析回数インNo. P. 68181	0.77kHz 1.42μV <基礎0dB>	1.54kHz 1.9μV <-3.1dB>	2.31kHz 2.5μV <-3.5dB>	3.08kHz 3.2μV <-3.5dB>	3.85kHz 3.9μV <-3.5dB>	4.62kHz 4.6μV <-3.5dB>
No. 3/12 分析回数インNo. P. 22090	0.96kHz 1.15μV <基礎0dB>	1.92kHz 1.5μV <-1.7dB>	2.88kHz 2.0μV <-1.7dB>	3.84kHz 2.5μV <-1.7dB>	4.80kHz 3.0μV <-1.7dB>	5.76kHz 3.5μV <-1.7dB>
No. 7/12 分析回数インNo. P. 24084	0.96kHz 1.50μV <基礎0dB>	1.92kHz 2.2μV <-1.6dB>	2.88kHz 2.9μV <-1.6dB>	3.84kHz 3.6μV <-1.6dB>	4.80kHz 4.3μV <-1.6dB>	5.76kHz 5.0μV <-1.6dB>
No. 11/12 分析回数インNo. P. 25302	0.96kHz 1.32μV <基礎0dB>	1.92kHz 1.9μV <-1.6dB>	2.88kHz 2.6μV <-1.6dB>	3.84kHz 3.3μV <-1.6dB>	4.80kHz 4.0μV <-1.6dB>	5.76kHz 4.7μV <-1.6dB>
No. 4/13 分析回数インNo. P. 60002	0.77kHz 1.04μV <基礎0dB>	1.54kHz 1.4μV <-2.5dB>	2.31kHz 1.8μV <-2.5dB>	3.08kHz 2.2μV <-2.5dB>	3.85kHz 2.6μV <-2.5dB>	4.62kHz 3.0μV <-2.5dB>
No. 7/13 分析回数インNo. P. 61174	0.77kHz 1.19μV <基礎0dB>	1.54kHz 1.6μV <-2.8dB>	2.31kHz 2.1μV <-2.8dB>	3.08kHz 2.6μV <-2.8dB>	3.85kHz 3.1μV <-2.8dB>	4.62kHz 3.6μV <-2.8dB>
No. 10/13 分析回数インNo. P. 32374	0.77kHz 1.01μV <基礎0dB>	1.54kHz 1.4μV <-2.8dB>	2.31kHz 1.9μV <-2.8dB>	3.08kHz 2.4μV <-2.8dB>	3.85kHz 2.9μV <-2.8dB>	4.62kHz 3.4μV <-2.8dB>

凡例 ※※※: 縦向きのみ可

表5-2 救急車電子サイレン周波数特性分析結果比較表

日電A2救急車 フレンジ・20μsecサンプリング 512ポイント分析箇所

電A2救急車 警音大<電>音 周波数特性分析箇所	基本周波数 <57 Log>	1.9997上 (57成分) <<倍率>>	2.9997上 (57成分) <<倍率>>	3.9997上 (57成分) <<倍率>>	4.9997上 (57成分) <<倍率>>	5.9997上 (57成分) <<倍率>>
No. 2/9 分析回数インNo. P. 85406	0.96kHz 1.38μV <基礎0dB>	1.92kHz 3.8μV <-1.4dB>	2.88kHz 5.7μV <-1.4dB>	3.84kHz 7.6μV <-1.4dB>	4.80kHz 9.5μV <-1.4dB>	5.76kHz 11.4μV <-1.4dB>
No. 4/9 分析回数インNo. P. 86713	0.96kHz 2.45μV <基礎0dB>	1.92kHz 3.4μV <-2.0dB>	2.88kHz 5.0μV <-2.0dB>	3.84kHz 6.6μV <-2.0dB>	4.80kHz 8.2μV <-2.0dB>	5.76kHz 9.8μV <-2.0dB>
No. 8/9 分析回数インNo. P. 88073	0.96kHz 2.45μV <基礎0dB>	1.92kHz 3.4μV <-5.3dB>	2.88kHz 5.0μV <-1.7dB>	3.84kHz 6.6μV <-2.0dB>	4.80kHz 8.2μV <-2.0dB>	5.76kHz 9.8μV <-2.0dB>
No. 2/12 分析回数インNo. P. 46713	0.77kHz 2.21μV <基礎0dB>	1.54kHz 3.0μV <-1.7dB>	2.31kHz 3.7μV <-1.7dB>	3.08kHz 4.4μV <-1.7dB>	3.85kHz 5.1μV <-1.7dB>	4.62kHz 5.8μV <-1.7dB>
No. 6/12 分析回数インNo. P. 48185	0.77kHz 2.21μV <基礎0dB>	1.54kHz 3.0μV <-2.4dB>	2.31kHz 3.7μV <-2.4dB>	3.08kHz 4.4μV <-2.4dB>	3.85kHz 5.1μV <-2.4dB>	4.62kHz 5.8μV <-2.4dB>
No. 10/12 分析回数インNo. P. 48802	0.77kHz 1.83μV <基礎0dB>	1.54kHz 2.4μV <-3.2dB>	2.31kHz 3.1μV <-1.0dB>	3.08kHz 3.8μV <-2.4dB>	3.85kHz 4.5μV <-2.5dB>	4.62kHz 5.2μV <-2.5dB>
No. 2/10 分析回数インNo. P. 45776	0.96kHz 1.47μV <基礎0dB>	1.92kHz 2.2μV <-6.2dB>	2.88kHz 3.3μV <-1.0dB>	3.84kHz 4.4μV <-1.0dB>	4.80kHz 5.5μV <-1.0dB>	5.76kHz 6.6μV <-1.0dB>
No. 5/10 分析回数インNo. P. 53416	0.96kHz 1.52μV <基礎0dB>	1.92kHz 2.1μV <-2.0dB>	2.88kHz 3.1μV <-2.0dB>	3.84kHz 4.1μV <-2.0dB>	4.80kHz 5.1μV <-2.0dB>	5.76kHz 6.1μV <-2.0dB>
No. 8/10 分析回数インNo. P. 56288	0.96kHz 1.30μV <基礎0dB>	1.92kHz 2.3μV <-1.5dB>	2.88kHz 3.4μV <-2.1dB>	3.84kHz 4.5μV <-2.1dB>	4.80kHz 5.6μV <-2.1dB>	5.76kHz 6.7μV <-2.1dB>
No. 2/12 分析回数インNo. P. 47150	0.77kHz 1.13μV <基礎0dB>	1.54kHz 1.5μV <-7.9dB>	2.31kHz 2.0μV <-4.5dB>	3.08kHz 2.5μV <-2.2dB>	3.85kHz 3.0μV <-2.6dB>	4.62kHz 3.5μV <-2.6dB>
No. 4/12 分析回数インNo. P. 48172	0.77kHz 1.52μV <基礎0dB>	1.54kHz 2.1μV <-2.4dB>	2.31kHz 2.8μV <-2.4dB>	3.08kHz 3.5μV <-2.4dB>	3.85kHz 4.2μV <-2.4dB>	4.62kHz 4.9μV <-2.4dB>
No. 10/12 分析回数インNo. P. 50387	0.77kHz 1.52μV <基礎0dB>	1.54kHz 2.1μV <-1.5dB>	2.31kHz 2.8μV <-2.3dB>	3.08kHz 3.5μV <-2.2dB>	3.85kHz 4.2μV <-2.2dB>	4.62kHz 4.9μV <-2.2dB>

凡例 ※※※: 縦向きのみ可

表5-4 救急車電子サイレン周波数特性分析結果比較表

日電A4救急車 フレンジ・20μsecサンプリング 512ポイント分析箇所

電A4救急車 警音大<電>音 周波数特性分析箇所	基本周波数 <57 Log>	1.9997上 (57成分) <<倍率>>	2.9997上 (57成分) <<倍率>>	3.9997上 (57成分) <<倍率>>	4.9997上 (57成分) <<倍率>>	5.9997上 (57成分) <<倍率>>
No. 3/15 分析回数インNo. P. 93920	0.96kHz 9.6μV <基礎0dB>	1.92kHz 8μV <-2.1dB>	2.88kHz 1.9μV <-2.1dB>	3.84kHz 5.5μV <-2.1dB>	4.80kHz 9.1μV <-2.1dB>	5.76kHz 12.7μV <-2.1dB>
No. 8/15 分析回数インNo. P. 96003	0.96kHz 1.24μV <基礎0dB>	1.92kHz 1.1μV <-2.0dB>	2.88kHz 1.2μV <-2.0dB>	3.84kHz 1.3μV <-2.0dB>	4.80kHz 1.4μV <-2.0dB>	5.76kHz 1.5μV <-2.0dB>
No. 11/15 分析回数インNo. P. 97259	0.96kHz 1.07μV <基礎0dB>	1.92kHz 1.2μV <-2.0dB>	2.88kHz 1.4μV <-2.3dB>	3.84kHz 1.6μV <-2.3dB>	4.80kHz 1.8μV <-2.3dB>	5.76kHz 2.0μV <-2.3dB>
No. 2/13 分析回数インNo. P. 72756	0.77kHz 7.5μV <基礎0dB>	1.54kHz 9.5μV <-1.9dB>	2.31kHz 11.5μV <-1.9dB>	3.08kHz 13.5μV <-1.9dB>	3.85kHz 15.5μV <-1.9dB>	4.62kHz 17.5μV <-1.9dB>
No. 7/13 分析回数インNo. P. 74776	0.77kHz 9.1μV <基礎0dB>	1.54kHz 11.1μV <-2.4dB>	2.31kHz 13.1μV <-2.4dB>	3.08kHz 15.1μV <-2.4dB>	3.85kHz 17.1μV <-2.4dB>	4.62kHz 19.1μV <-2.4dB>
No. 10/13 分析回数インNo. P. 75827	0.77kHz 7.8μV <基礎0dB>	1.54kHz 9.8μV <-2.2dB>	2.31kHz 11.8μV <-1.9dB>	3.08kHz 13.8μV <-1.9dB>	3.85kHz 15.8μV <-1.9dB>	4.62kHz 17.8μV <-1.9dB>
No. 3/15 分析回数インNo. P. 93933	0.96kHz 9.9μV <基礎0dB>	1.92kHz 8.6μV <-1.7dB>	2.88kHz 2.1μV <-8.5dB>	3.84kHz 5.6μV <-1.7dB>	4.80kHz 9.1μV <-1.7dB>	5.76kHz 12.6μV <-1.7dB>
No. 8/15 分析回数インNo. P. 96016	0.96kHz 1.31μV <基礎0dB>	1.92kHz 1.2μV <-1.4dB>	2.88kHz 1.3μV <-1.4dB>	3.84kHz 1.4μV <-1.4dB>	4.80kHz 1.5μV <-1.4dB>	5.76kHz 1.6μV <-1.4dB>
No. 12/15 分析回数インNo. P. 98200	0.96kHz 1.5μV <基礎0dB>	1.92kHz 1.9μV <-2.1dB>	2.88kHz 2.8μV <-1.1dB>	3.84kHz 3.7μV <-2.2dB>	4.80kHz 4.6μV <-2.2dB>	5.76kHz 5.5μV <-2.2dB>
No. 4/14 分析回数インNo. P. 50849	0.77kHz 6.4μV <基礎0dB>	1.54kHz 14.3μV <-1.3dB>	2.31kHz 21.2μV <-1.3dB>	3.08kHz 28.1μV <-1.3dB>	3.85kHz 35.0μV <-1.3dB>	4.62kHz 41.9μV <-1.3dB>
No. 8/14 分析回数インNo. P. 54505	0.77kHz 6.5μV <基礎0dB>	1.54kHz 14.4μV <-1.6dB>	2.31kHz 21.3μV <-1.9dB>	3.08kHz 28.2μV <-1.9dB>	3.85kHz 35.1μV <-1.9dB>	4.62kHz 42.0μV <-1.9dB>

凡例 ※※※: 縦向きのみ可

して多く含まれていることが確認された。

- (2) またFレンジにおいて、周波数特性分析を行わない、周波数成分含有量について分析したところ、<音量大><音量小>とも、<ピー>部分で最も高い周波数を含んでいるのはA1、A2、A4の各救急車で、3オクターブ高い3.8kHz帯まで含み、更にA1救急車と同一の型式のA2救急車は、2.9~3.9kHz帯を最も多く含む。次いで同レベルの周波数成分を含んだA1救急車、A4救急車の順となる。

同様に、<ポー>部分で最も高い周波数が含まれているのはA2救急車で、6オクターブ高い5.3kHz帯まで含まれている。次いで4オクターブ高い3.9kHz帯までの周波数成分を含んだA1救急車、A4救急車の順となる。

- (3) A3救急車は、<音量大>で最も高い分析音量を示し、<音量大><ピー>音で2オクターブまで、<ポー>音で3オクターブまで高い周波数成分を含むが、<音量大>と<音量小>の音量格差が大きく、音量を絞った際、有効に機能している。

8. ま と め

一般論として、人間工学的見地から人間が不愉快に感じる雑音、即ち音量のみならず、どの程度の音量と、どういった周期及び周波数帯が重なった際に不快に感じるのか、音量はどの程度まで許容できるのか明確でない。また、個人差といった点についても考えてみなければならない。

救急車の<ピーポー>サイレン音について考えるならば、うるさい又は神経を逆なでするような音に聞こえるか、あるいは快適ではないにしろそれほど不愉快に聞こえないかということは、統計の問題としてとらえるべきで、音そのものの分析では明確にならない。

今回の分析結果では、救急車の電子サイレン音の中で、A1救急車とA2救急車が、規定値にない基本周波数の1~6オクターブ(主として1~4オクターブ)高い、人間の耳に最も敏感に感じる3~4kHz帯の周波数成分を他の救急車のサイレン音と比べ多く含んでいた。

<音量小>において、高周波成分がほとんど見られないA3救急車に対しては何ら異音と感じないならば、この高周波成分が「他の救急車の音と

異なり高く感じる。特に夜間感じる。」という大きな要因となっているのではないかと考えられる。

参 考 文 献

- (1) 「新訂 騒音と振動のシステム計測」
北村恒二著(コロナ社)
- (2) 「東京消防93 3月号」
科学の目「救急車電子サイレン音の分析結果」