

高規格救急車内に伝播する電子サイレン音の減衰に関する研究開発 (第1報)

Study on Reducing of Siren Sound in Ambulance (Series 1)

脇 賢*
 中西正浩**
 佐々木 一治*
 大原義雄*

概 要

走行途上の高規格救急車内に伝播する電子サイレン音を低減させる装置の研究開発を進めている。
 これは、救急隊員と傷病者との情報交換や、救急隊員が容態を観察するとき傷病者の心音・呼吸音の確認を容易に行えるように、車内環境の整備を図ることを目的としている。
 そこで、現在、当庁に配備されている代表的な3車種の高規格救急車を使用して、各救急車内の電子サイレン音の騒音レベルなどに関する実験を行った。
 これにより、車種によって車内の騒音レベルが大きく異なっているが、その中の騒音レベルの小さい車種でも、研究開発の目的を達成するためには更に騒音レベルを低減させる必要があることがわかった。

Inside an ambulance, it is important that attendants listen to a heartbeat and a sound of breathing of a sick person and to make a mutual understanding of the attendants and the sick person. We made research and development of equipment to make an electronic siren sound softly inside an ambulance.

For this experiment, we chose 3 models of ambulances which are in service in our Department.

Noise levels of siren inside ambulances were measured.

We knew that the noise level inside of an ambulance is different in each model.

However, even in an ambulance with a small noise level, we understood that it is necessary to make the noise level further lower.

1 はじめに

走行途上の高規格救急車(以下「救急車」という)内において、救急隊員と傷病者等との情報交換や傷病者の心音・呼吸音の確認などが容易に行えるよう、車内に伝播する電子サイレン音(以下「サイレン音」という)を減衰させる装置(以下「警報音減衰装置」という)の開発に関する要望が科学化推進委員会や救急部から提言された。これらの要望等を踏まえ、平成7年度を初年度とし5ヶ年計画で、アクティブ騒音制御方式(後段の解説を参照)を応用して、救急車内のサイレン音を減衰させる装置の研究開発を進めていく。

初年度は基礎調査として救急車のサイレン音を把握するため、消防署所に配備された救急車を使用して実験を行うとともに、救急隊員に対するアンケート方式で聞き取り調査を実施した。

2 実験の目的等

- (1) サイレン音の特性把握
各救急車のサイレン音の特性(音圧、周波数分析等)を把握し、今後、研究開発を進めて行く警報音減衰装置の基本資料とする。
- (2) 救急車内におけるサイレン音の音圧分布の把握
救急車内で傷病者を収容させる場所であるメインストレッチャー周囲の騒音レベルを測定して分析し、その分布特性を把握する。
- (3) サイレン音の進入経路の把握
車外、運転席、傷病者を観察する隊長位置及びメインストレッチャー周囲の騒音レベルを比較することによって、サイレン音進入経路の概略を把握するとともに、警報音減衰装置の制御音を発生させるスピーカーの設置位置の決定や、パッシブ騒音制御方式(後段の解説を参照)で音を減衰するときの資料とする。
- (4) 救急隊員に対するアンケート調査
救急隊員に対して車内に伝播するサイレン音に関する

*第三研究室 **玉川消防署

るアンケート調査を実施し、点数化した結果と、実験で得られた測定データの比較検討を行うとともにサイレン音が救急活動に及ぼす影響を把握する。

参考：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日消防防第337号消防庁長官通達)等により、次のように規定されている。

(1) 音の大きさ

電子サイレン音の音の大きさは、道路運送車両の保安基準(昭和26年運輸省令第67号)第49条第1項第2号で、その自動車の前方20メートルの位置において90ホン以上120ホン以下であること。

(2) 音の特性

高低2音による繰り返し音であって、おおむね次のとおりとする。

ア 基本周波数

高音960Hz・低音770Hz

イ 音の長さ

高音及び低音それぞれ0.65秒で、1周期は1.3秒。

なお、救急車のサイレン音は、サイレン音としての効果を減ずることなく、しかもできるだけソフトな音色が望まれる点を考慮して、ビブラートを取り入れている。

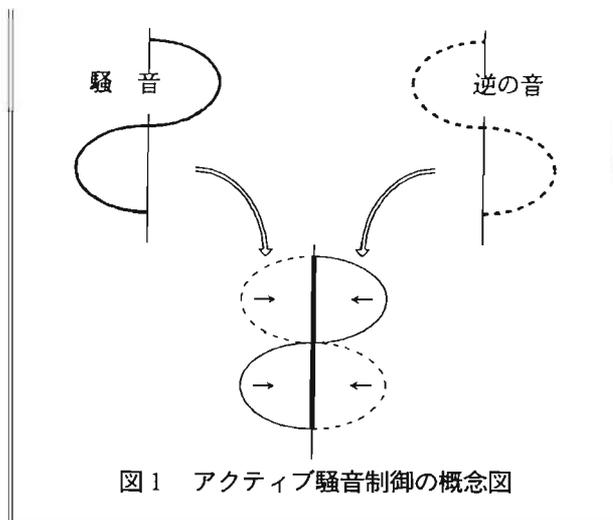


図1 アクティブ騒音制御の概念図

3 実験日及び実験場所等

(1) 実験日

平成7年8月4日(金)

(2) 場所

新砂訓練場(江東区新砂三丁目)

(3) 気象状況

時刻	天候	気温	湿度	風位	風速
9:00	うすぐもり	32.6°C	54%	北北東	1.7%
12:00	うすぐもり	34.5°C	53%	南南西	3.1%
15:00	晴れ	34.3°C	56%	東南東	4.8%

4 実験資器材等

(1) 実験使用車両(写真1~3参照)

ア A車—砂町救急(城東署) A 0 4 1 1 2

イ B車—豊洲救急(深川署) A 0 5 0 2 7

ウ C車—救急指導課配置 A S 0 6 0 9 9

(2) 計測及び分析機材

ア 精密騒音計(リオン:NA-60)

イ FFTアナライザ(リオン:SA-71)

ウ 動的特性分析装置(共和電業:DAA-110A)

エ データレコーダ(TEAC:XR-5000)

オ パソコン(Macintosh Quadra650)

(3) 計測機材の集録条件

ア 精密騒音計は、A特性を使用する。

イ 暗騒音は1分間、サイレン音は2分間集録する。

ウ 測定レンジは各測定条件ごとに設定する。

エ 104dBキャリブレーション電圧波形は30秒間集録する。

オ データレコーダは、HIGH BAND DC~20kHz、テープスピード38.1cm/secで集録する。

参考：騒音制御には

騒音を低減させるための手段を大別すると、

- ① パッシブ騒音制御方式
- ② アクティブ騒音制御方式

の二つがある。

パッシブ方式とは、吸音材等を使用することによる方法である。

これに対してアクティブ方式とは、減衰させようとする音と、電気的に作りだしたその逆の音を、減衰させようとする空間で干渉させる方法である。

アクティブ騒音制御の考え方は、1930年代に提唱されている。

しかし、当時の技術水準では実現不可能であったところ、近年のデジタル信号処理技術の向上により可能となってきたものである。



写真1 A車



写真2 B車



写真3 C車

5 実験装置の設定概要

(1) 救急車外及び運転室内における設定

精密騒音計、FFTアナライザ及びデータレコーダを図2のように接続し、精密騒音計のセンサー部分を各測定位置に設定して、データレコーダに記録した。

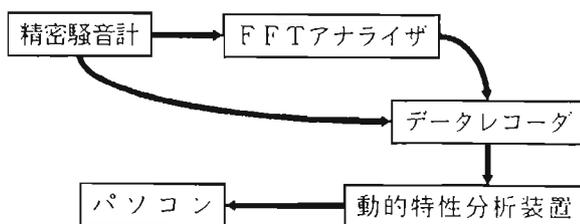


図2 特性把握用測定装置接続図

(2) 救急車内のストレッチャー周囲における設定

ア 並列に8個のセンサー（マイクロフォン）を並べて、これを順次等間隔に後方に移動させ（図3参照）、それぞれの位置における約10秒間の騒音レベルを記録し音圧分布図を作成した。

イ 傷病者を観察する隊長位置に精密騒音計を設定し、騒音レベルを記録した。

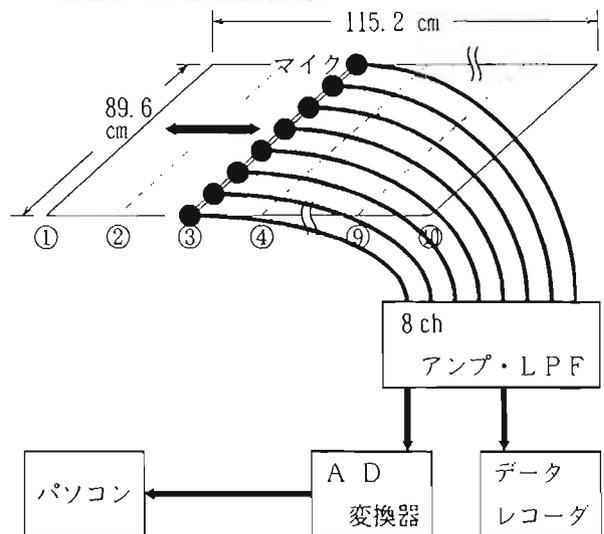


図3 音圧分布測定装置接続図

6 実験方法等

救急車3車種それぞれについて、以下同様の実験方法で行った。

(1) 救急車外の騒音レベル測定

ア 車前20m

イ 車前20mの位置に、三脚（高さ1.5m）に固定した精密騒音計のセンサー部を配置する。

ロ 精密騒音計のレンジを50~70dB(A)として、暗騒音の騒音レベルを測定する。

ハ 精密騒音計のレンジを90~110dB(A)として、サイレン音の騒音レベルを測定する。



写真4 車両直前位置の騒音レベル測定状況

イ 車両直前

(ア) 車両直前位置に、前ア(ア)と同様な精密騒音計のセンサー部を配置する。

(イ) 精密騒音計のレンジを110~130dB(A) (A車は100~120dB(A))として、サイレン音の騒音レベルを測定する。

(2) 運転席上の騒音レベル測定

ア 運転席上に、三脚(高さ0.6m)に固定した精密騒音計のセンサー部を配置する。

イ 精密騒音計のレンジを40~60dB(A)として、暗騒音の騒音レベルを測定する。

ウ 精密騒音計のレンジを80~100dB(A)(C車は70~90dB(A))として、サイレン音の騒音レベルを測定する。

(3) 救急車内のサイレン音の音圧分布測定

ア 図3の測定装置のセンサー部分をメインストレッチャー上に固定する。

(第1面:床面からの高さ162cm)

イ サイレンを吹鳴した状態で、8個のセンサーを前部側から12.8cmごとに後部側に移動させ、各センサー位置での騒音レベルを記録する。

ウ 第2面(床面からの高さ120cm)及び第3面(床面からの高さ80cm)についても前イの測定を行う。

7 集録データの分析項目

(1) 騒音レベル測定データの解析

データレコーダに記録された各救急車ごとの暗騒音及びサイレン音のうち、暗騒音は1分間、サイレン音は2分間のデータを、FFTアナライザを使用して抽出し、その最大値、最小値及び平均値をパソコンで解析した。

(2) 時間波形の解析

データレコーダに記録された各救急車ごとのサイレン音のうち、約1.64秒間を動的特性分析装置を使用して抽出し、その中に含まれるピーパー1周期(約1.3秒)の波形を各救急車(サイレンメーカー)ごとに比較した。

(3) 周波数分析

前(2)で抽出した1周期のサイレン音(約13,000ポイント)に対して、動的特性分析装置のFFT機能を使用して512ポイントごとの周波数分析を行い(約25回)グラフに表し、各条件ごとに比較した。

(4) 音圧分布の解析

前(3)で集録した1面80点のデータに対して、パソコンによるマルチチャンネル音場計測システムを使用して、①全周波数帯域、②770Hz成分及び③960Hz成分ごとに騒音レベルの等高線形式(音圧コンター図)で

表現した。

8 実験結果及び考察

(1) サイレン音と救急活動

サイレン音は、法令上(道交令第13条)緊急自動車として必要とされる要件のひとつであり、一般車両や歩行者に緊急自動車の接近を知らせる手段として十分その役割を果たしている。

しかし、搬送される傷病者や救急隊員から見た場合、車内に伝播するサイレン音は騒音とみなされ、それにとまなう少なからぬ障害が発生している状況である。

一般的に「騒音」とは、望ましくない音(undesired sound)と定義されている。

人間が騒音に対して「うるさい」と感じるものの要素としては、①騒音の大きさ、②騒音の周波数成分、③騒音の継続時間がある。

救急車のサイレンの場合、②は固定され、③は緊急走行時間であるから変更することはできない。

従って、救急隊員及び救急車に収容された傷病者に対して、騒音としてのサイレン音の負担を軽減させるためには、①の救急車内におけるサイレン音を小さくすることが必要となる。

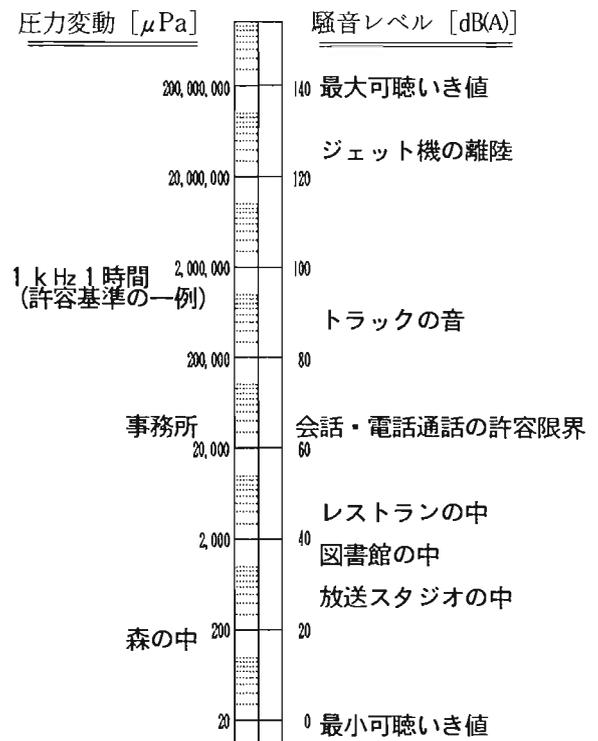


図4 圧力変動と騒音レベルの関係

ここで「音の大きさ」とは、圧力変動の大きさであり、Pa(パスカル)の単位で表され、さらに人間の感覚

に合わせ、扱いやすくしたdB(デシベル)の単位が広く用いられている。

この「Pa」と「dB」の関係及び一般生活における音の対比は、図4に示すとおりであり、65dB(A)が会話・電話通話の許容限界となっている。

(2) サイレン音の特性把握

ア 騒音レベル

暗騒音及びサイレン音の各位置における騒音レベルは、表1のとおりである。

表1から暗騒音に関して車外と車内の差を各救急車ごとに比較してみる。

車外と車内の測定には若干の時間のずれ(精密騒音計センサーの移動のため)があるため、厳密な比較はできないが①A車では23.8dB(A)、②B車では19.2dB(A)、③C車では24.3dB(A)の差となり、A車とC車の防音効果がB車に比較して良いことが判った。

次に、サイレン吹鳴時の騒音レベルを比較するため、表1のデータをグラフ化したものを図5に示している。

図5の左側に960Hz、右側に770Hzの騒音レベルをプロットし、同じ条件ごとに直線で結ぶことによって、その傾きが二つの周波数の騒音レベルの差を表している。

上段の3車種分が車両の直前位置、中段が車前20m位置、下段が運転席における騒音レベルである。

(表1の中から、それぞれの平均値を使用した)

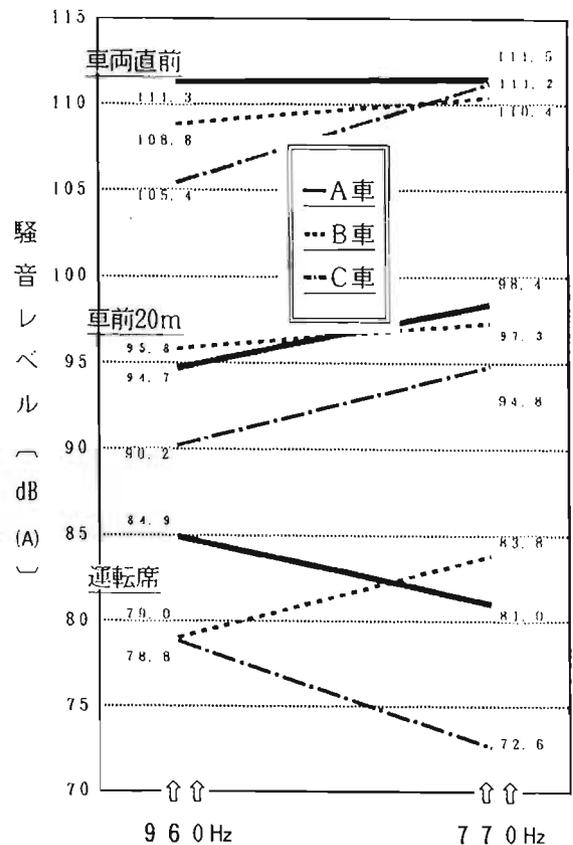


図5 各条件ごとの騒音レベル図

表1 各条件ごとの騒音レベル一覧表 単位 [dB(A)]

条件 車種 データ内容	暗騒音		サイレン吹鳴					
	車外 (20m)	車内	車外(地表面からの高さ1.5m)				運転席 (座席上0.6m)	
			車前20m位置		車両直前位置		960Hz	770Hz
			960Hz	770Hz	960Hz	770Hz		
A車	75個	70個	127個	132個	105個	110個	107個	111個
サンプル数								
最大値	66.2	41.5	96.6	100.4	112.7	113.3	86.5	84.2
最小値	57.1	34.3	84.4	83.2	102.7	98.3	72.3	69.5
平均値	61.7	37.9	94.7	98.4	111.3	111.5	84.9	81.0
B車	64個	87個	111個	107個	110個	108個	104個	114個
サンプル数								
最大値	63.3	45.1	98.0	99.7	110.1	112.4	81.0	85.2
最小値	55.6	36.5	93.4	94.8	107.5	107.2	76.6	81.1
平均値	59.6	40.4	95.8	97.3	108.8	110.4	79.0	83.8
C車	86個	71個	109個	110個	105個	109個	139個	139個
サンプル数								
最大値	63.7	37.9	92.1	96.9	109.1	113.9	82.1	76.9
最小値	56.4	33.5	83.8	83.1	100.1	102.2	69.7	64.4
平均値	60.1	35.8	90.2	94.8	105.4	111.2	78.8	72.6

車両条件: ①エンジンは停止、②サイレン音は最大音量、③ドア及び窓は閉鎖

図5に示すとおり、そのほとんどが右上がりの直線（770Hzの騒音レベルが960Hzのそれより大きいことを示す）となっているが、A車とC車の運転席は逆に右下がりとなっている。

これは各救急車ごとに異なっているボディのデザイン、ボディへのサイレン用スピーカーの取り付け方、内装材料、等々のひとつか或いは複数に影響を及ぼしていると考えられ、今後、これらについて細部にわたり調査する必要がある。

イ サイレン音の時間波形

各救急車の車前20m位置における代表的なサイレン音の時間波形が図6～8である。（グラフの左端から右端までが約1.64秒である）

図6～8は、左側に960Hz（ピー音）が0.65秒間あり、右側に770Hz（ポー音）が同じく0.65秒間を表している。（図の両端は、前後の波形の一部である）

これらの時間波形を考察すると、

(ア) ピー音とポー音それぞれの継続時間は、おおむね

0.65秒であり、3車種とも規定に適合している。

(イ) サイレンメーカーOSのサイレンは、ピー音とポー音の間にはっきりとした間隙が認められるのに対し、サイレンメーカーNCの波形は、図7のとおり明確でない。

(ウ) 同じサイレンメーカーOSのサイレンアンプを搭載しているA車とC車でも波形が異なっている。

（図6及び図8参照）

これは、アンプに接続されているスピーカーの特性の違い、スピーカーの取り付け方の違い、スピーカーの前方にあるパンチングパネルの影響等が原因として考えられるが、現段階では明確でない。

(エ) サイレンメーカーOSの波形は、全体に丸みを帯びているのに対して、サイレンメーカーNCの波形は図7のとおり鋭角的である。

これは、それぞれのサイレン音を構成する周波数成分の違いである。なお、サイレン音の周波数分析の項で詳述する。

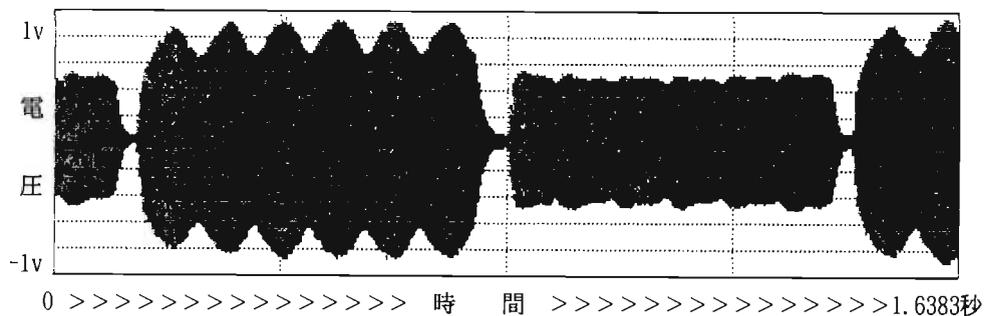


図6 A車（サイレンメーカーOS）

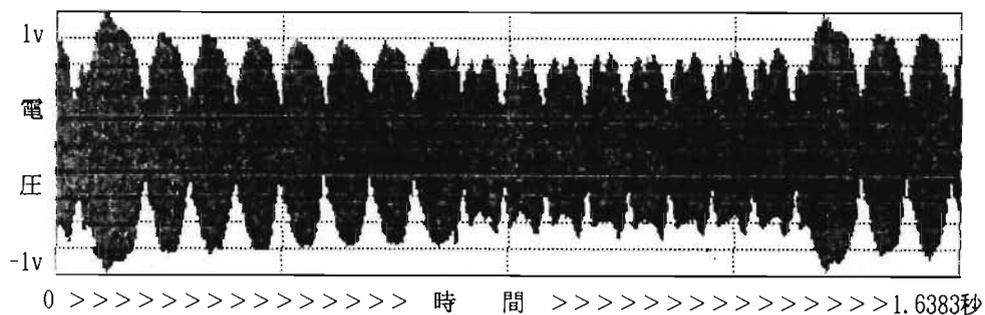


図7 B車（サイレンメーカーNC）

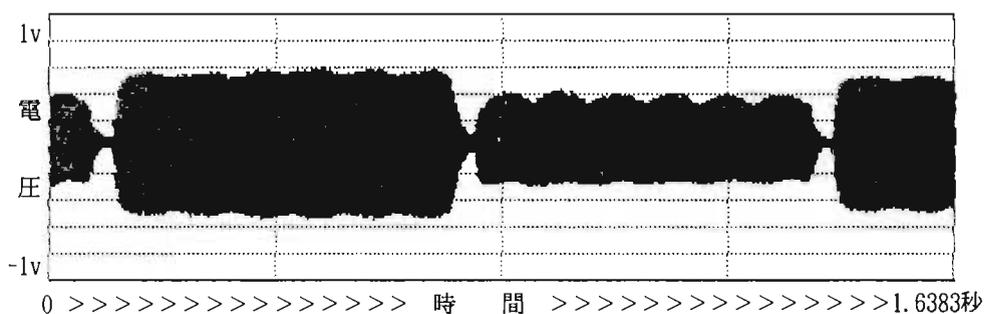


図8 C車（サイレンメーカーOS）

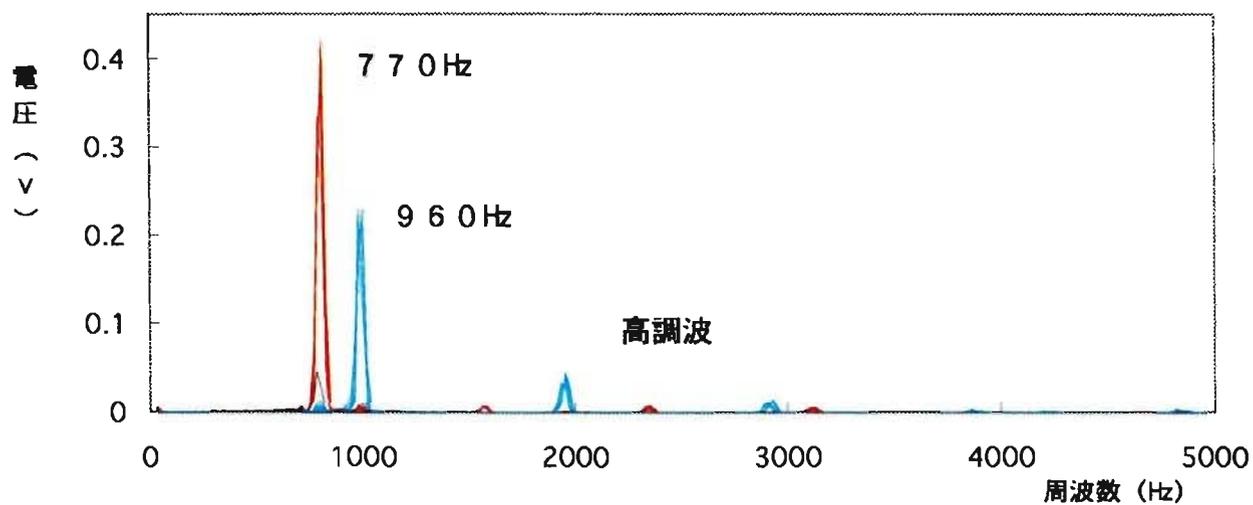


図9 サイレン音の周波数分布 (A車・車前20m)

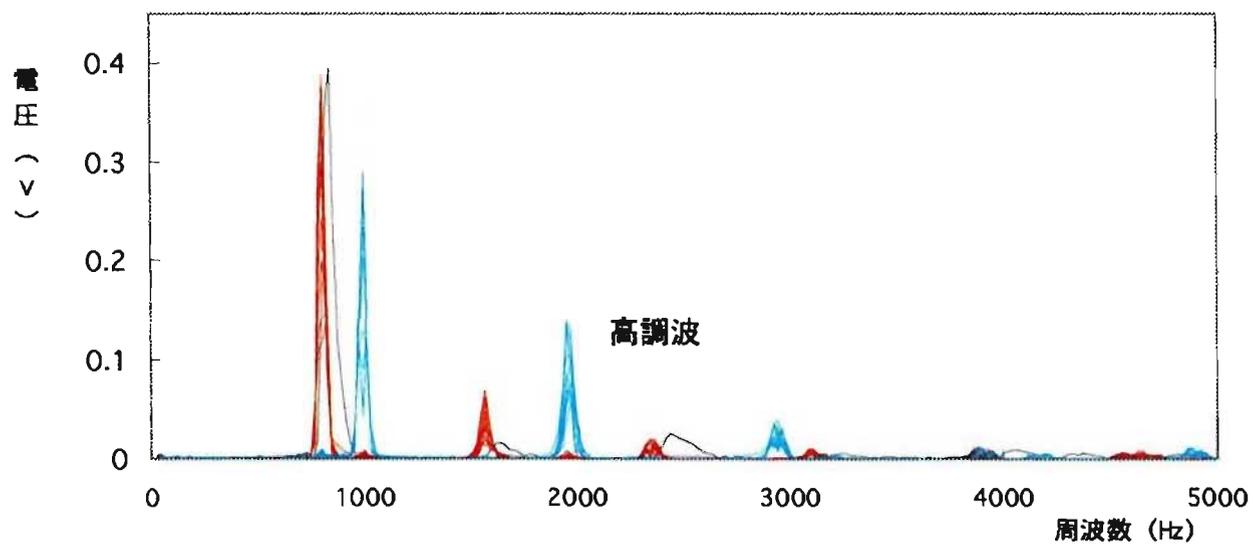


図10 サイレン音の周波数分布 (B車・車前20m)

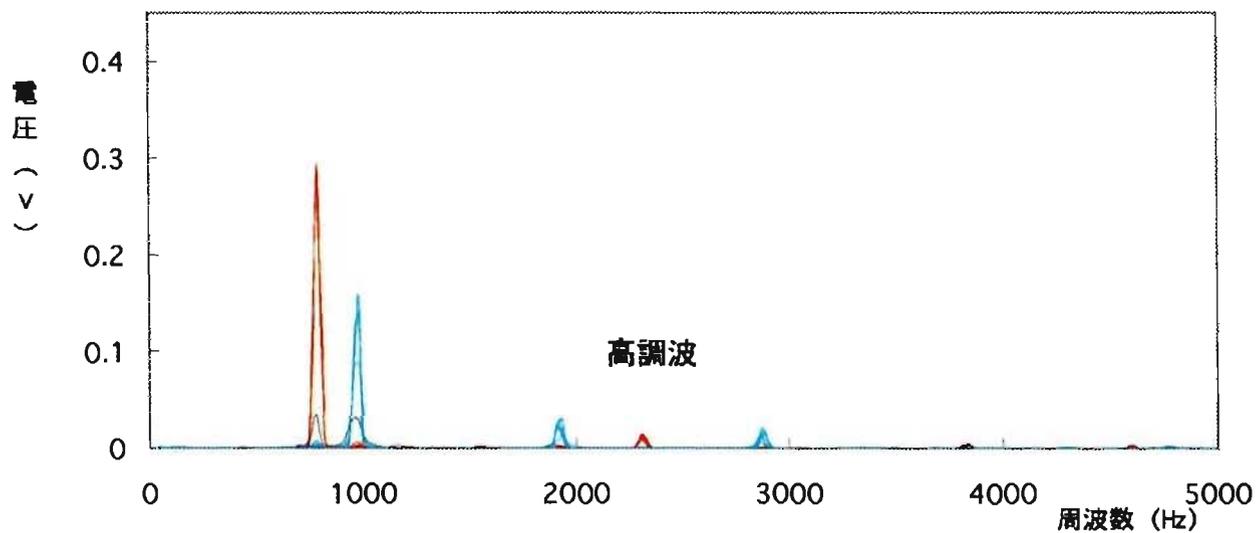


図11 サイレン音の周波数分布 (C車・車前20m)

この様な事が分かったのであるが、これらは救急車の外部に対する警報音としては特に問題とならないものである。

しかし、救急車内におけるサイレン音の減衰を考える場合には、(ウ)や(エ)の内容について十分に検討を加える必要があることから、次にそれぞれのサイレン音の周波数分析を行った。

ウ サイレン音の周波数分析

動的特性分析装置のFFT機能を使用して、各救急車の車前20m位置で集録したサイレン音のうち、任意の1周期分について周波数分析を行った。

なお、減衰の対象となるサイレン音の周波数は1kHz以下であるが、前イの時間波形から、それぞれの高調波成分を把握する必要があることが判った。

そのため、サンプリング周期を100 μ 秒とし、DC～5kHzの分析を行った。

この結果をグラフ化したものが図9～11である。

図9～11の説明

サイレン音の1周期は、1.3秒である。

サンプリング周期が100 μ 秒であるから1周期内のポイント数は、

$1.3\text{秒} \div 100\mu\text{秒} = 13,000$ ポイントとなる。

動的特性分析装置のFFT機能は、512ポイントが最大であるから、サイレン音1周期分では、

$13,000 \div 512 = 25.39$ 回 分析する。

各図には、約25本の周波数分析波形を重ねて表示している。

赤線が770Hz、水色線が960Hzの部分である。

図9～11から、次のことが判った。

(ア) 各車種とも、サイレン音の基本周波数(770Hzと960Hz)は、電子サイレン音の要件に適合しており特に問題はないと考えられる。

(イ) 基本周波数の高調波があらわれる周波数は、

770Hz \Rightarrow 1540Hz・2310Hz・3080Hz・・・・

960Hz \Rightarrow 1920Hz・2880Hz・3840Hz・・・・

であり、各車種ともおおむねこの周波数の位置にピークが存在していることが判った。

(ウ) 基本周波数のレベルに対する高調波のレベルについて、車種ごとに比較するとB車が非常に大きくなっている。

このことが、前イ(エ)の原因になっていると考えられる。

現在のアクティブ騒音制御技術は、周波数1kHzまでの音が限界であるといわれており、本研究開発においてもサイレン音の基本周波数を制御の対象としている。

まだ基本周波数の絶対的な大きさによって、高調波はマスキングされ、サイレンの音色の違い程度の認識だけであるが、今後サイレン音の高調波については、サイレンメーカーへの申し入れやパッシブノイズキャンセレーション方式等による減衰方を検討する必要性がでてくる可能性がある。

(3) 救急車内におけるサイレン音の音圧分布把握

各面(8 \times 10=80点)の音圧分布のデータを、等高線形式でグラフ化すると図12～17(全18図の中の6図のみを掲載)のようになる。

全18図の比較から、

ア B車が最も静かであり、測定点の多くの位置において、会話及び電話通話の限界点である65dBを下回っている。

これに対して、A車及びC車のレベルは大きく、特にC車はほとんどの測定点で85dBを超えている。

前(2)アの運転席のレベル比較では、C車が最も静かであったのに対して、全く逆の結果となった。

これは、サイレン用スピーカーの取り付け位置、取り付け方法、背面の構造及び車内の防音材等の違いによるものと考えられる。

イ 第1面(床面からの高さ162cm)、第2面(同120cm)、第3面(同80cm)の比較をすると、B車とC車はおおむね第1面より第3面のレベルが小さくなっており、A車はその逆となっている。

ウ 車種ごとの音圧分布各測定点に共通な騒音レベルの山や谷は見られない。

これは、狭い空間の中でのサイレン音の反射により、複雑な定在波が生じているためであると考えられる。

(4) サイレン音進入経路の把握

救急車内のサイレン音を減衰させることを考えるとき、まずその進入経路を把握する必要があるが、前(3)イからその概略がわかる。

つまり、B車とC車は天井面からのサイレン音の進入が側面よりも大きくなっており、サイレン用スピーカーの取り付けデザイン(ボディに内包されている)が影響を及ぼしていると考えられる。

(5) 救急隊員に対するアンケート調査

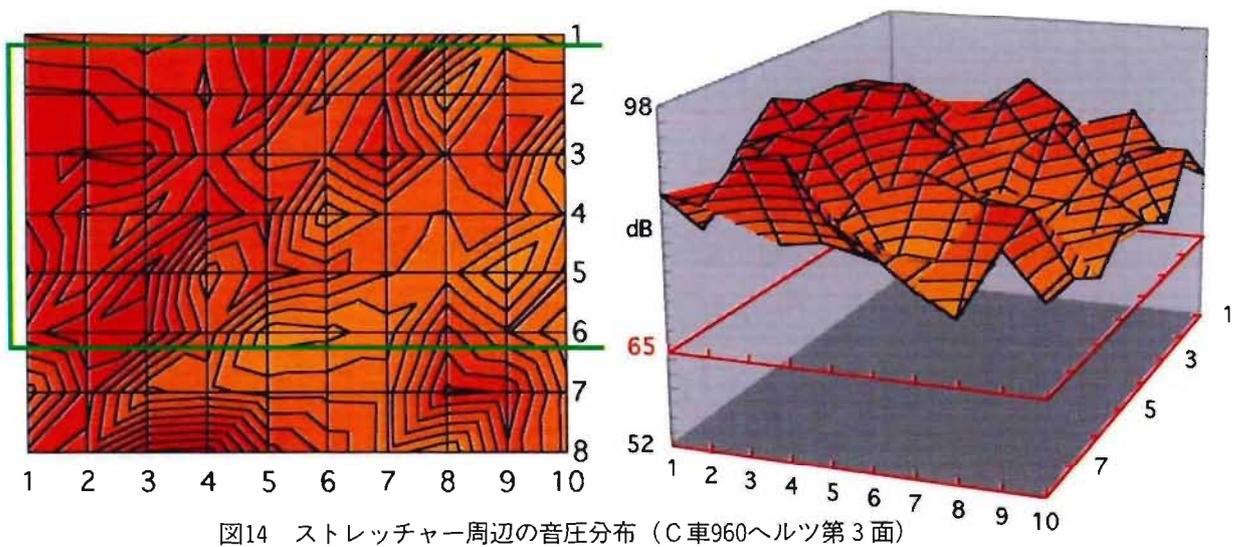
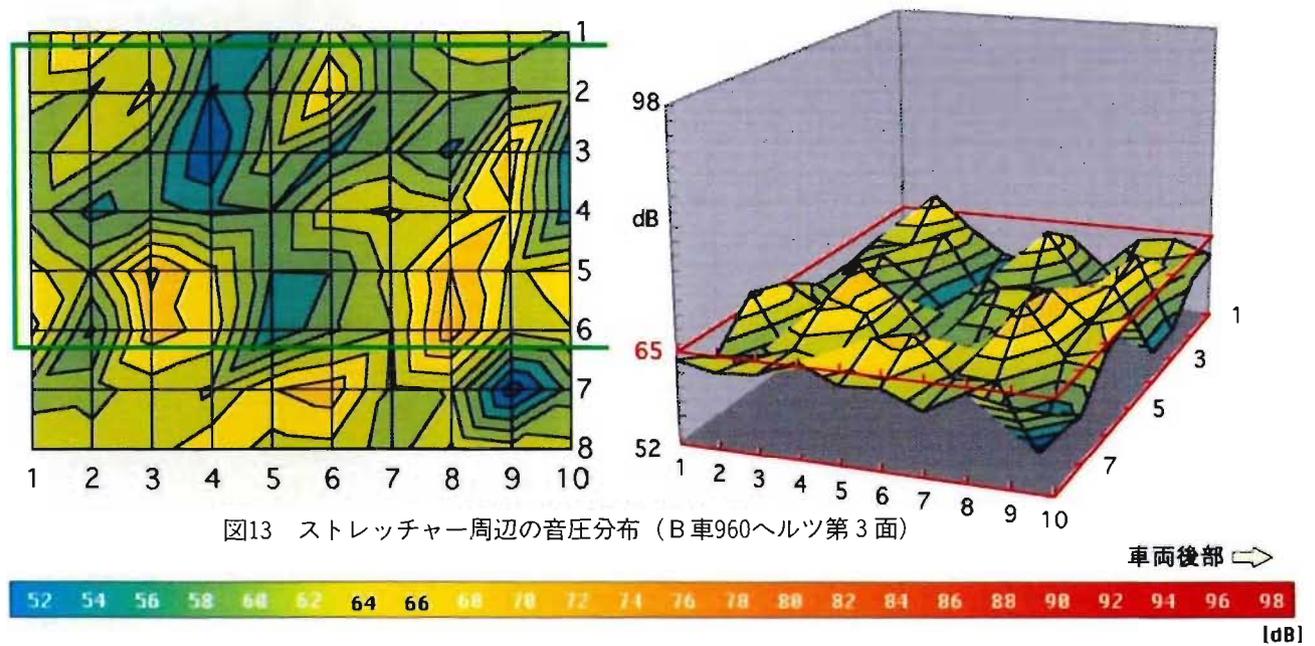
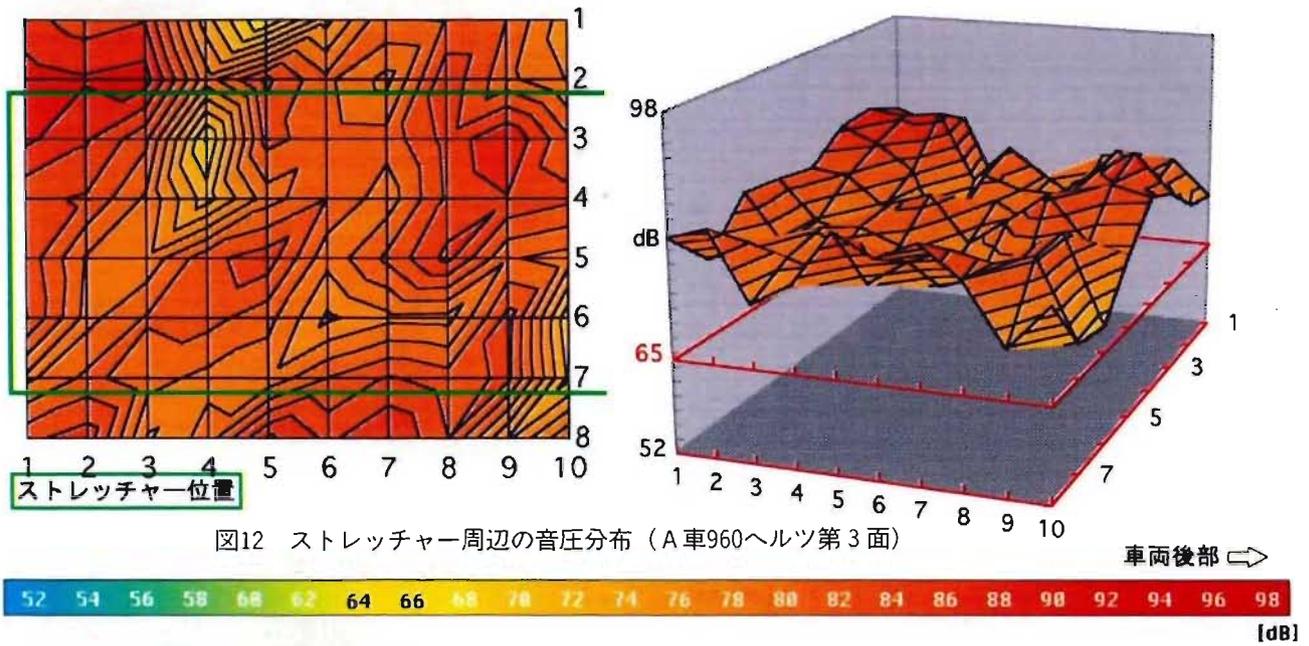
実験で得られた測定器によるデータを検証する目的で、実験に使用した救急車及びそれと同年度の救急車で運用している救急隊6隊の救急隊員に対してアンケート調査を実施した。

ア 実施隊

A 車 —— 渋谷 救急隊、砂町 救急隊

B 車 —— 豊洲 救急隊、森下 救急隊

C 車 —— 富ヶ谷 救急隊、城東 救急隊



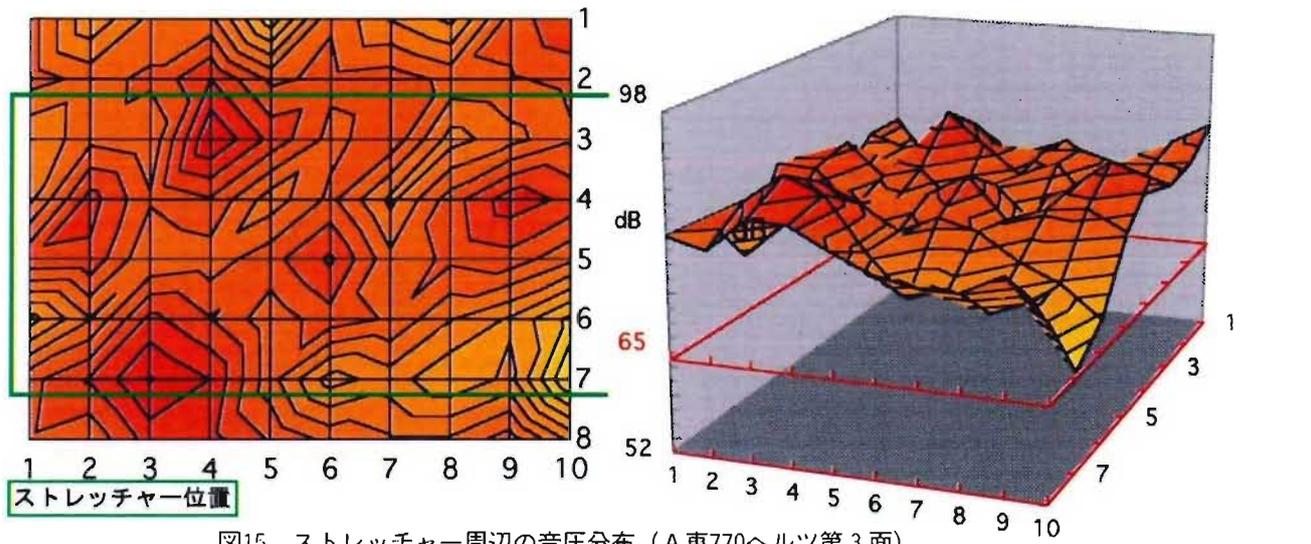


図15 ストレッチャー周辺の音圧分布 (A車770ヘルツ第3面)

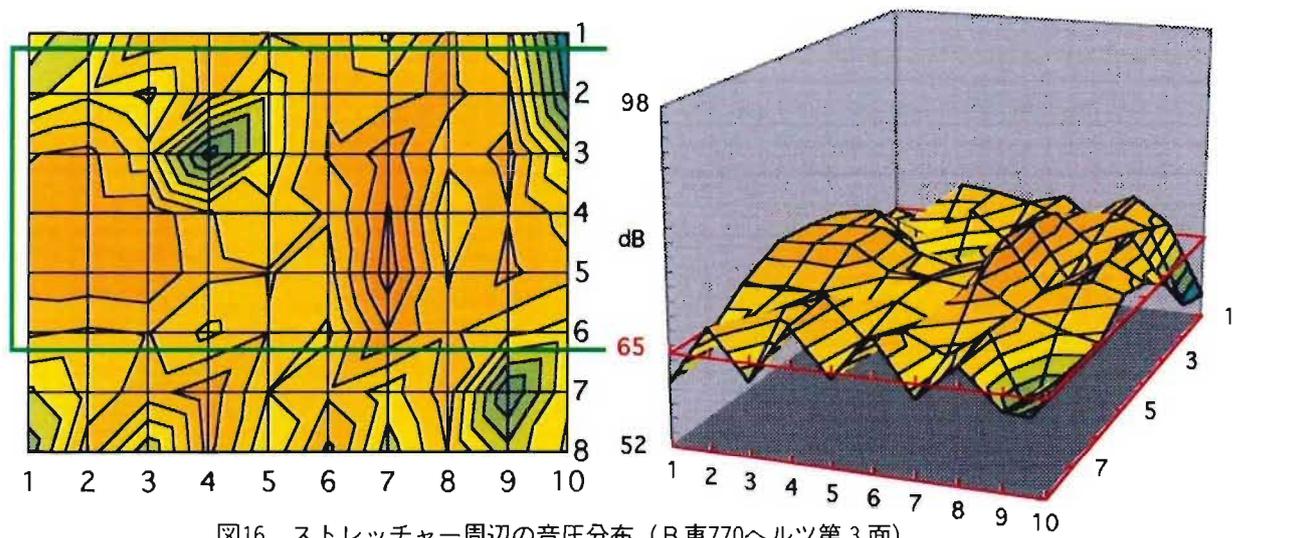


図16 ストレッチャー周辺の音圧分布 (B車770ヘルツ第3面)

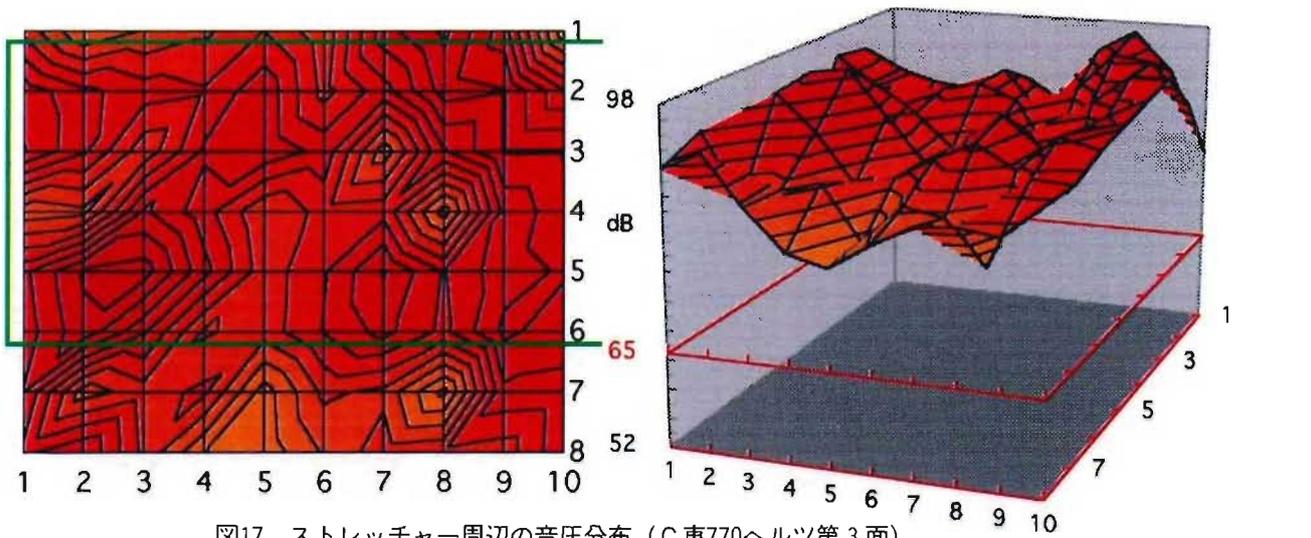


図17 ストレッチャー周辺の音圧分布 (C車770ヘルツ第3面)

イ 実施者数

各救急隊の1・2・3部それぞれ2～3名、合計38名について実施した。

ウ アンケート内容

次に掲げる(ア)～(オ)のアンケート項目に対して被験者独自の感覚を調査した。

(ア) 出場途上におけるサイレン音の感じ方は、

	非常にうるさい	うるさい	あまり気にならない	全く気にならない
評価	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1

(イ) 救急隊指導医との交信は、

	交信できない	時々聞きとれない	ほとんど支障ない	全く支障ない
評価	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1

(ロ) 他隊員との会話は、

	非常に大声で	大声で	やや大きな声で	通常と同じ音量で
評価	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1

(ハ) 傷病者との会話は、

	非常に大声で	大声で	やや大きな声で	通常と同じ音量で
評価	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1

(ニ) 聴診器の使用感は、

	全く聞きとれない	聞きとれないことがある	全く支障ない	
評価	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1

(被験者が、該当すると考える評価点数をチェックした。)

表2 アンケート集計結果

質問事項	車種	実施者 (B車12、N車13、T車13名⇒計38名)													最高	最低	平均
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M			
(ア) サイレン音の感じ方	A車	11	13	3	15	2	3	11	10	15	11	11	1	X	15	1	8.8
	B車	8	11	15	10	13	8	8	6	6	6	6	9	7	15	6	8.7
	C車	11	11	16	11	12	10	13	15	16	15	10	18	11	18	10	13.0
(イ) 救急隊指導医との交信	A車	13	8	1	15	1	1	15	10	9	6	14	11	X	15	1	8.7
	B車	8	11	15	10	11	8	8	6	6	6	11	8	8	15	6	8.9
	C車	12	10	14	10	13	13	13	13	14	13	10	15	12	15	10	12.5
(ロ) 他隊員との会話	A車	14	8	4	10	6	6	13	10	9	13	15	6	X	15	4	9.5
	B車	10	10	10	10	11	10	9	6	5	1	10	9	10	11	1	8.5
	C車	13	6	12	11	7	12	10	11	5	8	10	10	10	13	5	9.6
(ハ) 傷病者との会話	A車	10	8	4	10	3	3	11	6	7	7	10	5	X	11	3	7.0
	B車	8	6	10	6	7	8	9	1	5	1	10	4	6	10	1	6.2
	C車	7	7	8	8	7	10	10	10	5	5	5	10	7	10	5	7.6
(ニ) 聴診器の使用感	A車	12	13	16	15	15	16	20	6	15	13	17	15	X	20	6	14.4
	B車	10	13	13	10	10	13	10	6	6	6	20	11	8	20	6	10.5
	C車	15	9	11	7	14	13	15	15	16	8	15	10	18	18	7	12.8
合計	A車	60	50	28	65	27	29	70	42	55	50	67	38	X	70	27	48.4
	B車	44	51	63	46	52	47	44	25	28	20	57	41	39	63	20	42.8
	C車	58	43	61	47	53	58	61	64	56	49	50	63	58	64	43	55.5

エ 救急隊員に対するアンケート調査結果

アンケートの集計結果は、表2のとおりである。

この結果における平均値等をグラフ化すると、図15・16のようになる。

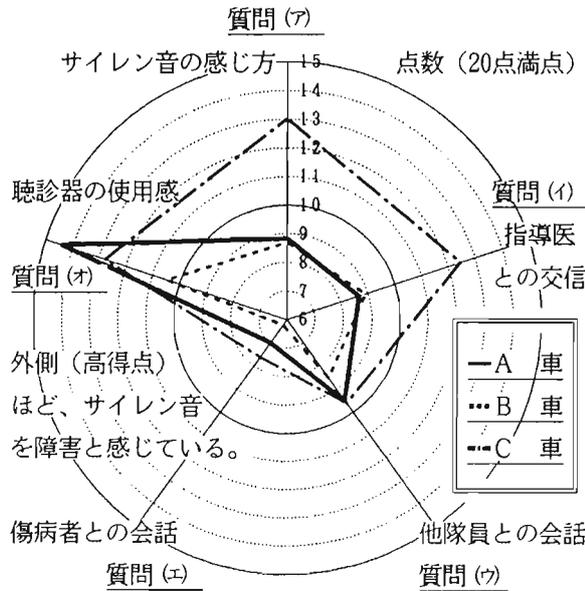


図18 質問事項に対する点数の平均値 (車種別)

この結果を分析することによって、次のことが判った。

(ア) 出場途上におけるサイレン音の感じ方を、「あまり気にならない」「全く気にならない」と回答したのは、A車が41.7%、B車が76.9%、C車が15.4%であり、B車が他車に比べてよい結果であった。

(表2の質問事項(ア)の欄及び図19を参照)

(イ) 救急隊指導医との交信に関して「時々聞きとれない」と回答したのは、A車が41.7%、B車が30.8%、C車が76.9%であり、無線交信においてC車に障害が多いことが判った。

(表2の質問事項(イ)の欄及び図19を参照)

(ウ) 他隊員及び傷病者との会話に関して、車種によるはっきりとした差異はなく、通常よりもやや大きな声を出す程度であることが判った。

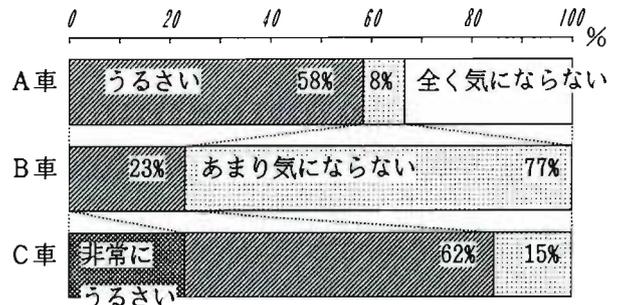
(表2の質問事項(ウ)・(エ)の欄、及び図18を参照)

(オ) 聴診器の使用感については、「全く支障ない」という回答はゼロであり、逆に「全く聞きとれない」という回答が全体の18.4%にのぼり、サイレン音が大きな影響を及ぼしていることが判った。

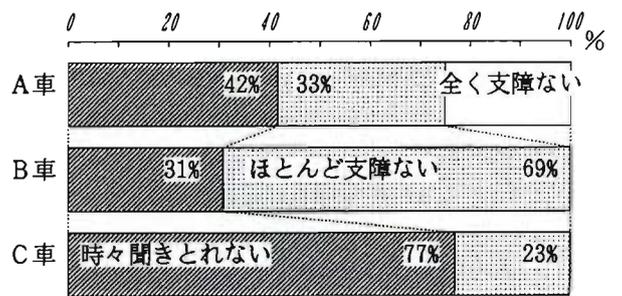
(表2の質問事項(オ)の欄、及び図19を参照)

なお、回答の中には、聴診器を使用する際はサイレンの吹鳴を停止しているという救急隊も含まれていた。

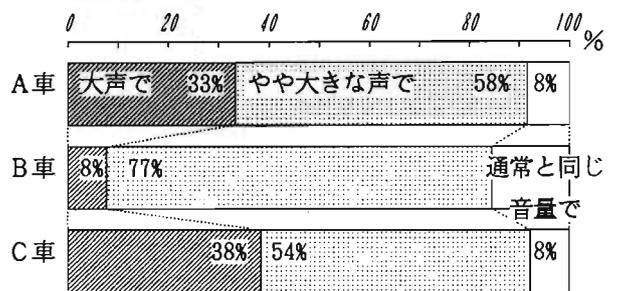
Q: 出場途上におけるサイレン音の感じ方は



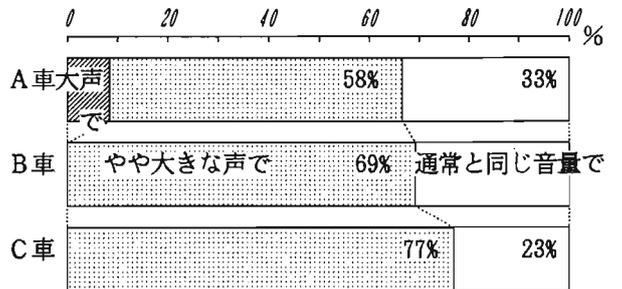
Q: 救急隊指導医との無線交信は、



Q: 他隊員との会話は、



Q: 傷病者との会話は、



Q: 聴診器の使用感は、

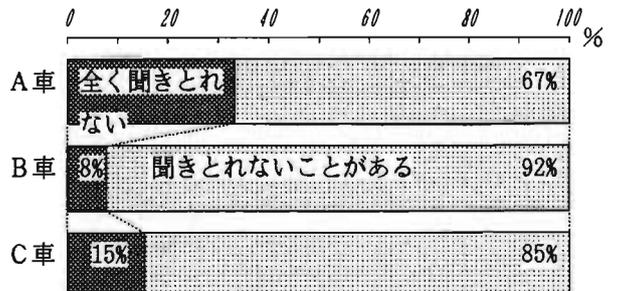


図19 各質問項目に対する回答結果

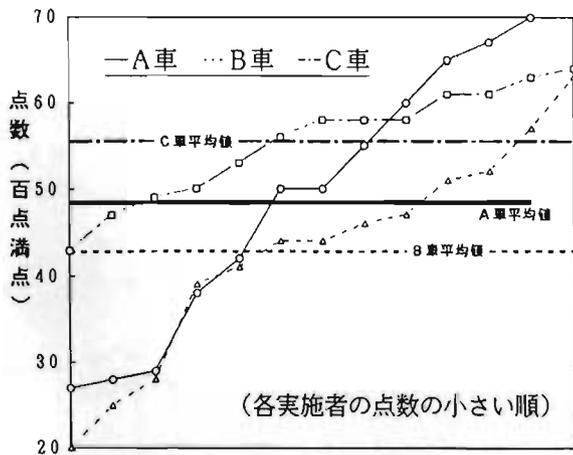


図20 アンケート合計点数と平均点（車種別）

オ 実験データとの比較

音圧分布把握の実験データにおいて、B車が最も静かであり、次いでA車、C車の順であったが、アンケートでも、全く同じ結果が得られた。

(図20参照)

(6) スピーカーについて

一般に市販されているスピーカーについて、文献及びカタログ等を調査し、高規格救急車に搭載するサイレン音減衰装置用スピーカーの基礎資料とする。

ア スピーカーの分類

外観形状による分類としては、①コーン型、②ドーム型、③平面振動板型、④ホーン型等があり、それぞれ口径や出力の異なった多数の製品が市販されている。

有効周波数範囲による分類としては、①全帯域用、②低音専用、③中音専用、④高音専用がある。

イ スピーカーの特性

前アの有効周波数範囲は、一般に「 $f_0 \sim \infty$ Hz」という形式で表現される。

ここで、 f_0 とは最低共振周波数であり、そのスピーカーの再生可能下限周波数を示すものである。

ただし、 f_0 値が小さければ小さいほど良好なスピーカーということではない。

それは、 f_0 値を低下させることに伴って、次のような変化が生じるためである。

① 定格及び最大入力とも、ほぼ f_0 の低下に伴って低下する。

② 底当たり、バツフル当たりが起きやすくなる。一般的な車載型の全帯域用スピーカーの f_0 値を調査してみると、100Hz未満の数値であり(上限周波数は、20kHz前後)、減衰の対象となるサイレン音の基本周波数である960Hzと770Hzに関してはほとんど問題はない。

(1) サイレン音の特性把握

ア 各車種とも、車前20m位置における騒音レベル等は、電子サイレン音に求められる要件を満足している。

イ A車とC車のサイレン(サイレンメーカーOS製)音は、ピー音とポー音の間に約0.04秒のはっきりした間隔が認められるのに対して、B車のサイレン(サイレンメーカーNC製)音は明確でない。

ウ 同型のサイレンアンプであっても、それに接続するスピーカーの種類、取り付け方法及びボディの形状等の差によって、時間波形が異なっている。

エ 高調波成分の騒音レベルが、A車やC車と比較してB車が大きくなっている。

(2) 救急車内におけるサイレン音の音圧分布の把握

ア 各救急車の後部室内では、B車が最も静かでありA車、C車の順に騒音レベルが大きくなっている。特にC車は、ほとんどの測定点で、85dB(A)を超えている。

イ 3ヵ所の測定面で比較すると、B車とC車はおおむね天井面より床面近くの騒音レベルが小さくなっている。

しかし、A車はその逆で、天井面の騒音レベルが小さくなっている。

(3) サイレン音の進入経路の把握

音圧分布データの比較から、B車とC車は天井面からのサイレン音の進入が側面よりも大きくなっており、サイレン用スピーカーの取り付けデザイン(ボディに内包されている)が影響を及ぼしていると考えられる。

(4) 救急隊員に対するアンケート調査結果

6隊の救急隊員、合計38名へのアンケート調査結果から、次のことが判った。

ア 出場途上におけるサイレン音の感じ方について車種ごとに比較すると、サイレン音をうるさいと感じる度合いはC車が最も多く、次に多いのはA車である。

B車は、回答者の約8割が気にならないとしており、C車及びA車と比較して最も良好な車内環境であることが判った。

イ 救急隊指導医との無線交信について車種ごとに比較すると、聞きとりにくさの度合いが最も大きいのはC車であった。

A車及びB車もC車ほどではないが聞きとりにくいことが判った。

ウ 他の隊員及び傷病者との会話は、車種によるはっ

きりとした差異はないが、通常よりもやや大きな声を出す必要がある。

エ 聴診器の使用感は、「全く聞きとれない」という回答が全体の18.4%にのぼり、それ以外も全て「聞きとれないことがある」という回答であり、サイレン音が大きな影響を及ぼしている。

今回の実験で得られたデータ及び救急隊員に対するアンケート調査結果で判った救急活動時の車内環境の実態を勘案し、より効果的なサイレン音減衰装置を製作する

ための基礎資料としていく。

10 その他

本研究開発の実施にあたり第三研究室は、松下電器産業株式会社と共同研究を進めているものである。

なお、今回の実験に際し、救急車の借用及びアンケート調査にご協力いただいた各所属の皆様に、心より御礼申し上げます。