

第13回

WEのスピーカー用ホーンの変遷(2)

動電型ホーンドライバー555型を使ったトーキー映画用ホーンスピーカー群

佐伯多門 SAEKI Tomon

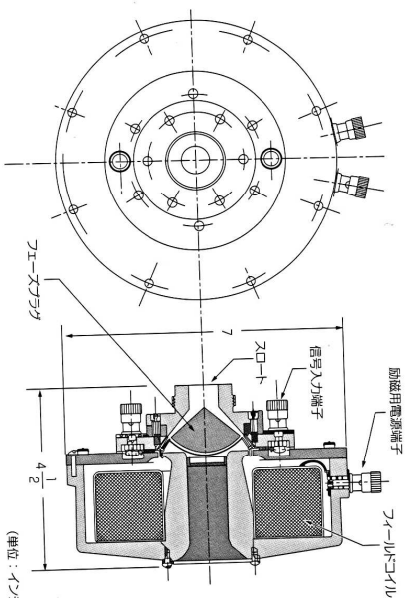
1926年、WEは前号解説したPA用ホーンとは異なる新しいホーンを開発しました。それは、トーキー映画システムであるヴァイタフォン方式による世界最初の映画館での上映に必要な、トーキー映画用スピーカーシステムのホーンでした。室内で、大勢の観衆に音を伝えるため、音響変換効率の高いホーンスピーカーが必要とされたからです。しかも、これまでのPA用とは違って、音声や音楽を音質よく伝えるための高性能化が必要でした。

ベル研のウエント (E. C. Wentz) とサラス (A. L. Thuras) は、これまで好評を得ていた電磁型バラスドライバータイプのホーンドライバーに代わって、初めて動電型のボイスコイルを持つホーンドライバーを開発し、室内での高音質で再生周波数帯域の広い再生を狙いました。当時は、まだ複合方式で再生する概念がなく、ホ

ーンドライバー1個でのフルレンジ再生を考えていたため、組み合わせるホーンは低音域から高音域まで幅広いに再生する必要があったので、低音再生のためにカットオフ周波数の低い、開口径の大きなホーンが必要でした。しかも、駆動するアンプの出力が2~3Wでありながら、大勢の観衆に音を伝える必要があったために高効率設計が必要でした。

重責を担ったウエントとサラスは苦勞の末、高音質で電気音響変換効率が高く、80Hzから6000Hzの帯域を再生するホーンドライバーを完成させました。優れた性能を持った製品として歴史に残るホーンドライバーの名品555型の誕生です。

その構造は、図1に示すように振動板に折り返しの付いた形状(写真1)で、フェースグラブを通してスロートに達する音道は、素晴らしい加工技術で製作されています。

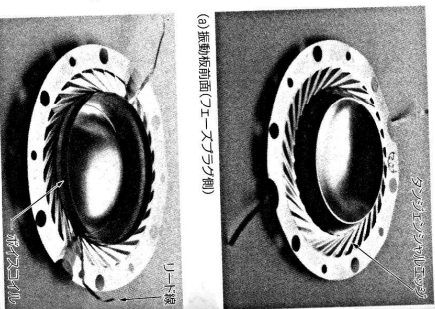


(単位: インチ)

コンプレックスドライバー
ムービーコンプレックスドライバー
初期製品型番: 555W型
後期製品型番: 555型
振動板: φ2インチ、アルミニウム合金グラブ
フェースコイル: エンコイルタイプ
ボイスコイルインピーダンス: 16~25Ω

電流抵抗: 12.8Ω
インピーダンス電流抵抗: 4.5Ω
耐電圧: DC17V
耐電流: DC1.5A
最大入力: 6W
総重量: 20ポンド (約9kg)

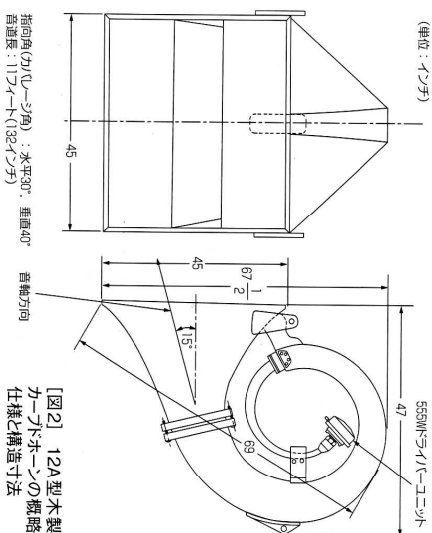
【図1】 WEの555型動電型ホーンドライバーの概略仕様と構造



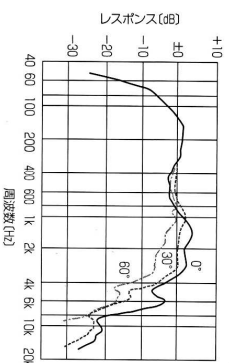
(a) 振動板前面(フェースコイル側)

(b) 振動板後面(磁気回路側)

【写真1】 555型ホーンドライバー用振動板の前面と裏面

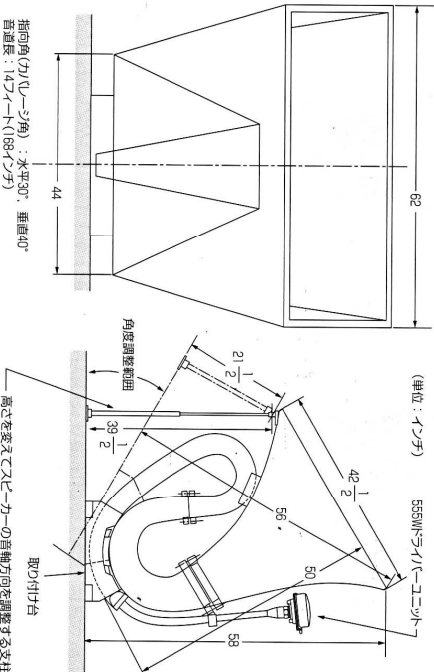


【図2】 12A型木製カーブドライバーの概略仕様と構造寸法



【図4】 12A型ホーンと555型ドライバーの組み合わせによる再生周波数特性(筆者による測定)

【図3】 13A型木製ドライバータイプのホーンの概略仕様と構造寸法



振動板(φ1.75インチ) : 水平30°, 垂直40°
音道長: 14インチ(355mm)

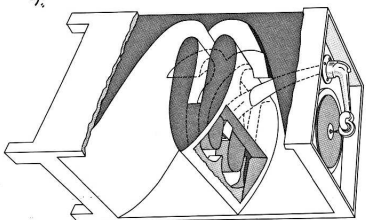
555型ホーンドライバーを使用したホーン

当時の映画館で上映するためのトーキー映画用ホーンスピーカーを開発するには、形状と大きさに制限がありました。

当時の映画館は無音映画の上映設備であったため、スクリーンの脇にヴァイオリンやピアノなどの伴奏楽器のためのスピーカーがあり、板状に張った白い布に光の反射率の高い銀粉などを塗ったスクリーンを設置された。その後、壁に塗られたスクリーンを設置された。今日のようにスクリーン裏にスピーカーを設置できず、フレジジのホーンは前方に設置するしかなく、しかもPA用のように、ストレーホーンのような長いもの

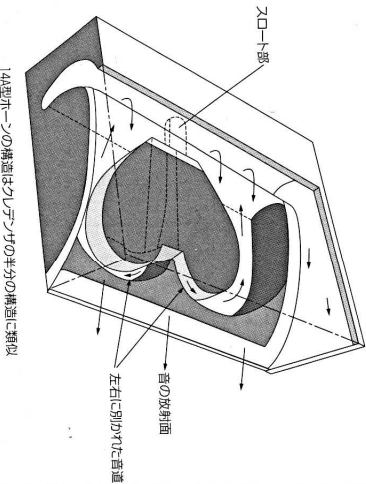
が大きく突き出した形にするわけにはいきませんでした。ベル研は、ホーンを渦巻形に曲げてコンソルトに、1階席に向かってプロセニアムアーチの上から吊り下げて設置するカーブドライバーの12A型(図2)を開発しました。また、2階席向きには舞台前の無音映画の伴奏楽器に使用したスピーカーを利用して設置し、下から2階席を担って再生するウォールマウントタイプの13A型を開発しました。この構造は、図3のように、ねぐねと折り曲がった形状で、ホーンは床面に据え置き、サポートのポールで音軸の角度を変えることができるようになっていました。

無音映画用の既設の映画館が、WE系のトーキー映画用スピーカーを受け入れられる際には、12A型と13A型ホーンを組み合わせて使用しました。

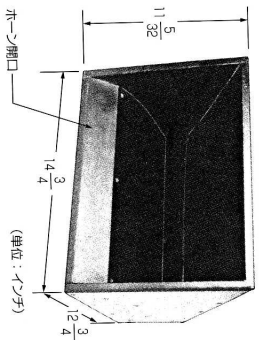


【図5】 14A型スピーカーホーンの内蔵構造

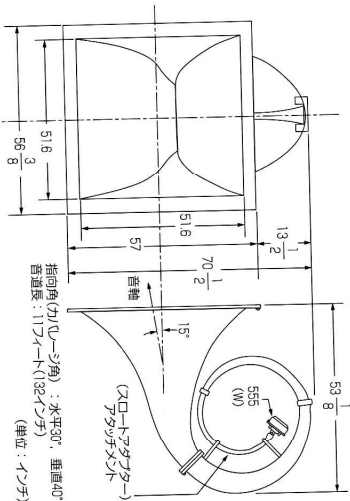
播音機はツラツクの内部ホーン構造に類似



14A型ホーン構造はツラツクのホーン構造に類似



【写真2】 14A型ホーンの前側と真側



指向角(ハビュシ角): 水平30°, 垂直40°
音速長: 119センチ(1.92m)
(単位: インチ)

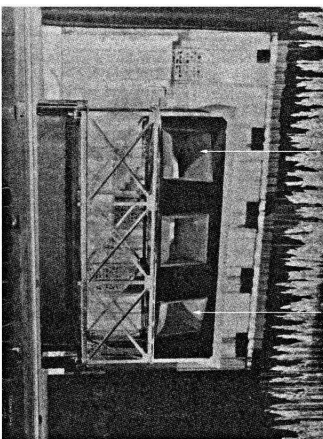
ホーンシステム型番	ホーン型名	アタッチメント番号	ドライバー555 (W)の個数
15-A	17-A	7-A	1
15-B	17-B	8-A	2
15-C	17-C	10-A	4
15-D	17-D	16-A	3

【図6】 17型カーブホーンの内蔵構造とアタッチメントによる15系のホーンシステム仕様

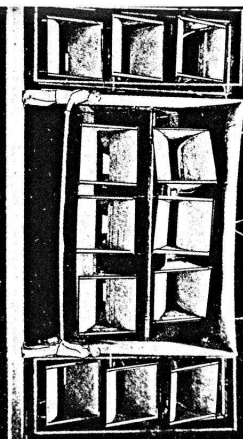
収容客席数の多いところでは、12A型にはアタッシュメントA-12B型を使用して555型ホーンドライバーをダブル(2個)で使用できるようにしています。12A型ホーンの再生周波数特性は、図4に示すように70Hzから6000Hzの再生帯域を持ち、555型ホーンドライバーの性能を完全に引き出した特性が得られています。

キー映画の映写室では、映写中の音声状況を監視するモニタースピーカーが必要で、最初標準スタ

右側と左側は外向きに設置されている



【写真3】 17A型ホーンをスクリーン裏に3台設置した状態

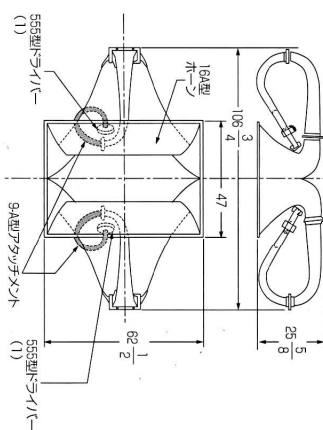


【写真4】 ハリウッドのチャイニーズシアターのスクリーン裏に設置された12台の17A型ホーン

映画用スクリーンの映写効果と音の透過性能を両立する研究開発が行われ、1927年にスポンナブル(Sponable)によって音の透過型映画用スクリーンが完成し、初めてスクリーンの裏側にスピーカーを設置して音響再生ができるようになりました。この成果のおかげで、キー映画用ホーンスピーカーの形態が大きく変わってきました。

WEのスクラントム(D. H. G. Scramton) が翌1928年に考案した17A型ホーンは、スクリーン裏に設置する。図6に示すような大型のカーブホーンで、ホーンのカットオフ周波数は57Hzと低く、合板を使った木製のホーンです。555型ホーンドライバーと組み合わせると60Hzくらいから音は立ち上がり、音道が132インチと長いため高音域は減衰気味ですが、4000Hz程度までの再生帯域になっています。これが当時のサウンストラックからの雑音を抑制し、効果をあげました。

それよりもキー映画自体が寂寂で、一般の映画館よりも収容客席数の多いオーディトリウムや劇場で上映されるようになり、これに必要な音量を確保する



【図7】 16A型ホーンの内蔵構造とアタッチメントによる16系のホーンシステム仕様

ホーンシステム型番	ホーン型名	アタッチメント番号	ドライバー555 (W)の個数
6016-A	16-A	9-A	2
6116-A	16-A	8-A	4
6216-A	16-A	16-A	6

【図7】 16A型ホーンの内蔵構造とアタッチメントによる16系のホーンシステム仕様

ために、17A型ホーンをスクリーン裏に複数個取り付けたり再生方法(写真3、4)と、もう一方で、555型ホーンドライバーを1つのホーンに複数個取り付けたりスクリーン裏に複数個取り付けたりした。

このため、ホーンに555型を取り付けるアタッシュメントが数種類開発され、ホーンシステムとして555型1個の場合15A型、2個の場合15B型、4個の場合15C型、3個の場合15D型と細分化され、設置条件に適したホーンシステムを型番で指示し、使われました。

一方、大型劇場では次々と上演内容を替える必要があるため、上映用スクリーンをバントで吊り上げて収納できるようにしていましたが、このスクリーンとともに、薄型のホーンスピーカーを取り付けて一緒に収納できないかとの要望が出てきました。これに対応してアタッシュメント(D. G. Blattner)が開発したのが16A型アタッシュメントホーンでした。この構造は、図7に示すように左右対称の2基のホーンが結合した構造で、奥行きが25.5/8インチと薄いホーンで、これは特殊な構造のため鉄板が使用され、音道119インチの長いホーンが折り曲げられて作られています。ホーンのカットオフ周波数は57Hzで、再生周波数特性は約60Hzと近く立ち上がり、高音域は17A型より高音が伸びて、6000Hz以上まで

【表1】 ホーンドライバー555型と組み合わせたトーキー映画用各種ホーン (1)

形名	開発年 [年]	概略 形状	外形寸法 (インチ)	音道長さ [インチ]	指向角度 (°)	適用ドライバー	備考
12A	1926		W = 45 H = 67.1/2 D = 47	132	40 30	12A型は555×1 A-12-B型は555×2	カーゴホーン
13A	1926		W = 62 H = 58 D = 63	168		555×1	フォールディング ホーン
14A	1929		W = 14.3/4 H = 11.5/32 D = 12.3/4	36		555×1	木製 フォールディング ホーン
15A	1928	17Aホーンを組み合わせたシステム				15A型は555×1 15B型は555×2 15C型は555×4 15D型は555×3	
16A	1930		W = 106.3/4 H = 67.1/2 D = 25.5/8	119	60 40	6016A型は555×2 6116A型は555×4 6216A型は555×6	フォールディング ホーン 15A型参照
17A	1928		W = 56.3/8 H = 70.1/2 D = 53.1/8	132	40 30		カーゴホーン ホーンシステムは 15A型参照
18		—					フゾグ10A
19		—					フゾグ10A
20		—					フゾグ10A
21 21B			W = 30 H = 30				フォールディング ホーン 日本電気が販売 開口部は木製 カットオフ125Hz

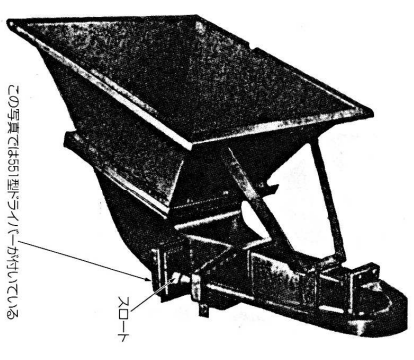
再生し、555型ホーンドライバーの性能を十二分に引き出しています。

このホーンにはアタッチメントが用意され、555型ドライバーを複数取り付けてマルチドライバーする方法が可能になっています。ホーンシステムの型番は、555型を左右に1個の計2個では6016A型、4個の場合6116A型、6個の場合6216A型があり、このホーンシステムは番号によって規模の違う使われ方をしています。

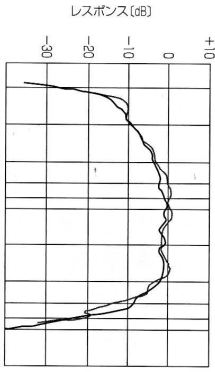
WEのホーンを型番順にまとめたものが表1です。18、19、20は、どうした理由かわかりませんが空っぽになっています。

続いて21番は、WEと技術提携していた日本電気が1940年ごろ国内販売していたホーンで、型番が21B型(写真5)のものがあります。カットオフ周波数が125Hzとやや高めのリールロードホーンで、開口部は木製で、ほかは軽金属の鋳物となっています。ホーンドライバーは555型か、551型が組み合わされました。1936年完成の国会議事堂内の拡声用に設置された写真が残っています。

1935年ごろからトーキー映画のサウンドトラックが画期的に改良され、歪みもなくなり、再生周波数帯域が拡大されました。WEのトーキー用スピーカーシステム「ワイドレンジサウンドシステム」の後半に



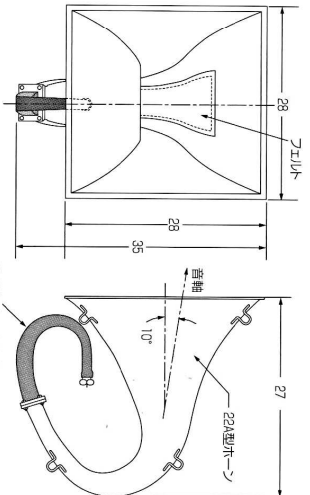
【写真5】 日本電気がWEと提携して国内販売した21B型ホーン
この写真では551型ドライバーが付けられている



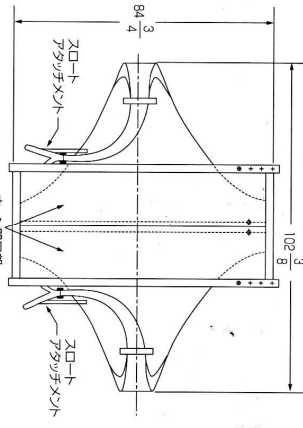
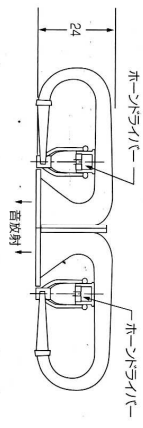
【図9】 6022A型ホーンシステムの再生周波数特性(筆者による測定)

なると、これまで使用してきた大型の17Aホーンに代わって、カットオフ周波数の少し高い22A型を開発し、これを中音専用として非同軸複合型3ウェイ方式にしました。この概略構造寸法(図8)を見ると、ホーンのサイズが小さくなり、これを搭載したシステム全体もかなり小型化されたことがわかります。反面、性能面では22A型は中音用に特化したホーンのため優れた特性が得られ、中音域が充実し、3000Hz周辺の再生も強化されてマリヤリのある音質に変わってきました。この22A型のホーンにアタッチメント12-Aを使用し、この22A型のホーン1個と組み合わせた6022A型ホーンシステムでは、図9のように優れた再生周波数特性が得られています。

また、パワー強化のため、22A型ホーンにアタッチメント13-Aを取り付けて555型ドライバー2個使用した6122A型ホーンシステムと、アタッチメント15-Aを取り付けて555型を3個使用した6222A型ホーンシステムがあります。



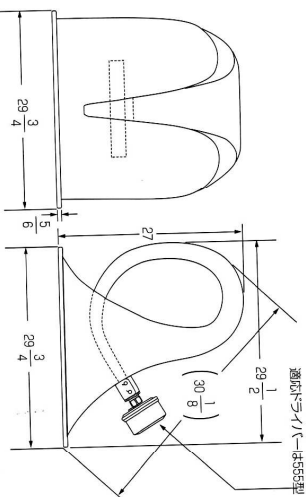
【図8】 22A型カーゴホーンの概略寸法とアタッチメントによる22系のホーンシステム仕様
指向角(カ/ルー角): 水平20°, 垂直40°
12-A型アタッチメント (555型ドライバー1個) (単位: インチ)
ホーンシステム 型番 アタッチメント ドライバー555 (W) の個数
6022-A 22-A 12-A 1
6122-A 22-A 13-A 2
6222-A 22-A 15-A 3



【図10】 KS-6516型フゾグ10Aの概略構造寸法(材質: フォーリック, 寸法: インチ)

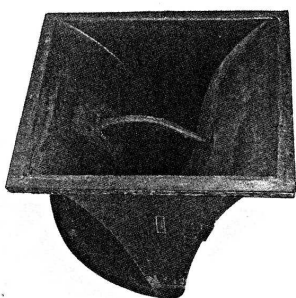
KSシリーズのトーキー映画用ホーン

WE製のトーキー映画用ホーンスピーカーと組んで、ラコーン(米国)製のフゾグ材料で製作したホーンが開発され、素材の特徴を生かした大型ホーンでありながら、軽量化と低価格によるホーンを実現しました。その初期の製品に、1928年に製作されたKS-6353

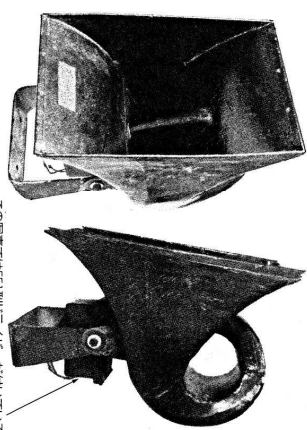


(材質：フアラリツク、寸法：インチ)

【図11】 KS-6373型カーブホーンの概略構造と寸法



【写真6】 555型ホーンドライバーと組み合わせたKS-6373型ホーン



【写真9】 KS-6368型ホーンの前面と側面

音道を曲げる径を小さくして、よりコンパクトに仕上げの工夫を行い、スロート部分の細い音道を開口に近いホーン部分に貫通させて曲げたホーンで、1928年ごろから特許にこうした考案があったものを実現させました。

その結果、写真6に示すKS-6373型ホーンを完成させました。前面から見ると、ホーンを貫通したスロート自身の音道が見える状態になっている図11のような形状のカーブホーンで、奥行き寸法は短く、27インチになっています。

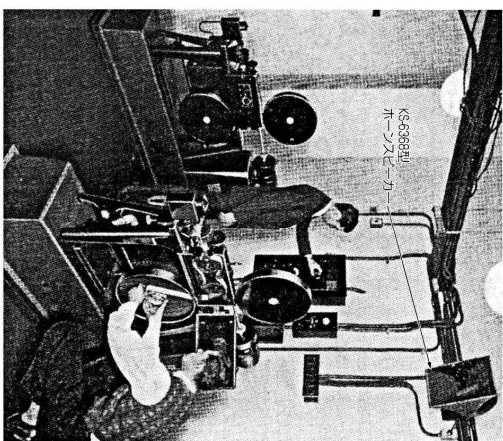
このホーンは、野外でトーキー映画を上映するときで使用できるよう、素材にフアラリツクを使用して軽量化し、555型ホーンドライバーと組み合わせるフルレンジ再生するシステムです。トランスクエアスに収容し、持ち運びが便利になっています。写真7に、梱包された状態と、現場でスクリーン裏に取り付けて使用されている状況を示します。

ホーンの奥行きを短くする設計で、さらに小型化したのがKS-6368型ホーンです。写真8がその極端に曲げられた形状を示すもので、開口部の寸法は11インチと16.5/8インチの角型で、奥行きは12インチ（写真9）となっており、映写室などのモニタースピーカーとして使用されました。

当時は音楽信号を記録するのに磁気テープではなくフィルムに録音していましたが、この録音室のモニタースピーカーにKS-6368型ホーンが使用されている例を写真10に示します。

このホーンは、ホーン全体の中央位置にホーンドライバーがあるため、取り付け時の重心が安定した状態で使用できます。

このKS-6368型ホーンは、開口寸法からカットオフ周波数が約270Hzで、555型ホーンドライバーと組み



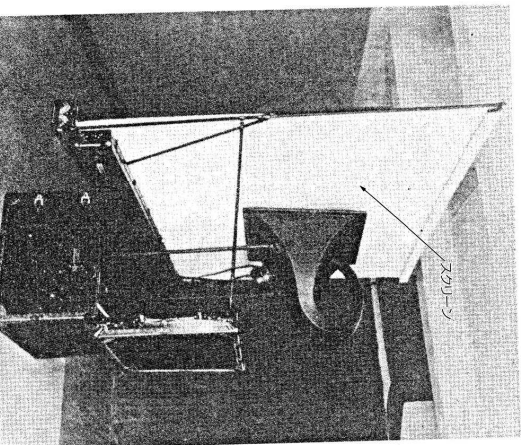
【写真10】 フィルム録音室でモニター用に使用されているKS-6368型ホーンスピーカーの例

合わせると、再生特性は音声帯域をカバーした高音質な再生ができ、木製の14A型ホーンより取り扱いがやすいため、シェアを伸ばしました。

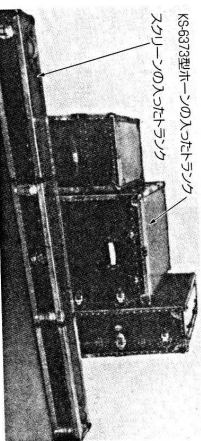
表2に示す555型ホーンドライバーと組み合わせる使用されるKSシリーズの機種の中で、特別大きな機種として、「八嶋誠コレクション」⁵⁾に掲載されたKS-6256型ホーンがあります。詳細は何かわかりませんが、1葉の写真だけが残されており、これを撮影したものが写真11です。内容を見ると、ホーンがワルチセルラーホーンのように途中で分割されており、また、スロート部分は9分割されたアタッチメントが使われており、これに555型が9個取り付けられています。

このアタッチメントについては、1928年にE. O. Scribnerの論文⁶⁾に掲載された写真（写真12）があるため、トーキー映画用とそれ以外にPA用として使用されたように考えられます。

WEではこの時期、大型の劇場やシアターに対応した再生時の音量を増強する方策として、1個のホーンに複数の555型を取り付けてワルチドライバーして再生するか、17A型ホーンを複数設置して再生するか検討し、結果的には指向性などを考慮して17A型ホーンを複数設置する方向に展開し、その後のWEの「ワイドレンジシステム」の構成の基本となりました。もしもかつてこのKS-6256型ホーンは、こうした時代背景の中で、検討用として作られたものかもしれません。次回は、WEのホーンドライバーが戦時の変遷の中



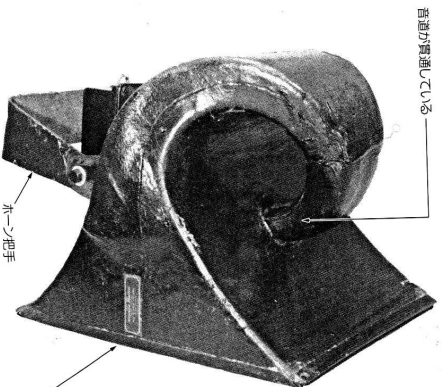
(a) トランクから出てスクリーン裏に付いた状態



(b) 梱包されたときのトランク

【写真7】 移動用のトーキー映画上映設備で使用されたKS-6373型の梱包と組み立て状況

型があります。これは好評を受けた17A型ホーンをフアラリツク製にしたもので、17A型より約10センチ軽量化されています。形状寸法は同じです。しかし、生産期間は短く、1933年には生産が中止されています。



【写真8】 大きく曲がったホーンが貫通し、下にスロート部分があるKS-6368型ホーン

一方、1930年に16A型ホーンをフアラリツク製にしたKS-6575型とKS-6576型のホーンが開発されました。この両者の違いは、KS-6575型が9A型アタッチメントを使用して555型ホーンドライバーを2個使用するのに対して、KS-6576型は8B型アタッチメントを使用して555型を4個使用することです。その両者共通部分の概略構造寸法（図10）は、16A型と比較して奥行き寸法が短く、より扁平な形になり、スクリーンと一体になって吊り下げて使用でき、上映後の撤収が便利になっています。また、16A型のホーンは鉄板で製作されたものに対し、フアラリツク製のため、約25ポンド軽量化されています。

1931年になって、ベル研究所のウェントとサラスは、これまでのホーンの種類にない新しい形状のホーンに取り組みました。それはカーブホーンではありながら



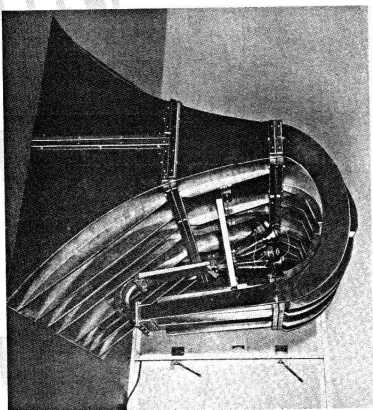
で、最も優れた594型が誕生し、このホーンと組み合わせたマルチセルラーホーン群について述べてみます。

参考文献

- 1) A. L. Thuras : A New Loud-speaking Receiver, Bell Laboratories Record, Vol. 6, Mar. 1928
- 2) 米田晴清第1852,793
- 3) 佐伯啓門：WEのライオンサウンドシステム用スピーカシステムの全貌 (2), MJ無線と実験 2011年12月号
- 4) 米田晴清第1853,955
- 5) MJ無線と実験編集編纂：JAL機コレクション—日本のライオンサウンドライオン取扱店 誠文堂新光社 2006年6月
- 6) E. O. Scriven : Sound Projector Systems for Motion-Picture Theaters, J. S. M. P. E., Nov. 1928

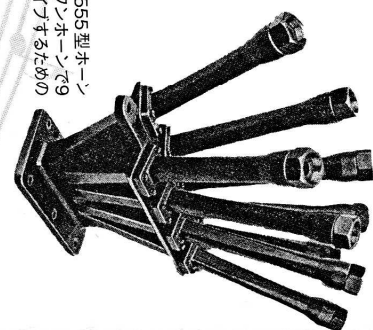
【表2】 ホーンタイプA—555型と組み合わせたいキー映画用各種ホーン (2)

形名	開発年 (年)	概略形状	外形寸法 (インチ)	普通長さ (インチ)	指向角度 (°)	適用タイプA—	備考
22A	1935		W = 28 H = 28 D = 27		40 20	6012A型は555×1 6022A型は555×2 6222A型は555×3	カーブホーン カットオフ130Hz
KS-6353	1928	17Aホーン 相当品			30 40		フラットリッジ製 カーブホーン
KS-6368	1931		W = 11 H = 16.5/8 D = 12		30	555×1 551×1	フラットリッジ製 カーブホーン モニター用
KS-6373	1931		W = 29.3/4 H = 29.3/4 D = 26.7/7	72	30 40	555×1	フラットリッジ製 カーブホーン
KS-6575	1930	16Aホーン 相当品	W = 102.3/8 H = 84.3/4 D = 24	120	55	555×2 9-B	フラットリッジ製 フラットリッジホーン カットオフ57Hz
KS-6576	1930	16Aホーン 相当品	W = 102.3/8 H = 84.3/4 D = 24	120	55	555×4 8-B	フラットリッジ製 フラットリッジホーン
21 21B						555×9	詳細不明 入場観コレクション 資料より



【写真11】「八嶋誠コレクション」に収録されたKS-6256型ホーン (1928年ごろ)

【写真12】555型ホーン
ドライバをラッシュで9
個マルチドライブするための
ラッシュメント



誠文堂新光社の出版案内

好評発売中

ステレオ黄金時代 1970～80s

オーディオ永遠の名機
リアレンジング & パワーレンジング

MJ無線と実験編集部 編

「無線と実験」1970年1月号から80年代に掲載された日本製
アンプの紹介記事 80機種と広告 100機種を厳選して再構成



BS判・224頁
定価・本体2,600円＋税
ISBN978-4-416-11464-3

日本製アンプ
180機種を
一挙掲載！

●掲載機種一覧 (広告は除く)
【リアレンジング】 フェルチエース E-202E-302 / オンキヨー A-819RX / 京セラ A-710 / フォンック F-L01A・L02A / サンスイ AU-D907・AU-X1 / ソニー TA-F68・TA-F555E5 II・TA-F555EX / フォニックス SL-V10X / フォンック BMA-940V / トリオ KA-9300・KA1100SD / パイオニア A-0012・A150D / ビクター AX1000 / ヤマハ A1・A-1000 / ラックスマン SL15・L550
【パワーレンジング】 フェルチエース C-200・C-240・C-280 / A&E ECN-5 / オーリックス SV-A 88 II / オンキヨー DV-3000GOLD / スタックス CAX / ソニー TA-E88・TA-D900・TA-E900 / フォンック PRA-2000 / パイオニア CS / ビクター EG-7070 / ヤマハ C2・EC1・CX-10000・HX-10000 / ラックスマン 5C50
【リアレンジング】 フェルチエース M-60・M-100・P-260・P-400・P-600 / オンキヨー M-510 / ソニー TAN-8250・TAN-8550 / パイオニア M5 / ビクター M-7050 / ヤマハ B-1・B-2・MX-10000 / ラックスマン M-07 / ローランド HMA-8300・HMA-9500
【セパレートアンプ】 A&E DCA-400・E-2000 / オンキヨー AD-C1・AD-P1 / オンキヨー P-309・M-500 / 京セラ B-910・C-910 / フォンックス SE-A1・SU-A2・SE-A3・SU-A4・SE-A100・SU-A200 / フェルチエース POA-1000B・PRA-1000B / ノリタ 700C・700M・L07C・L07M II / パイオニア CZ1・MZ1・C3a・W4

断然音がよくなる！ 視聴ルームの設計・測定・改造法

改訂増補

リスニングルームの音響学

石井伸一郎・高橋賢一 著

■「リスニングルームの音響学」(2009年3月発行)からの主な改訂内容
旧版の162頁に130頁を加筆修正し計292頁とした。新たなリスニングルームの施工12例と一般住宅4例を紹介。旧版は新築のための設計方法がメインだったが、読者からは既存の部屋の改造法を求める要望も高いため、新開発の吸音パネル、スピーカーのセッティング位置による特性変化の解明、一般の部屋の音響特性設計解析法、最新のシミュレーションソフトの開発と研究成果も解説。

著者紹介

石井伸一郎：東北大学通信工学科卒、松下電器産業入社。1980年までスピーカー、オーディオアンプの設計に従事。現在、オーディオルーム・コンサルタント、高橋賢一：東北大学電気及通信工学科博士課程終了、建築音響の研究で工学博士。松下電器産業入社。2004年までAVC知的財産権センター長。現在、「音楽進学教室」代表。



BS判・292頁
定価・本体2,800円＋税
ISBN978-4-416-11439-1

誠文堂新光社

1138-0093

東京都文京区本郷3-3-11

ホーランドビル

TEL.03-5800-5780 FAX.03-5800-5781

http://www.seibundo-shinkosha.net/