

# 笠間焼とオーディオアンプのコラボレーション

—照響陶（しょうきょうとう）プロジェクト—

広瀬 純\* 寺門 秀人\*\* 鷲野谷 昇\*\*\* 望月 聡美\*\*\* 小林 哲也\*\*\*\* 勝山 洋一\*\*\*\*\*

## 1. はじめに

トランジスターが発明されてからも 1970 年台までの間、真空管がラジオ、テレビそして無線機器に使われていた。その後急速に姿を消し一般用途の真空管は製造中止になったが、真空管の愛好家はまだまだ健在である。特にオーディオの趣味では真空管アンプはその音の心地よさから、現在ブームですらある。近年、若い世代に真空管アンプの音の心地よさが見直され、携帯音楽プレーヤー用の真空管アンプが販売されている。また、真空管世代の古ラジオや真空管に対する懐古趣味からも真空管アンプが注目されている。

(有) アルフォニック電子では、このような背景を受け、ターゲットユーザーを若いころ真空管に慣れ親しんだことのある中高年層とし、新たな真空管アンプ開発に着手した。センターと(有) アルフォニック電子では、音声増幅回路の新規開発と音楽を鑑賞する空間に調和したアンプケースの製作を共同で行った。

## 2. 目的

真空管アンプについて、①インテリアに調和した高品質オーディオアンプ開発、②展示場やオーディオマニア・ニューリッチ層への販路の開拓、を行った。

## 3. 研究概要

本研究では、①高性能真空管アンプの開発・評価（製品性能の向上）、②製品の高付加価値化（笠間焼でのアンプケースデザイン・製作）を行った。

①については、新規信号増幅回路を開発し、電気用品安全法に適合するように予備試験を行った。②については、笠間焼で「和の空間に合うデザイン」真空管アンプカバーを製作し、好評を得た。

## 4. 高性能真空管アンプの開発

### 4.1 開発背景

安価製品では海外製品に勝てないため、高性能品をオーディオマニア向けに販売することとし、高性能真空管アンプの開発を行った。

環境負荷低減のため低消費電力を目指した。また、音楽を大音量で聞くことは少なくなってきたため、小さい音でも「良い音」となるように設計を行った。

### 4.2 新規信号増幅回路の開発

通常、真空管アンプでは電圧増幅回路と電力増幅回路の間に DC 電流遮断のための結合コンデンサが入ってしまう。今回、(有) アルフォニック電子の開発した

回路では、結合コンデンサが必要ない。このため、結合コンデンサにおける充放電による音質劣化がなくなる。

このことは、電圧増幅回路に OP アンプを使用することで実現している。結合コンデンサが必要ない理由は、真空管電圧増幅回路ではプレート・カソード間に高 DC 電圧を印加しなければならず、増幅した信号に DC 電流が乗るが、OP アンプでは増幅した信号に DC 電流が乗らないためである。また、負帰還回路を備えることで、半導体の音と真空管の音、両方を楽しめる回路とした。

この回路は他社の特許を侵害しないものと考えられる。現在、共同研究先にて特許申請を検討中のため回路図は公表できないが、回路ブロック図を図 1 に示す。

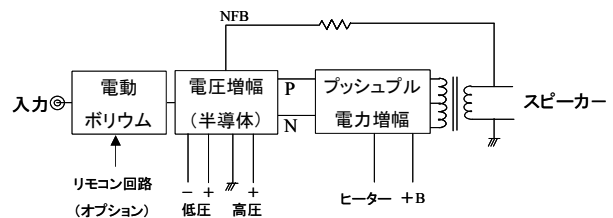


図 1：回路ブロック図

## 4.3 真空管アンプの性能評価

性能評価では、測定機器による性能評価と人間による官能評価を行った。

まず、測定機器による性能評価について述べる。今回開発した真空管アンプ（以下照響陶アンプ）と一般市販品（同程度の性能）との性能比較を表 1 に示す。また、外観を図 2 に示す。照響陶アンプは市販価格 70 万円程度の製品と同等の能力である。本開発品では出力が低くなっているが、これは、小音量での音質の良さと真空管へのダメージ低減のためである。また、電力消費を抑えており、省エネルギーを達成している。

表 1 性能比較表

商品名(会社名)	ATM-2(エイ・アンド・エム(株))	照響陶((有)アルフォニック電子)
製品型式	ステレオプッシュプルパワーアンプ	ステレオプッシュプルパワーアンプ
電力増幅真空管	KT88 × 4 (6556でも可)	KT88 × 4 (6550,6CA7,6V6GTでも可)
トランス	(株)タムラ製作所製	(株)タムラ製作所製
出力	80W × 2(8Ω)	12W × 2(8Ω)
入力感度	1V	1V
入力インピーダンス	100kΩ	50kΩ
負荷インピーダンス	4Ω / 8Ω	4Ω / 8Ω
周波数特性	20Hz ~ 20kHz (±1dB以内)	20Hz ~ 50kHz (±0.5dB以内)
全高調波歪率	0.1%以下 (1kHz 1W)	0.18%以下 (20Hz ~ 20kHz 1W)
S/N	100dB	92dB
消費電力	約300W	約150W (最大出力時)
寸法/重量	415W × 223H × 380Dmm/32kg	350W × 210H × 250Dmm/17kg
価格	71.4万円	60~80万円



図 1 真空管アンプ 外観

次に、人間（当センター職員）の耳での官能評価について述べる。リスニングルームにて試聴を行った。同じ CD プレーヤー、スピーカを用いた試聴によって、照響陶アンプと（株）タムラ製作所創立 75 周年記念モデル真空管アンプ T75M1（限定 75 台、75 万円で販売、現在は販売終了）とを比較した。T75M1 の性能は表 2 の様になる。人間の耳による官能比較では、「音質に大きな差はない」「T75M1 の方はボーカルのふくらみを豊かに表現しており、照響陶アンプは鋭い音の再生（叩くようなピアノの音）に秀でているように感じた」という共通見解を得た。

表 2：T75M1 性能

商品名(会社名)	T75M1 ((株)タムラ製作所)
製品型式	モノラルアンプ
電力増幅真空管	WE300B × 2(パラシングル)
出力	17W(8Ω)
入力感度	0.6V
入力インピーダンス	20kΩ
負荷インピーダンス	4Ω/8Ω/16Ω
周波数範囲	20Hz~100kHz
全高調波歪率	0.5%以下(1kHz 1W)
S/N	—
消費電力	150W
寸法/重量	380W × 185H × 229Dmm/17kg
価格	75万円

#### 4.4 電気用品安全法予備試験

##### (a) 温度試験

真空管アンプは電気用品安全法でその他の音響機器として規制される。そのなかには平常温度上昇の規定がある。対象機器を連続運転し、各部の温度上昇がほぼ一定となった時の各部の温度は表 3 に掲げる値以下であることとされている。照響陶アンプについて、真空管上部及び筐体部の温度を測定した。測定にはデジタルオシロスコープ DL716（横河電機製）及び熱電対「Type T Class1（市村金属製）」「Type K Class2（CHINO 製）」を使用した。測定の様子を図 3 に示すまた、温度測定結果を図 4 に示す。

測定結果から、ボリュームコントロール部は 55℃以下であり、「人が触れて使用するもの」として問題ないことが確認できた。また、真空管上部は 90℃となり、「人が容易に触れるおそれのないもの」としなければならないことがわかった。

参考として筐体内部に置いて測定を行ったが、40℃程度であり、余裕をみても照響陶アンプに使用する部品の耐熱温度は 50℃以上で十分であることが確認できた。

表 3：温度限度

使用中に人が操作するとつ手	金属製のもの、陶磁器製のもの	55℃	
	その他のもの	75℃	
	人が触れて使用するもの	金属製のもの、陶磁器製のもの	55℃
		その他のもの	70℃
	人が容易に触れるおそれのあるもの	金属製のもの、陶磁器製のもの	85℃
		その他のもの	100℃
人が容易に触れるおそれのないもの	100℃		



図 3：温度測定の様子

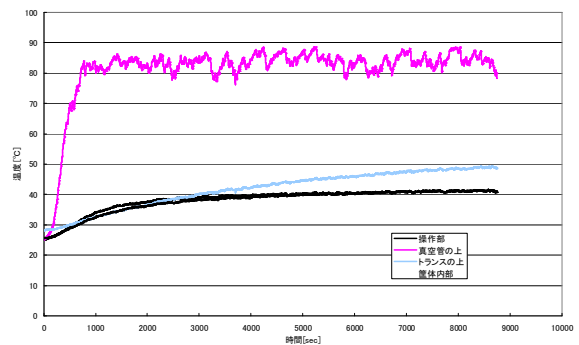


図 4：温度測定結果

##### (b) 雑音の強さ

電気用品安全法では雑音の強さについても、規定がある。その他の音響機器（高周波変調器を有しない）では、雑音端子電圧についてのみ表 4 のように規定がある。照響陶アンプについて、表 5 の測定機器を用いて、雑音端子電圧測定を行った。測定の様子を図 5 に、測定結果を図 6 に示す。測定値は、電気用品安全法で要求されている準尖頭値ではなく、尖頭値である。尖頭値 ≥ 準尖頭値であるので、照響陶アンプの雑音端子電圧は最低でも規定値に対し 15[dB μV] の余裕があることを確認した。

表 4：雑音端子電圧限度

周波数範囲	雑音電界強度[dB μV]
526.5[kHz]~5[MHz]	56
5[MHz]~30[MHz]	60

表 5：雑音端子電圧測定機器

設備名	型名	仕様概略
シールドルーム	—	
スペクトラムアナライザ	FSA	尖頭値測定、0.1MHz~1.8GHz
レシーバー	ESHS10	準尖頭値、平均値測定、9KHz~30MHz
疑似電源回路網	ESH2-Z5	

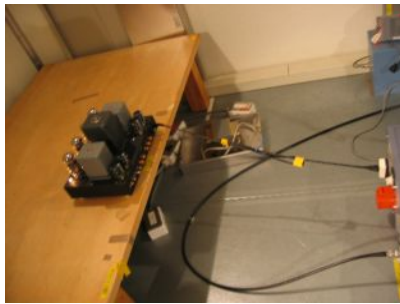


図 5：雑音端子電圧の測定

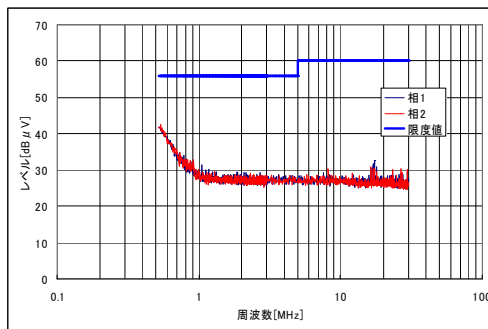


図 6：雑音端子電圧測定結果

## 5. 製品の高付加価値化

### 5.1 開発背景

アンプケースのデザイン・素材については、音楽を鑑賞する空間に調和したものとすべきであると感じていたが、そのようなものはあまり見られないというのが現状である。素材からこだわった製品を作製するために、オーディオの世界でなじみ（自作スピーカなどに使用例がある）があり、「懐かしさ」「職人芸」という真空管と共通のイメージを持つ、「陶器」に注目し、茨城の郷土品「笠間焼」でアンプケースを作製することとした。アンプケースに陶器を使用するならば、木材や金属で装飾した既製品（図 7 参照）と差別化を図ることもできる。

開発にあたっては、ターゲットユーザーを幼いころ真空管に慣れ親しんだことのある中高年層と設定した。また、既存の真空管アンプが洋室やオーディールームに調和するデザインのものが多いことから、既存デザインに対抗し、デザインコンセプトを「和の空間に合うデザイン」とし、和の空間を具体的にとらえるためにキーワードを「床の間」とした。床の間は、古来より生け花・掛け軸・壺などを用い、主人が訪問者をもてなす為の空間であったので、真空管アンプを取り入れた和の空間が「音楽により訪問者をもてなす空間」となるよう、制作を進めた。

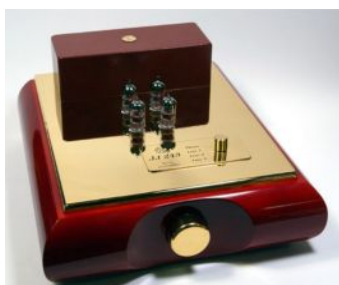


図 7：真空管アンプの例

## 5.2 製作品と展示

センター職員がデザインコンセプトを元に作製した、真空管アンプケースを図 8, 図 9 に示す。

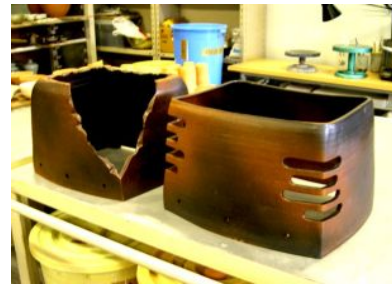


図 8：センター職員製作例 1



図 9：センター職員製作例 2

## 6. 製作品の展示

平成 17 年度に制作した作品を使用し、展示を行った。参加したイベントは、表 6 のとおりである。展示会場では、多くの方々に見て頂き、好評を得ることができた。図 10 に展示の様子を示す。匠工房笠間フェアにおいては、購入したいという意見を多く得た。また、図 11 のようなパンフレットを作製し、展示の際に配布した。パンフレット(図 11)には、以下のような照響陶アンプのデザインコンセプトが書かれている。

### ＜デザインコンセプト＞

昔から、真空管アンプは人を和ませる心地よい空間を彩り続けている。職人の手で作られる笠間焼は、人々に愛され、その自由さをもって世界を広げている。

この真空管アンプと笠間焼が、茨城で出会った。

懐かしい形はそのままに、一人ひとりの好みに合う音を奏でる真空管アンプである。

この懐かしく新しいものを飾るのは、家の中心で、風情のある場所、そしてとても大切な場所。そんな空間がふさわしい。

その答えのひとつは、今では姿を失いつつある「床の間」である。

床の間を『音楽空間』『音楽により訪問者をもてなす空間』にできないか。

私たちは笠間焼と真空管アンプのコラボレーション『照響陶』を、音を活ける新しい生活空間として提案する。

表 6：参加イベント

イベント名	場所	期間
匠工房・笠間フェア	茨城県産業指導所	2005/4/29-5/5
大好きいばらき県民祭	つくばエクスプレス みらい平駅周辺	2005/11/12-13
いばらきデザインフェア	茨城県産業会館	2005/11/21-11/30
	ひたちなかテクノセンター	2005/12/5-12/27



図10：大好きいばらき県民祭での展示



図13：アンプカバーのスリット



図11：照響陶ポスター



図14：藤本 均氏の作品

### 7. 販売品製作

実際に製品を販売するにあたっては、陶芸作家の協力が不可欠である。工業技術センターでは、デザインを提案し、作家のイメージをふくらませるような作品を提示することで、陶芸家を募集してきた。この活動のなかで、陶芸家である北川 隆夫氏と藤本 均氏の協力を得ることができた。センターの提示に答える形で北川氏が製作して下さったアンプカバーを図12に示す。この作品は茨城県窯業指導所ロビーに展示されている。このアンプカバーには、工業技術センターで得られた知見（真空管アンプの温度測定）を元に、放熱特性を良好なものとできるように多くのスリットが設けられている（図13参照）。また、藤本氏が製作して下さったアンプカバーを図14に示す。

照響陶アンプについては販売に向けて準備中である。これから、電気用品安全法に従い、電気用品製造業者として（有）アルフォニック電子が事業登録を行い、真空管アンプが定められる基準に適合していることを確認しなければならない。



図12：北川 隆夫氏の作品

### 8. 終わりに

本研究をとおして、高性能な真空管アンプを開発し、また、その付加価値を高める笠間焼アンプケースを製作することができた。また、図15のような協力体制が築かれた。

来年度以降は、今年度製作したオーディオの用途を、使用する場や空間の提案とともにプランニングしていく。それとともに、エンドユーザーまで巻き込んだ制作体制を整えることや県産品としてのオーディオブランドを目指すことを目標としている。

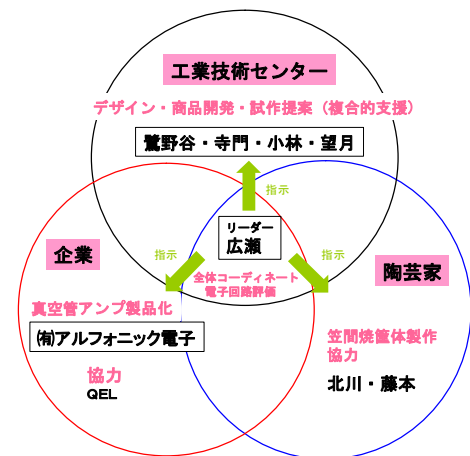


図15：協力体制図

### <参考文献>

1) 通商産業省資源エネルギー庁公益事業部電力技術課 編. 電気用品の技術基準の解説 電気用品の技術基準及び取扱細則. 第9版. 東京. オーム社. 1998