3D プリンタを活用した球形スピーカー

豊田将也，長田将弥，中西翔基（大同大学 2022 年卒業）

ねらい

箱型のエンクロージャでは，エッジ部分での回折音が 2 次音源となり，ユニットから出た音と干渉する．また，エンクロージャ内部での定在波の発生も問題となる．そこで，3D プリンタを活用し，球形スピーカーを製作した．これにより音の回折や定在波の発生を軽減でき，ユニット本来の音が再生されることが期待できる．

エンクロージャの設計

ユニットのサイズを考慮して，内容積を 0.9ℓ に設定した．これを球体で実現すると直径が約 13cm となり，振動板との見た目のバランスもまずまずである．

エンクロージャの方式は，小容量でも低域を稼ぐことのできるバスレフ型とした．ダクトは φ20mm，長さ 35mm とした．これは，事前に φ16mm，φ20mm，φ25mm の塩ビパイプを種々の長さに切断したものを用いて，計測と試聴を繰り返した結果に基づく．

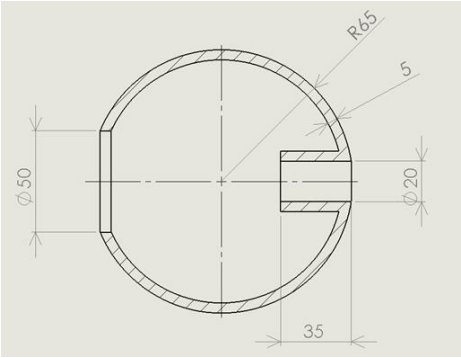

図 1　2 次元 CAD による設計

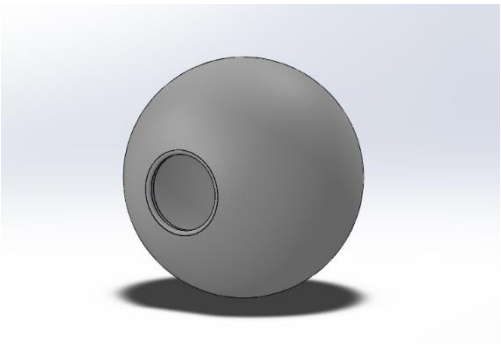

図 2　3D イメージ

エンクロージャの製作

3D・CAD にてイメージを出力後，3D プリンタを用いて印刷を行った．素材には PLA 樹脂を用いた．ユニットを球形の内側から接着するため，球体は一体成型とせずに前後で 2 分割した．

図 3　前後に 2 分割した球体

図 4　ユニットを内側から接着

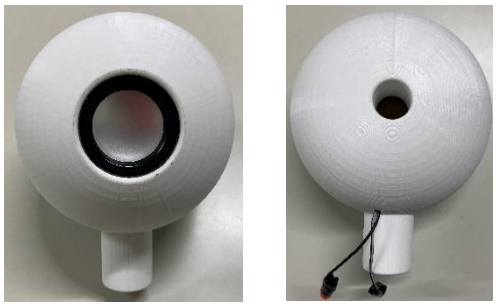

図 5　完成した球形スピーカー

スタンドの設計と製作

小型球形エンクロージャのメリットを活かすために，球体を中空設置できるスタンドを設計・製作した．これにより点音源化の効果が期待できる．

土台は 3D プリンタで出力し，脚は φ25mm，長さ 1.6m のアルミパイプを用いた．

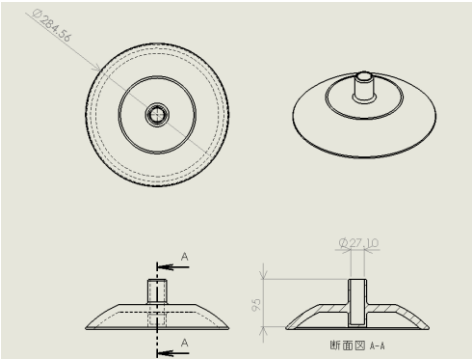

図 6　スタンド土台の設計図

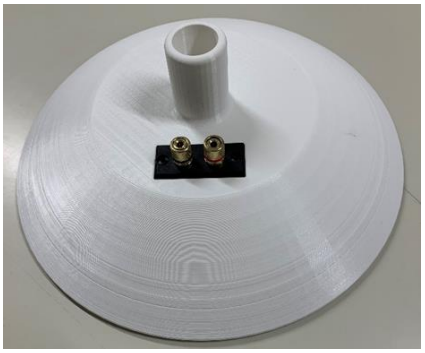

図 7　出力した土台

図 8　球形スピーカー外観

測定と試聴

LCR メータを用いて製作したスピーカーのインピーダンス特性を計測したところ，105Hz と 198Hz にピークが認められた．前者はダクトの，後者はユニットの共振周波数と考えられる．

点音源の効果か，無回折の効果か判別が難しいが，音がピンポイントで発せられる感触があった．しかし，絶対的な音量が不足しているため，2 本のスピーカーの間を音でぎっしり埋めるという感覚は得られなかった．

耳元で小音量で聴く分には，そこそこの音質が得られているのではないかと感じた．

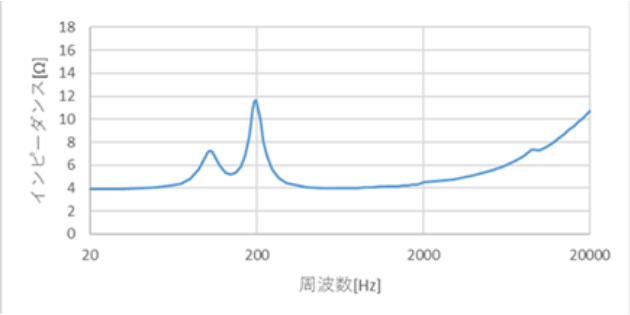

図 9　インピーダンス特性

感想

ダクトの寸法を種々変更して試聴を繰り返したが，最も心地よく感じる条件が人によって異なり，寸法を決定することに苦労した．ボーカル曲では設計寸法が総合的に最も好ましい結果だったが，インスト曲では φ25mm，長さ 80mm の場合が好ましい場合が多かった．

また，音量によっても好ましい条件が変わることがあって，どの音量を標準とすべきか苦労した．

これまでイヤホンでばかり聴いていた楽曲をスピーカーで聴くと，その楽曲の印象が変わる場合が往々にしてあり，新鮮な驚きだった．

今回の製作を通じて，CAD による設計，3D プリンタによる印刷，手作業によるスピーカーの組立，計測機による特性調査，試聴の繰り返しによる音質評価など，ものづくりにおける一連の PDCA サイクルを経験することができて有意義だった．