

# Windows 11 時代の デバイス・ドライバ開発

第6回 独自 APO の開発③…オーディオ・イコライザ機能の追加

日高 亜友

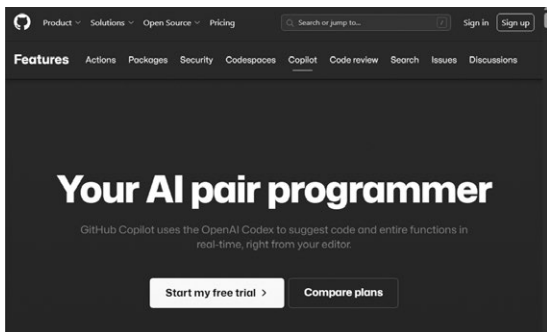


図1 ステップ①…コード生成機能「GitHub Copilot」を使ってイコライザ機能の主要部分をプログラムさせる  
GitHub Copilot の初期画面

APO (Audio Processing Object) は、現在の Windows 11 でも機能進化中である「Core Audio」と呼ばれるサウンド・オーディオ機構に、エフェクト (FX, Effects の略語) と呼ばれる各種音響効果を追加するユーザ・モードのドライバです。この機構により、さまざまなソフトウェアやハードウェアを使って、会話や 3D 音響を含むさまざまな音響入力処理を行えます。

前回 (2023 年 12 月号) は、出力レベルの制御という比較的簡単な音響効果を APO に組み込んで動作確認しました。今回はこれにオーディオ・イコライザ機能を追加して動作させます。



## こんな機能を追加する

### ● 特定の周波数帯の出力レベルを調整する機能

オーディオ・イコライザは、特定の周波数における音の出力レベルを調整する機能のことです。グラフィック・イコライザと呼ばれることもあります。古くはボリューム・コントロールとアナログ回路で実装されていましたが、現在主流のデジタル・オーディオでは容易にソフトウェアで実装できます。APO は音響効果制御のためのしくみなので、本来持つべき機能とも言えます。

### ● 実装に使うリファレンス

ソフトウェアによる音質 (イコライザ) 制御は、Robert Bristow-Johnson 氏の Audio EQ Cookbook<sup>(2)</sup> に従って実装します。本ドキュメントは、多くのデジタル信号処理エンジニアがリファレンスとして参照し、派生したソースコードが多く公開されています。

今回は、Audio EQ Cookbook のレシピを使って、GitHub Copilot に追加モジュールの主要部分をプログラムさせて利用します。

### ● 動作確認済みの各種データの場所

動作確認した最終的なドライバのバイナリとソースコードは次の URL に用意してあります。

- Visual Studio ソリューション  
<https://github.com/devdrv/Windows-driver-samples/tree/IFDev3/audio/sysvad/>
- Visual Studio プロジェクト  
<https://github.com/devdrv/Windows-driver-samples/tree/IFDev3/audio/sysvad/APO/InterAPO>

## ステップ①…GitHub Copilot でコードを自動生成する

### ● AI によるコード生成機能「GitHub Copilot」

GitHub Copilot は、AI を利用したソースコード生成機能で、Visual Studio や VS Code で利用できます (2023 年 11 月号掲載の連載第 4 回でも紹介)。

次のウェブ・ページ (図 1) から申し込むと、ユーザ・アカウントの登録と認証、拡張機能をインストールするだけで、すぐに使えるようになります。利用には、10 ドル/月、もしくは 100 ドル/年の費用がかかります。

<https://github.com/features/copilot>

今回は、Visual Studio 2022 の C++ で使用する事例を紹介します。

第1回 役割/分類/サンプル…開発前に知っておきたい基礎知識 (2023年4月号)

第2回 開発環境構築からビルド&動作テストまで (2023年5月号)

第3回 オーディオ・ドライバ Windows APO の開発と動作テスト (2023年8月号)