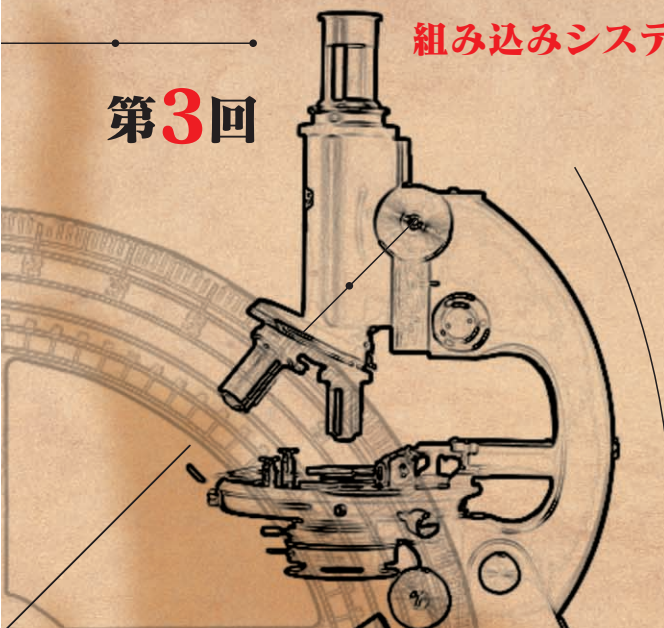


デジタル補聴器を解剖する

成沢 良幸



「組み込みシステム解剖室」の第3回をお届けする。今回は、デジタル補聴器のシステムについて解説する。補聴器がデジタル化された経緯や、補聴器の内部で行われているデジタル信号処理の概要などを紹介する。

(編集部)

補聴器は、難聴の“聞こえ”を補う目的で音を増幅し、必要に応じて音の処理を行う装置です。身体に装着して使用し、内蔵する電池を電源として動作します^注。近年の補聴器は、デジタル信号処理技術の導入によって言葉の聞き取りやすさを向上させ、3次元CAD/CAM技術の導入によって小型化が図られました(写真1²⁾)。

補聴器には使用者の要求に合わせた各種のタイプがあります。今日、一般的に使用されている代表的なタイプは以下の4種類です(図1)。

- ポケット型
- 耳かけ型(BTE : Behind the Ear)
- 耳穴型
- オーダ・メイド耳穴型

アナログ補聴器からデジタル補聴器へ

1920年ごろに真空管による増幅器を持った、現在の補聴器の基本といえる構成(図2(a))が誕生してから約70年間、補聴器はアナログ回路で「音を増幅する」ことを基本に、さまざまな進歩を遂げてきました(p.112のコラム1を参照)。ところが難聴者にとってより良い聞こえを追求していくと、単に音を増幅するだけではなく、音を加工すること、すなわち音の大きさや成分を分析して、難聴者が言葉を聞き取りやすい音に作り変えることが求められるよう

注：補聴器の性能とその測定法、および構造は、骨導受話器を使用する特殊なものを除いて、日本工業規格「JIS C 5512 : 2000 補聴器」で規定されている。この規格は、補聴器が具備しなければならない一般的な構造、および補聴器の性能を一定の試験条件の下で規定するものであり、必ずしも実際の使用状態における性能を示すものではない。この規格で表現される補聴器の特性は、実際の使用状況における性能を知るために重要な役割を持つ。

になりました。1990年代には、これを実現する手段としてデジタル回路の採用が始まりました。デジタル補聴器の始まりです³⁾。

図2(b)にデジタル補聴器の構成を示します。デジタル補聴器の本体は、マイクロホンから出力されたアナログ信号をA-Dコンバータでデジタル信号に変換(数値化)し、この信号に対してDSP(Digital Signal Processor)がさまざまな信号処理を行い、D-Aコンバータで再びアナログ信号に戻して、イヤホンから音として出力します。

以下に、近年の代表的な四つのデジタル信号処理機能について紹介します。

1) マルチチャンネル信号処理

補聴器に入力された音を周波数ごとに複数のチャンネルに分割し、チャンネルごとに各種の信号処理とその増幅を行う処理をマルチチャンネル信号処理と呼びます。これは、デジタル補聴器の基本的機能と言えます(図3)。



写真1 超小型(CICタイプ)補聴器の例

完全耳内型(CIC : Completely in the Canal)は、人の耳によって多少変化するが、2cmに満たないほどの小型で、装着者の耳の中を見ない限り補聴器を利用していることが分からない。

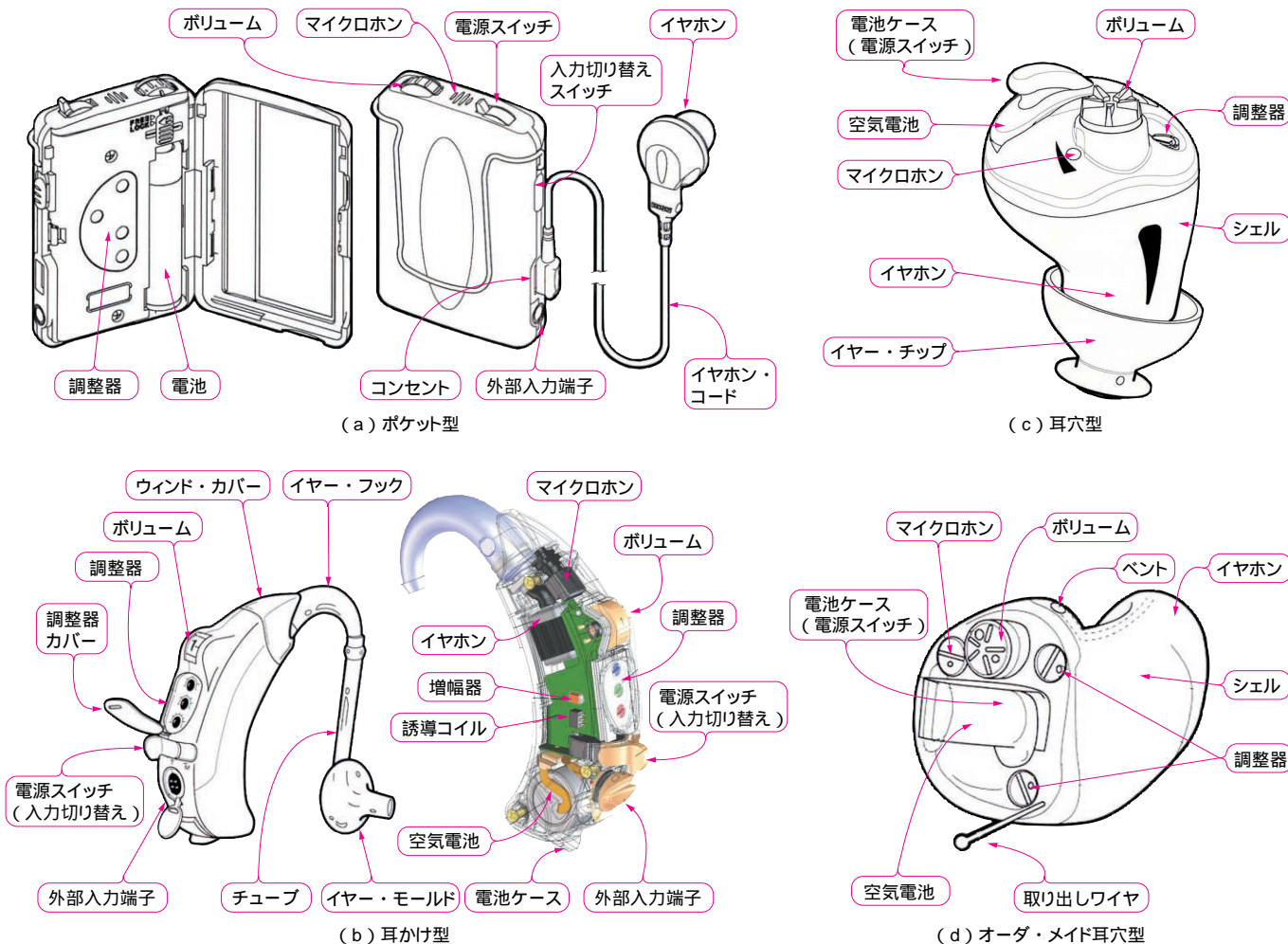


図1 補聴器の例

補聴器には、使用者の要求に合わせた各種のタイプがある。図は、一般的に使用されている代表的な4種類のタイプ。

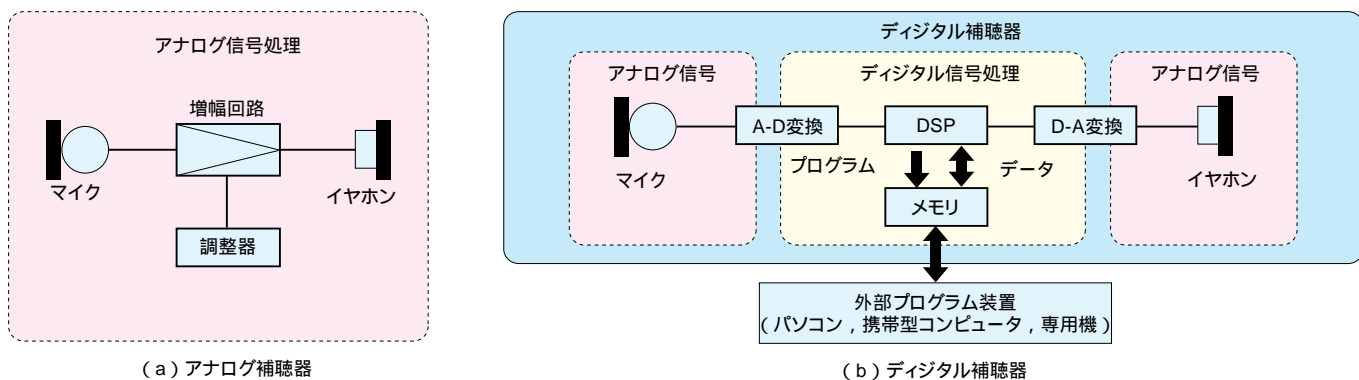


図2 補聴器の基本構成

(a)のアナログ補聴器は、音を取り込んで電気信号に変換するマイクロホン、電気信号の特性を変える調整器、その電気信号を強くする増幅回路、その電気信号を音に変換して出力するイヤホン、それぞれを動作させるためのエネルギーを供給する電池で構成される。1920年ごろに真空管を用いた増幅器が誕生してから約70年間、補聴器はさまざまな進歩を遂げてきたが、その基本構成には変化はなかった。(b)のデジタル補聴器は、本体部と外部プログラム装置から構成される。本体部は、マイクロホンで電気信号に変換された入力信号をアナログからデジタルへ変換するA-Dコンバータ、さまざまなデジタル信号処理と増幅を行うDSP、信号を再びアナログへ変換するD-Aコンバータ、音に変換して出力するイヤホンからなる。外部プログラム装置は、DSPで実行する信号処理を調整・設定する。