

補聴器アップデート

補聴器の 周波数の低域化 “FREQUENCY LOWERING”

2019/7/15

横浜国立大学名誉教授 中川辰男

周波数の低域化とは

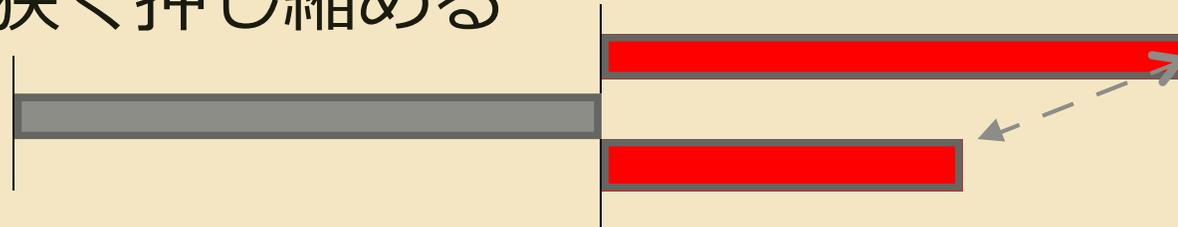
- 周波数の低域化とは何か
- 使用する背景とは
- 各補聴器メーカーにおける周波数の低域化の技術
 - “ビック6”の動向(Alexander, 2016)
 - 日本で障害者総合支援法の補聴器に適用がある4社：
ワイデックス、フォナック、スターキー、オーティコン
- AAAが推奨するフィッティングの方法(Scolli, S)

周波数の低域化とは？

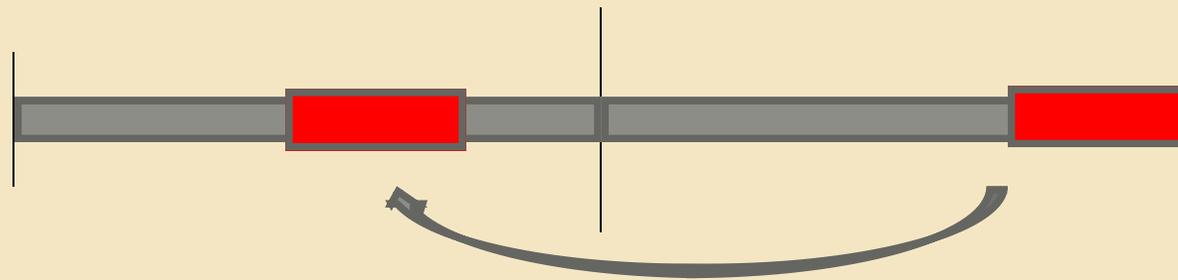
- 聴力や補聴機器の特性により、高い周波数にある音を、低い周波数に移して聞こえるようにする技術

- 周波数の低域化の方法

- 周波数圧縮(*Frequency Compression*)、本来広い高周波数帯域を狭く押し縮める



- 周波数転移(*Frequency Transposition*)、高い周波数帯にある特徴的な帯域を低い周波数にコピー&ペーストする



周波数低域化の背景にある考え方

- 高音域が聞こえることで、受聴明瞭度が上がる
- 高音域が聞こえることで、発語明瞭度も向上する

ランニングスピーチ  2kHzローパスフィルタ 

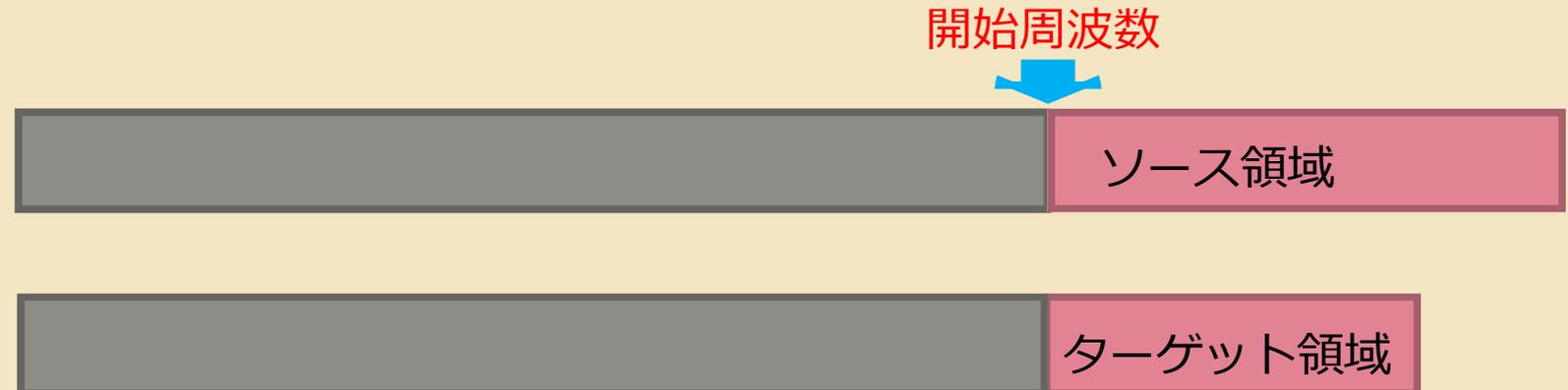
- 英語での/s/や/z/の摩擦音や破擦音の聞き取りの重要性と日本語での重要性は同じか？！
- 高域での増幅はハウリングとの関係で補聴器では限界がある

世界の補聴器”ビック6”の周波数の低域化技術(Alexander, 2016)

メーカー	名称	周波数低域化の方法
Widex	オーディビリティエクステンダー	トランスポジッション(固定)
	強化されたオーディビリティエクステンダー	トランスポジッション(適応的)
Phonak	サウンドリカバアー	コンプレッション(固定)
	サウンドリカバアー2	コンプレッション(適応的)
Starkey	スペクトルiQ	スペクトル包絡ワーピング
Signia	周波数圧縮	コンプレッション
ReSound	サウンドシェイパー	プロポーショナルコンプレッション
Oticon	サウンドレスキュー	マルチレイアートランスポジッション

周波数低域化の技術の特徴1、周波数圧縮とは

- 専門用語の整理
 - ソース領域、低域化される周波数範囲
 - 開始周波数、ソース領域にある一番低い周波数
 - ターゲット領域、低域化された情報が移動される周波数範囲
- 周波数圧縮型(Frequency Compression)：ターゲット領域がソース領域内に含まれる、ソース領域の帯域が縮む、開始周波数は移動しない



周波数低域化の技術の特徴2、周波数転移とは

■ 専門用語の整理

- ソース領域、低域化される周波数範囲
- 開始周波数、ソース領域にある一番低い周波数
- ターゲット領域、低域化された情報が移動される周波数範囲

- ## ■ 周波数転移型(Frequency Transposition)：ターゲット領域とソース領域が重なることは少ない、ソース領域の帯域幅が縮むことはない、開始周波数が低い周波数に移動する



周波数低域化の技術の特徴3、駆動の仕方

- 常時駆動型、どんな音が補聴器から入力されても、周波数低域化を行う
- 入力依存型、入力する音の特徴に合わせて、周波数低域化を行う

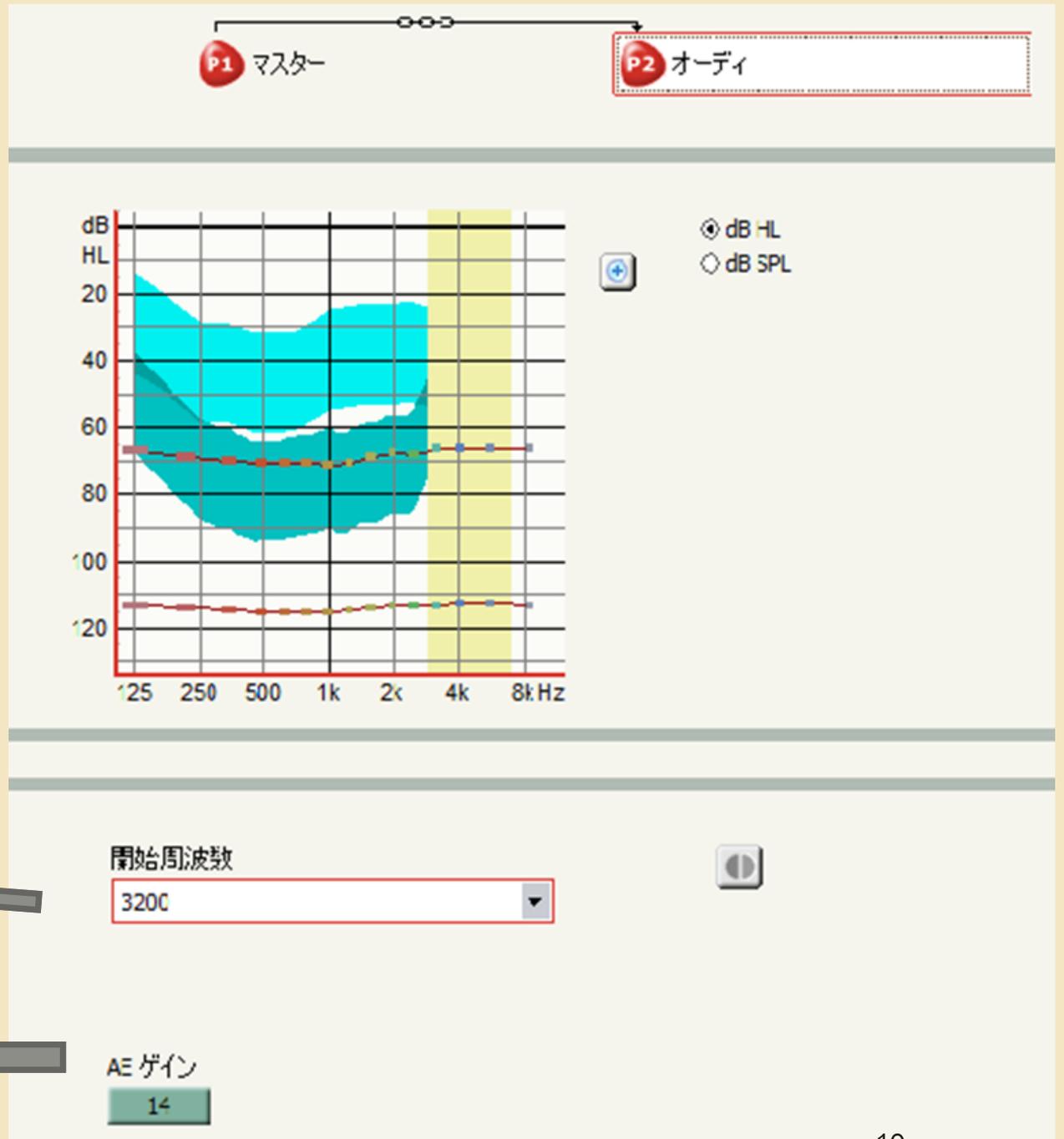
各補聴器メーカーによる周波数低域化の技術、圧縮型と転移型に分かれる

補聴器メーカーと機種名	製品化	周波数低域化の名前	種類	駆動
ワイデックス	2006年	オーディビリティ・エクステンダー	リニア周波数転移(linear frequency transposition)	常時
フォナック Sky-V30-SP, UP	2008年	サウンド・リカヴァー1	ノンリニア周波数圧縮 (nonlinear frequency compression)	常時
スターキー 3シリーズ	2011年	スペクトルLiQ	スペクトル包絡転送 (spectral envelope warping)	入力依存
オーティコン C100-SP	最近	サウンド・レスキュー	多層転移(multilayered transposition)	入力依存

ワイドックスの オーディビリティ・ エクステンダー

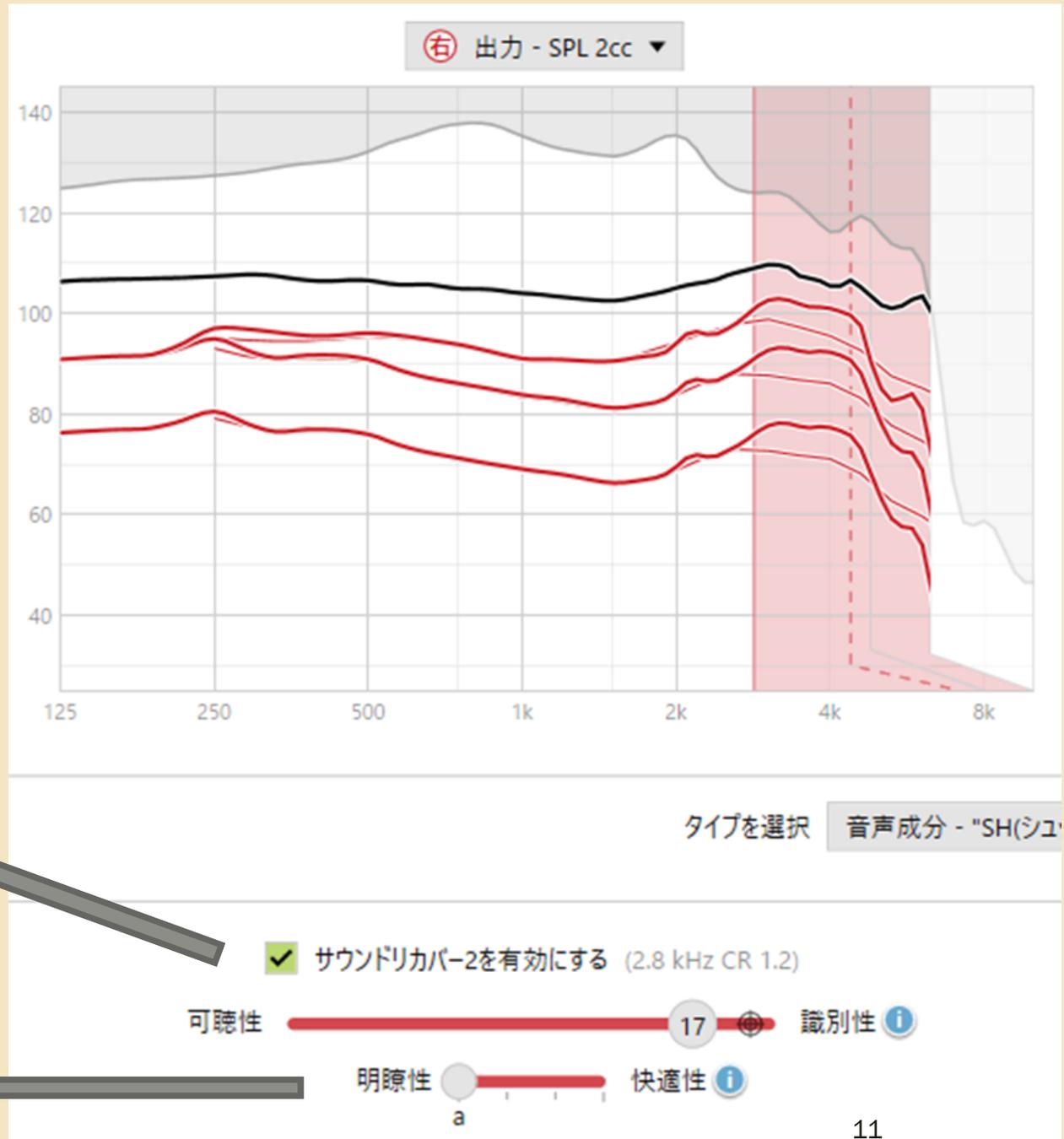
- ・ 開始周波数

- ・ AEゲイン



フォナックの サウンドリカバー2

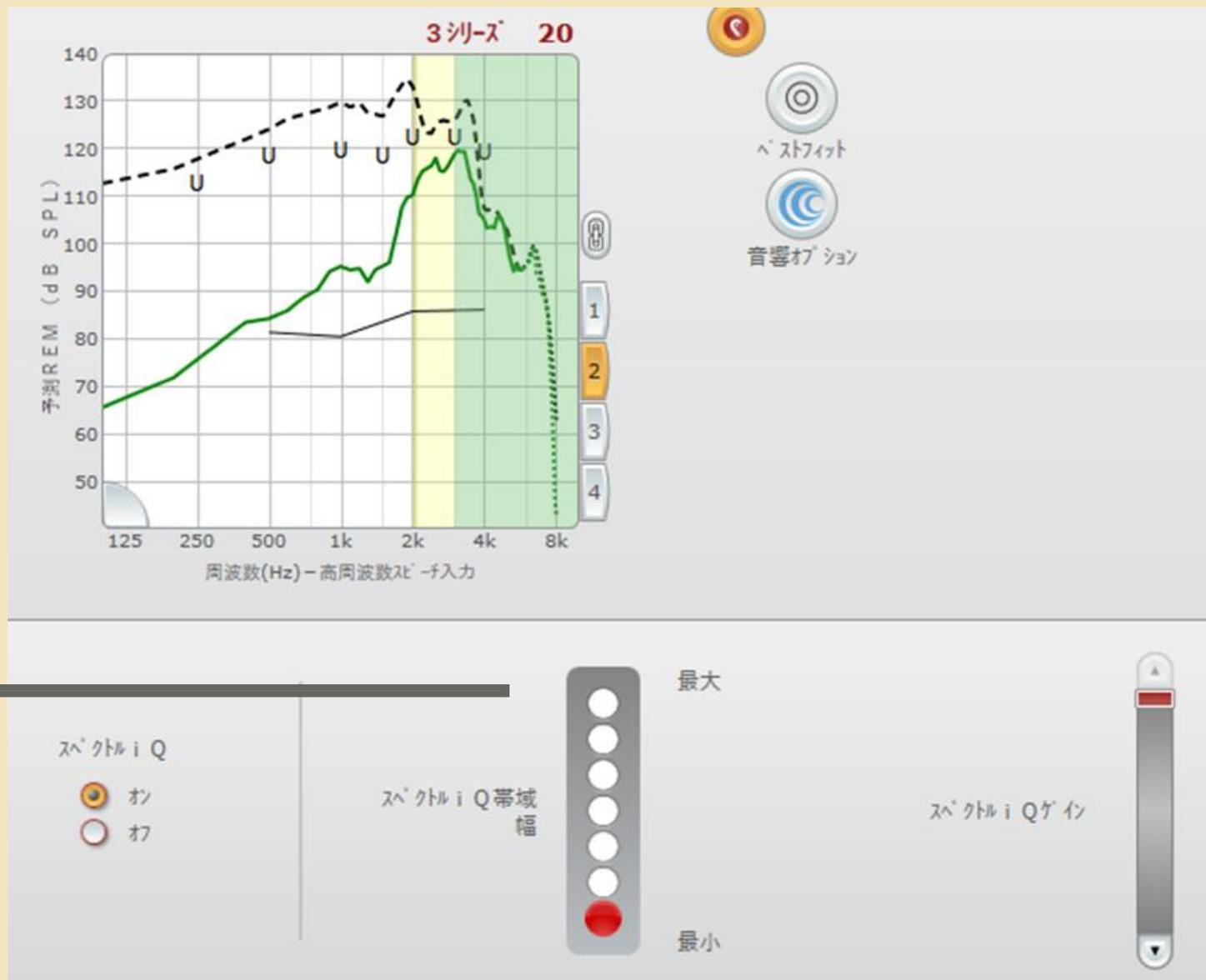
- ・可聴性～識別性
- ・明瞭性～快適性



スターキーの スペクトルEQ

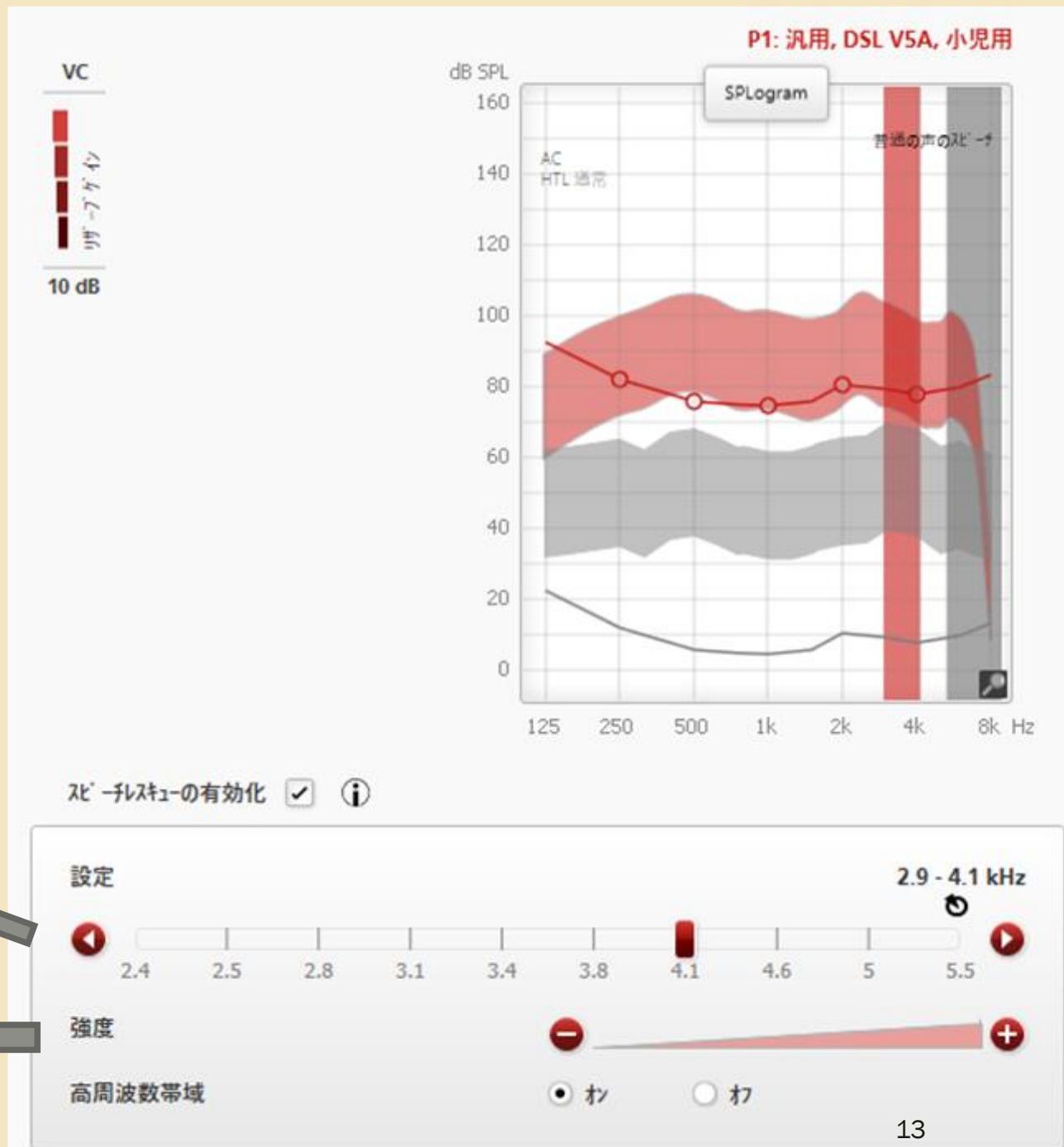
- ・帯域幅

- ・ゲイン



オーディオコンの スピーチレスキュー

- 周波数領域の設定
- 強度



4社の補聴器メーカーに共通の設定

- 設定：
 - 周波数帯域
 - 増幅度
- フィットティングする際にそれらをどう用いるか？
- 周波数の低域化を利かせ過ぎる弊害はないのか？

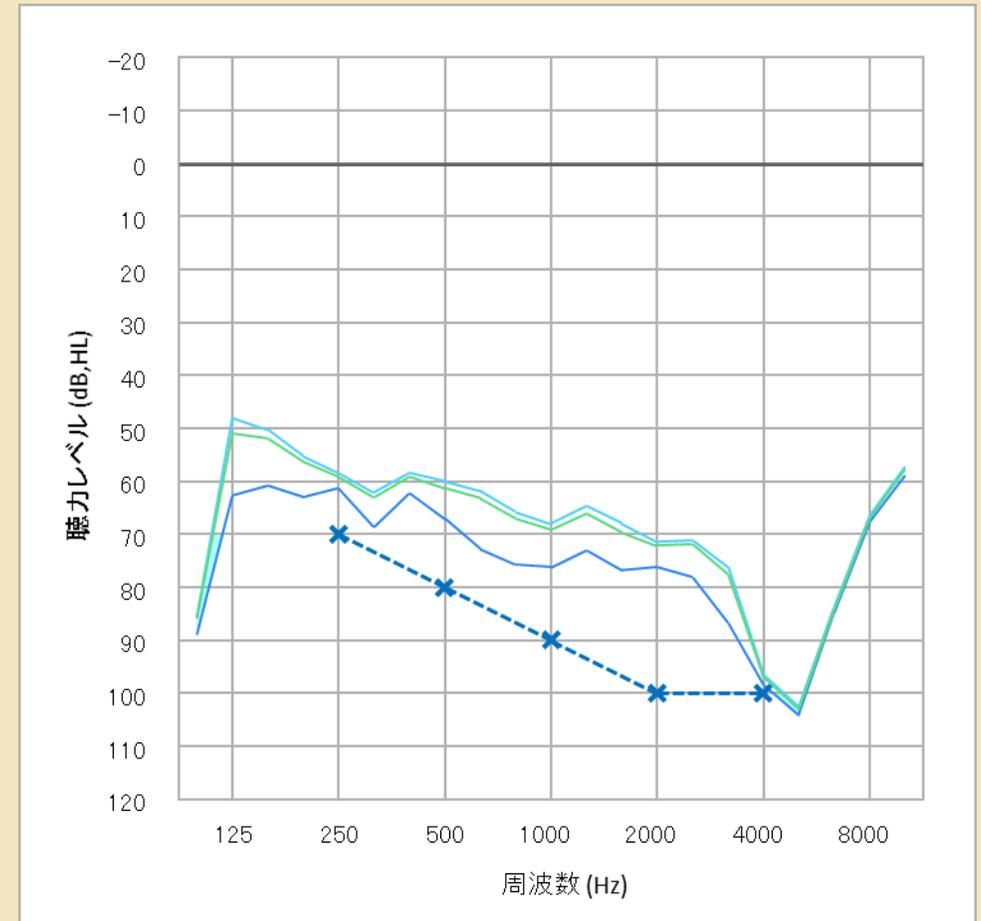
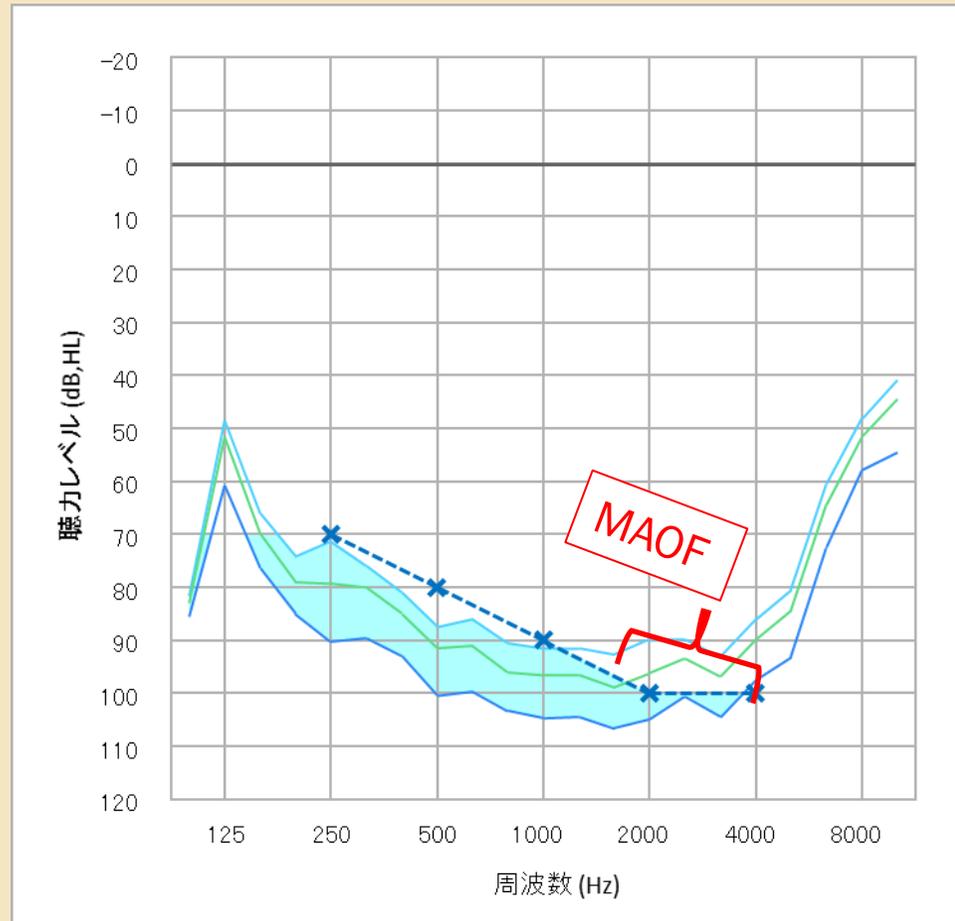
S. スコリー(UWO)の方法(AAAの推奨する方法)

- 周波数の低域化を行わないで、DSLv.5のフィッティングルールを用いて補聴器を調整する
- その調整で最大可聴出力周波数(Maximum Audible Output Frequency, MAOF)を測定し確認する
- MAOFとは補聴器を装用しても増幅音声の周波数範囲に聞こえない領域があることを表す指標
- 次に/s/音(65dB,SPL)を提示して、聞こえるかどうかを測定する
- /s/が聞こえない場合、周波数の低域化を働かせて聞こえるように設定するが、その際、機能を最小限度に止める

最大可聴出力周波数(Maximum Audible Output Frequency, MAOF)を測定、 Sky-V30SP

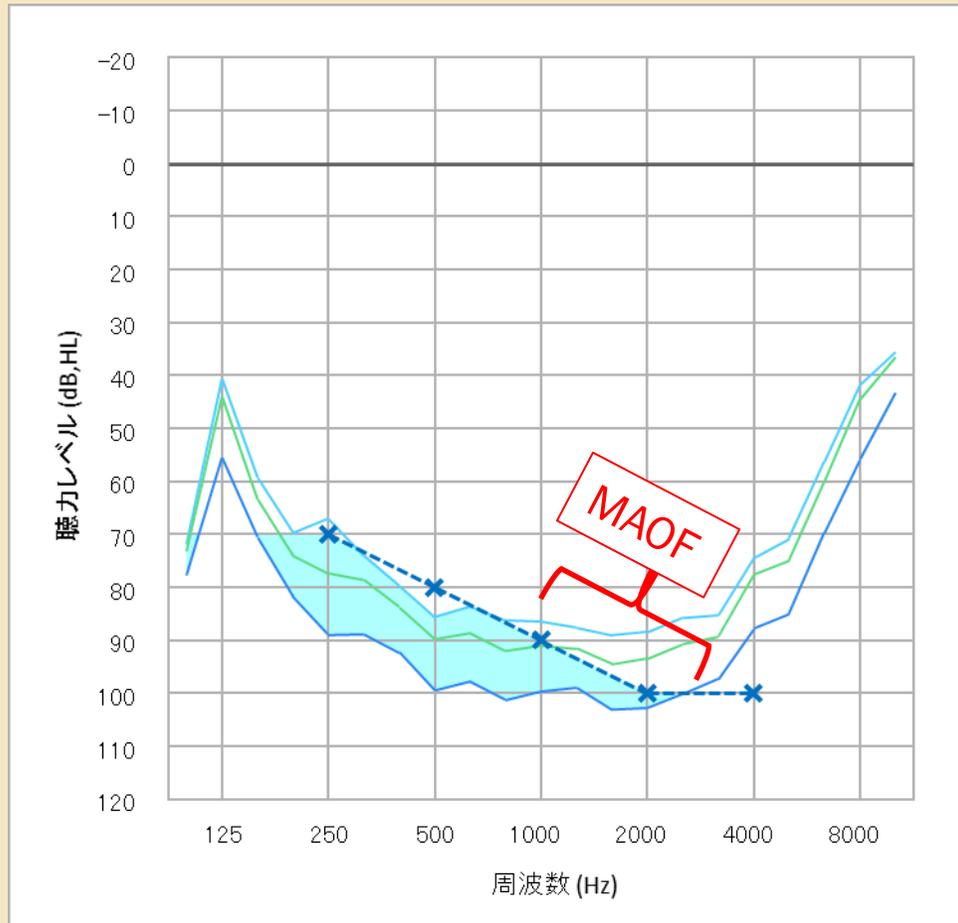
■ FLを掛けない状態増幅音声

■ FLを掛けない状態の/s/

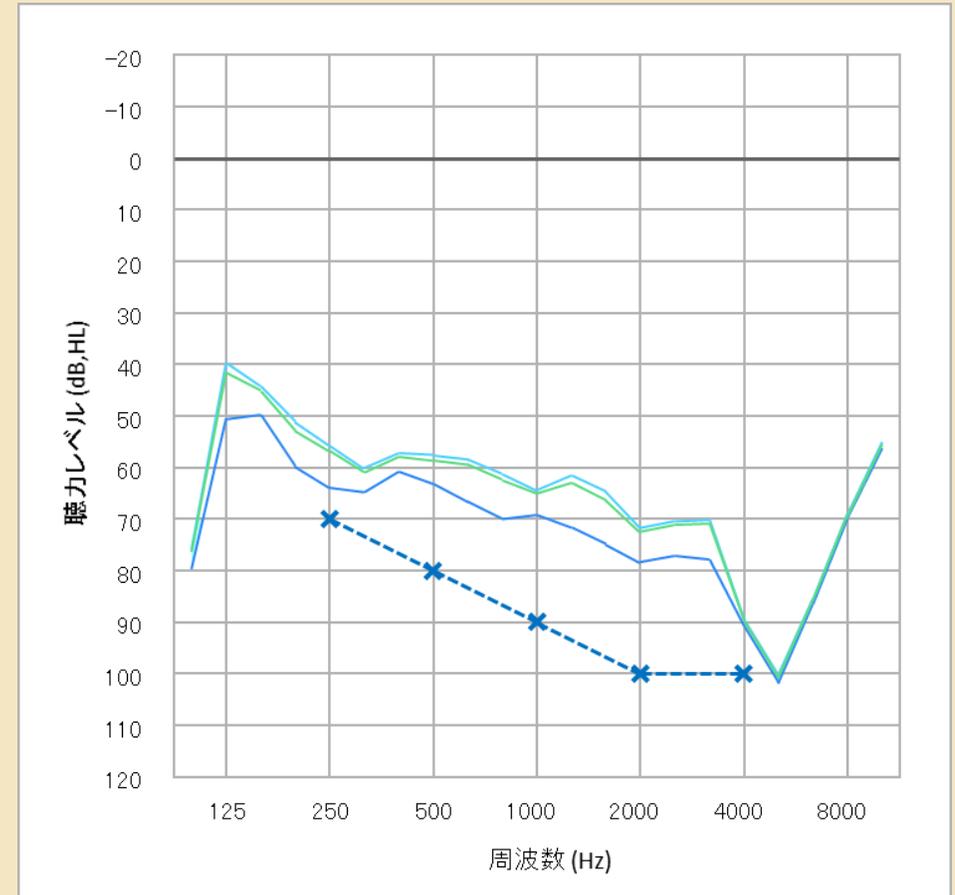


最大可聴出力周波数(Maximum Audible Output Frequency, MAOF)を測定、C100-SP

■ FLを掛けない状態増幅音声

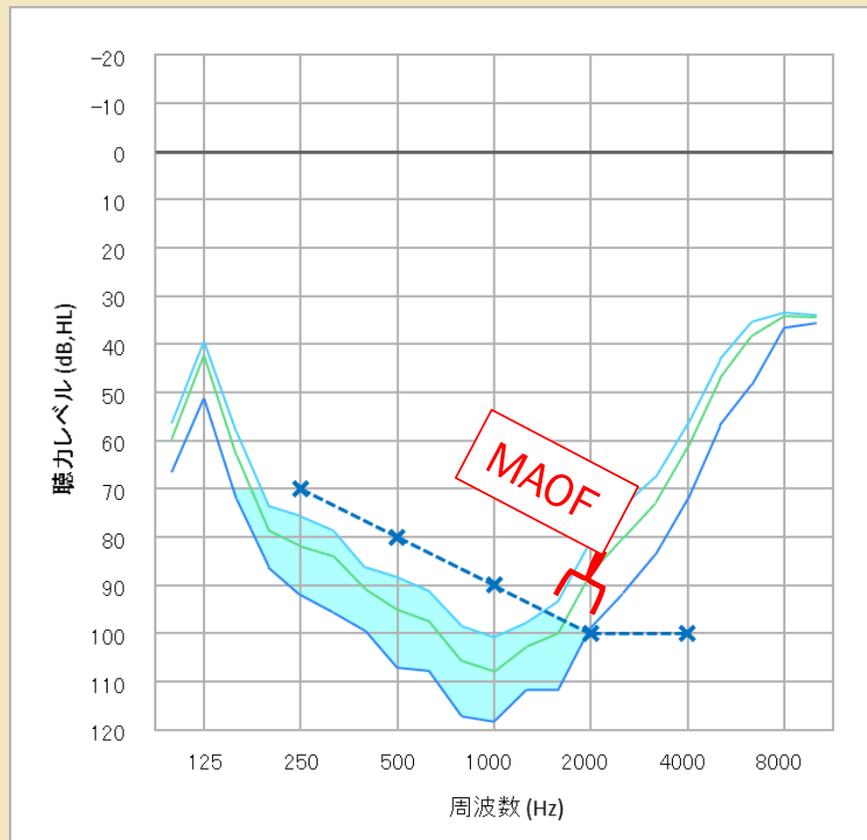


■ FLを掛けない状態の/s/

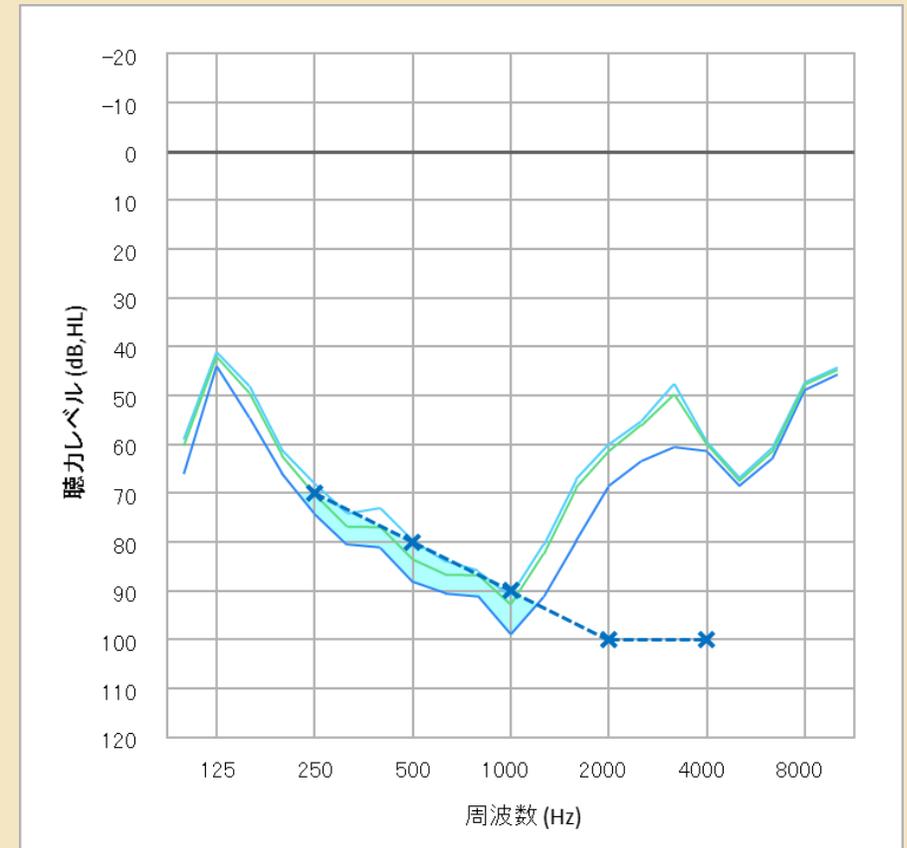


最大可聴出力周波数(Maximum Audible Output Frequency, MAOF)を測定、ME-SP

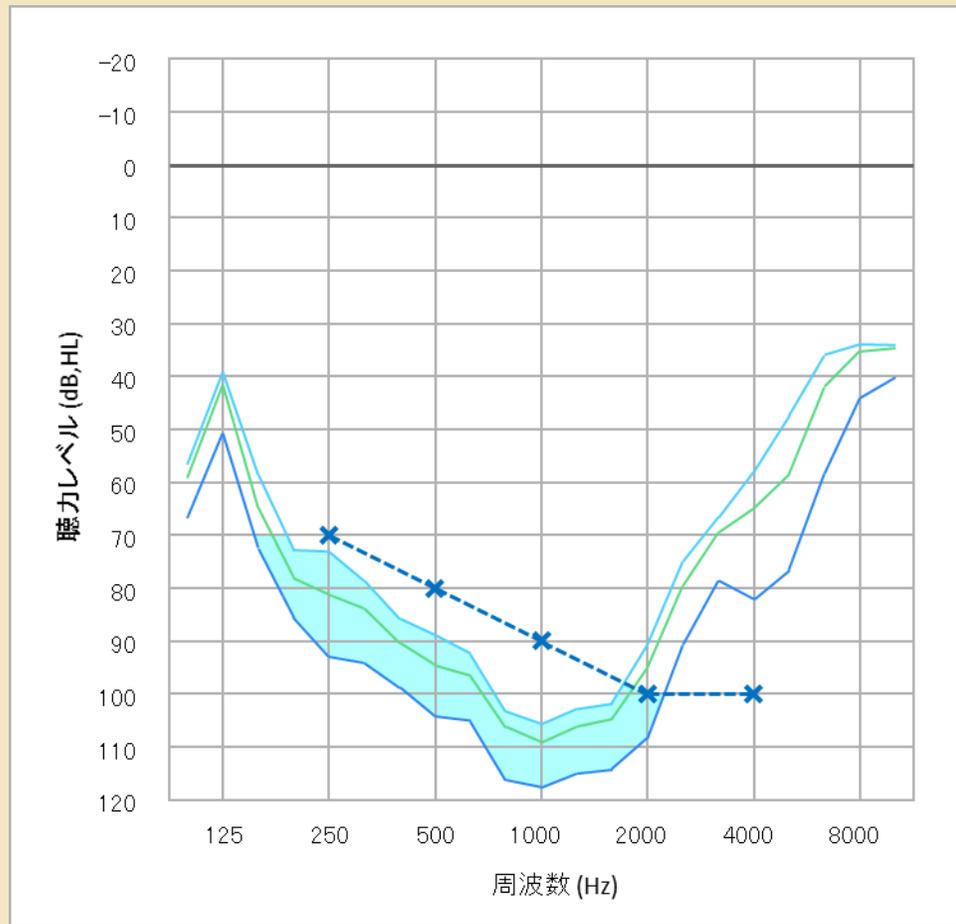
■ FLを掛けない状態増幅音声



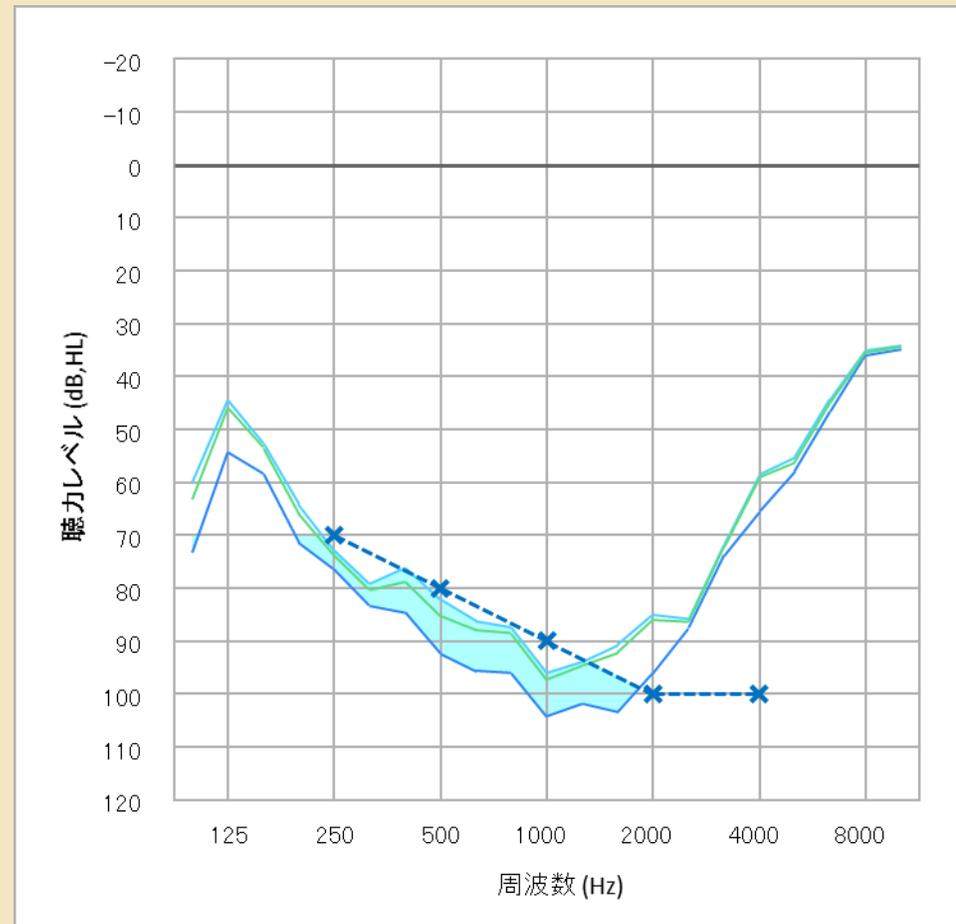
■ FLを掛けない状態の/s/



■ FLをかけた増幅音声



■ FLをかけた/s/



はさみ/けしごむ/すいとろ/すなば



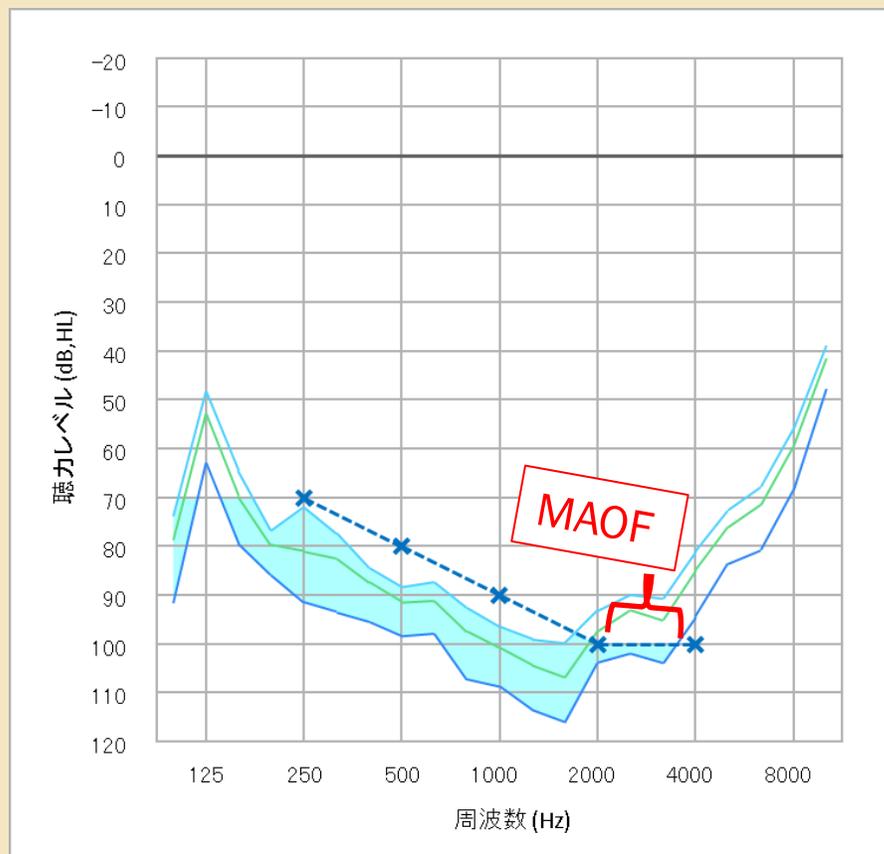
ランリングスピーチ



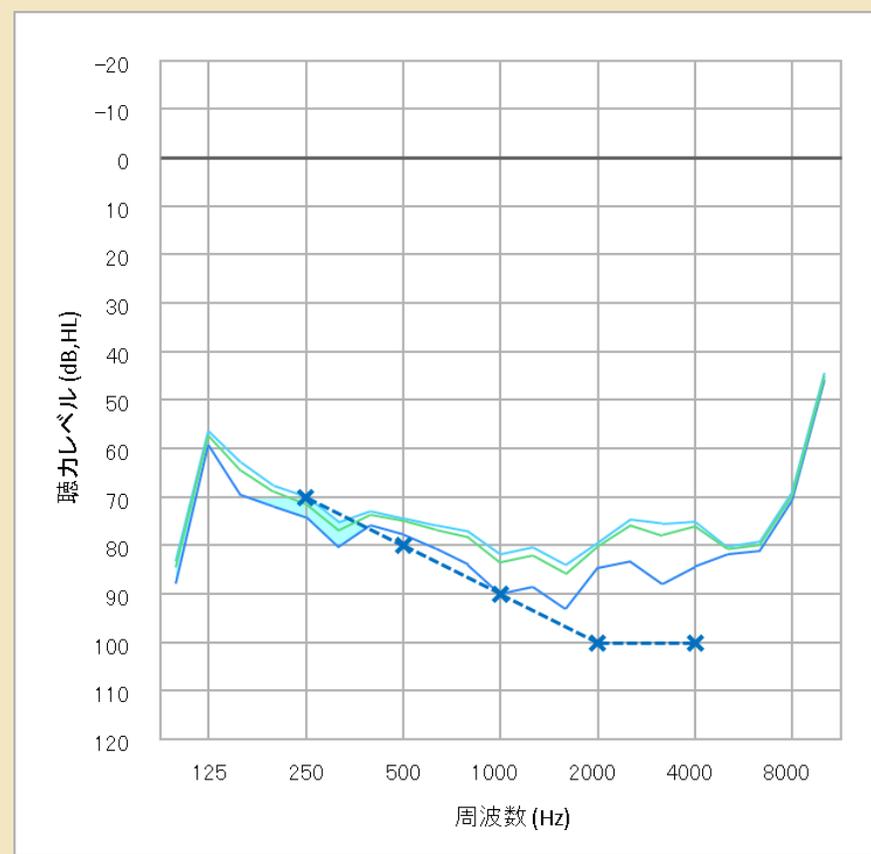
※いずれの音声も2kHzでローパスフィルタをかけた

最大可聴出力周波数(Maximum Audible Output Frequency, MAOF)を測定、3シリーズ

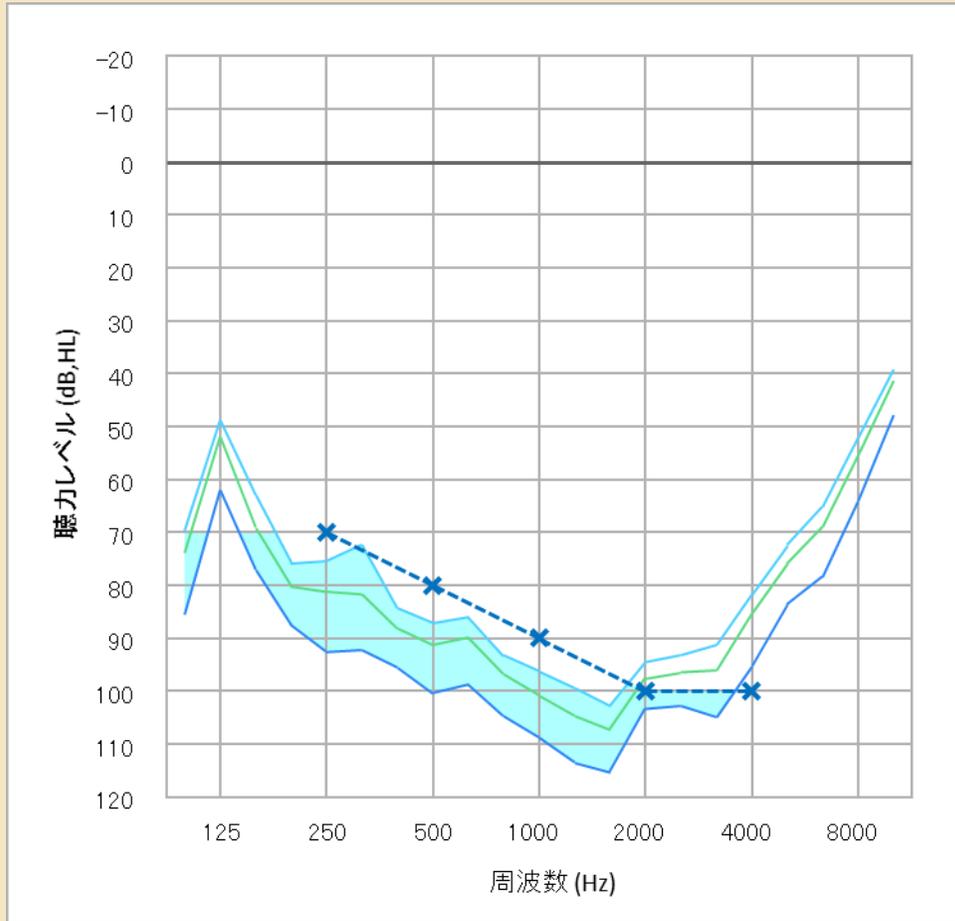
■ FLを掛けない状態増幅音声



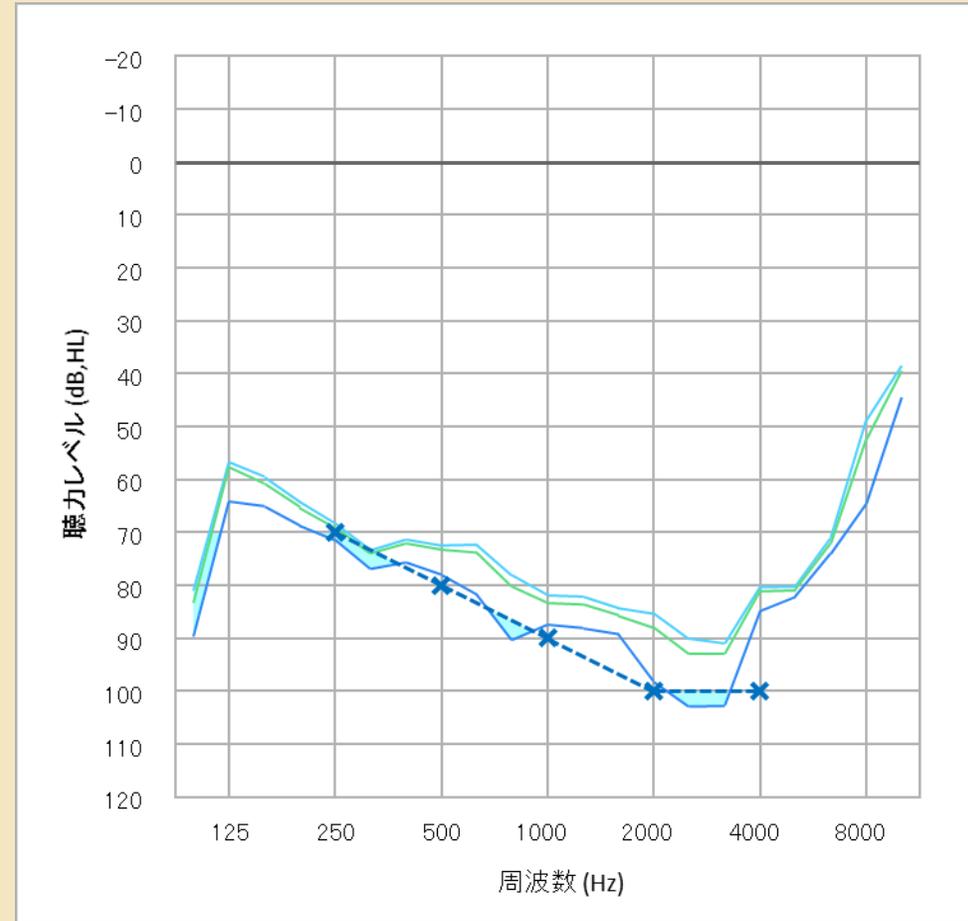
■ FLを掛けない状態の/s/



■ FLをかけた増幅音声



■ FLをかけた/s/



はさみ/けしごむ/すいとろ/すなば



ランリングスピーチ



※いずれの音声も2kHzでローパスフィルタをかけた

この方法の留意点

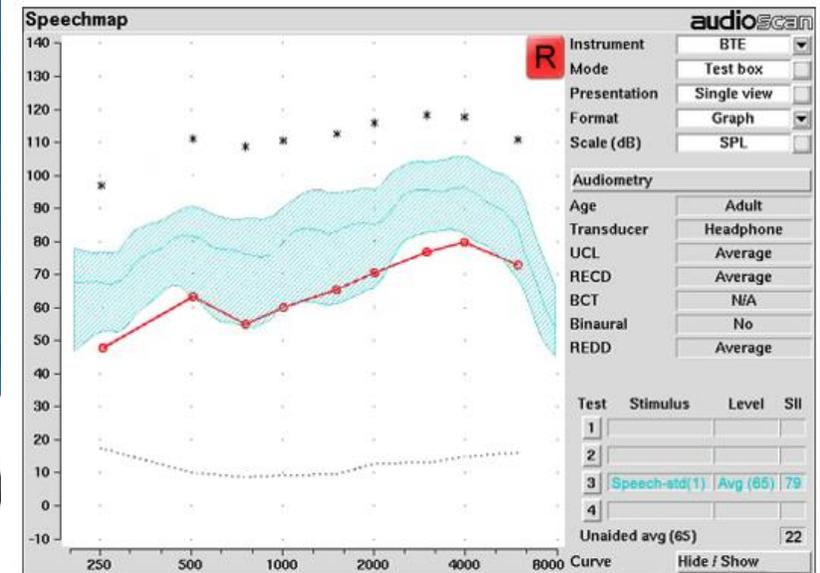
- 現行の補聴器特性検査装置ではMAOFを測定できない
 - 国際音声信号(HIMSAから入手可)
 - 校正された/s/や/sh/(UWOから入手可)
 - 増幅音声スペクトルの測定
- 補聴器フィッティング装置の必要性
 - 補聴器の利得や出力の測定だけでなく
 - 補聴器をかけてどれだけ音声聞こえるようになったかの測定が可能

北米で補聴器フィッティングに使用されている「ベリフィット」

ADVANCED VERIFICATION

Audioscan's Verifit2 is the most advanced name in hearing aid verification. We invented Speechmap®, real-time directional testing and much more. Our success is anchored in our unwavering commitment to constantly improving the verification process for scientific accuracy and clinical efficiency. **THIS ASSURES YOUR PATIENTS GET THE BEST POSSIBLE HEARING EXPERIENCE.**

WHY BUY VERIFIT2?
FOR PERFORMANCE AND ACCURACY



ここでの測定法

- 騒音計
- 2ccカプラ
- 1/3オクターブ分析



周波数の低域化をするニーズはどこに？

- 高度から重度難聴については人工内耳を選択する人が多い
- 日本語と英語や米語は違う
- 中等度難聴(50～70dB)については通常増幅によって高い周波数にある子音の聞こえをカバーできる
 - ⇔ 積極的に周波数の低域化を最小の設定で導入することによって、子音の手がかりを得やすくなる！