Phonak Insight.

ウインドブロック 2.0：風切り音を最大50dB低減し、屋外でのコミュニケーションをサポート

フォナック EONには、新機能のウインドブロック 2.0が全クラスに搭載されています。風切り音を抑制するだけでなく、風のある環境でも、ことばの聞き取りに必要な情報を維持します。ウインドブロック機能オフ時と比較して、SN比を最大30dB向上させ、風切り音を最大50dB低減します。その結果、音声の明瞭性を向上させます。風が吹いても、会話をあきらめる必要はありません。

Lindeman, A. & Brunner, J., 2026年8月

はじめに

屋外で過ごすことは、日常生活の大切な一部です。友人との散歩やゴルフ、街中でのサイクリングなど、補聴器はこうした場面での聞こえを支えるためのものですが、風はしばしばその妨げとなります。近年、補聴器市場では、より若く多様なユーザー層が増えており（Jilla & Jorgensen、2025）、補聴器に対する期待も高まっています。快適性だけでなく、外出先や移動中でも明瞭なコミュニケーションを維持できることが重要視されています。風切り音は、単に音質を低下させるだけではありません。ことばの聞き取りを困難にし、聞き取るための負担を増大させるほか、多くのユーザーが大切にしている屋外での活動への参加を制限する可能性があります（Latzel & Appleton、2013a； Sarampalisら、2009）。

補聴器には、音波によって生じる空気圧の変動を検知するマイクが搭載されています。しかし、この空気圧の変動に対する高い感度こそが、マイクが風の影響を受けやすくなる要因でもあります。風が耳や補聴器に当たると乱気流が発生し、その結果マイクの開口部で圧力変動が生じ、振動板が振動します。その結果、実際には音源が存在しないにもかかわらず、マイクによって音として検出される疑似信号が生じます（Cook ら、2021）。人間の耳には、この問題に対する自然な防御機構が備わっています。風で生じた圧力変動は、耳珠や外耳道の形状によって鼓膜に到達する前に減衰します。しかし、外部に露出している補聴器のマイクには、このような自然な防御機構がありません。

風切り音は、一般的な音や雑音とは性質が異なります。厳密には「音」でもなければ、一般的な意味での「雑音」でもありません。機器の仕組みによって副次的に生じる信号です。

風切り音の検出と低減が難しい理由のひとつは、風が極めて予測しにくいことにあります。風の強さは突風に伴って変動し、風向きも絶えず変わるほか、ユーザーの活動によっても変化します。その結果、時間的に変動する広帯域の妨害成分が発生します（Chungら、2009；Cookら、2021）。また、風切り音は、外部環境だけでなく、補聴器自体が動くことによっても発生します。そのため、弱い風や早足で歩くことでも生じる場合があります（Latzel & Appleton、2013a；Phonak、2012）。
このように、風切り音は絶えず変化するため、交通騒音や人混みの騒音などの定常雑音よりも対処が難しくなります。さらに問題を複雑にしているのが、風切り音の周波数帯域が音声と重なっていることです。風切り音は広帯域の信号であり、幅広い周波数帯域にエネルギーを持っていますが、とくに低周波数帯域で強く現れます。この帯域には、母音をはじめとする、ことばの理解に重要な音声情報も多く含まれています （Chungら、2009；Cookら、2021）。そのため、これらの周波数帯域を過度に減衰させると、風切り音だけでなく、音声成分まで除去したり歪ませたりする可能性があります。その結果、音の自然さが損なわれ、場合によってはことばの明瞭性が低下することがあります（Sarampalisら、 2009）。活動的なユーザーが増加するなか、風切り音はもはや一時的な不便ではありません。そのため、単に不快感を軽減するだけでなく、風のある環境でもことばの理解を維持できるよう、この問題に効果的に対応することが、補聴器の導入および聴覚リハビリテーションの成功において極めて重要です （Latzel & Appleton、2013a；Latzel & Appleton、2013b）。

ウインドブロック

風切り音の影響を受けるのは、補聴器のマイクだけではありません。屋外で取材を行うニュースレポーターやスポーツ実況者、コンテンツクリエイターも同じ問題に直面しています。そのため、現場で使用されるマイクには、通常、防風スクリーンが装着されています。防風スクリーンは、音を通しながら気流の影響を低減します（Phonak、2012）。一方、補聴器では構造上、このようなカバーを装着することができないため、風切り音は補聴器内部で処理する必要があります。この処理は、まず風切り音を検出し、その後、検出した風切り音を抑制するという2段階で行われます。検出段階では、風切り音検出器がマイク入力を継続的に監視します。特に、風切り音のエネルギーが集中する低周波数帯域に着目し、2つのマイク信号間の相関を解析します。実際の環境音とは異なり、風による乱気流は各マイクにランダムな圧力変動を生じさせます。そのため、それぞれのマイクが刻々と捉える信号には、ほとんど相関がありません。補聴器が両方のマイクから相関のない低周波数信号を検出すると、それを風切り音として識別し、抑制処理を開始します（Phonak、2012）。
フォナックの風切り音抑制機能であるウインドブロックは、1kHz未満の信号を最大23dB減衰させます（Phonak、2012）。研究では、風のある環境において、ウインドブロックを使用しない場合と比較して、使用した場合の方が好まれることが示されています（Latzel & Appleton、2013b）。一方、この手法では、同じ周波数帯域に含まれる風切り音とことばなどの音を区別することができません。そのため、風切り音だけでなく、ことばなどの音も同時に低減されます（Phonak、2012）。それでも、ウインドブロックは風による不快感を軽減し、風のある環境でのユーザー体験を改善するという点で、意義のある進歩でした。風切り音を抑制することで快適性が向上することは知られています。しかし、快適性の向上だけでは十分ではありません。目指すべきなのは、風切り音と音声の両方を減衰させることで不快感を軽減することではなく、風のある環境でもことばの理解を維持することです。

ウインドブロック 2.0

従来のウインドブロックをさらに進化させたウインドブロック 2.0 は、低周波数帯域の風切り音を引き続き効果的に低減しながら、ことばなどの聞きたい音をより維持します。 新しい風切り音抑制アルゴリズムは、2つの重要な知見に基づいています。1つは、各マイクが捉える風切り音には相関がないこと、もう1つは、多くの場合、前方マイクよりも後方マイクの方が風の影響を受けにくいことです。ウインドブロック2.0では、通常、風の影響が少ない後方マイクの信号を重視して処理します。まず後方マイクの信号を基準とし、前方マイクと後方マイクの信号間の相互相関に基づいて変化する利得を適用します。前方マイクの信号と相関する音声などの成分は保持し、相関のない風切り音成分は抑制します。その結果、風切り音を低減しながら、聞きたい音声をほぼそのまま保つことができます。もちろん、後方マイクの方が前方マイクよりも風切り音の影響を強く受ける場合もあります。そのような場合には処理方法が切り替わり、後方マイクの信号ではなく、前方マイクの信号が重視されます。
ウインドブロック 2.0の有効性を評価するため、スイス・シュテファのソノヴァ本社にある風洞設備を用いました。この設備内で、音響測定用マネキンKEMAR（GRAS Sound & Vibration社、デンマーク）に装着したフォナック オーデオ EON RIC補聴器のマイクからデータを収録し、風切り音レベルとSN比を測定しました。

方法

測定には、HagermanとOlofsson（2004）によって報告された位相反転法（phase-inversion method）を用いました。この手法では、音声信号「S」と雑音信号「N」を個別に用意し、位相反転処理を用いて組み合わせることで、以下の3種類の刺激信号を作成します。

A = S＋N、B = S－N、C = －S－N

これらの信号を評価対象となる補聴器へ入力します。その後、補聴器から出力された録音信号を解析することで、再構成された音声信号「S'」と雑音信号「N'」に分離することができます。これにより、出力後の信号対雑音比「SN比'」を算出することが可能となります。前述のとおり、風切り音の重要な特性の一つは、前方と後方のマイクで得られる信号に相関がないことです。そのため、スピーカーから再生した風切り音では、風切り音の検出と抑制は機能しません。スピーカーから再生された風切り音は、通常の音響信号として処理されるためです。

風切り音抑制機能の性能は、以下の手順で評価しました。

1. KEMARに装着した1組の改造補聴器の各マイクから風切り音を直接録音し、雑音信号「N」として使用する。
2. 同じ補聴器のマイク位置に対して、異なる角度に配置したスピーカーから頭部伝達関数を測定する。
3. 音声信号を目的音到来方向の頭部伝達関数で畳み込み演算し、その方向から音声が到来した場合の補聴器マイク信号を生成する。これを音声信号「S」として使用する。
4. 「S」と「N」を組み合わせた信号を補聴器入力へ与え、その出力を録音する。
5. 録音した信号から再構成音声信号「S'」および再構成雑音信号「N'」を抽出する。

さらに、音声を含まない純粋な風切り音に対する低減効果を評価するため、補聴器出力信号を音声成分と雑音成分に分離することなく、出力信号全体を解析しました。

測定方法

測定用に改造した1組のフォナック オーデオ EONをKEMAR に装着し、風洞設備内で、風速4 m/sおよび7 m/sの条件における風切り音を録音しました。また、同じ補聴器を KEMARに装着した状態で、頭部伝達関数も測定しました。

次項で説明する刺激音は、異なる構成に改造した1組の補聴器に入力しました。この補聴器では、マイクの代わりにサウンドカードの出力を補聴器の電子回路へ直接接続して刺激音を入力し、レシーバーの代わりにサウンドカードの入力を接続して、補聴器の出力信号を録音しました。

提示刺激音

補聴器のマイクで録音した正面からの風切り音に、風の流入方向を基準として60 ° 方向から到来する男性話者の音声信号を組み合わせました。各信号は、補聴器内の風切り音レベルが録音時と同等となるよう調整し、音声信号は70dB SPLとなるよう設定しました。

A、B、Cの各ブロックでは、音声信号と雑音信号で構成された10秒間の刺激音を提示しました。補聴器の適応処理を安定させるため、各刺激音について最初の5秒間を事前に再生した後、同じ刺激音を冒頭から10秒間再生しました。そのため、各ブロックの再生時間は合計15秒間となりました。最初の5秒間の適応期間は、最終的な録音データから除外しました。風切り音のみを録音する条件では、音声成分を除外しました。

補聴器のフィッティング

補聴器は、すべての周波数および入力レベルにおいて、10dBのフラットな挿入利得となるように設定しました。今回の測定では、直接音も挿入損失もないため、理想的な完全閉塞型の音響カプリングと同等の条件となっています。

各測定では、測定対象としたウインドブロックまたはウインドブロック 2.0以外の補聴器機能を、すべて無効にしました。対象機能は、風切り音と音声信号を同時に提示する測定ではデフォルトの強度16、風切り音のみを提示する測定では最大の強度20に設定しました。また、比較の基準とするため、すべての刺激音について、対象機能の強度を0（オフ）に設定した状態でも測定しました。

結果

ウインドブロック 2.0が風切り音およびSN比に及ぼす効果を評価する前に、まず測定で得られた録音の精度を検証しました。Hagerman/Olofsson法（位相反転法）を用いて推定した総出力信号に対する測定誤差は、以下に示す音声信号を含むすべての録音で－22dBA未満でした。

風切り音の減衰量

音声信号を含む条件で測定した風切り音の減衰量は、ウインドブロック 2.0では33～38dBAでした。一方、ウインドブロックによる風切り音の減衰量は、風速に応じて9～17dBAでした（図1）。

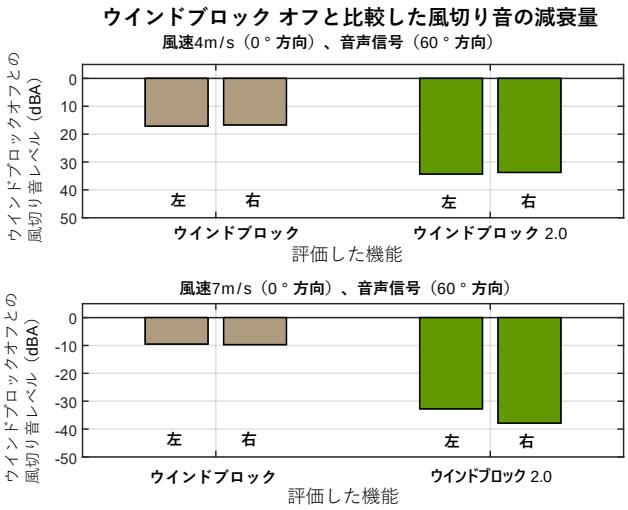


図1. 電気的測定環境においてHagerman/Olofsson法で測定した、ウインドブロック機能による風切り音の減衰量

音声信号やその他の音を含まない風切り音のみの条件では、ウインドブロック 2.0を最大強度に設定した場合、35～ 50dBAの風切り音減衰量が測定されました（図2）。

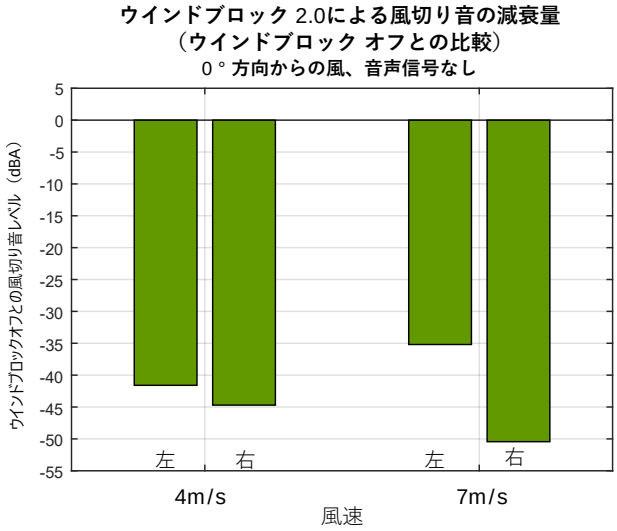


図2. その他の音響信号を含まない条件で、ウインドブロック 2.0を最大強度に設定した場合の風切り音の減衰量

SN比の改善量

測定されたSN比の改善量は、ウインドブロック 2.0では19～ 30dBAであったのに対し、ウインドブロックでは－1～13dBAでした。

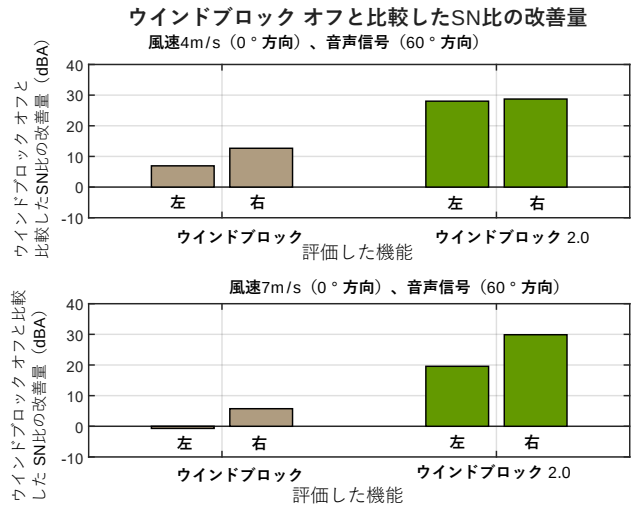


図3. 電気的測定環境においてHagerman/Olofsson法で測定した、ウインドブロック機能によるSN比の改善量

スペクトログラム

風速4m/sの風環境下で音声信号を提示した際の補聴器録音から、ウインドブロックの性能を視覚的に示し、本節で提示するデータの解析を補足するためのスペクトログラムを作成しました。
スペクトログラムは、時間の経過に伴ってエネルギーが各周波数帯域にどのように分布しているかを示します。縦軸は周波数、横軸は時間を表し、各点の色はパワースペクトル密度を示します。明るい色（黄色、白色）はエネルギーが強いことを、暗い色（赤色、黒色）はエネルギーが弱いことを表します。これにより、録音に含まれるエネルギーの大きさだけでなく、そのエネルギーがどの周波数帯域に存在し、時間とともにどのように変化するかを確認できます（図4～7）。

風切り音は、通常、約1 kHz未満の低周波数帯域に、非常に大きなエネルギーが連続して集中することが特徴です。スペクトログラムでは、周波数帯域の下部に、時間軸全体にわたる明るい帯として現れます。一方、音声は、より広い周波数帯域に分布し、中程度のエネルギーが時間的に変動するまとまりとして点在するように現れます。これは、連続発話を構成する母音、子音、休止が短時間で次々と切り替わることに対応しています。スペクトログラムでは、一定の帯ではなく、時間の経過とともに現れたり消えたりする明るい筋として確認できます。

図4は、風がなく、ウインドブロックをオフにした状態での未処理のスペクトログラムを示しています。これは比較の基準として用いられ、風切り音が信号全体に及ぼす影響をより明確に示します。

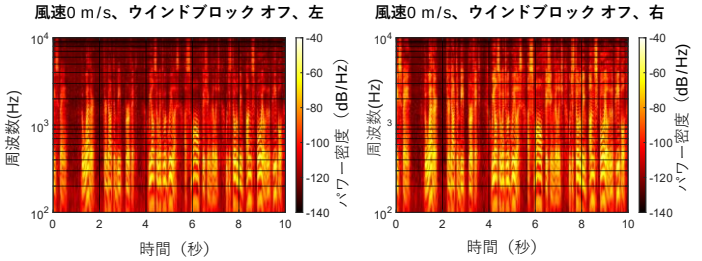


図4. 風がなく、ウインドブロックをオフにした条件における、男性話者による音声信号のスペクトログラム

図5は、風速4m/sの条件で、ウインドブロックをオフにした状態の未処理のスペクトログラムを示しています。風切り音は、約1kHz未満の帯域に、録音時間全体を通して持続する明るい帯として現れています。この低周波数帯域のエネルギーによって、音声信号の一部がマスキングされています。これは、同じ周波数帯域に含まれる音声のエネルギーが、はるかに強い風切り音に覆い隠されるためです。

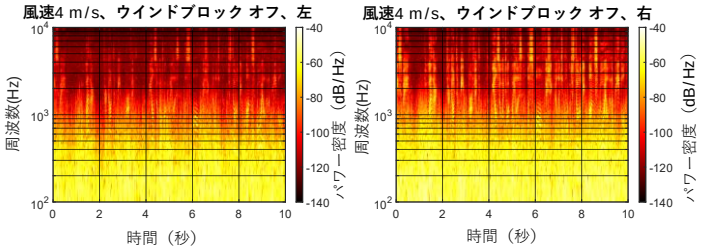


図5. 風速4 m/sの条件で、ウインドブロックをオフにした場合の、男性話者による音声信号のスペクトログラム

図6は、風速4m/sの条件でウインドブロックを適用した場合のスペクトログラムを示しています。1kHzまでの低周波数帯域は図5よりも明らかに暗く、ウインドブロックにより、この帯域の風切り音が減衰していることを示しています。その副次的な影響として、同じ低周波数帯域に含まれる音声のエネルギーも、風切り音とともに減衰します。そのため、スペクトログラムのこの領域は全体的に比較的暗いままであり、1kHz未満では識別可能な音声成分はほとんど確認できません。

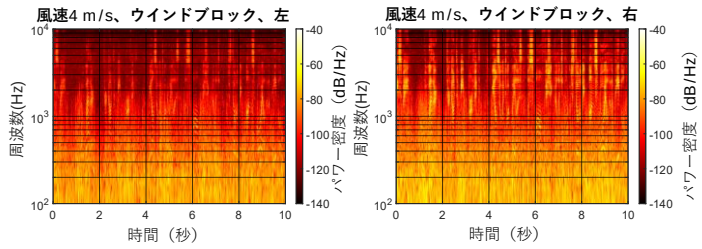


図6. 風速4 m/sの条件でウインドブロックを適用した場合の、男性話者による音声信号のスペクトログラム

図7は、風速4m/sの条件でウインドブロック 2.0を適用した場合のスペクトログラムを示しています。ウインドブロック 2.0は、音声信号をより多く維持しながら、風切り音をさらに減衰させています。低周波数帯域に含まれる音声成分は、風切り音とともに抑制されるのではなく、1kHz未満の帯域においても確認することができます。

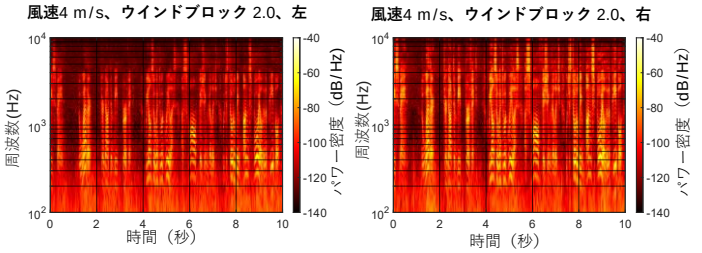


図7. 風速4 m/sの条件でウインドブロック 2.0を適用した場合の、男性話者による音声信号のスペクトログラム

これは、ウインドブロックと比較して、ことばの聞き取りに必要な情報がより保持され、音がより自然であることを示しています。こうした音の特性は、風のある環境において、ウインドブロックよりもウインドブロック 2.0を使用した場合の方が、聞き手が感じる聴取努力が少ないことにも関連しています（Vaisbergら、2026）。

結論

風切り音を効果的に処理するには、快適性を高めるだけでは不十分です。ことばの理解が最も困難となる状況においても、それを維持できるソリューションが求められます。ウインドブロック 2.0は、広帯域の信号を一律に減衰させる処理から、風切り音と音声を選択的に分離する処理へと進化し、この課題に直接対応します。

本稿で示した技術測定では、ウインドブロック 2.0によって、音声を含まない条件では風切り音を最大50dB、音声を含む条件では最大38dB低減し、SN比を最大30dB向上できることが示されました。その結果、ことばの聞き取りに必要な情報がより保持されるとともに、より快適で自然な聞こえが実現されました（Vaisberg、Brunner & Sanchez、2026）。

ウインドブロック 2.0は、フォナックの風切り音処理における大きな進歩です。全クラスで利用可能で、自動的に動作します。風が吹いても、会話をあきらめる必要はありません。

参考文献

Chung, K., McKibben, N., & Mongeau, L. (2009). Wind noise in hearing aids with directional and omnidirectional microphones: Polar characteristics of behind-the-ear hearing aids. The Journal of the Acoustical Society of America, 125, 2243–2259.

Cook, M. R., Gee, K. L., Transtrum, M. K., Lympany, S. V., & Calton, M. (2021). Automatic classification and reduction of wind noise in spectral data. JASA Express Letters, 1(6), 063602.

Hagerman, B., & Olofsson, A. (2004). A Method to Measure the Effect of Noise Reduction Algorithms Using Simultaneous Speech and Noise. Acta Acustica united with Acustica, 90, 356-361.

Jilla, A. M., & Jorgensen, L. (2025). Hearing aid adoption in the OTC hearing aid era: Market trends and consumer insights from MarkeTrak 2025. Seminars in Hearing, 46(3), 184–195.

Latzel, M., & Appleton, J. (2013a). Evaluation of a binaural speech in wind feature, Part 1: Verification in the Laboratory. Hearing Review, 20(8), 32-34. Retrieved from https://hearingreview.com/hearing-products/evaluation-of-a-binaural-speech-in-wind-feature-part-1-verification-in-the-laboratory-2

Latzel, M., & Appleton, J. (2013b). Evaluation of a binaural speech in wind feature, part 2: Validation and real-life benefit. Hearing Review, 20(9), 32–35. https://hearingreview.com/hearing-products/36-evaluation-of-a-binaural-speech-in-wind-feature-part-2-validation-and-real-life-benefit

Phonak. (2012). Speech in Wind: Bringing more than just comfort in wind noise. Phonak Insight. Retrieved from https://www.phonak.com/evidence

Riedel, J., Becker, S., Näger, C., Czwielong, F., & Schoder, S. (2025). Investigation of the physical driving mechanisms of wind noise in hearing devices by computational fluid dynamics. Scientific Reports, 15, 10290.

Sarampalis, A., Kalluri, S., Edwards, B., & Hafter, E. (2009). Objective measures of listening effort: Effects of background noise and noise reduction. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 52(5), 1230–1240.

Vaisberg, J. M., Brunner, J., & Ulloa Sanchez, D. (2026). Hearing confidently in the wind: WindBlock 2.0 delivers comfort, natural sound quality and clearer speech. Phonak Field Study News. Retrieved from https://www.phonak.com/evidence

著者および専門家

Alice Lindeman

フォナック本社 オーディオロジーマネージャー



Aliceは、ソノヴァ・ホールセール・ニュージーランドでユニトロンブランドを統括した後、2026年にオーディオロジーマネージャーとしてソノヴァ本社に着任しました。オーディオロジーの修士号を取得しており、臨床オーディオロジーや営業に加え、独立開業者としての経験もあります。こうした経歴は、顧客ニーズに対する彼女の視点を形作り、製品開発や消費者調査への貢献に生かされています。

Jan Brunner

ヒアリング・パフォーマンス・エンジニア



ヤン・ブルンナーは、ビームフォーミングをはじめとする音処理技術を専門とするヒアリング・パフォーマンス・エンジニアです。
バーゼル大学でナノサイエンスの博士号を取得し、応用光学の分野に従事したほか、応用科学を学ぶ学生に物理学を教えていました。2019年からソノヴァに勤務しています。

Phonak Insight.

1ページ概要

ウインドブロック 2.0：風切り音を最大50dB低減し、屋外でのコミュニケーションをサポート

フォナック EONには、新機能のウインドブロック 2.0が全クラスに搭載されています。風切り音を抑制するだけでなく、風のある環境でも、ことばの聞き取りに必要な情報を維持します。ウインドブロック機能オフ時と比較して、SN比を最大30dB向上させ、風切り音を最大50dB低減します。その結果、音声の明瞭性を向上させます。風が吹いても、会話をあきらめる必要はありません。

Lindeman, A., Brunner, J. 2026年8月

主なハイライト

- ウインドブロック 2.0は、風の影響が少ない後方マイクの信号を優先し、風の影響を受けやすい前方マイクの信号を減衰させます。
- ウインドブロック 2.0の有効性を評価するため、人工的に風を発生させる実験設備内で、音響測定用マネキン KEMAR（GRAS Sound & Vibration社、デンマーク） に装着したフォナック オーデオ EON RIC補聴器のマイクからデータを収録し、風切り音のレベルとSN比を測定しました。
- ウインドブロック 2.0は、最大50dBの風切り音低減と最大30dBのSN比向上を実現し、音声の明瞭性を向上させます。

実践での考慮事項

- 補聴器ユーザーの層は変化し、より若く多様になりつつあります。こうしたユーザーは、活動中や移動中など、変化する環境でもよく聞こえることを重視しています。このようなユーザーが増えるなか、屋外の風がある環境でも会話を理解できることは、二次的な問題ではなく、人とのつながりを保つために欠かせません。
- ウインドブロック 2.0は、従来のウインドブロックがもたらす快適性をさらに向上させます。風のある環境でも、ことばがより明瞭になり、音がより自然に聞こえ、聴取努力が軽減することが期待できます（Vaisbergら、2026）。
- ウインドブロック 2.0は、EONのすべてのクラスで利用できます。そのため、聴覚専門家は、さまざまな聞こえのニーズに応じて、屋内外での聞こえを支えるEONを安心して推奨できます。

© 2026 Sonova AG All rights reserved

Lindeman, A., Brunner, J. (2026) Enhancing outdoor communication: WindBlock 2.0 delivers up to 50 dB of wind noise reduction. Phonak Insight. Retrieved from https://www.phonak.com/evidence
Vaisberg, J., Brunner, J., & Ulloa Sanchez, D. (2026). Hearing confidently in wind: WindBlock 2.0 delivers comfort, natural sound quality and clearer speech. Phonak Field Study News retrieved from: www.phonak.com/evidence