

地域の音環境に関する調査

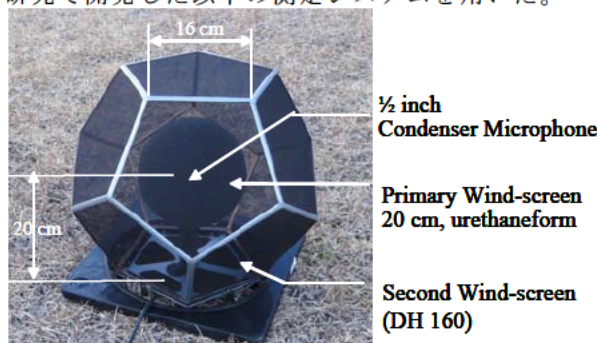
風力発電施設は比較的静穏な地域に建設されることが多く、騒音のレベルがそれほど高くなくても風車騒音が問題となりやすい。そのため、地域の音響的背景（静かさの程度）を表す残留騒音に着目し、戦略指定研究の録音記録^{*1}と平成 27 年度の実測結果^{*2}をもとに、以下のとおり、各地域の残留騒音の実態とその測定・評価方法について検討した結果を整理した。

- 1) 戦略指定研究の「対照地域」の録音記録からの残留騒音の測定・分析方法の検討(1.)
- 2) 戦略指定研究の「風車地域」と「対照地域」の残留騒音(L_{Aeq} , L_{A90} , L_{A95})の再分析(2.)
- 3) 平成 27 年度実測の「各種地域」の残留騒音の実測調査及び分析(3.)
- 4) 残留騒音の評価方法に関する検討(4.)

*1 平成 22-24 年度 環境省環境研究総合推進費（戦略指定研究領域）S2-11「風力発電等による低周波音の人への影響評価に関する研究」（以下、戦略指定研究という。）で、風力発電施設周辺の「風車地域」と風力発電施設がない「対照地域」で測定^{*3}した。

*2 4 種類（農山村部・田園地域、沿岸地域、都市部の住居系地域、工業系地域）の「各種地域」で測定した。

*3 測定方法：戦略指定研究で開発した以下の測定システムを用いた。



ダブルスキン型のウインドスクリーン

1. 残留騒音の測定・分析方法

風力発電施設がない「対照地域」15 箇所（図 2）における夜間の録音記録から、残留騒音（除外音処理有^{*4}）の等価騒音レベル^{*5} L_{Aeq} と総合騒音（除外音処理無）の 90%時間率騒音レベル^{*6} L_{A90} 及び 95%時間率騒音レベル L_{A95} の相関を調べた結果を整理した。

*4 除外音処理方法：除外対象音は、一過性騒音（自動車、電車、飛行機等）や犬や鳥の鳴き声等とした。虫や鳥の鳴き声で A 特性音圧レベルが決まっている場合で時間軸上での除外音処理が困難な場合は、1/3 オクターブバンドの 1.6 kHz 帯域以上を除去する high-cut 処理を瞬時値単位で行った。

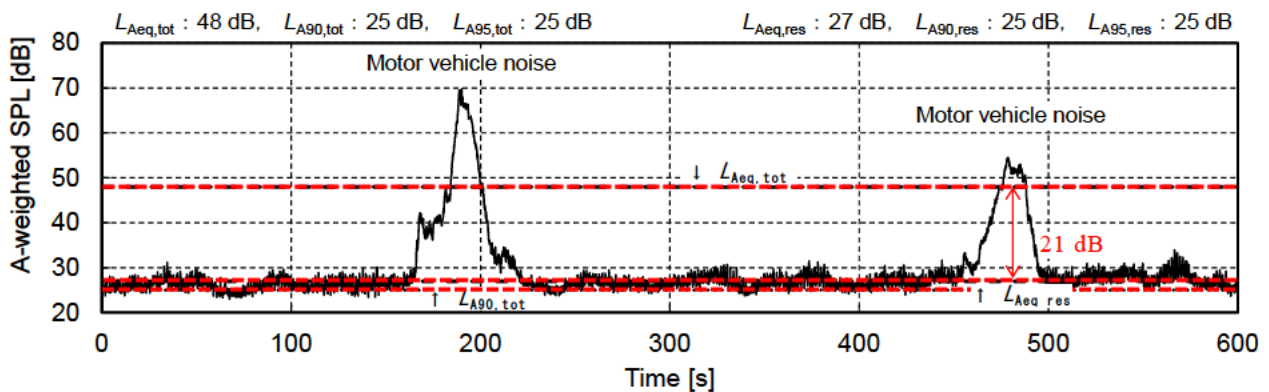
*5 等価騒音レベル：ある時間範囲 T について、変動する騒音レベルをエネルギー的な平均値として表したものの。

*6 時間率騒音レベル：変動する騒音レベルを統計量として評価する指標で、評価時間 T のうち N % の時間にわたってあるレベル値を超えている場合、そのレベルを N % 時間率騒音レベルという。

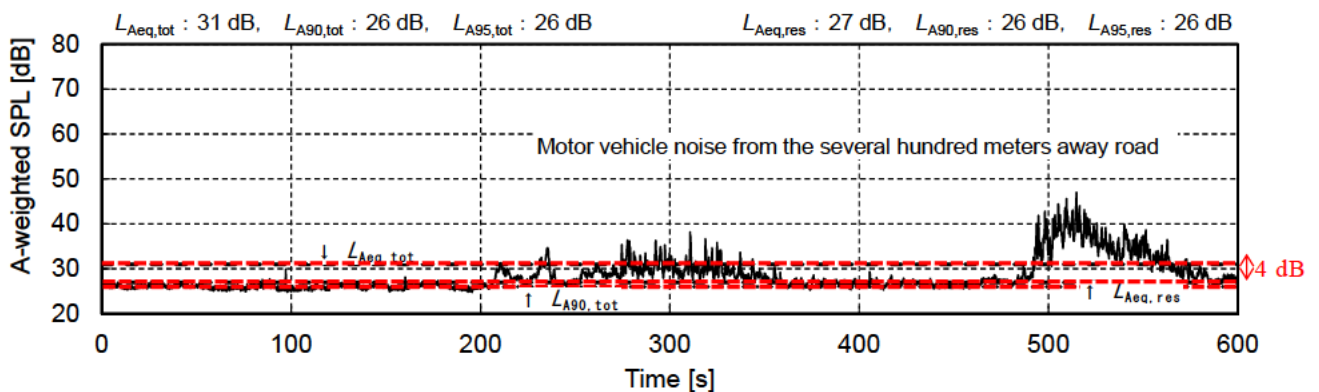
【「対照地域」の残留騒音に関する考察】

- ・環境騒音を測定した場合、自動車騒音等の一過性騒音等が含まれる場合（図 1(a)、(b)）があるが、地域の音環境の状況（静かさの程度）を評価する場合、一過性騒音等が聞こえていない時の背景的な騒音（残留騒音）を把握する必要がある。
- ・特定騒音とみなせる騒音を除外するためには、騒音レベルの記録を観察しながら、また低周波数の音まで十分に再生できるヘッドホンやスピーカを通して耳で確認しながら除外すべき音を特定する必要があり、大変な手間と時間を要する。

- 一過性騒音を含んだ等価騒音レベル（総合騒音： $L_{Aeq,tot}$ ）と，除外音処理を行った等価騒音レベル（残留騒音： $L_{Aeq,res}$ ）との間には乖離が生じることから，残留騒音の測定では除外音処理は必須である。
- 除外音処理した残留騒音の $L_{Aeq,res}$ と総合騒音の $L_{A90,tot}$ 及び $L_{A95,tot}$ との間には極めて高い相関が見られた（図 1 (a).、(b).）。
- L_{A90} ・ L_{A95} の総合騒音と残留騒音の測定値はほぼ一致（図 1 (a).、(b).）し，一過性騒音の影響は受けにくく安定している。
- 総合騒音の $L_{Aeq,tot}$ は，自動車騒音等の一過性騒音の影響を受けるため，残留騒音の $L_{Aeq,res}$ との対応はよくない。（図 1(a).）



(a). 数十メートル離れた道路を走行する自動車走行騒音を含む

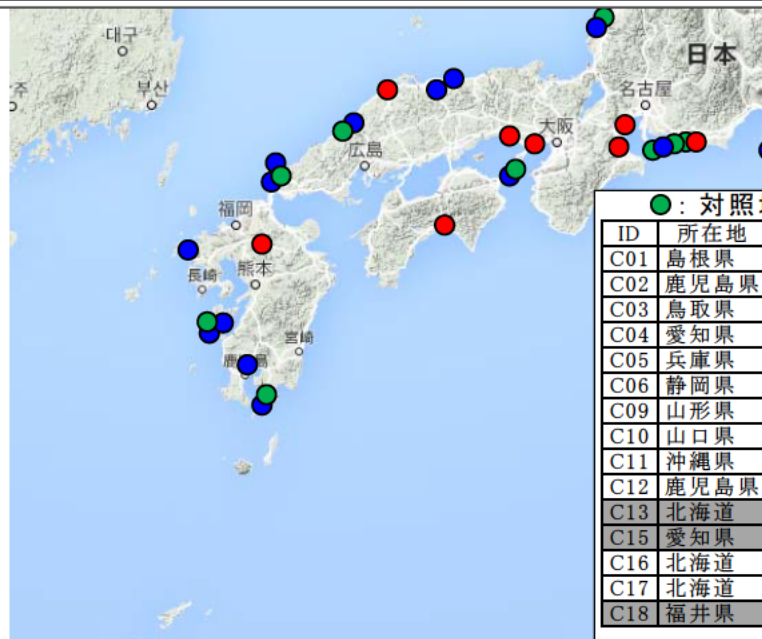
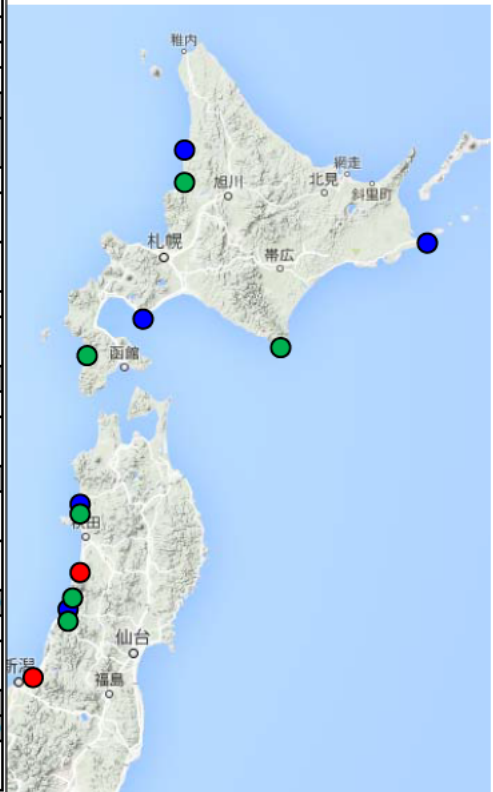


(b). 数百メートル離れた道路を走行する自動車走行騒音を含む

図 1 一過性の自動車走行騒音は測定値におよぼす影響の測定例

● : 風車地域 21 箇所 (戦略指定研究)

ID	所在地	土地利用	主な集落	風力発電施設(設置場所)
W01	長崎県	田畑, (半島)	昔からの集落	1980 kW × 1 機 (丘陵地)
W02	山口県	水田	昔からの集落	2500 kW × 7 機 (丘陵地)
W07	島根県	水田, (山裾)	昔からの集落	2300 kW × 9 機 (山地)
W08	鹿児島県	田畑, (島)	昔からの集落	2400 kW × 21 機 (山地)
W09	鳥取県	畑・果樹園, (海岸部)	昔からの集落	1500 kW × 9 機 (平地)
W10	鳥取県	水田, (山裾)	昔からの集落・新興住宅地	1500 kW × 1 機 (平地)
W11	鹿児島県	畑, (島)	昔からの集落	1980 kW × 1 機 (山地)
W14	静岡県	田畑, 漁港	昔からの集落・別荘地	2000 kW × 17 機 (山地)
W15	兵庫県	田畑, 別荘地, (平地, 丘陵部)	昔からの集落・別荘地	2500 kW × 15 機 (山地)
W16	静岡県	田園地域, (海岸部)	昔からの集落	3000 kW × 5 機 (平地)
W17	秋田県	田畑・牧場, 海水浴場, (海岸部)	昔からの集落	1500 kW × 17 機 (平地)
W19	山形県	田畑, (海岸部)	昔からの集落	2500 kW × 7 機 (平地)
W22	山口県	田畑, (山裾)	昔からの集落	1950 kW × 1 機 (山地)
W23	沖縄県	畑地, (海岸部)	昔からの集落・新興住宅地	1995 kW × 1 機 (平地)
W24	鹿児島県	田畑, (周囲は山)	昔からの集落	1300 kW × 10 機 (山地)
W25	鹿児島県	畑地, (山裾)	昔からの集落・新興住宅地	1300 kW × 8 機 (山地)
W27	北海道	田園地域, 漁港, (海岸部)	昔からの集落	1650 kW × 14 機他多数 (丘陵地)
W28	北海道	漁港, (海岸部・丘陵)	昔からの集落	1500 kW × 5 機他 (丘陵地)
W29	愛知県	田園地域, (丘陵部)	昔からの集落	1500 kW × 1 機 (丘陵地)
W30	福井県	田園地域, (丘陵部)	昔からの集落・民家	2000 kW × 10 機 (丘陵地)
W32	北海道	港湾施設, (海岸沿い)	アパート・民家	1000 kW × 1 機 (平地)
W35	北海道	漁港, (海岸部・丘陵)	昔からの集落	1500 kW × 5 機他 (丘陵地)
W36	福井県	田園地域, (丘陵部)	昔からの集落・民家	2000 kW × 10 機 (丘陵地)



● : 対照地域 15 箇所 (戦略指定研究)

ID	所在地	地域特性
C01	島根県	昔からの集落, 水田, (山裾)
C02	鹿児島県	昔からの集落, 畑・水田, (島)
C03	鳥取県	昔からの集落, 水田, (平地)
C04	愛知県	昔からの集落, 畑, (平地)
C05	兵庫県	農家と一般住宅が混在, 田園地帯, (平地)
C06	静岡県	農家と一般住宅が混在, 果樹園, (丘陵地)
C09	山形県	昔からの集落, 田園地帯, (島)
C10	山口県	昔からの集落, 水田, (平地)
C11	沖縄県	昔からの集落, 畑, (平地)
C12	鹿児島県	昔からの集落, 田畑, (山間部)
C13	北海道	漁村(海岸), 新興住宅(丘陵), 農家(平地)
C15	愛知県	昔からの集落, 田園地域, (平地)
C16	北海道	昔からの集落, (海岸部の段丘地)
C17	北海道	老人施設・小事業所・民家が混在, (平地)
C18	福井県	昔からの集落, 田園地帯, (平地)

● : 実測調査 12 箇所 (平成 27 年度)

ID	所在地	地域の類型
R01	兵庫県神戸市	都市部の住居系地域
R02	兵庫県高砂市	工業系地域
R03	福岡県久留米市	都市部の住居系地域
R04	高知県南国市	沿岸地域
R05	島根県出雲市	農山村部・田園地域
R06	三重県松阪市	農山村部・田園地域
R07	秋田県にかほ市	沿岸地域
R08	新潟県新潟市	農山村部・田園地域
R09	東京都江東区	都市部の住居系地域
R10	神奈川県横浜市・川崎市	工業系地域
R11	静岡県浜松市	沿岸地域
R12	三重県四日市市	工業系地域

注. 網掛は, 海鳴り・風・葉擦れ音等, 長時間に渡る準定常的な自然音の影響を受けていた測定点を含む調査箇所

図 2 残留騒音の調査箇所 (本年度の調査箇所と戦略指定研究での調査箇所)

2. 戦略指定研究における「風車地域」*7と「対照地域」*8の残留騒音の再分析

残留騒音の測定・分析方法を提案する基礎資料を得るため、戦略指定研究で測定した残留騒音の L_{Aeq} , L_{A90} , L_{A95} の再分析を行った(調査箇所は図 2 参照)。除外音処理して求めた稼働時の風車騒音, 風車停止時の残留騒音, 波や風などの自然音の影響を受けている地域の騒音の分析結果を整理した。

- *7 「風車地域」の分析方法：実音データの聴取により風車が停止していると確認できるデータで、降雨等の影響がない夜間 8 時間 (22~06) を対象 (120 時間連続測定) とした。風車は停止しているが、波音や松籟・風による葉擦れ音等が大きい場合も参考として分析した。調査箇所あたり風車近傍 1 点(基準点)と居住地域 7 点の合計 8 点で測定しているが、居住地域の測定点のみを分析対象とした。
- *8 「対照地域」の分析方法：夜間 8 時間を含む、風や降雨の影響が小さい 24 時間 (連続測定) を対象とした。波や葉擦れ音等の自然音が大きいデータも参考として分析した。

2.1 「風車地域」の風車稼働時の騒音と停止時の残留騒音の比較

除外音処理有の場合の夜間の時間帯における風車稼働時の等価騒音レベル $L_{Aeq,n}$ と風車停止時(ただし、基本的に風がなく風車が停止していた際のものであることに留意が必要)の残留騒音の $L_{Aeq,n}$ の両方が測定できた測定点の測定結果の例を図 3 に示す。

【「風車地域」の風車騒音に関する考察】

- ・単機の風車騒音は、最近接風車からの距離が離れるに従い $L_{Aeq,n}$ が小さくなる傾向 (図 3 W11) にある。単機で風車からの向きがほぼ一定となるように測定点を設置した地点は、距離によるはっきりとした減少がみられる (図 3 W22)。
- ・ウインドファームの風車騒音は、最近接風車からの距離が離れるに従い $L_{Aeq,n}$ が小さくなる傾向にあるが、単機に比べると距離との相関は小さい (図 3 W14, W25)。

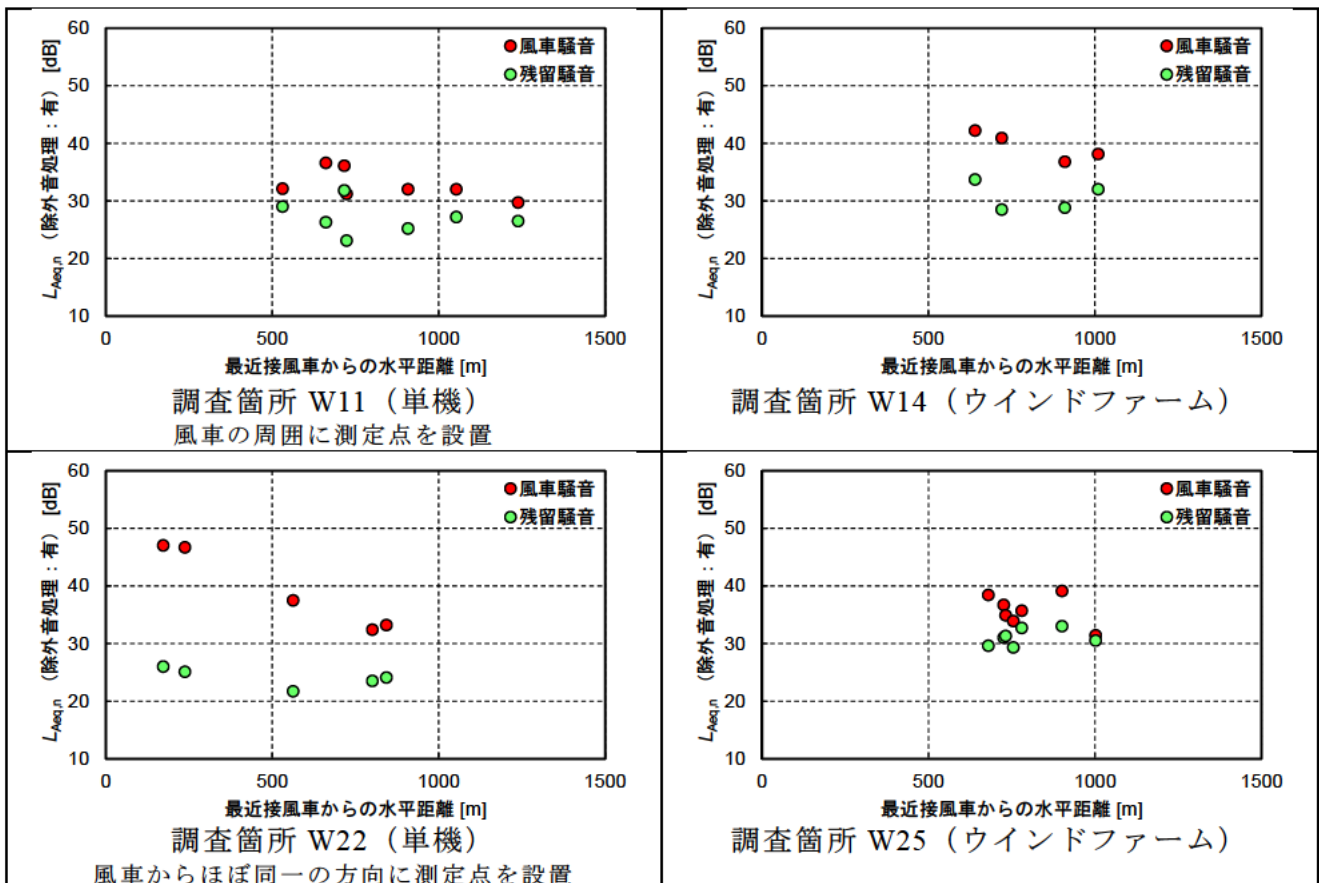


図 3 風車稼働時の騒音と停止時の残留騒音の $L_{Aeq,n}$ の比較 (除外音処理有, 夜間)

2.2 準定常的な自然音の影響を長時間受けている地域の騒音レベルの比較

「風車地域」及び「対照地域」について、波の音・松籟・風音・風による樹木の葉擦れ音などの準定常的な自然音などの影響を長時間受けている測定点とそれらの影響を受けていない測定点の残留騒音（夜間）を比較（図 4）した。

【自然音の影響を長時間受けている地域の残留騒音に関する考察】

- ・波・松籟・風などの準定常的な自然音の影響を長時間受けた場合、「風車地域」「対照地域」とも残留騒音が増大している。
- ・「風車地域」では、波・松籟・風などの準定常的な自然音の影響を長時間受けた地域の方が、 L_{Aeq} , $L_{A90,n}$, $L_{A95,n}$ のいずれも残留騒音は 10 dB 程度大きい。
- ・「対照地域」では、波・松籟・風などの準定常的な自然音の影響を長時間受けた地域の方が、 L_{Aeq} , $L_{A90,n}$, $L_{A95,n}$ のいずれも残留騒音は 5 dB 程度大きい。

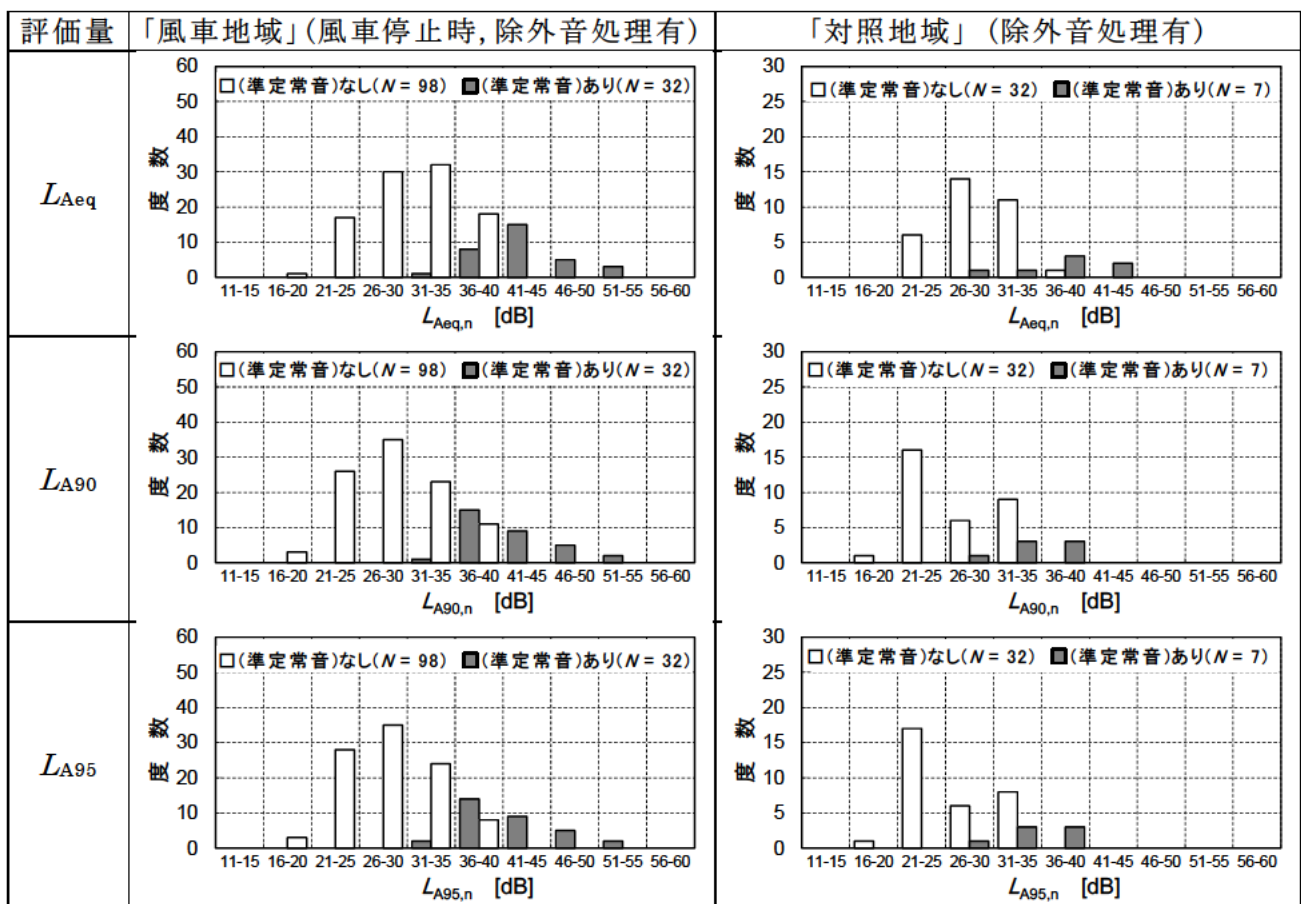


図 4 準定常的な自然音の影響を長時間受けた地域とそうでない地域の比較（夜間（22-06 時））
注. 自動車走行騒音や人声等の一過性の騒音は除外音処理を行っている。

3. 「各種地域」の残留騒音の実測調査

平成 27 年度の新たな調査として、風力発電施設が存在する地域と類似した地域や沿岸部、住居系地域、工業系地域も含む「各種地域」における音環境の実態を把握するため、残留騒音の測定^{*9}(調査箇所は図 2 参照)を行った。除外音処理^{*10}をして求めた L_{Aeq} , L_{A90} , L_{A95} の分析結果を各種地域別に整理した^{*11}。

*9 測定方法：測定点は、幹線道路から離れた民家の敷地あるいは空地や畑等とし、各地域から 3 地域選定し、1 調査箇所当り測定点 3 点とした。

*10 除外音処理方法：鳥の鳴き声の頻度が少なく時間軸上での除外音処理が可能な場合は、high-cut 処理はしていない。

*11 分析方法：48 時間連続測定したうち、風や降雨の影響がないあるいは小さい 24 時間を分析対象とした。

【「各種地域」の残留騒音に関する考察】

- ・地域別の残留騒音の大きさのおおよその違いとして、「農山村部・田園地域」<「沿岸地域」≦「都市部の住居系地域」<「工業系地域」の傾向が見られた。
- ・昼間の方がほぼ 1 階級 (5 dB) 高かった (図 5) (「沿岸地域」の L_{Aeq} , 「都市部の住居系地域」の L_{A90} , L_{A95} は夜間・昼間とも同じ階級であった)。

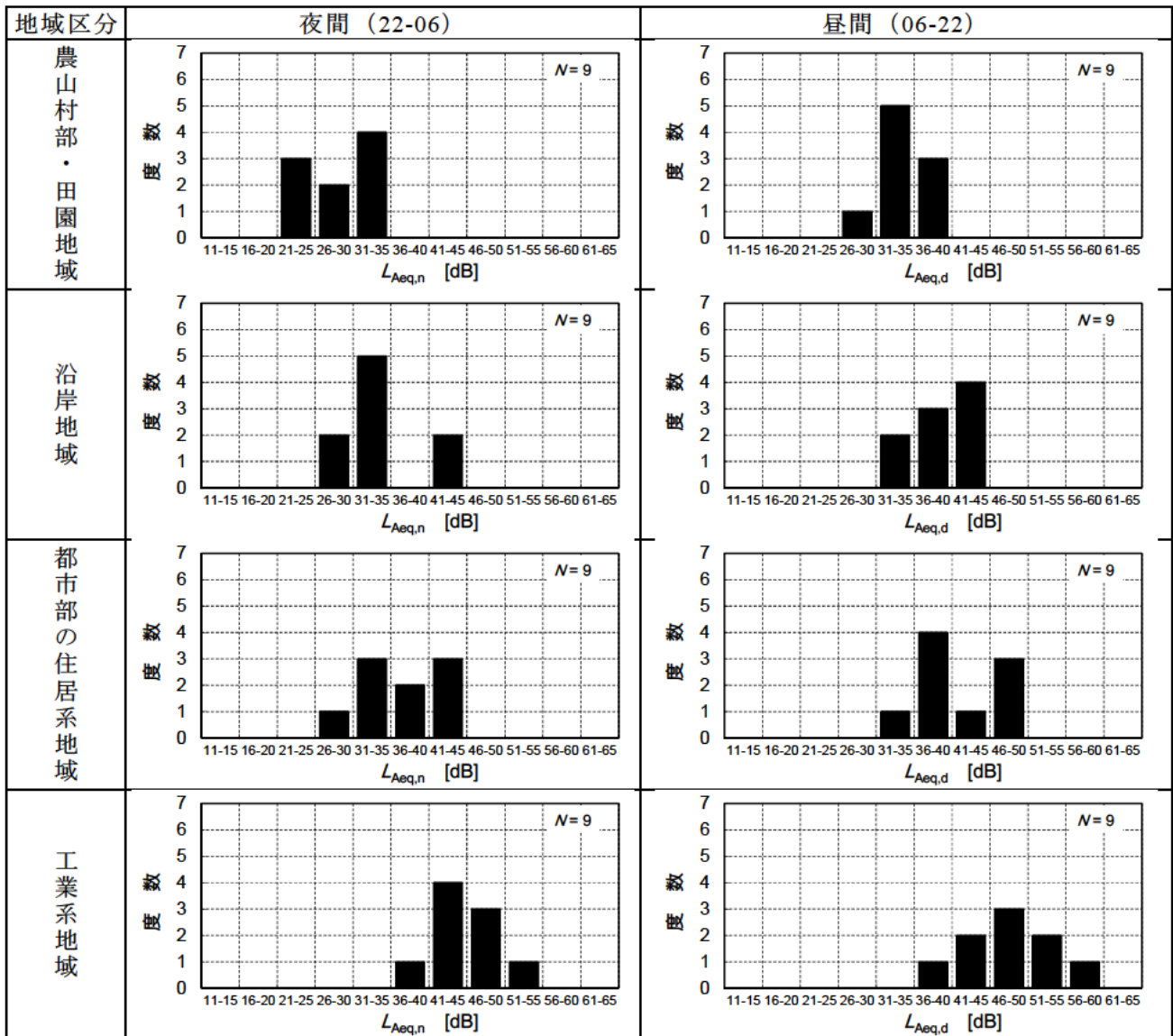


図 5 「各種地域」の残留騒音 (除外音処理有) の L_{Aeq} の度数分布 ($N=9$)

4. 残留騒音の評価方法に関する検討

戦略指定研究の結果から、風車騒音の評価には一定時間の等価騒音レベル $L_{Aeq,T}$ が適用できる。地域の音環境の状況（静かさの程度）を評価する場合、一過性の自動車騒音などの特定騒音が聞こえない時の残留騒音を把握する必要があるが、除外音処理は大変な手間と時間を要する。そこで、戦略指定研究の「対照地域」(1.)、「風車地域（風車停止時）」(2.) 及び平成 27 年度調査の「各種地域」(3.) の全調査結果を分析し、除外音処理していない総合騒音の L_{AN} から、残留騒音の L_{Aeq} を推計する方法を検討した。

【残留騒音の評価方法に関する考察】

- ・ 総合騒音の $L_{A90,tot}$ ・ $L_{A95,tot}$ から残留騒音の $L_{Aeq,res}$ を推計する式が示された (図 6)。
- ・ L_{A90} ・ L_{A95} と L_{Aeq} との相関は、昼間・夜間とも L_{A90} の方が安定性は高い (図 6)。

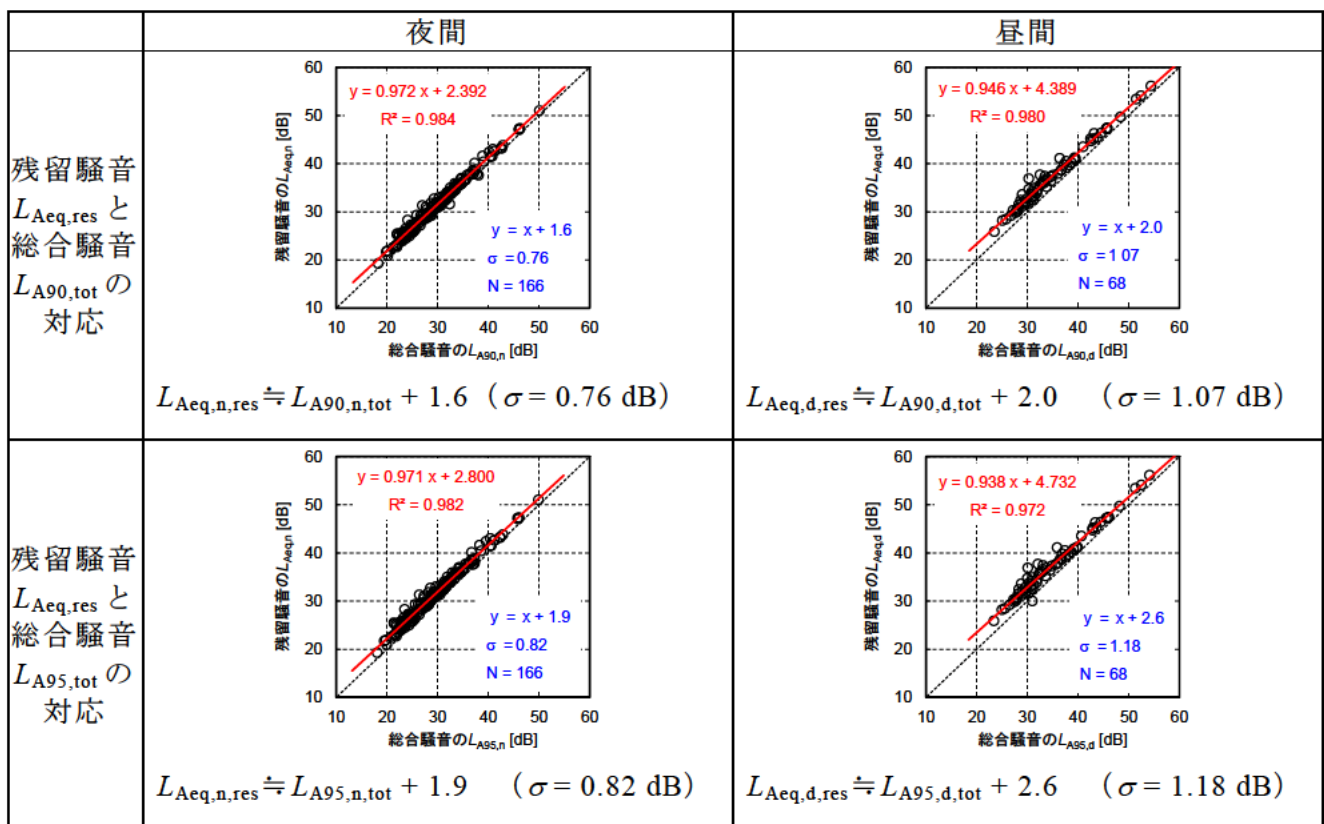


図 6 全調査における残留騒音の $L_{Aeq,res}$ と総合騒音の $L_{A90,tot}$ 、 $L_{A95,tot}$ の対応

注. $L_{Aeq,n,res}$ 、 $L_{Aeq,d,res}$: 夜間、昼間の時間帯の残留騒音の等価騒音レベル L_{Aeq} [dB]

$L_{AN,n,tot}$ 、 $L_{AN,d,tot}$: 夜間、昼間の時間帯の総合騒音の $N\%$ 時間率騒音レベル L_{AN} [dB]