

風力発電サイトにおける事後調査報告 —騒音・低周波音・電磁波—

第9回風力エネルギー利用総合セミナー
2009年6月19日

クリーンエナジーファクトリー株式会社

・目次

- 1) 風力発電に係る環境影響評価
- 2) 騒音と低周波音の違い
- 3) 騒音調査
- 4) 低周波音調査
- 5) 電磁波調査



1) 風力発電に係る環境影響評価

- 一部の自治体では条例対象
(福島県、長崎県、兵庫県 他)
- 条例対象ではない自治体
⇒風力発電のための環境影響評価マニュアル
(NEDO)に基づき自主アセスを実施

1-2) 調査項目

- ・騒音

明らかに影響が認められない場合を除き選定

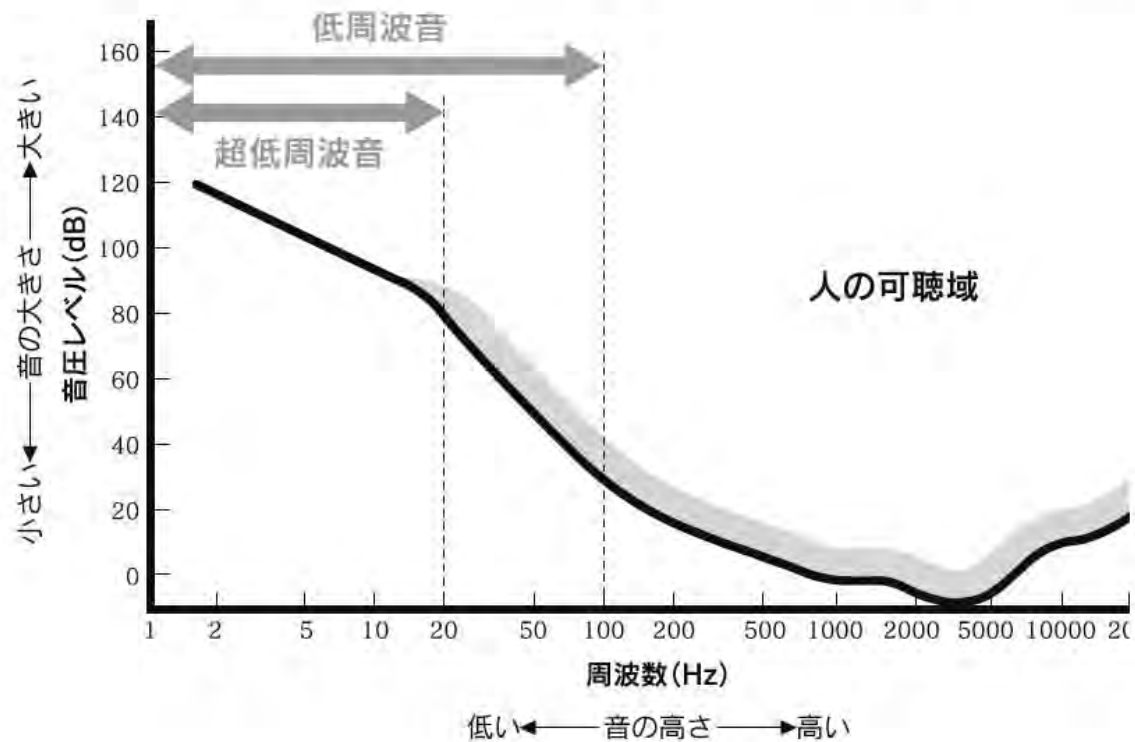
- ・低周波音

環境保全のために特に配慮が必要な施設
(学校、病院等)及び住宅に近接する場合に選定

- ・調査範囲

環境影響を受けるおそれがある地域(一般的には対象事業実施区域及びその周辺、半径500m前後の範囲内)

2) 騒音と低周波音の違い



出典:「よくわかる低周波音」(平成19年2月 環境省)

3. 騒音調査

- 1) 騒音調査方法
- 2) 環境基準
- 3) 騒音調査地点
- 4) 事前調査結果
- 5) 事後調査結果
- 6) 事前、事後の比較
- 7) 事後調査結果(風車からの距離)
- 8) 騒音調査結果について



3-1) 騒音調査方法

- 測定方法

 - 騒音に係る環境基準について

 - ⇒ JIS Z 8731 環境騒音の表示・測定方法

 - 測定項目：等価騒音レベル

- 測定器

 - JIS C 1502 普通騒音計（検定制度有り）

- 測定値の証明

 - 計量法の対象 ⇒ 計量証明書

3-2) 環境基準(騒音)

地域の類型	基準値	
	昼間	夜間
AA	50デシベル以下	40デシベル以下
A及びB	55デシベル以下	45デシベル以下
C	60デシベル以下	50デシベル以下

- (注)1 時間の区分は、昼間を午前6時から午後10時までの間とし、夜間を午後10時から翌日の午前6時までの間とする。
- 2 AAを当てはめる地域は、療養施設、社会福祉施設等が集合して設置される地域など特に静穏を要する地域とする。
- 3 Aを当てはめる地域は、専ら住居の用に供される地域とする。
- 4 Bを当てはめる地域は、主として住居の用に供される地域とする。
- 5 Cを当てはめる地域は、相当数の住居と併せて商業、工業等の用に供される地域とする。

出典:「騒音に係る環境基準について」(平成10年9月30日 環境庁告示第64号)

3-3) 騒音調査地点

事前調査地点(○)

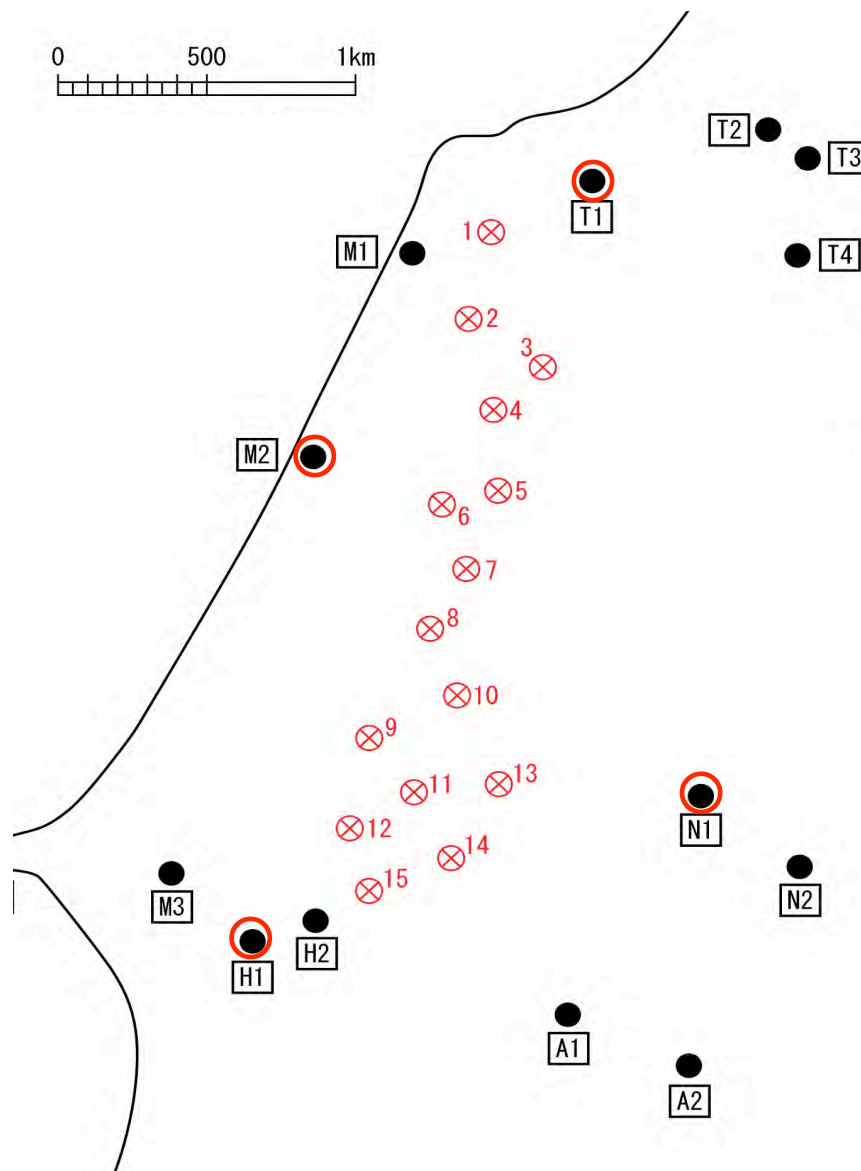
T1, M2, H1, N1 (4地点)

事後調査地点(●)

T1, M2, H1, N1, T2, T3, T4

M1, M3, H2, N2, A1, A2

(13地点)



3-4) 事前調査結果(騒音)

∴

調査地点 (風車までの 距離)	時間 区分	風車設置前の調査結果 (平成17年)		環境基準 (B類型)
		通常時	強風時	
T1 (350m)	昼間	50dB	55dB	55dB
	夜間	42dB	<u>※59dB</u>	45dB
H1 (400m)	昼間	42dB	<u>※56dB</u>	55dB
	夜間	42dB	<u>※55dB</u>	45dB
M2 (470m)	昼間	39dB	52dB	55dB
	夜間	36dB	<u>※59dB</u>	45dB
N1 (680m)	昼間	45dB	<u>※59dB</u>	55dB
	夜間	42dB	<u>※53dB</u>	45dB

(※)を付した箇所は環境基準を超過。風雑音や波音の影響あり。

3-5) ① 事後調査結果(騒音:アセス地点)

∴

調査地点 (風車までの 距離)	時間 区分	調査結果			環境 基準 (B類型)	直近風車における 平均風速		
		1日目	2日目	3日目		1日目	2日目	3日目
T 1 (350m)	昼間	53dB	52dB	50dB	55dB	6.4m/s	1.2m/s	3.6m/s
	夜間	45dB	39dB	43dB	45dB	7.4m/s	1.2m/s	7.5m/s
H 1 (400m)	昼間	49dB	50dB	—	55dB	4.9m/s	3.8m/s	—
	夜間	<u>※46dB</u>	41dB	—	45dB	5.5m/s	5.3m/s	—
M 2 (470m)	昼間	45dB	41dB	43dB	55dB	6.2m/s	1.2m/s	3.5m/s
	夜間	<u>※46dB</u>	36dB	44dB	45dB	7.7m/s	0.6m/s	5.2m/s
N 1 (680m)	昼間	43dB	51dB	45dB	55dB	4.0m/s	4.3m/s	3.4m/s
	夜間	<u>※48dB</u>	41dB	34dB	45dB	6.2m/s	7.7m/s	5.3m/s

- ・調査員を配置して、音源識別を実施
- ・(※)を付した箇所は環境基準を超過。
風雑音、波音、犬の鳴き声等の影響あり。

3-5) ② 事後調査結果(騒音:追加調査地点)

∴

調査地点 (風車までの 距離)	時間 区分	調査結果			環境 基準 B類型	直近風車における平均風速		
		1日目	2日目	3日目		1日目	2日目	3日目
H 2 (250m)	昼間	48dB	51dB	—	55dB	4.9m/s	3.8m/s	—
	夜間	45dB	40dB	—	45dB	5.5m/s	5.3m/s	—
M 1 (300m)	昼間	54dB	49dB	49dB	55dB	6.4m/s	1.2m/s	3.6m/s
	夜間	<u>※57dB</u>	44dB	<u>※48dB</u>	45dB	7.4m/s	1.2m/s	7.5m/s
M 3 (650m)	昼間	49dB	48dB	48dB	55dB	6.3m/s	1.4m/s	3.6m/s
	夜間	43dB	40dB	41dB	45dB	7.8m/s	0.6m/s	4.4m/s
A 1 (680m)	昼間	40dB	40dB	41dB	55dB	3.6m/s	4.1m/s	2.9m/s
	夜間	38dB	39dB	31dB	45dB	5.5m/s	6.5m/s	3.2m/s
T 4 (920m)	昼間	48dB	45dB	47dB	55dB	6.2m/s	1.8m/s	4.0m/s
	夜間	40dB	38dB	42dB	45dB	6.9m/s	1.0m/s	7.6m/s
T 2 (950m)	昼間	48dB	47dB	48dB	55dB	6.4m/s	1.2m/s	3.6m/s
	夜間	42dB	39dB	43dB	45dB	7.4m/s	1.2m/s	7.5m/s
A 2 (1050m)	昼間	43dB	40dB	40dB	55dB	3.6m/s	4.1m/s	2.9m/s
	夜間	35dB	38dB	30dB	45dB	5.5m/s	6.5m/s	3.2m/s
N 2 (1050m)	昼間	43dB	44dB	43dB	55dB	4.0m/s	4.3m/s	3.4m/s
	夜間	40dB	43dB	37dB	45dB	6.2m/s	7.7m/s	5.3m/s
T 3 (1050m)	昼間	47dB	44dB	45dB	55dB	6.4m/s	1.2m/s	3.6m/s
	夜間	40dB	38dB	41dB	45dB	7.4m/s	1.2m/s	7.5m/s

- ・調査員を配置して、音源識別を実施。
- ・(※)を付した箇所は環境基準を超過。
風雑音、波音の影響あり。

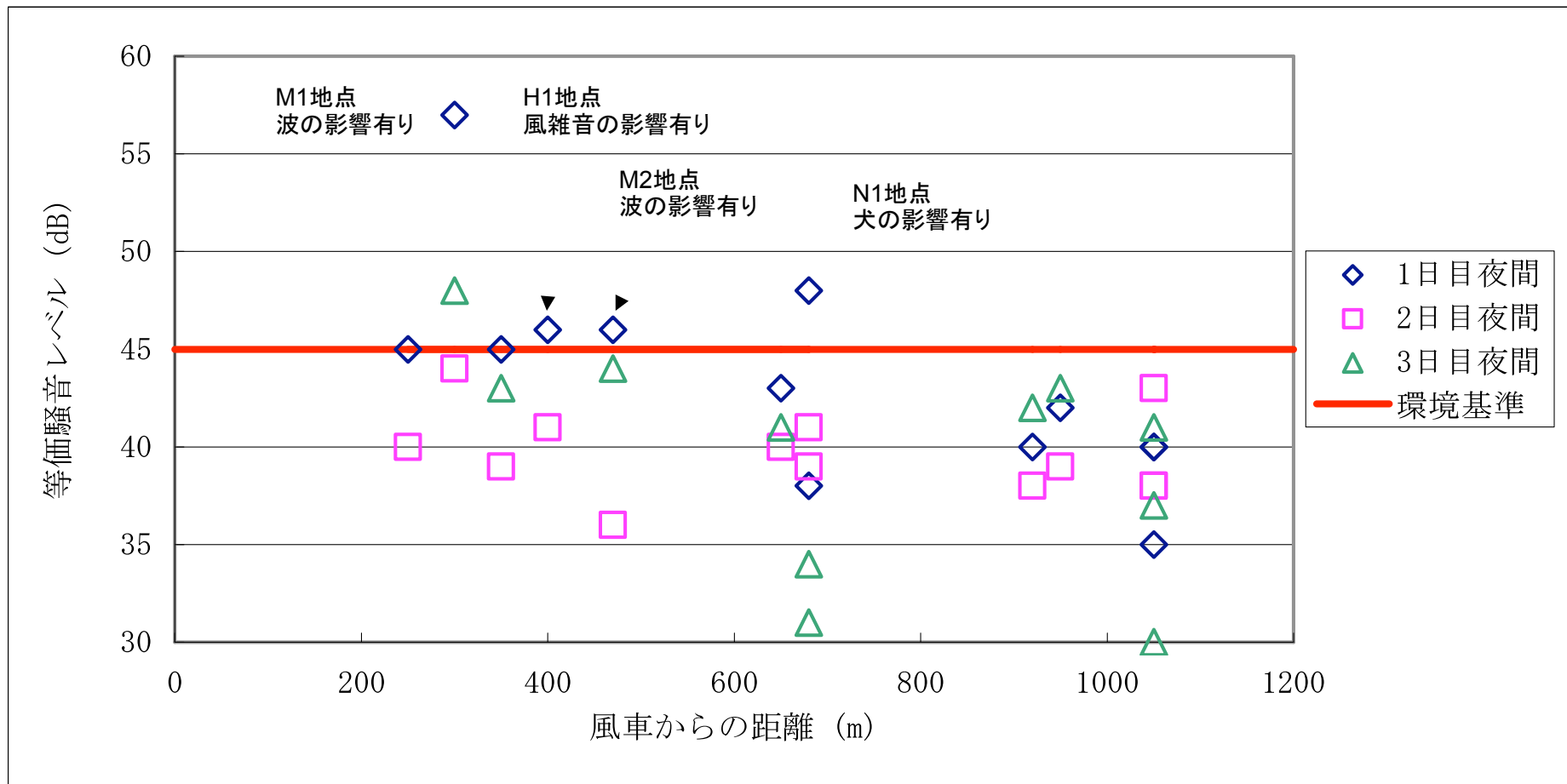
3-6) 事前、事後の比較(騒音)

∴

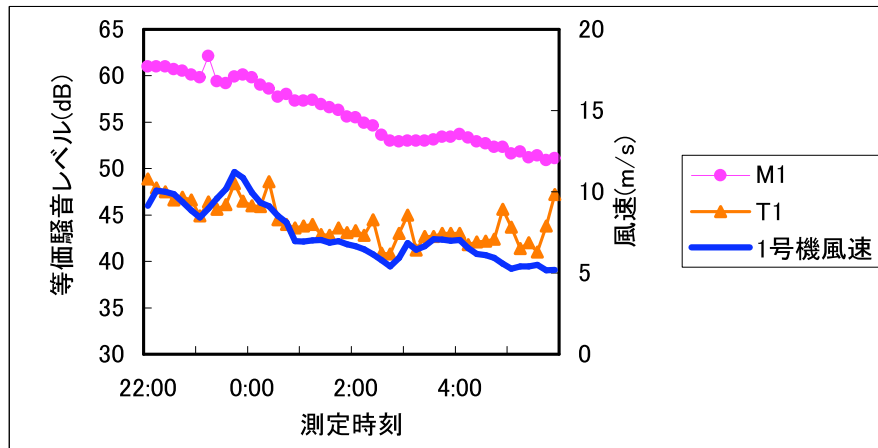
調査地点 (風車までの 距離)	時間 区分	事後調査結果			風車設置前の 調査結果 (平成17年)		環境 基準 (B類型)
		1日目	2日目	3日目	通常時	強風時	
T 1 (350m)	昼間	53dB	52dB	50dB	50dB	55dB	55dB
	夜間	45dB	39dB	43dB	42dB	<u>※59dB</u>	45dB
H 1 (400m)	昼間	49dB	50dB	—	42dB	<u>※56dB</u>	55dB
	夜間	<u>※46dB</u>	41dB	—	42dB	<u>※55dB</u>	45dB
M 2 (470m)	昼間	45dB	41dB	43dB	39dB	52dB	55dB
	夜間	<u>※46dB</u>	36dB	44dB	36dB	<u>※59dB</u>	45dB
N 1 (680m)	昼間	43dB	51dB	45dB	45dB	<u>※59dB</u>	55dB
	夜間	<u>※48dB</u>	41dB	34dB	42dB	<u>※53dB</u>	45dB

- ・調査員を配置して、音源識別を実施。
- ・(※)を付した箇所は環境基準を超過。風雑音、波音、犬の鳴き声等影響あり。

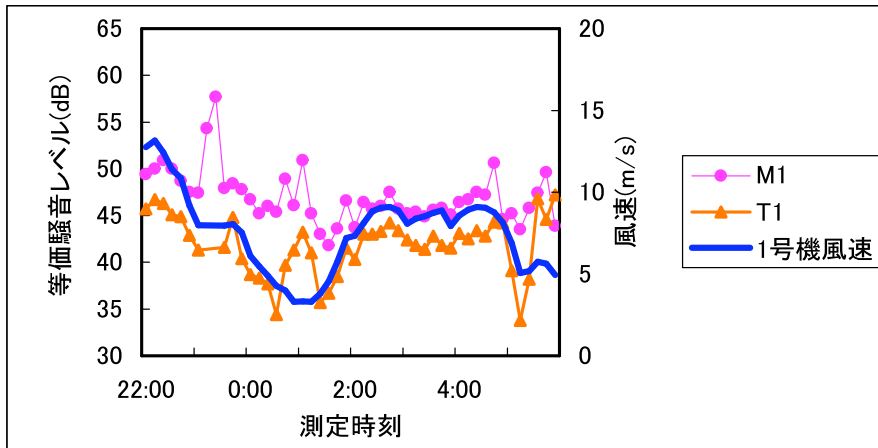
3-7) ① 騒音(事後調査結果:風車からの距離)



3-7) ② 騒音(事後調査結果:風車からの距離) 環境基準超過の原因:M1地点

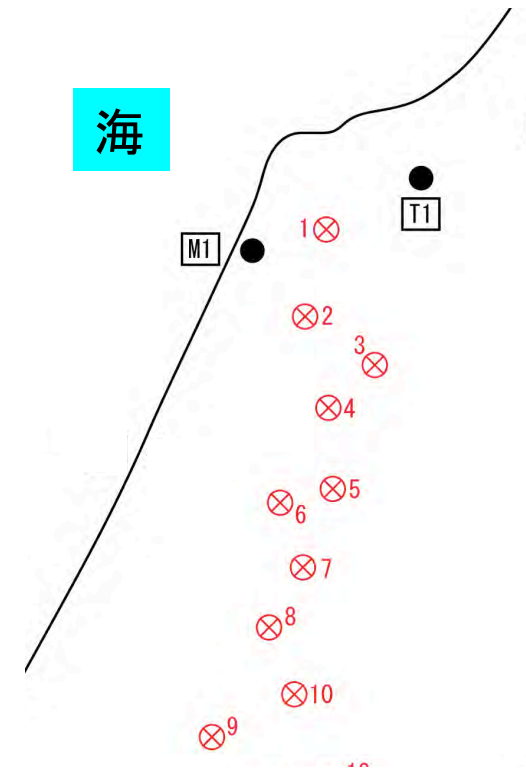


1日目夜間



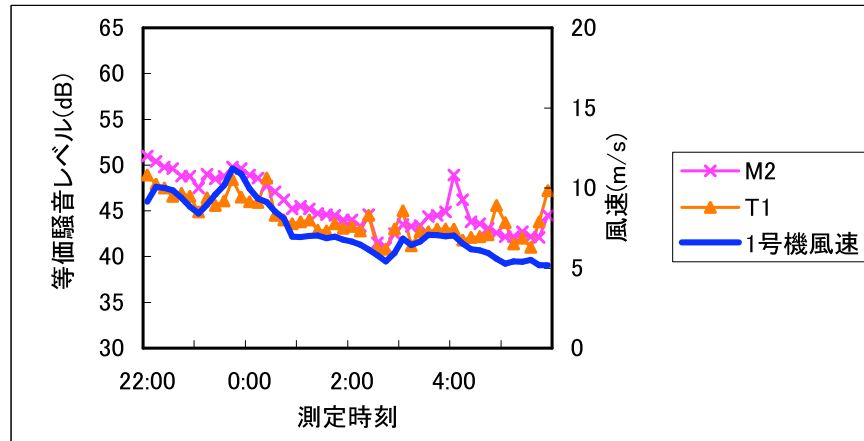
3日目夜間

M1地点で
波の影響有り
(T1と比べて高い)



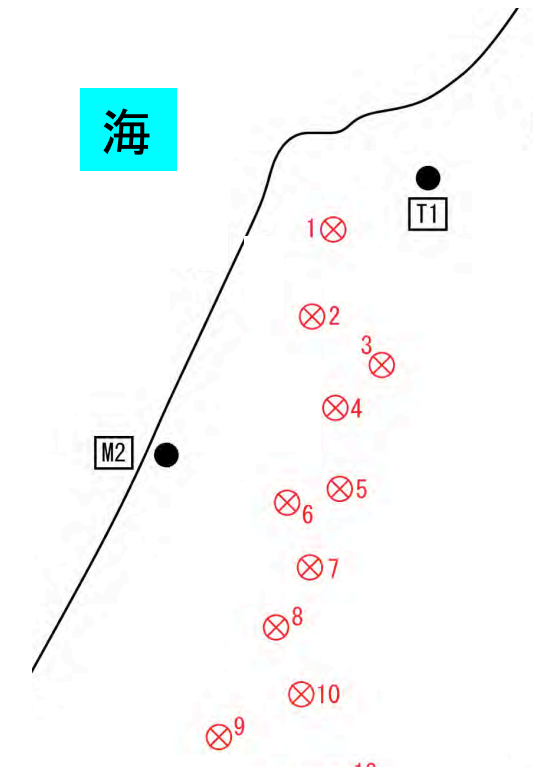
M1地点で
波の影響有り
(T1と比べて高い)

3-7) ③ 騒音(事後調査結果:風車からの距離) 環境基準超過の原因:M2地点

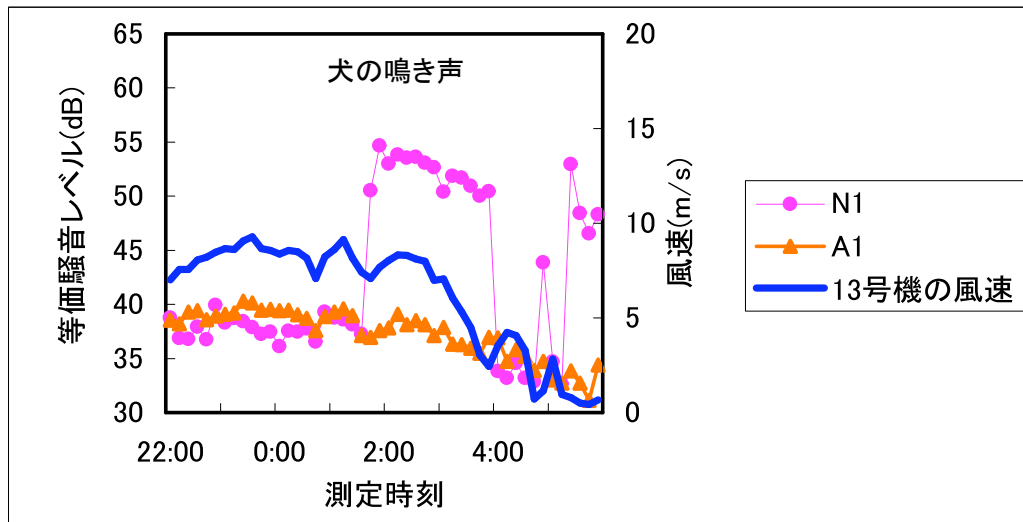


1日目夜間

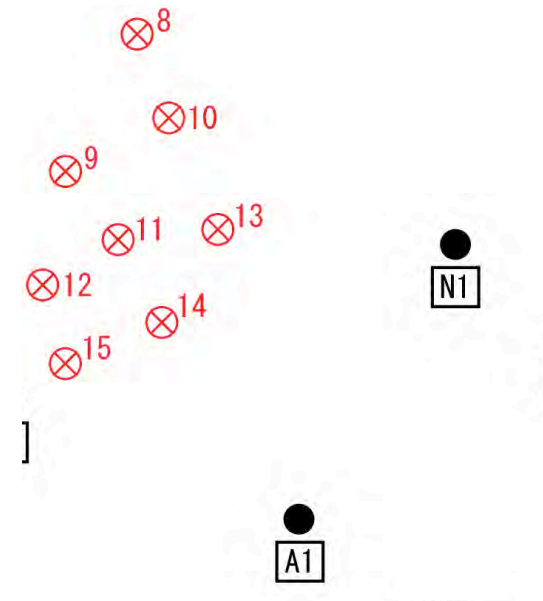
M2地点で
波の影響有り
(T1と比べて高い)



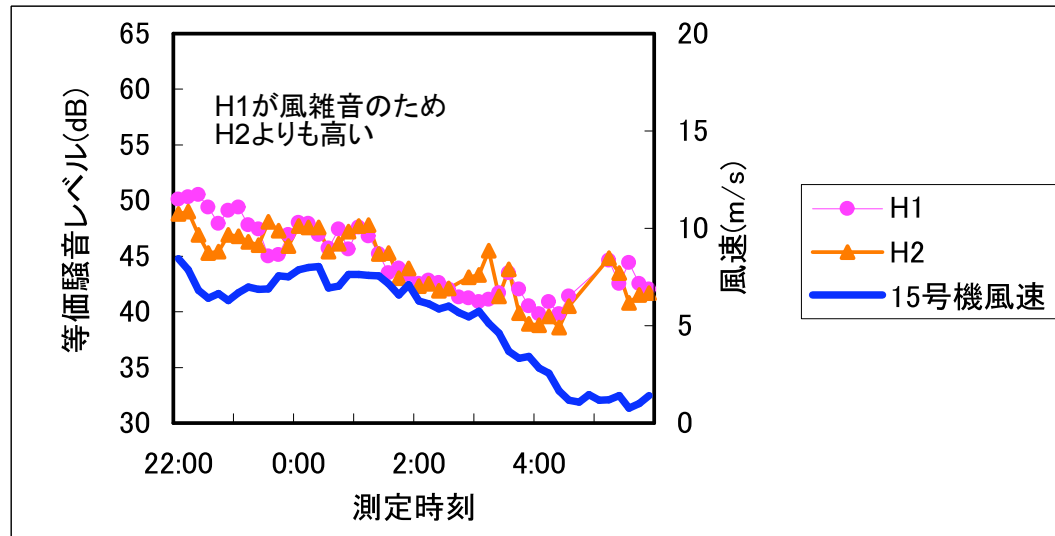
3-7) ④ 騒音(事後調査結果:風車からの距離) 環境基準超過の原因:N1地点



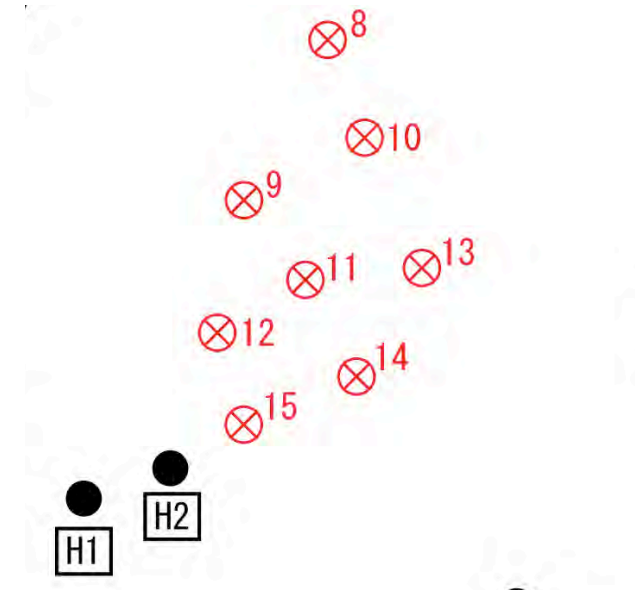
1日目夜間



3-7) ⑤ 騒音(事後調査結果:風車からの距離) 環境基準超過の原因:H1地点



1日目夜間



3-8) 騒音測定結果について

- 風車設置前、設置後に騒音調査を実施し、調査結果を比較した。
- 環境基準を超える場合があるが、複数の測点を配置することにより、音源を推定できる。

(今回の測定で環境基準を超えていた時は、波、風雑音、犬の鳴き声であった)

- 環境基準を超えてない場合でも、風車の音を聞き分けることは可能である。
- 今後も測定を定期的に行うことにより、風車音の環境への影響の知見を深めていきたい。

4. 低周波音調査

- 1) 低周波音調査方法
- 2) 参照値
- 3) 低周波音調査地点
- 4) 事前調査結果
- 5) 事後調査結果
- 6) 事前、事後の比較
- 7) 既存データとの比較
- 8) 低周波音調査結果について



4-1) 低周波音調査方法

・低周波音

低周波音の測定方法に関するマニュアル(環境省)
測定項目: G特性音圧レベル
1/3オクターブバンド音圧レベル

マニュアルには「低周波音の測定で最も注意すべきは風の影響。風の強い日に無理に測定してもデータが使いものにならない。」と記載されているが、風車を対象に測定する場合は風雑音も含めて測定せざるを得ない。

・測定器

低周波音圧レベル計(検定制度無し)

・測定値の証明

計量法の対象外⇒計量証明書発行できない

4-2) ① 参照値(低周波音)

表1 低周波音による物的苦情に関する参照値

1/3 オクターブバンド 中心周波数(Hz)	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50
1/3 オクターブバンド 音圧レベル(dB)	70	71	72	73	75	77	80	83	87	93	99

表2 低周波音による心身に係る苦情に関する参照値

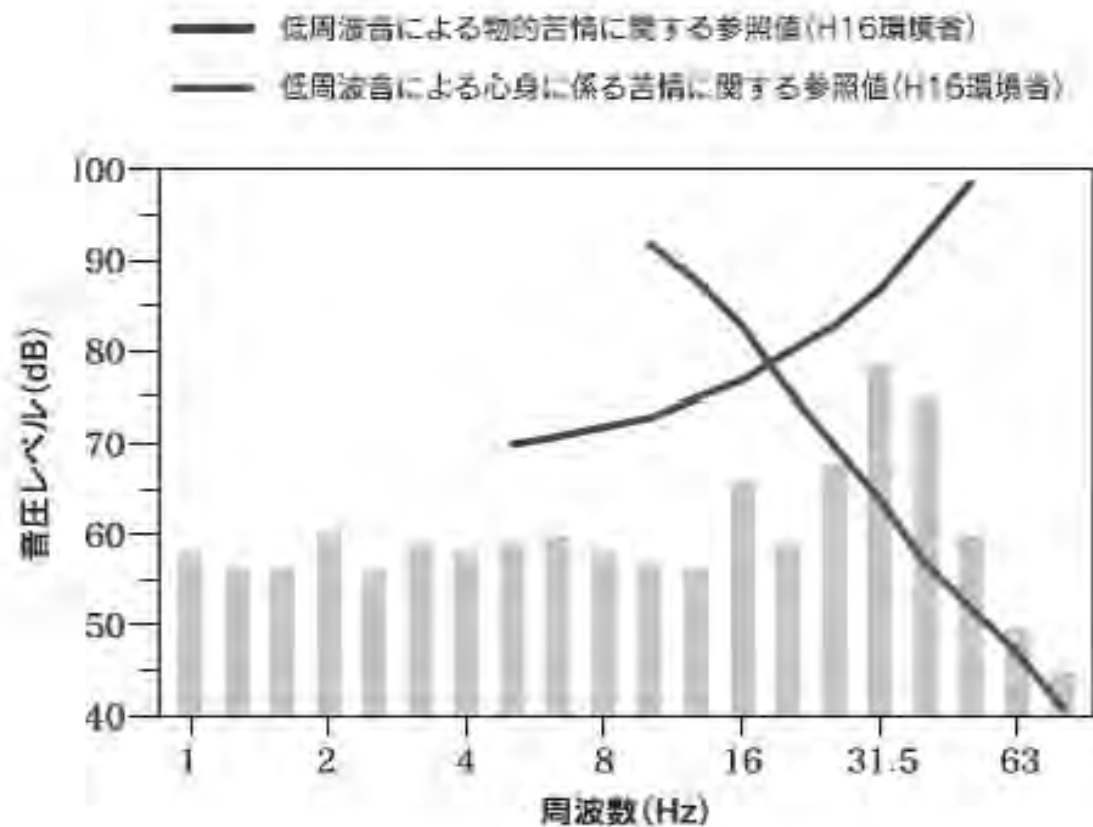
1/3 オクターブバンド 中心周波数(Hz)	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
1/3 オクターブバンド 音圧レベル(dB)	92	88	83	76	70	64	57	52	47	41

G 特性音圧レベル $L_G=92(\text{dB})$

1~20Hzの超低周波音の人体感覚を評価するための
周波数補正特性

出典:「低周波音問題対応の手引書」(平成16年6月 環境省)

4-2) ② 参照値(低周波音)



低周波音の測定例と参照値との比較

出典:「よくわかる低周波音」(平成19年2月 環境省)

4-2) ③ 参照値 取り扱いの留意事項

◆測定場所

(2) 心身に係る苦情に関する測定場所

心身に係る苦情に関しては苦情者の住居などの問題となっている部屋の問題となっている位置とする。窓の開閉条件は原則として窓を閉めた条件とする。

◆留意事項

- ・本参照値は、規制基準、要請限度とは異なる。
- ・本参照値は、都市計画法の用途地域、騒音規制法等の地域指定と関係なく、低周波音によると思われる苦情が寄せられた場合に適用する。
- ・本参照値は、固定された発生源からの低周波音によると思われる苦情に対応するためのものである。したがって、交通機関等の移動発生源とそれに伴い発生する現象及び発破・爆発等の衝撃性の発生源から発生する低周波音には適用しない。
- ・本参照値は、低周波音によると思われる苦情に対処するためのものであり、対策目標値、環境アセスメントの環境保全目標値、作業環境のガイドラインなどとして策定したものではない。対策に当たっては技術的可能性等総合的な検討が必要である。

出典：低周波音問題対応のための「評価指針」(平成16年6月 環境省)

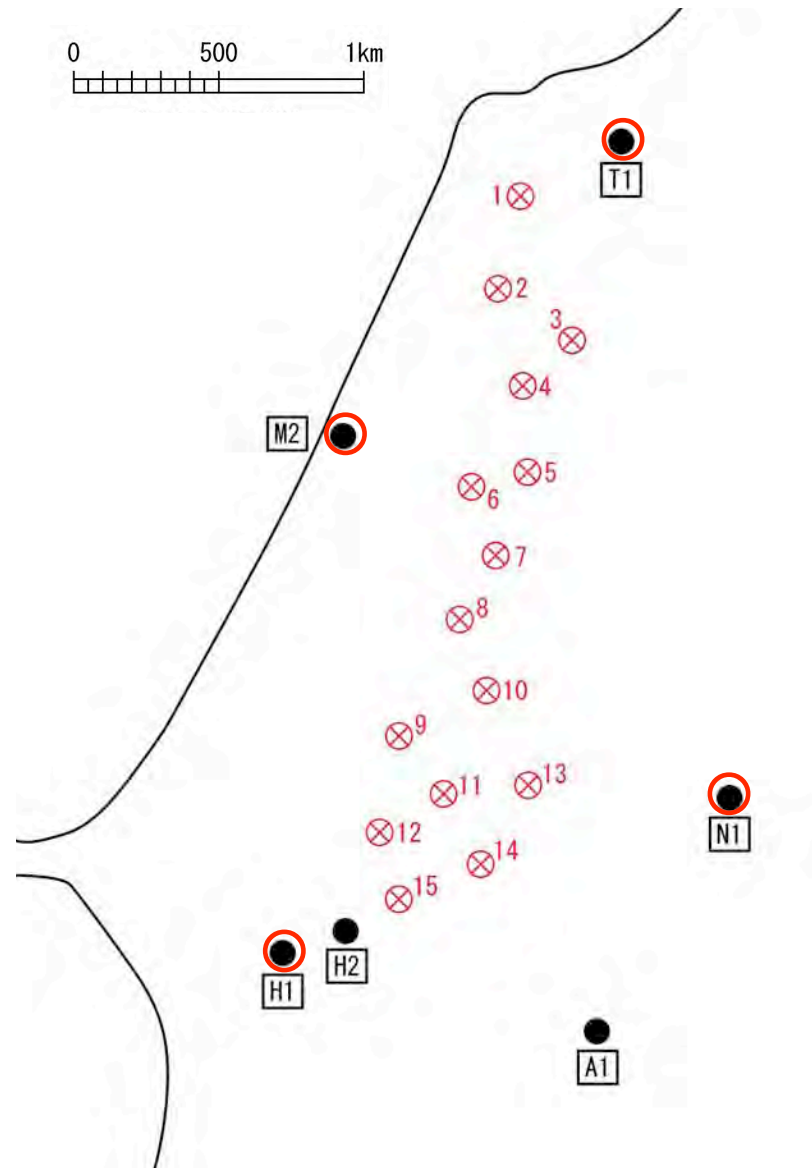
4-3) 低周波音調査地点

事前調査地点(○)

T1, M2, H1, N1 (4地点)

事後調査地点(●)

T1, M2, H1, N1, H2, A1
(6地点)



4-4) ① 事前調査結果(G特性)

G特性音圧レベル(10min): 最小～最大

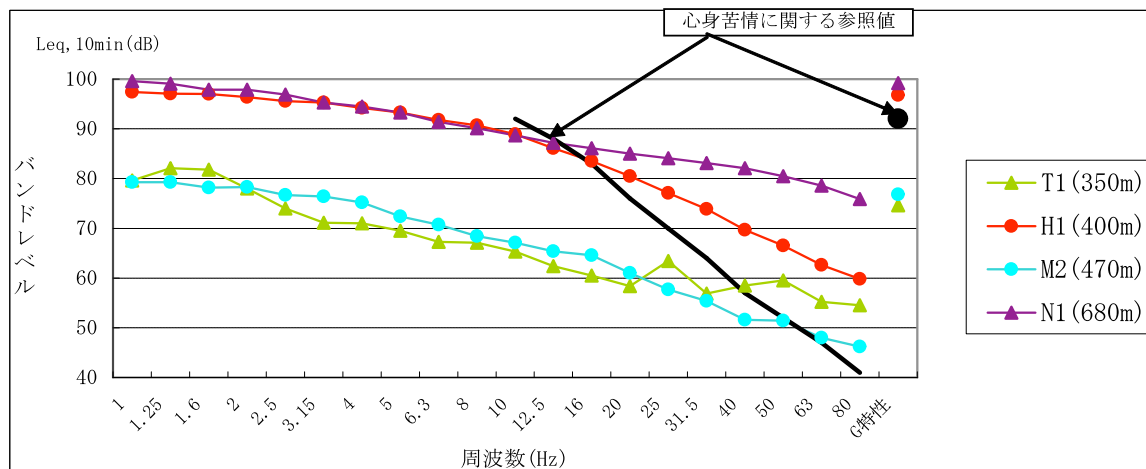
::

調査地点 (風車までの 距離)	風車設置前の調査結果 (平成17年)	
	通常時	強風時
T1 (350m)	53dB～71dB	59dB～75dB
H1 (400m)	59dB～88dB	65dB～97dB
M2 (470m)	54dB～70dB	62dB～77dB
N1 (680m)	53dB～79dB	64dB～99dB

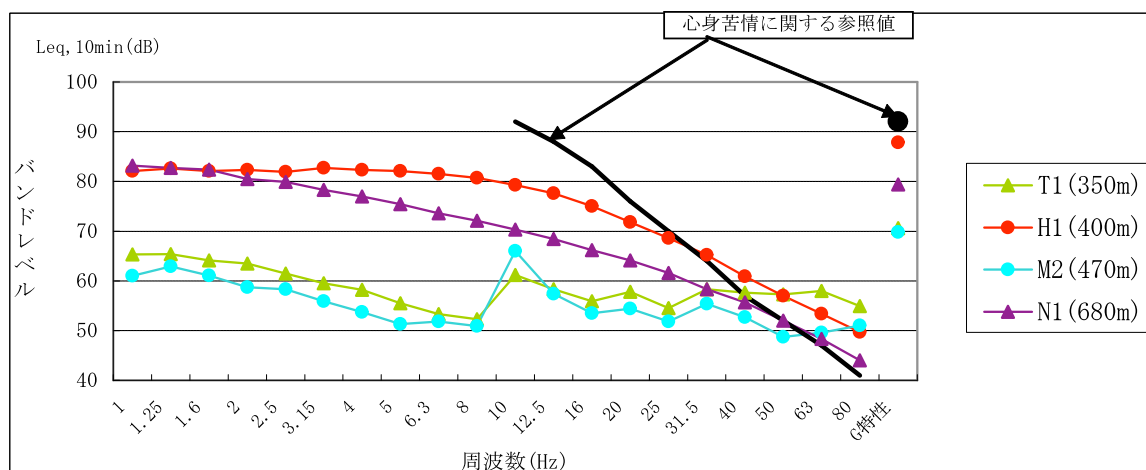
- ・強風時には最大で99dB
- ・心身に係る苦情に関する参照値: 92dB

4-4) ② 事前調査結果(1/3オクターブバンドレベル)

1/3オクターブバンドレベル(G特性最大時)



事前調査(強風時)



事前調査(通常時)

4-5) ① 事後調査結果(G特性)

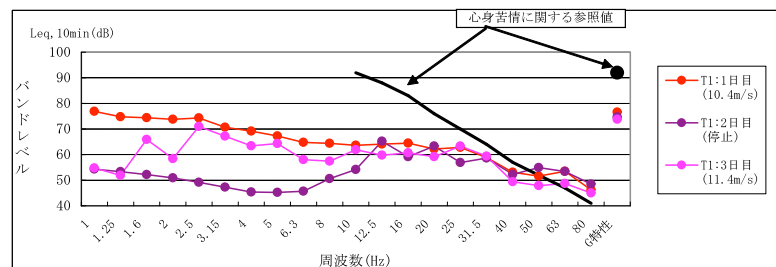
G特性音圧レベル(10min): 最小～最大

調査地点 (風車までの距離)	調査結果
H 2 (250m)	62dB～83dB(1日目) 58dB～74dB(2日目)
T 1 (350m)	63dB～77dB(1日目) 62dB～75dB(2日目) 61dB～74dB(3日目)
H 1 (400m)	64dB～88dB(1日目) 58dB～74dB(2日目)
M 2 (470m)	59dB～75dB(1日目) 63dB～76dB(2日目) 60dB～73dB(3日目)
A 1 (680m)	57dB ～ 70dB
N 1 (680m)	54dB ～ 68dB

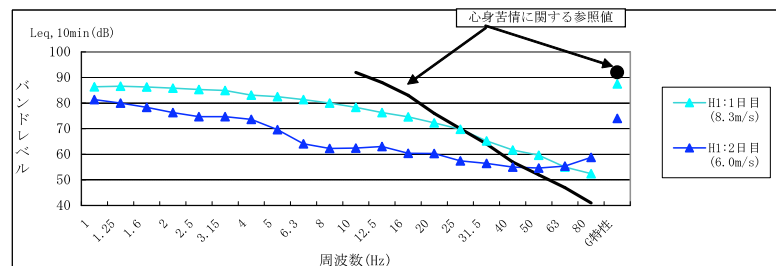
- ・最大値は88dB
- ・心身に係る苦情に関する参照値:92dB

4-5) ② 事後調査結果(1/3オクターブバンドレベル)

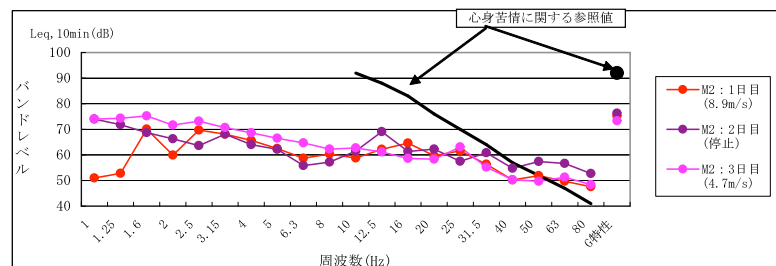
1/3オクターブバンドレベル
(G特性最大時)



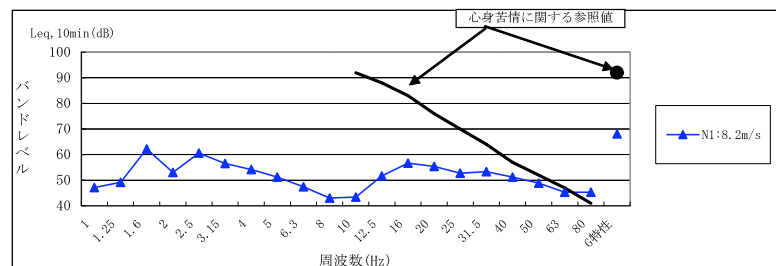
事後調査結果 (T1:350m)



事後調査結果 (H1:400m)



事後調査結果 (M2:470m)



事後調査結果 (N1:680m)

4-6) ① 事前、事後の比較(G特性)

G特性音圧レベル(10min):最小～最大

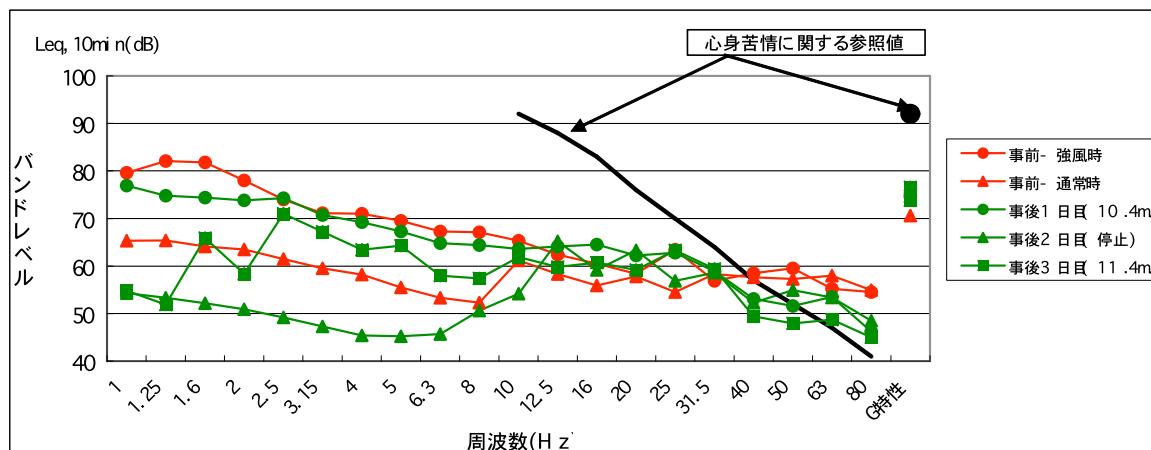
∴

調査地点 (風車までの 距離)	事後調査結果	風車設置前の調査結果 (平成17年)	
		通常時	強風時
T 1 (350m)	63dB～77dB(1日目)	53dB～71dB	59dB～75dB
	62dB～75dB(2日目)		
	61dB～74dB(3日目)		
H 1 (400m)	64dB～88dB(1日目)	59dB～88dB	65dB～97dB
	58dB～74dB(2日目)		
M 2 (470m)	59dB～75dB(1日目)	54dB～70dB	62dB～77dB
	63dB～76dB(2日目)		
	60dB～73dB(3日目)		
N 1 (680m)	54dB ～ 68dB	53dB～79dB	64dB～99dB

- ・風車の稼動に伴うG特性音圧レベルの上昇は確認できない。
- ・心身に係る苦情に関する参照値:92dB

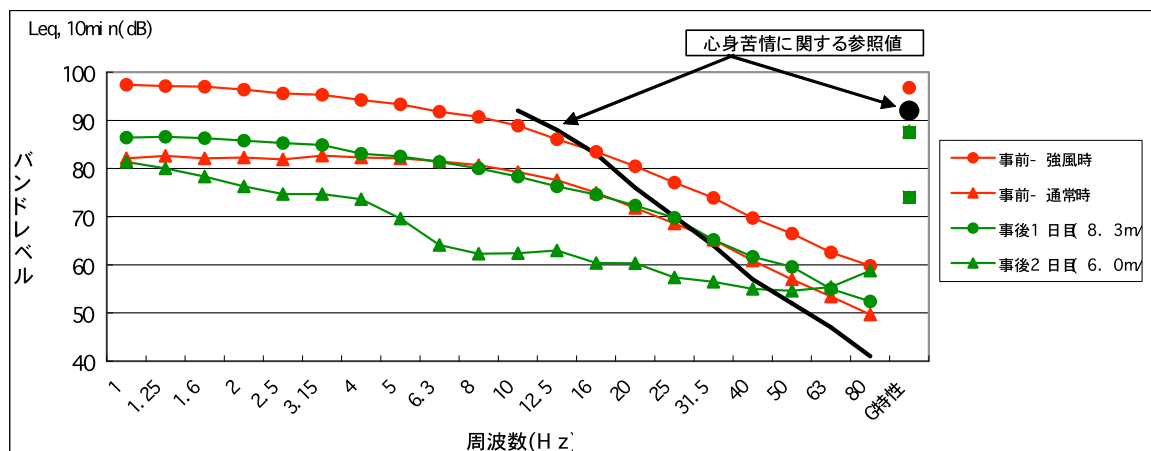
4-6) ② 事前、事後の比較 (1/3オクターブバンドレベル)

1/3オクターブバンドレベル(G特性最大時)



風車までの距離
350m

T 1地点:事前調査と事後調査の比較

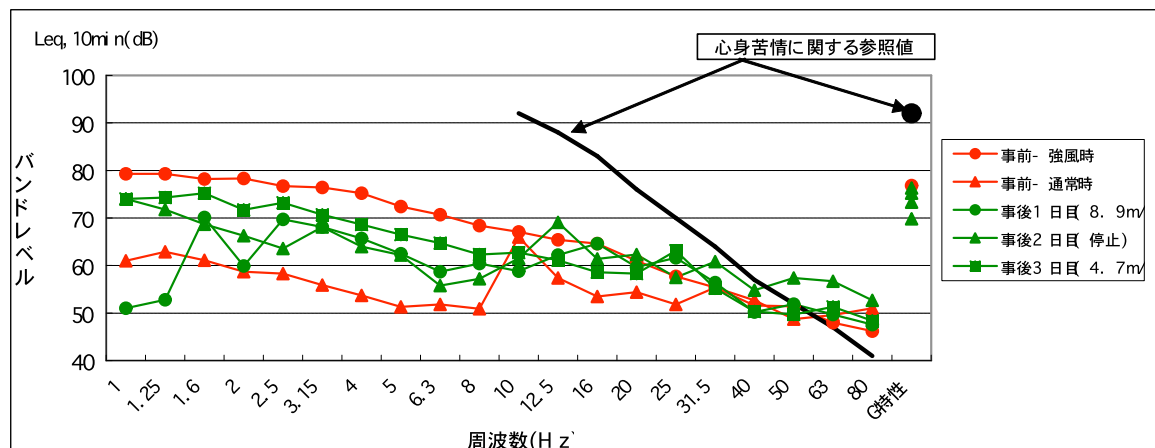


風車までの距離
400m

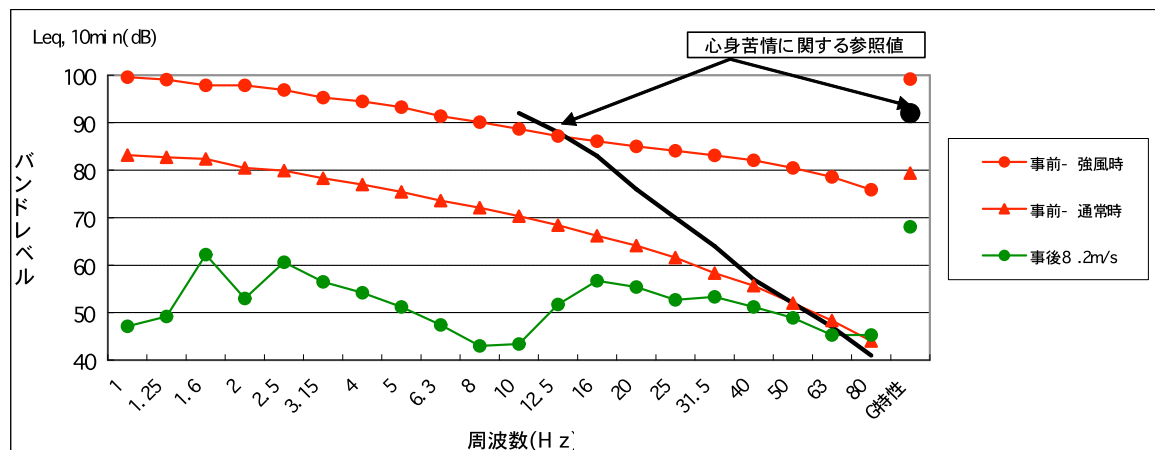
H 1地点:事前調査と事後調査の比較

4-6) ③ 事前、事後の比較 (1/3オクターブバンドレベル)

1/3オクターブバンドレベル(G特性最大時)



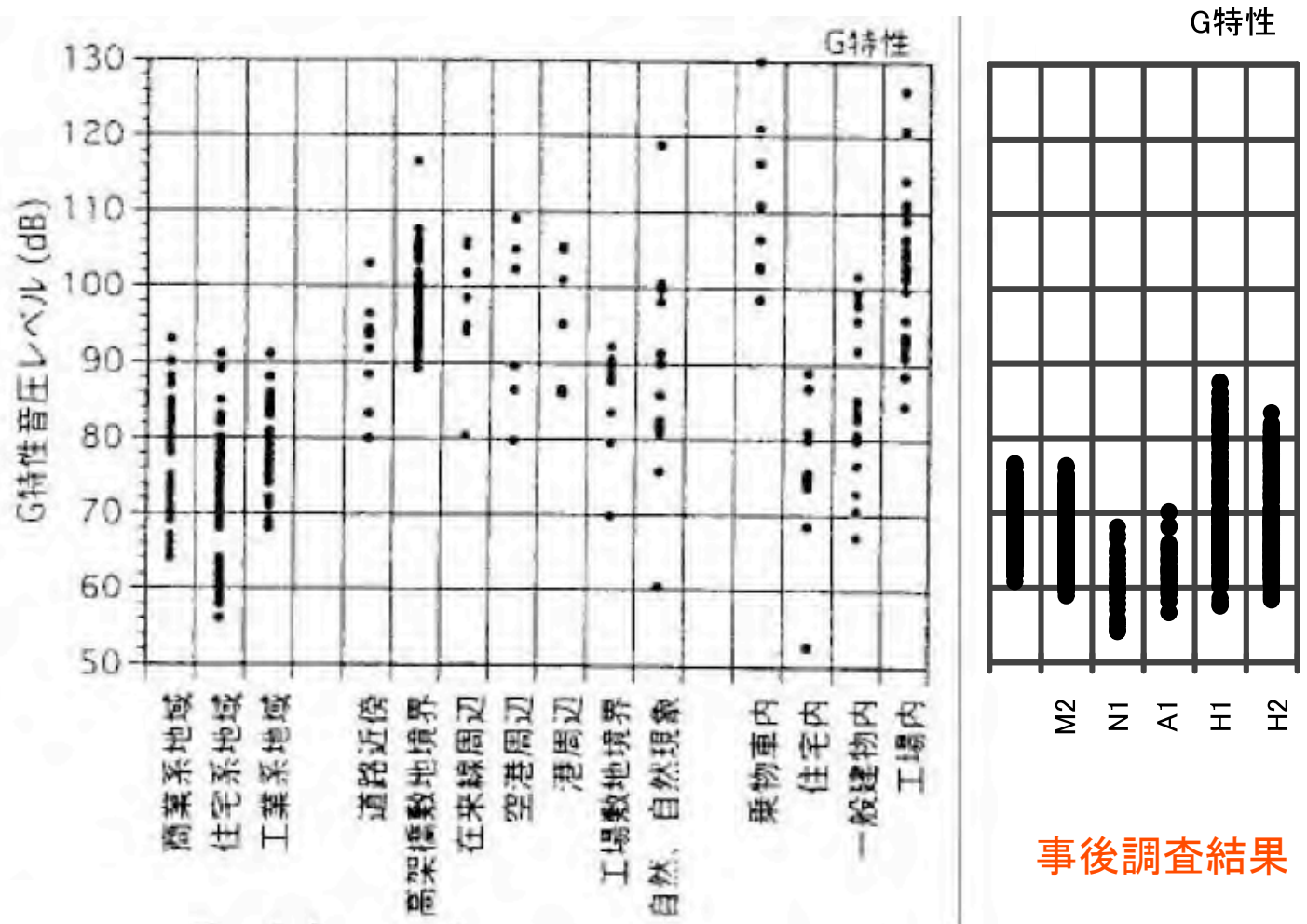
M2地点:事前調査と事後調査の比較



N1地点:事前調査と事後調査の比較

※事後調査は風車回転時のみ実施

4-7) ① 既存データとの比較 (G特性)

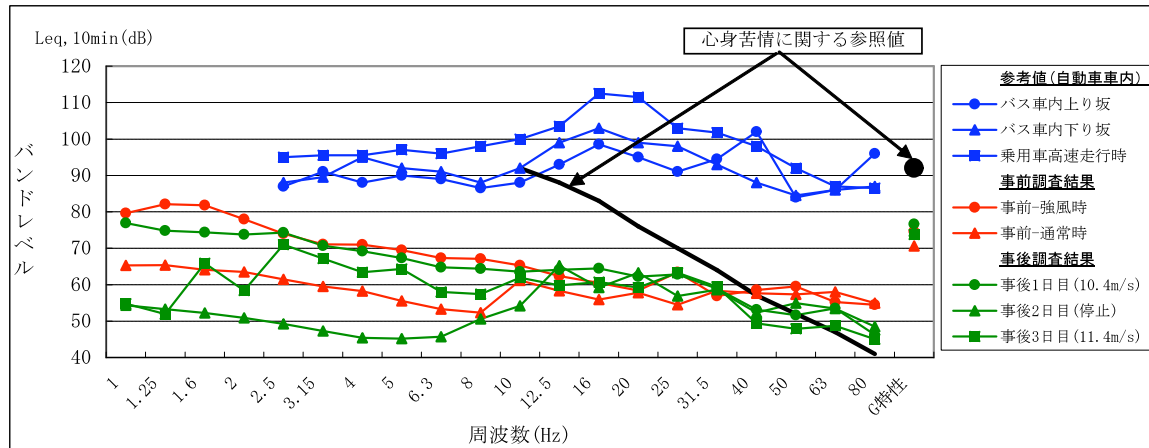


発生源周辺を含めた一般住宅空間における G 特性音圧レベル分布 (分析区間の最大値)

出典:「低周波音の測定方法に関するマニュアル」(平成12年10月 環境庁)

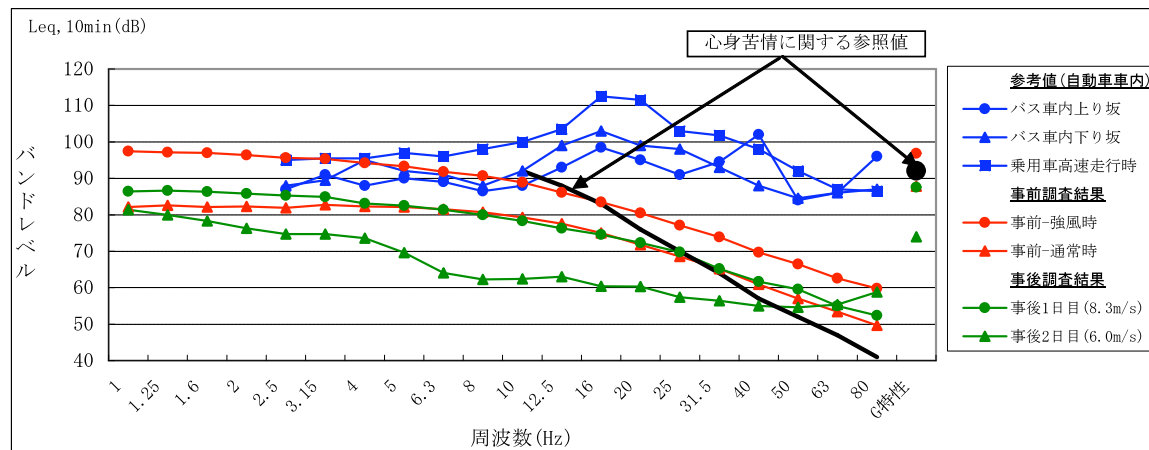
4-7) ② 既存データとの比較 (1/3オクターブバンドレベル)

1/3オクターブバンドレベル(G特性最大時)



風車までの距離
350m

T1地点：既存データとの比較



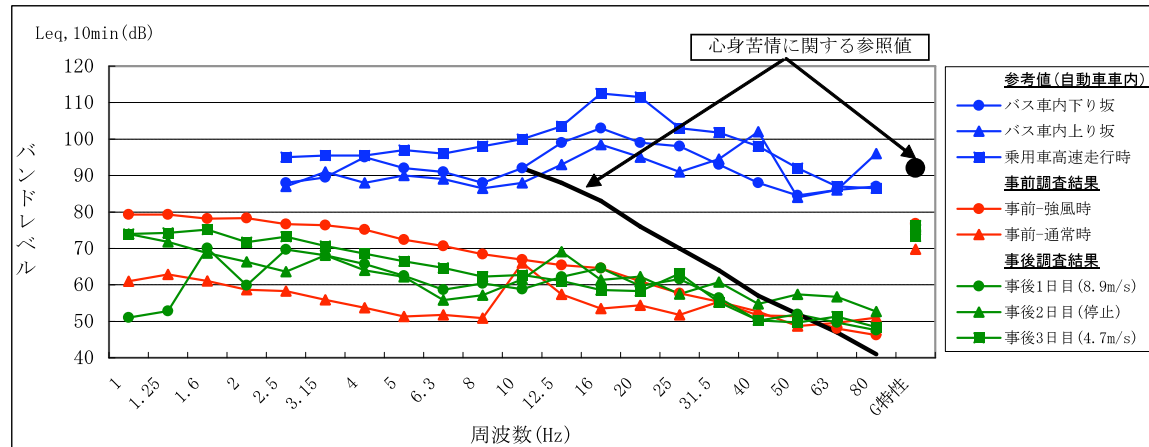
風車までの距離
400m

H1地点：既存データとの比較

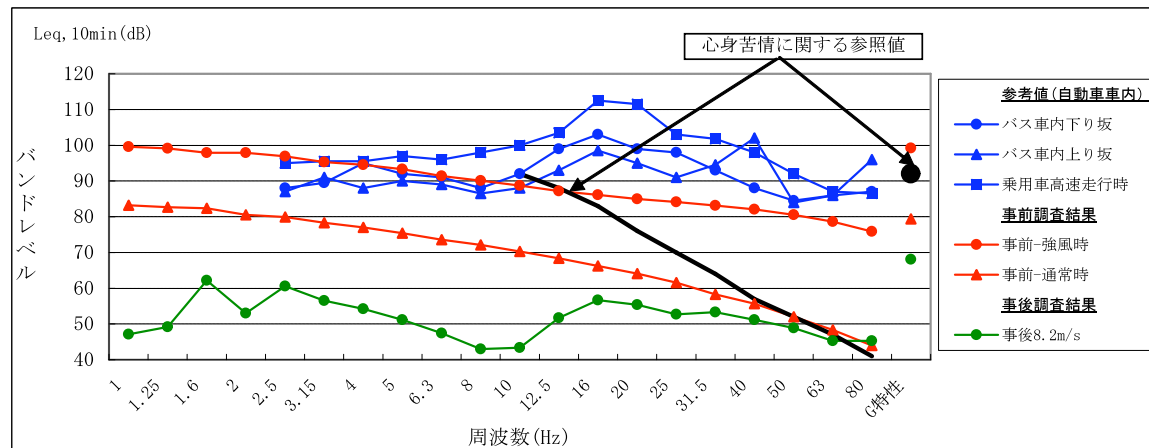
参考値(自動車車内)の出典:「低周波音の測定方法に関するマニュアル」(平成12年10月 環境庁)

4-7) ③ 既存データとの比較 (1/3オクターブバンドレベル)

1/3オクターブバンドレベル(G特性最大時)



M2地点：既存データとの比較



※事後調査は風車回転時のみ実施

N1地点：既存データとの比較

参考値(自動車車内)の出典:「低周波音の測定方法に関するマニュアル」(平成12年10月 環境庁)

4-8) 低周波音測定結果について

- 風車設置前、設置後に低周波調査を実施し、調査結果を比較した。
- 設置前、設置後における低周波音の違いは今回の測定結果からは確認できなかった。
- 測定結果は住宅系地域における低周波音の大きさの例の範囲にあった。
(低周波音の測定方法に関するマニュアル)(平成12年10月 環境庁)
- 今後も測定を定期的に行うことにより、風車低周波音の確認と環境への影響の知見を深めていきたい。

5. 電磁波調査

- 1) 電磁波における基準
- 2) 電磁波の既存測定データ
- 3) 電磁波測定結果
- 4) 風車からの距離と電磁波
- 5) 電磁波と風速の時間的变化
- 6) 電磁波測定結果について



5-1) 電磁波における基準

- WHO(世界保健機構)から下記の基準が発表

☺

環境保健基準第35巻
(1984年)

10kV/m以下の電界では、立ち入りを制限する必要はない。

環境保健基準第69巻
(1987年)

50G以下の磁界では、有害な生物学的影響は認められない。

5G以下の磁界では、いかなる生物学的影響も認められない。

- $50\text{G} = 5000\mu\text{T}$
- $5\text{G} = 500\mu\text{T}$

5-2) 電磁波の既存測定データ

磁界 家の周り 0.01~0.2 μ T

電界 野外 1V/m以下

NRPB 英国放射線防護局資料より

Proceedings of the International Conference on Non-Ionizing Radiation at UNITEN
(ICNIR2003)
Electromagnetic Fields and Our Health
20th – 22nd October 2003

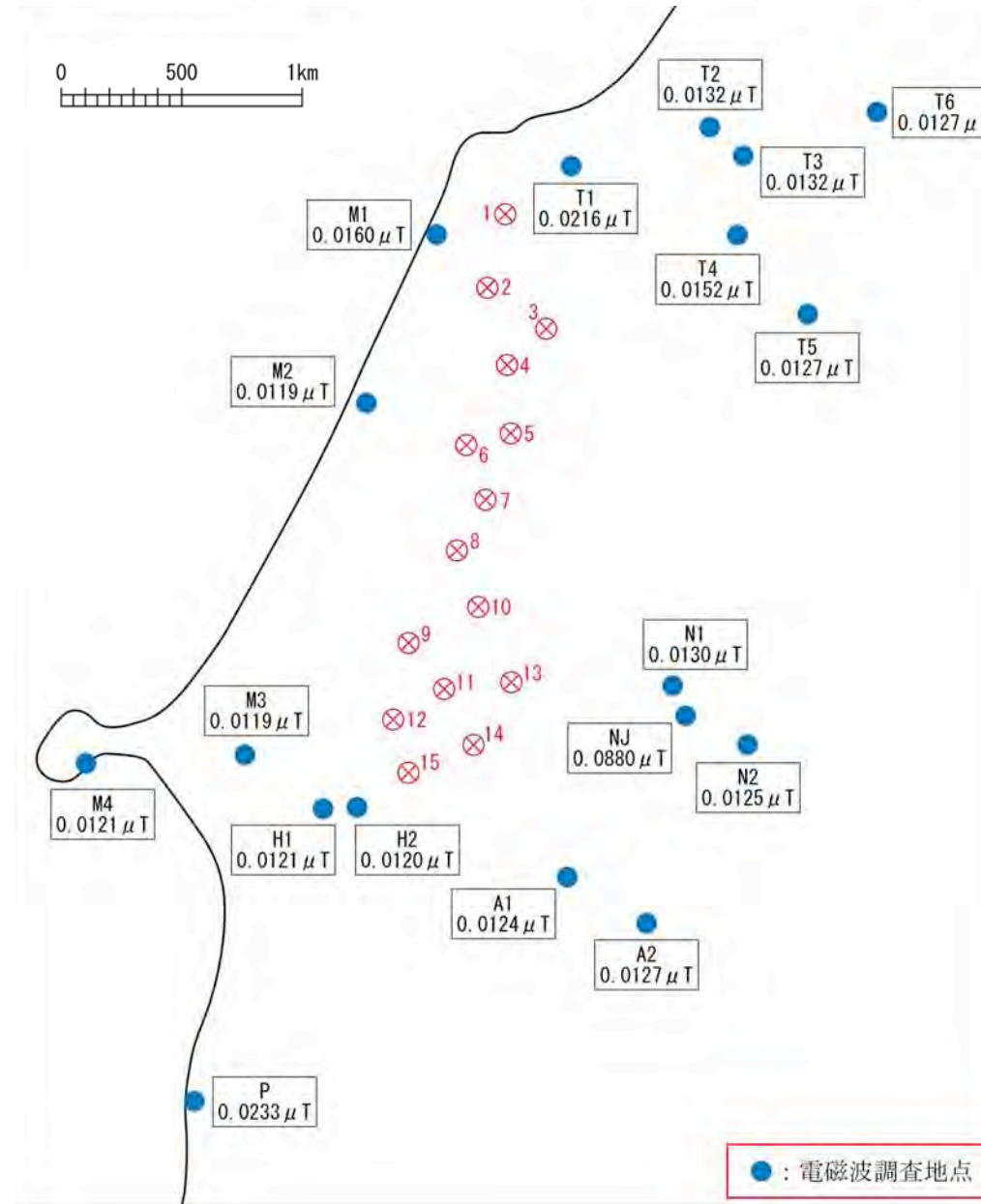
**Non-Ionizing Radiations – Sources, Biological Effects, Emissions
and Exposures**

Kwan-Hoong Ng
Department of Radiology
University of Malaya
Kuala Lumpur
Malaysia
ngkh@um.edu.my

5-3)

電磁波測定結果 (磁界)

0.0119~0.0880 μT

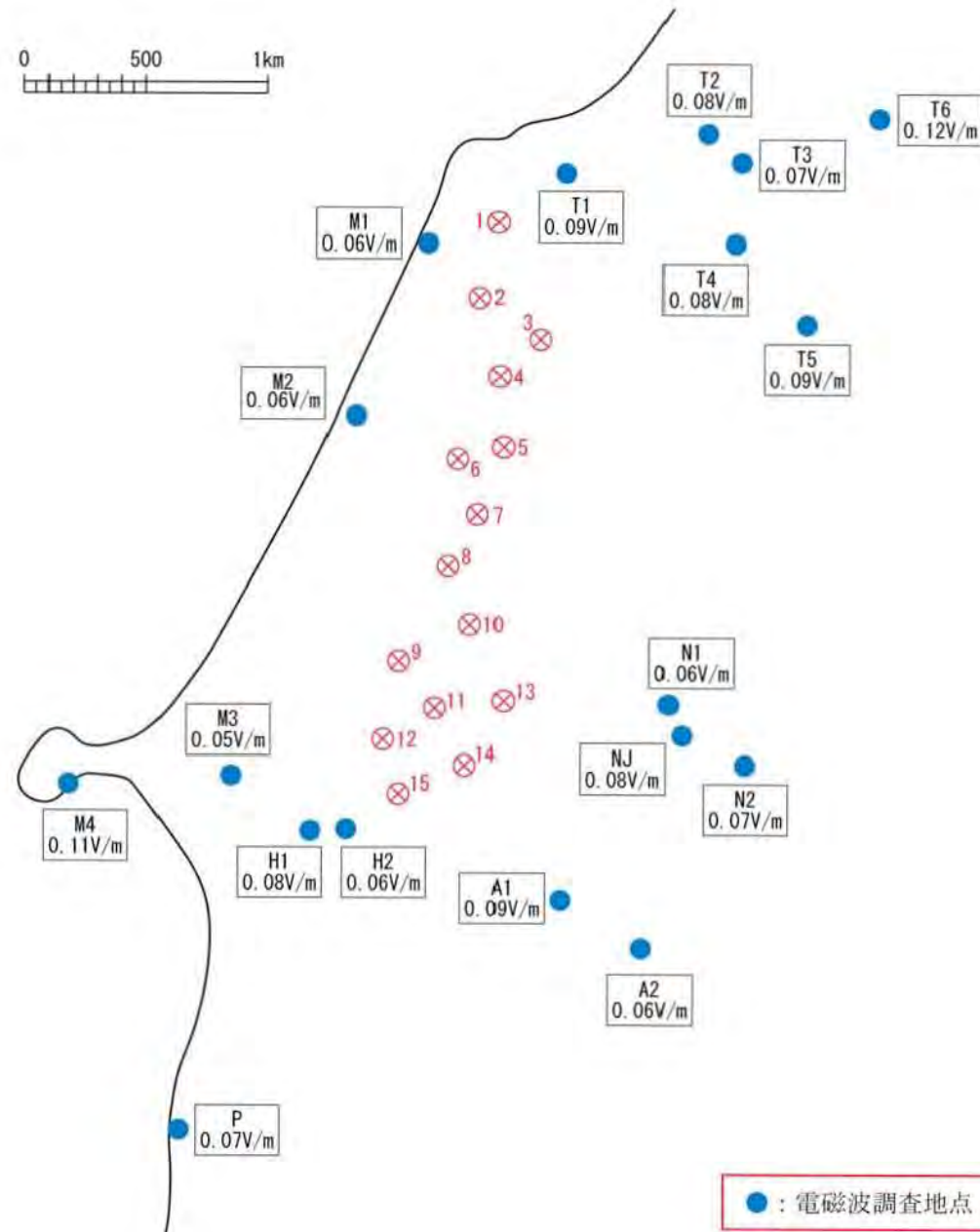


電磁波測定結果(磁界)

5-3) ②

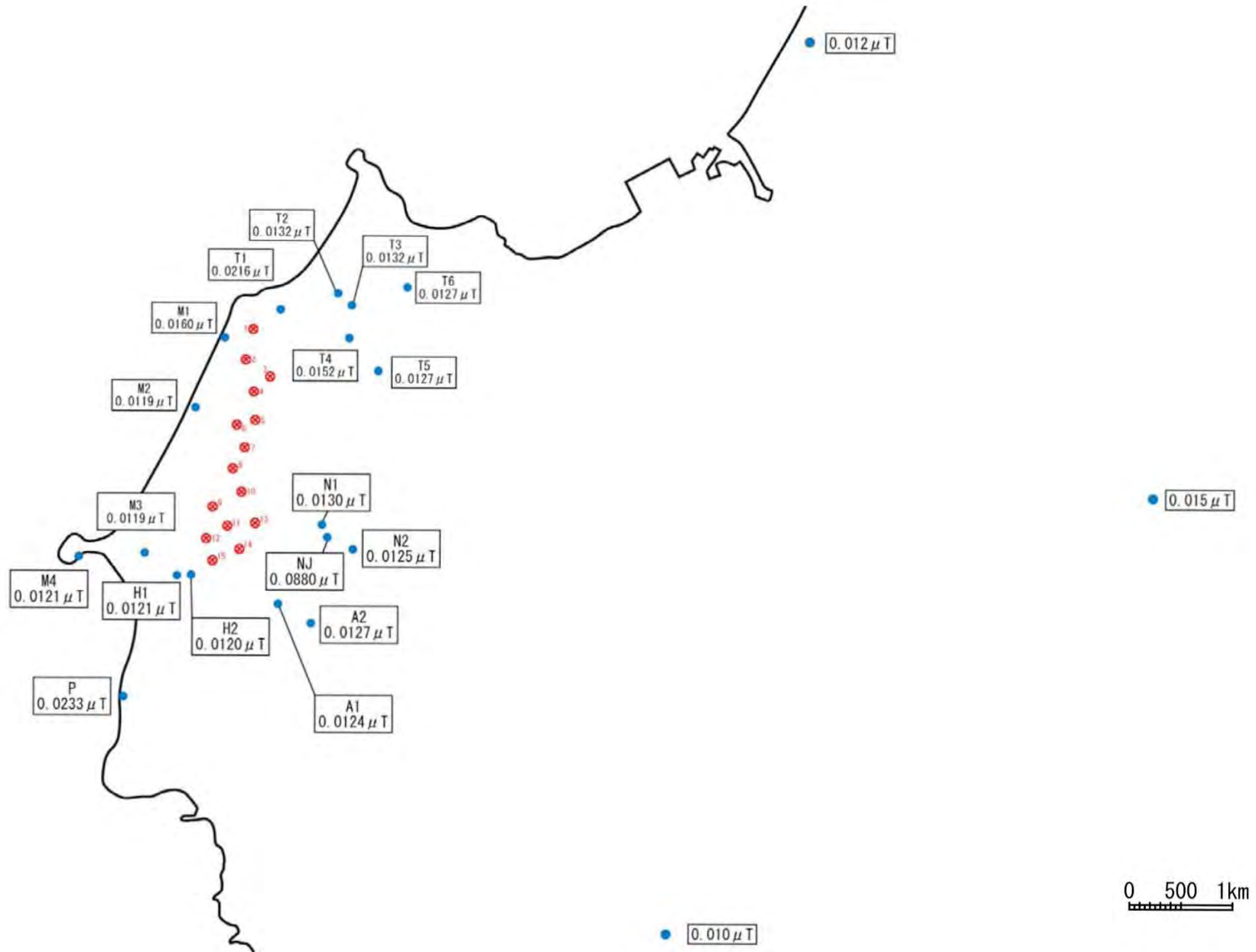
電磁波測定結果 (電界)

0.05~0.12V/m



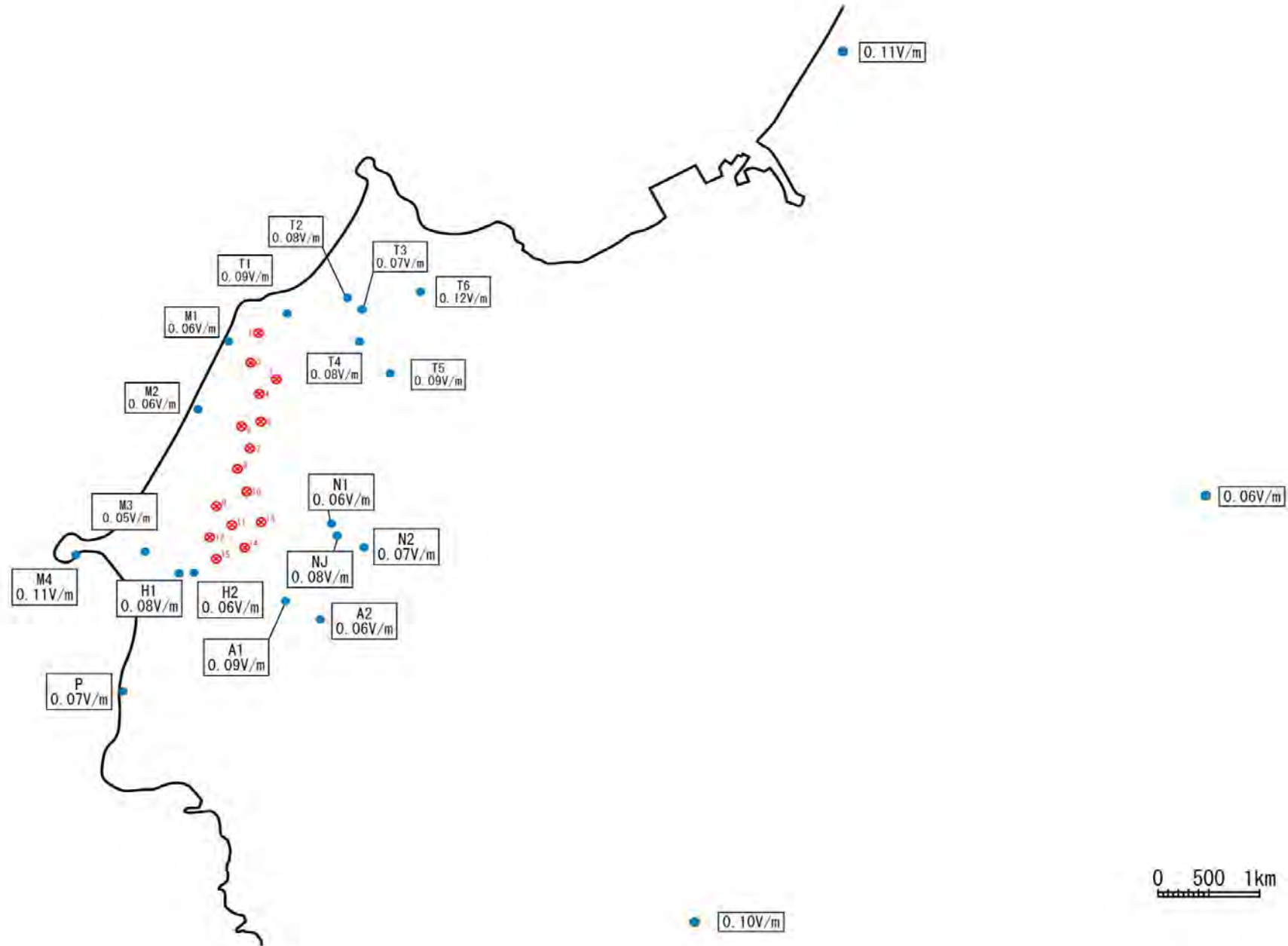
電磁波測定結果(電界)

5-3) ③ 電磁波測定結果(磁界)



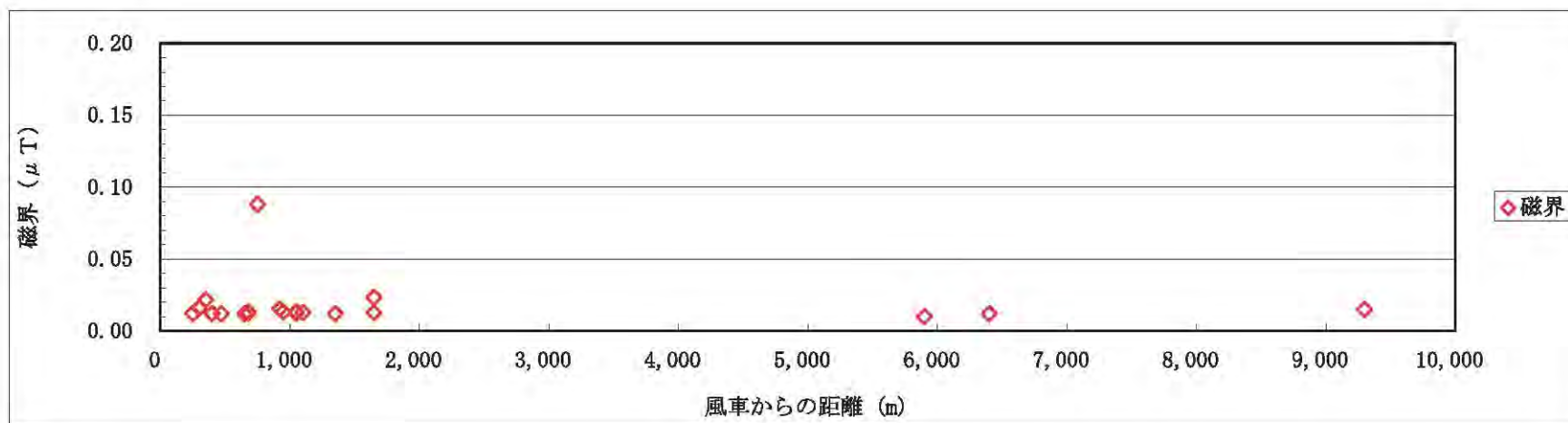
風車から5km以上離れた場所でも測定したが同程度の測定値であった。

5-3) ④ 電磁波測定結果(電界)

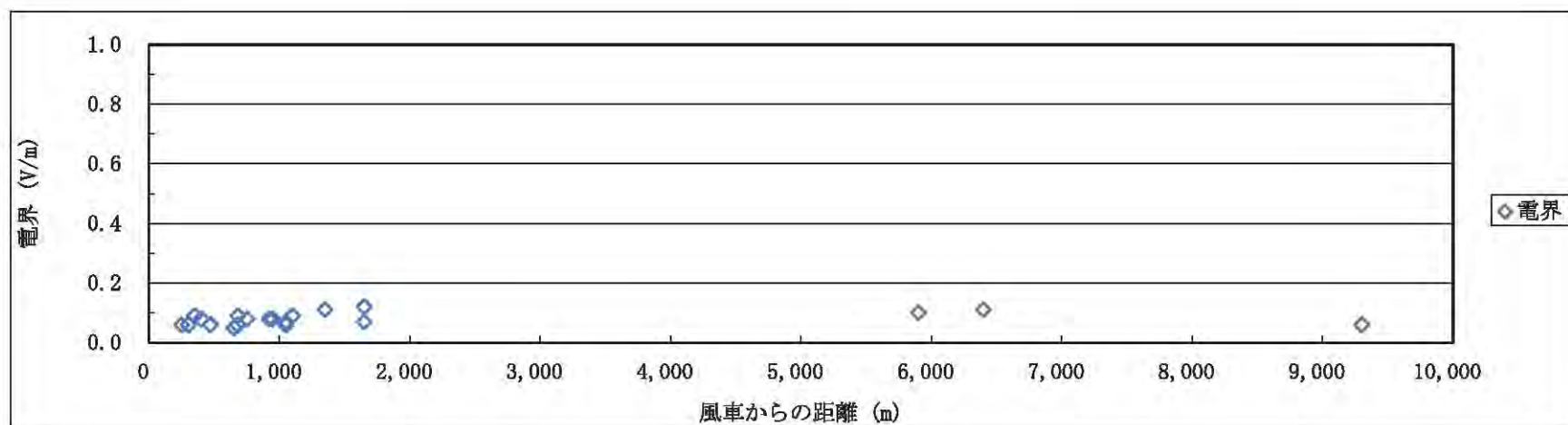


風車から5km以上離れた場所でも測定したが同程度の測定値であった。

5-4) 風車からの距離と電磁波

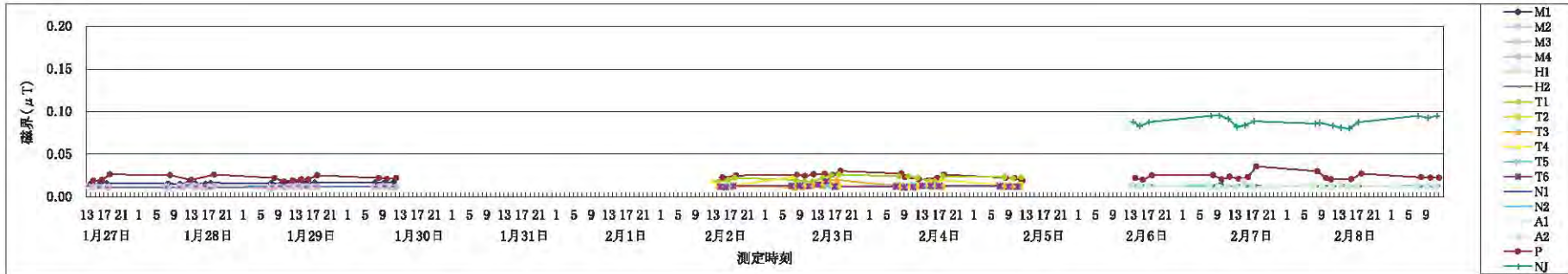


磁界

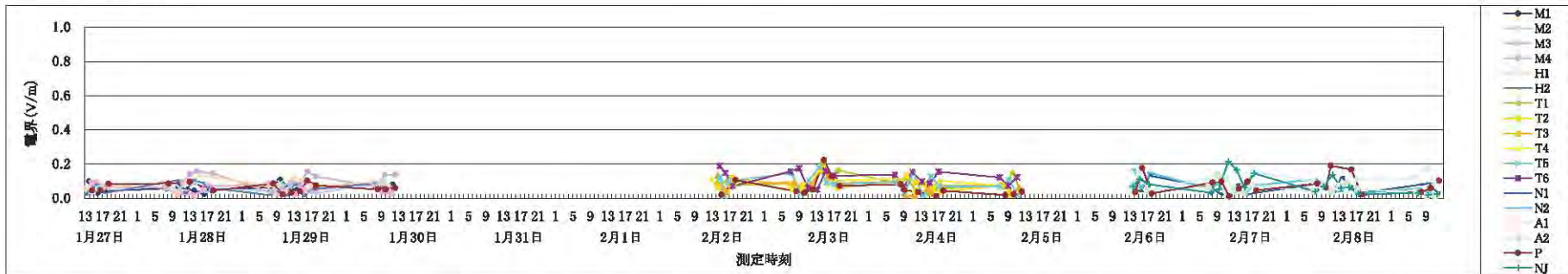


電界

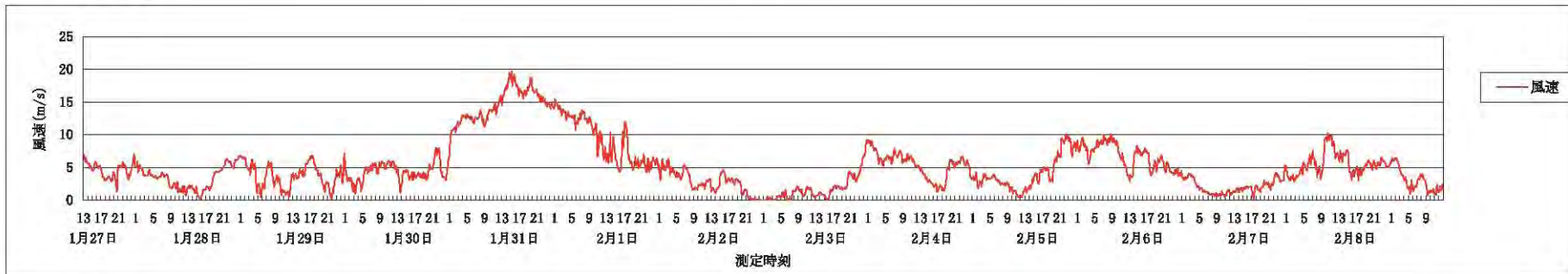
5-5) 電磁波と風速の時間的変化



磁界(全地点)



電界(全地点)



風速

5-6) 電磁波測定結果について

対象地区における電磁波測定値は風車からの距離に依存しない。

対象地区における電磁波測定値は時間的変動はきわめて小さい。

市内参考地点(風車の影響がない、十分離れた点)における電磁波測定値は対象地区、における電磁波測定値とほぼ同じ値であった。

全ての測定値は一般場(英国放射線防護局発表資料による)の家の周りや野外の値の範囲であった。

対象地区、における電磁波測定値および市内参考地点における電磁波測定値はWHOの定める環境保健基準(電界で10kV/m以下、磁界で5G=500 μ T以下)と比較してもはるかに低い値であった。