

陸自対空レーダーを用いた 実測調査の細部要領について



平成31年2月26日
防衛省

余 白

実測調査の概要

■ 「実測調査」の概要は次のとおりです。

目的

陸自「中SAM」のレーダーから電波を放射し、サイドローブの強度を実測。
実測した値を、レーダーの諸元からあらかじめ机上計算した値と比較することにより、机上計算の妥当性を実証するもの。

時期

平成31年3月11日（月）～14日（木）の4日間

※3月10日（日）に中SAMのレーダーをむつみ演習場へ搬入。

実施者

全般統制 : 防衛省・中国四国防衛局
測定作業 : 委託業者（三菱電機（株））
レーダーの操作 : 陸上自衛隊

実施の流れ

【実測作業前】

机上検討により算出した電力束密度の値（単位：mW/cm²）等を提示（次ページに記載）

【実施当日】

- 5ページに示す測定場所において実測作業を実施。作業に要する時間は、準備から撤収まで含めて、1か所当たり約7時間の見込み。
- 測定作業の間、測定の度にモニタやパソコンに表示される値と、これらを基に算出される平均値を現地説明会の参加者に確認していただく。
- 委託業者は後日、測定により得られた全てのデータを基に、各測定場所の平均値を算出。

机上検討により算出した値

- 電力束密度の机上計算は、総務省の「電波防護のための基準への適合確認の手引き」の計算式に基づいて行い、各測定場所における値を次のとおり算出します。

イージス・アショア及び「中SAM」のレーダーが使用するSバンド帯（2～4GHz）は、電波防護指針において、電力束密度が 1 mW/cm^2 以下であれば、人体に影響を及ぼすことはないとされています。

計算式

$$S = \frac{P * G * D}{40 * \pi * R^2} * K$$

S = 電力束密度 (mW/cm^2)

P = レーダーに供給する最大電力の時間平均値

G = アンテナ利得 (dBi)

D = 電力指向性係数 (dB)

R = レーダーと算出地点との距離 (m)

K = 反射係数

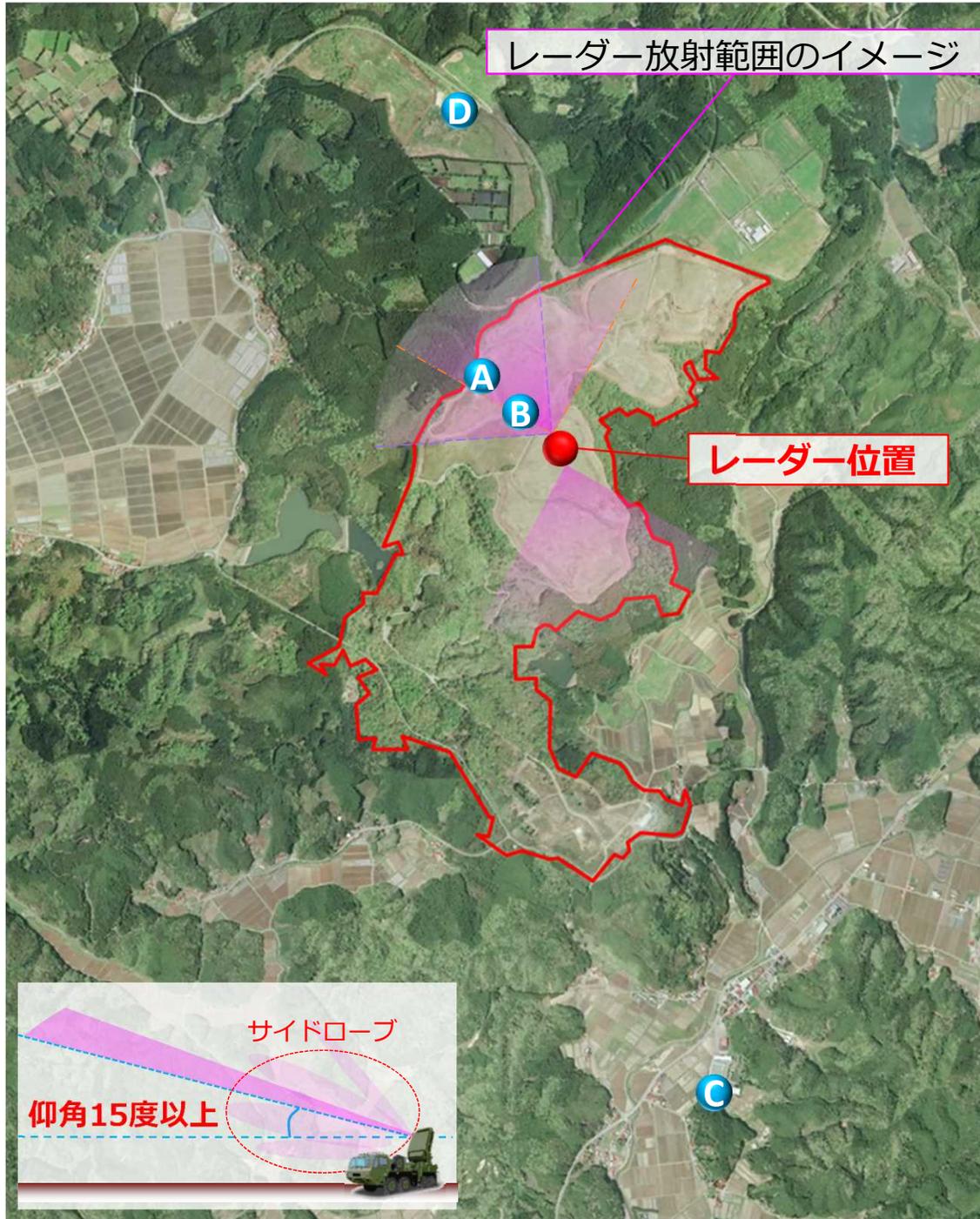
計算結果

測定場所	机上計算の結果	計算上の各値		
	電力束密度 (S)	P*G*Dの積	放射源からの距離 (R)	反射係数 (K)
A	0.00225 mW/cm^2	17,726	400m	2.56
B	0.00902 mW/cm^2	17,726	200m	2.56
C	0.00005 mW/cm^2	17,726	2,600m	2.56
D	0.00020 mW/cm^2	17,726	1,320m	2.56

注1 : P、G、Dの各値については、レーダーの具体的な性能・能力に直結する値であるため、「P、G、Dの積」のみを記載。

2 : 反射係数は、サイドローブが地表に向くものもあるため、「手引き」に基づき、大地面の反射を考慮して、2.56に設定。

測定場所



レーダーの配置

レーダーは、車両が置ける比較的平坦で、かつ見通しを確保できる場所に配置します。

※今回のレーダー位置は、この調査のための便宜的なものであり、イーリス・アショアのレーダーの配置場所を示すものではありません。

サイドローブは、メインビームの放射範囲の中央が大きくなることから、測定場所がメインビームの中央となるように放射します。

測定場所の選定

- A** 日本海側の外柵付近（レーダーから400m付近）に設定し、電力束密度が距離に応じて小さくなることを確認する基準とします。
- B** Aとレーダーの中間（レーダーから200m付近）に設定し、電力束密度が距離に応じて小さくなることを確認します。
- C** 地元からの御要望を踏まえ、演習場外で、住宅地に近い場所（レーダーから2,600m付近）における電力束密度を確認します。
- D** 地元からの御要望を踏まえ、演習場外で、住民の方が立入ることができる場所（レーダーから1,320m付近）における電力束密度を確認します。

測定作業の要領

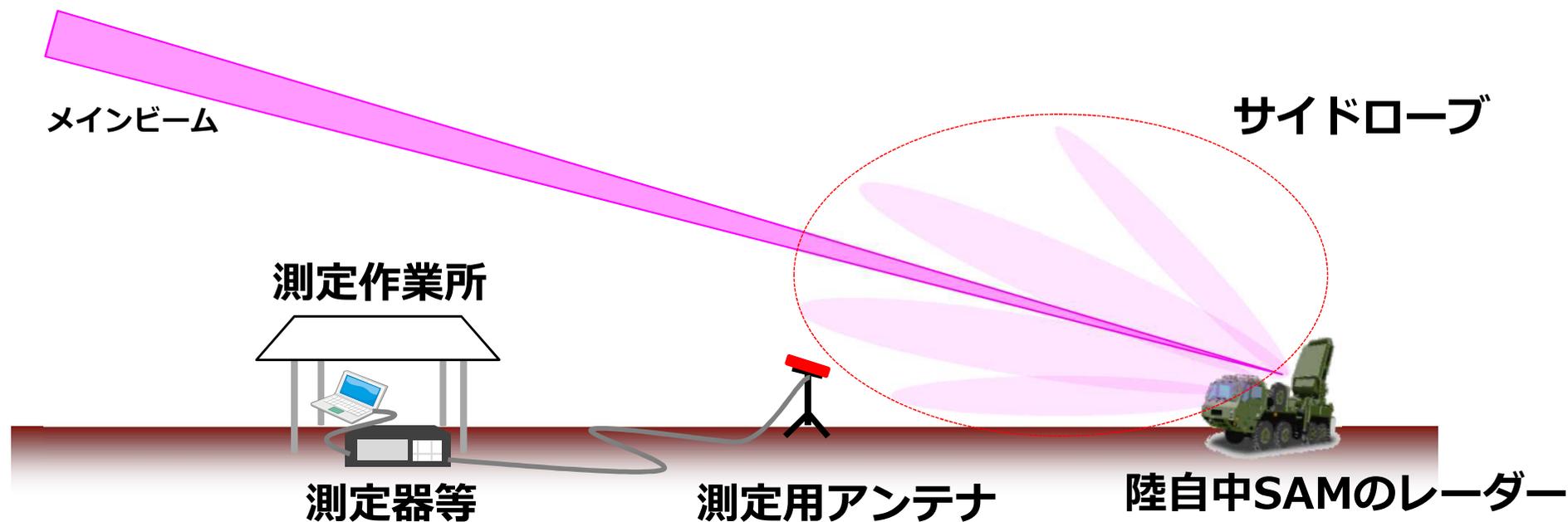
- 「電波防護のための基準への適合確認の手引き」に基づく、測定作業の要領は次のとおりです。

① 演習場内に配置した陸自「中SAM」のレーダーから電波を放射します。
レーダーの設置場所から測定場所方向に電波を放射しますが、仰角は15度以上を維持するため、**住民の方々や建物にメインビームが向けられることはありません。**

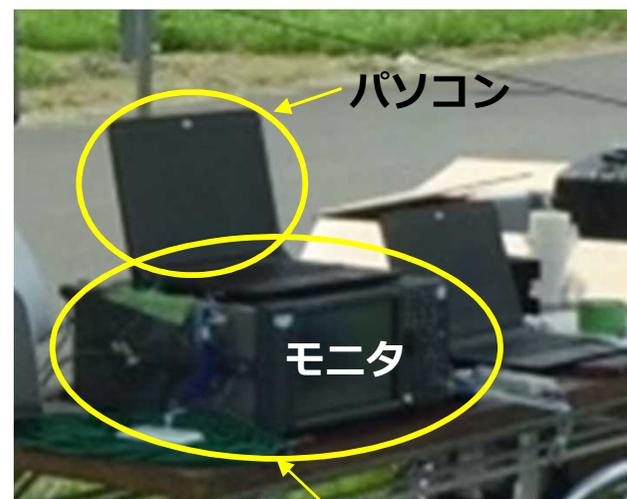
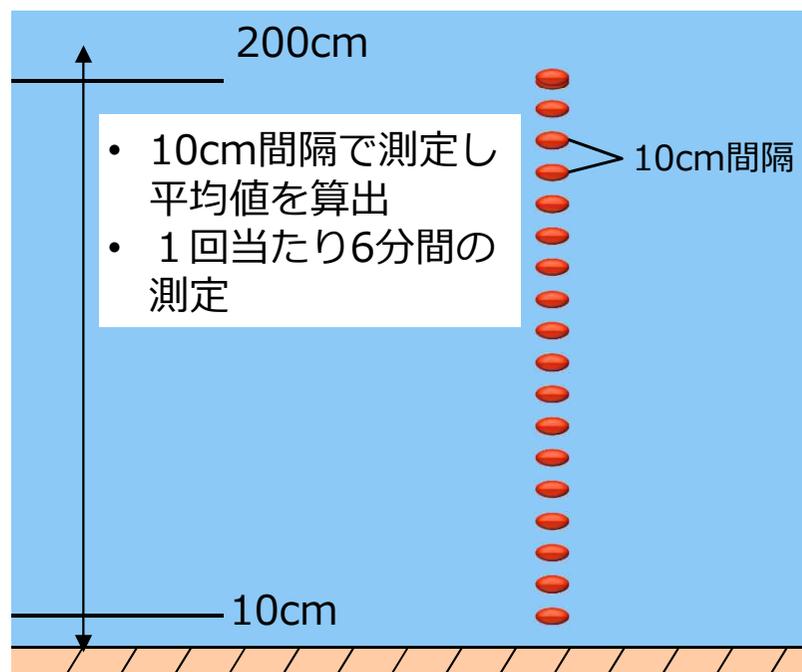
② 各測定場所において、地表から10cm~200cmの範囲を10cm間隔で測定します。1回当たり6分間測定し、1つの測定場所当たり、20箇所の測定を行います。測定により得られたデータは測定器で記録します。

③ 測定作業終了後、委託業者は、後日、記録された全てのデータを基に、各測定場所の平均値を算出します。算出した20箇所それぞれの平均値のうち、最大の値を当該測定場所の電力束密度とします。

測定作業の要領



測定方法

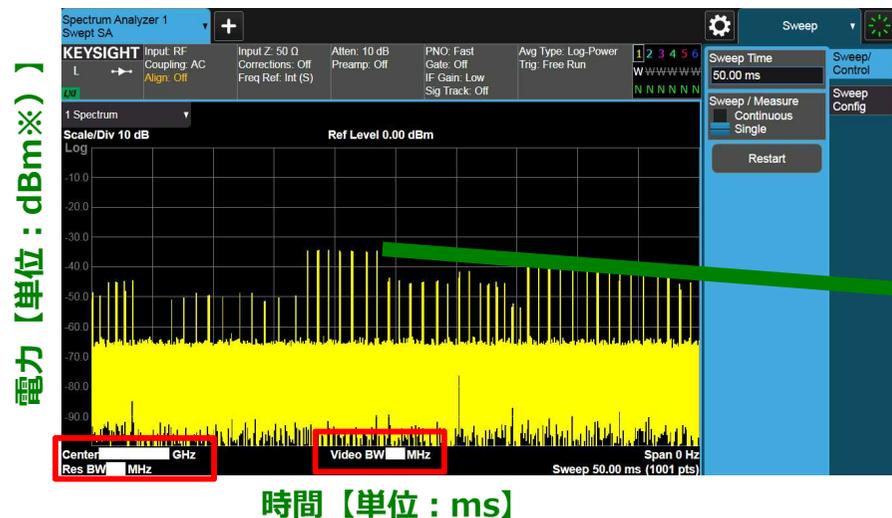


実測値の確認

- 測定作業を行っている間、モニタ及びパソコンに表示される実測値を確認いただけます。
 - ✓ 測定器のモニタには、電力 (dBm) の値が表示されます。ここから値を読み取り、当該値をパソコンへ入力、電力束密度 (mW/cm^2) に換算します。

電力束密度(mW/cm^2)を直接表示する測定器もありますが、本調査では、より精緻に測定することができる本測定器を使用し、換算することとしています。
 - ✓ 事前に机上計算で算出した電力束密度の値とパソコン画面の値を比較することができます。

測定器のモニタ画面



注：赤枠についてはレーダーの具体的な周波数（不開示情報）が表示されるため非表示

※dBmとは、電力を1mWを基準（ゼロ）とし、非常に大きな値から小さな値までを少ない桁数で表すことができる単位
(例) $1\ \mu\text{W} = -30\ \text{dBm}$ 、 $1\ \text{mW} = 0\ \text{dBm}$ 、 $1\ \text{W} = 30\ \text{dBm}$

パソコン画面

値を入力



瞬間値	
電力 (dBm)	電力束密度 (mW/cm^2)
-34.0	0.0004

自動計算

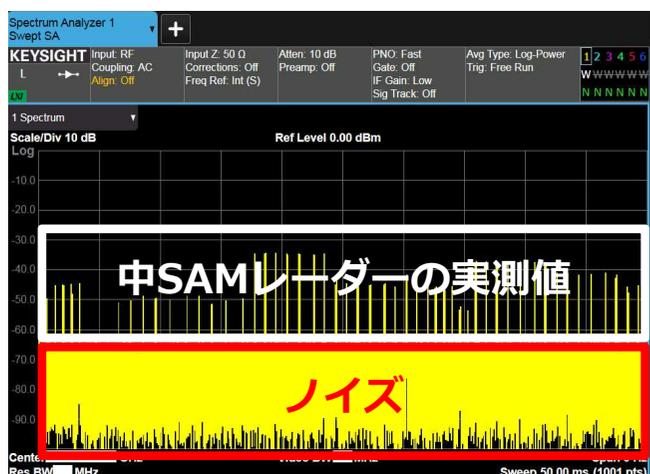
dBmから mW/cm^2 単位を変換

例： $10^{-34.0(\text{dBm})}/10 = 0.0004\ \text{mW}/\text{cm}^2$

平均値の確認

- 平均値算出のたびに、パソコンに表示される平均値を確認いただけます。
 - ✓ 測定 1 回分（6分間）で測定器に記録された最大約 10 万のデータは、平均値を算出するため、パソコンに転送します。
 - ✓ 実測したデータには、数万のノイズ（他の無線設備等のデータ）が含まれているため、これらを除いた上で平均値を算出します。
 - ✓ 算出した平均値（dBm）をパソコンへ入力、電力束密度（mW/cm²）に換算します。
 - ✓ 事前に机上計算で算出した電力束密度の値とパソコン画面の値を比較することができます。

測定器のモニタ画面



データ転送



平均値算出

値を入力

パソコン画面

平均値	
電力 (dBm)	電力束密度 (mW/cm ²)
-40.2	0.0001

自動計算

今後の予定

- 3月10日に中SAMのレーダーをむつみ演習場に搬入し、翌3月11日より、実測調査を実施します。

3月				
10日(日)	11日(月)	12日(火)	13日(水)	14日(木)
むつみ演習場に 中SAMのレーダー 搬入	実測調査の実施			
	測定場所 A 実測 ・報道機関への公開 ・現地説明会	測定場所 D 実測 ・現地説明会	測定場所 B 実測 ・現地説明会	測定場所 C 実測 ・現地説明会

- 地元住民の御要望を踏まえ、測定場所の追加について検討中です。
- 実測調査の結果については、電波環境調査と併せて、来年度のできるだけ早い時期に御説明する予定です。

余 白

陸自対空レーダーを用いた 実測調査の細部要領について (測定場所の追加)



平成31年3月8日
防 衛 省

測定場所を追加するに至った経緯等

これまでの経緯

- 昨年10月から、イージス・アショアの配備に係る電波環境調査を実施しているところ、**人体への影響について、地元の皆様から「机上検討（シミュレーション）のみで大丈夫なのか」といった御意見を頂いておりました。**
- これらの御意見を踏まえ、陸自対空レーダー（中SAM）を用いて**実測した値を、レーダーの諸元からあらかじめ机上計算した値と比較することにより、机上計算の妥当性を実証**するため、以下のとおり、実測調査を実施することとしました（31.2.26公表）。

時期

平成31年3月11日（月）～14日（木）の4日間

測定場所

むつみ演習場内（2ヶ所）・むつみ演習場外（2ヶ所）の計4ヶ所

実施者

全般統制 : 防衛省・中国四国防衛局
測定作業 : 委託業者（三菱電機（株））
レーダーの操作 : 陸上自衛隊

測定場所の追加

- 実測調査の実施にあたって調整等を行っていたところ、**地元の皆様から「実測調査の測定場所を追加して欲しい」といった御要望**を頂き、今般、これらの御要望を踏まえ、**測定場所を追加**することとしました。

実測調査の概要(測定場所の追加)

- 実測調査については、**測定場所を4ヶ所追加して計8ヶ所を実施**しますが、**調査の時期・要領に大きな変更はありません。**

目的

陸自「中SAM」のレーダーから電波を放射し、サイドローブの強度を実測。実測した値を、レーダーの諸元からあらかじめ机上計算した値と比較することにより、机上計算の妥当性を実証するもの。

時期

平成31年3月11日(月)～14日(木)の4日間

※3月10日(日)に中SAMのレーダーをむつみ演習場へ搬入。

実施者

全般統制 : 防衛省・中国四国防衛局
測定作業 : 委託業者(三菱電機(株))
レーダーの操作 : 陸上自衛隊

実施の流れ

【実測作業前】

机上検討により算出した電力束密度の値(単位:mW/cm²)等を提示(次ページに記載)

【実施当日】

- 5ページに示す測定場所において実測作業を実施。実測は1日に2箇所ずつ実施。
- 測定作業の間、測定の度にモニターやパソコンに表示される値と、これらを基に算出される平均値を地元の皆様に確認していただく。
- 委託業者は後日、測定により得られた全てのデータを基に、各測定場所の平均値を算出。

机上検討により算出した値

- 電力束密度の机上計算は、総務省の「電波防護のための基準への適合確認の手引き」の計算式に基づいて行い、各測定場所における値を次のとおり算出します。

イージス・アショア及び「中SAM」のレーダーが使用するSバンド帯（2～4GHz）は、電波防護指針において、電力束密度が 1 mW/cm^2 以下であれば、人体に影響を及ぼすことはないとされています。

計算式

$$S = \frac{P * G * D}{40 * \pi * R^2} * K$$

S = 電力束密度 (mW/cm²)

P = レーダーに供給する最大電力の時間平均値

G = アンテナ利得 (dBi)

D = 電力指向性係数 (dB)

R = レーダーと算出地点との距離 (m)

K = 反射係数

計算結果

測定場所	机上計算の結果	計算上の各値			備考
	電力束密度 (S)	P*G*Dの積	放射源からの距離 (R)	反射係数 (K)	
A	0.00225 mW/cm ²	17,726	400m	2.56	31.2.26 に公表済
B	0.00902 mW/cm ²	17,726	200m	2.56	
C	0.00005 mW/cm ²	17,726	2,600m	2.56	
D	0.00020 mW/cm ²	17,726	1,320m	2.56	
E	0.00005 mW/cm ²	17,726	2,670m	2.56	追加
F	0.00004 mW/cm ²	17,726	2,790m	2.56	
G	0.00024 mW/cm ²	17,726	1,210m	2.56	
H	0.00015 mW/cm ²	17,726	1,530m	2.56	

注1 : P、G、Dの各値については、レーダーの具体的な性能・能力に直結する値であるため、「P、G、Dの積」のみを記載。

注2 : 反射係数は、サイドローブが地表に向くものもあるため、「手引き」に基づき、大地面の反射を考慮して、2.56に設定。

測定場所

レーダーの配置

レーダーは、車両が置ける比較的平坦で、かつ見通しを確保できる場所に配置します。

※今回のレーダー位置は、この調査のための便宜的なものであり、イージス・アショアのレーダーの配置場所を示すものではありません。

サイドローブは、メインビームの放射範囲の中央が大きくなることから、測定場所がメインビームの中央となるように放射します。

測定場所（E～Hは追加分）

- A** 日本海側の外柵付近（レーダーから400m付近）に設定し、電力束密度が距離に応じて小さくなることを確認する基準とします。
- B** Aとレーダーの中間（レーダーから200m付近）に設定し、電力束密度が距離に応じて小さくなることを確認します。

以下の測定場所は、地元からの御要望を踏まえ、住宅地等に近い場所に設定しています。

- C** 演習場外（レーダーから2,600m付近）に設定
- D** 演習場外（レーダーから1,320m付近）に設定
- E** 演習場外（レーダーから2,670m付近）に設定
- F** 演習場外（レーダーから2,790m付近）に設定
- G** 演習場外（レーダーから1,210m付近）に設定
- H** 演習場内（レーダーから1,530m付近）に設定

ABで測定する場合の放射範囲のイメージ

レーダー位置

サイドローブ

仰角15度以上

測定作業の要領

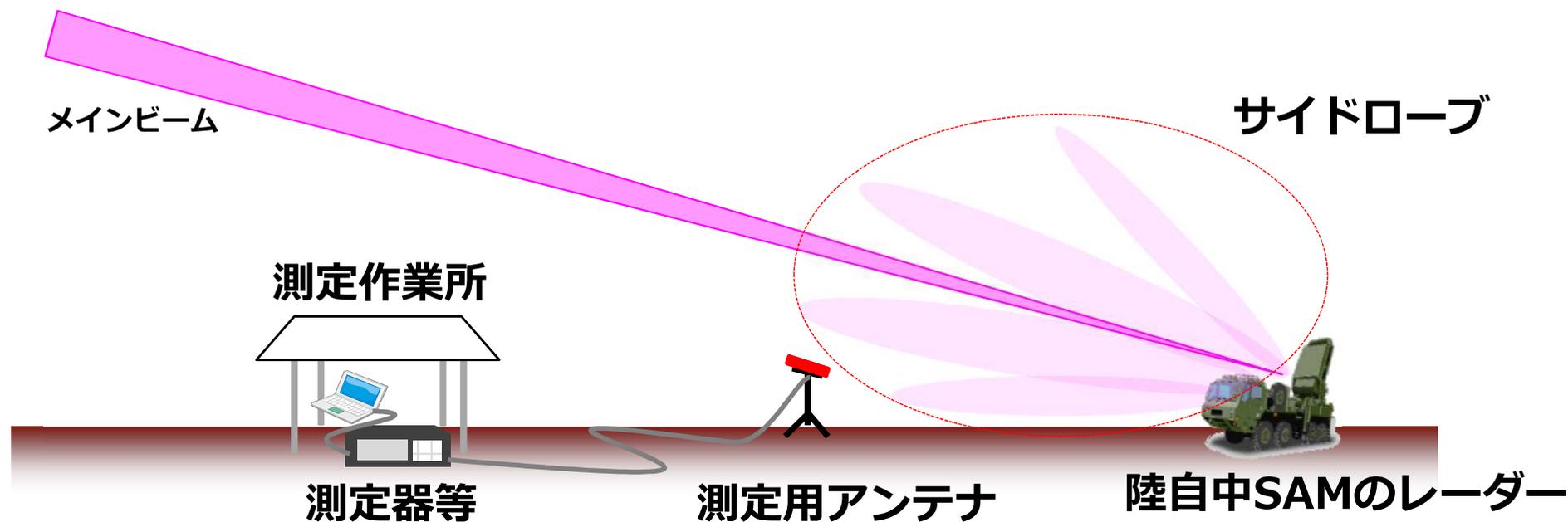
- 「電波防護のための基準への適合確認の手引き」に基づく、測定作業の要領は次のとおりです。

① 演習場内に配置した陸自「中SAM」のレーダーから電波を放射します。
レーダーの設置場所から測定場所方向に電波を放射しますが、仰角は15度以上を維持するため、**住民の方々や建物にメインビームが向けられることはありません。**

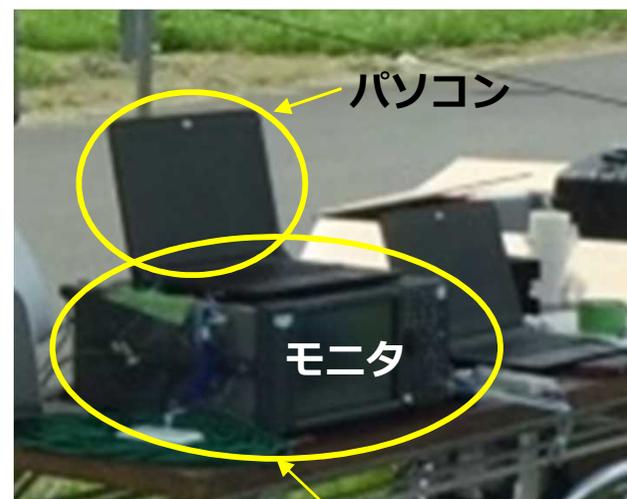
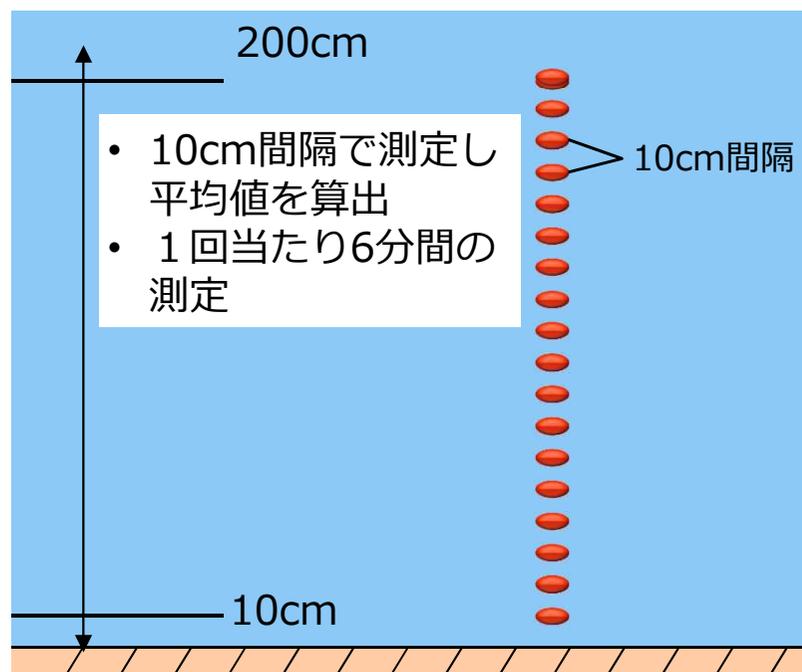
② 各測定場所において、地表から10cm~200cmの範囲を10cm間隔で測定します。1回当たり6分間測定し、1つの測定場所当たり、20箇所の測定を行います。測定により得られたデータは測定器で記録します。

③ 測定作業終了後、委託業者は、後日、記録された全てのデータを基に、各測定場所の平均値を算出します。算出した20箇所それぞれの平均値のうち、最大の値を当該測定場所の電力束密度とします。

測定作業の要領



測定方法



測定器



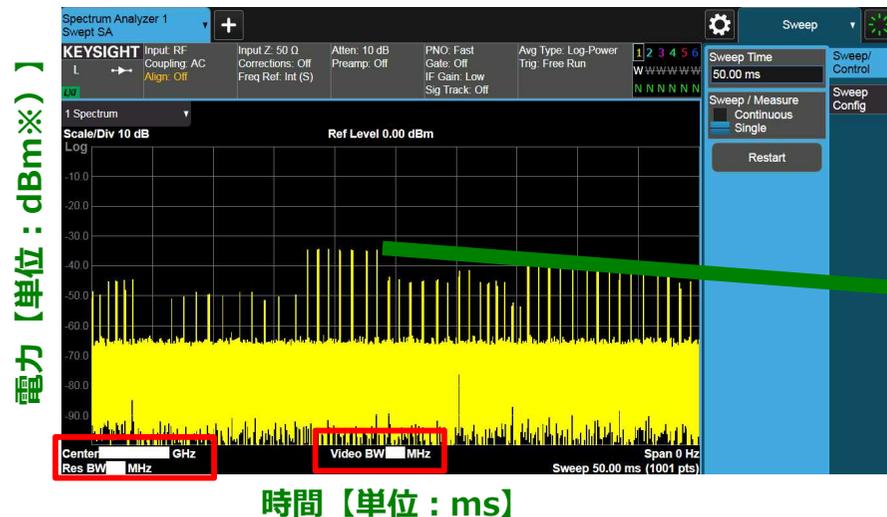
測定用アンテナ

実測値の確認

- 測定作業を行っている間、モニタ及びパソコンに表示される実測値を確認いただけます。
 - ✓ 測定器のモニタには、電力 (dBm) の値が表示されます。ここから値を読み取り、当該値をパソコンへ入力、電力束密度 (mW/cm^2) に換算します。

電力束密度(mW/cm^2)を直接表示する測定器もありますが、本調査では、より精緻に測定することができる本測定器を使用し、換算することとしています。
 - ✓ 事前に机上計算で算出した電力束密度の値とパソコン画面の値を比較することができます。

測定器のモニタ画面



注：赤枠についてはレーダーの具体的な周波数（不開示情報）が表示されるため非表示

※dBmとは、電力を1mWを基準（ゼロ）とし、非常に大きな値から小さな値までを少ない桁数で表すことができる単位
(例) $1 \mu\text{W} = -30 \text{ dBm}$ 、 $1 \text{ mW} = 0 \text{ dBm}$ 、 $1 \text{ W} = 30 \text{ dBm}$

パソコン画面

値を入力



瞬間値	
電力 (dBm)	電力束密度 (mW/cm^2)
-34.0	0.0004

自動計算

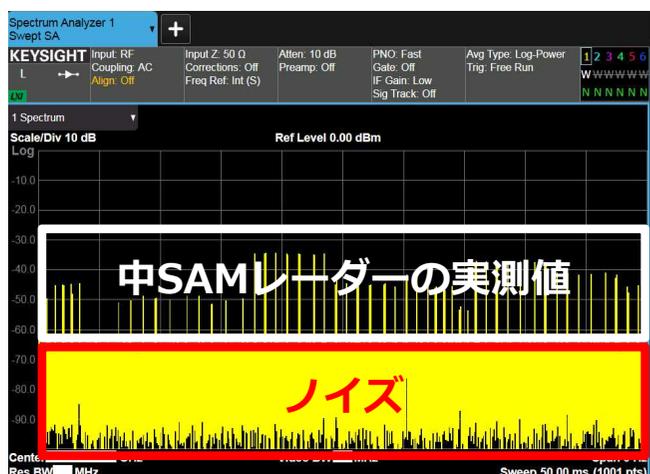
dBmから mW/cm^2 単位を変換

例： $10^{-34.0(\text{dBm})}/10 = 0.0004 \text{ mW}/\text{cm}^2$

平均値の確認

- 平均値算出のたびに、パソコンに表示される平均値を確認いただけます。
 - ✓ 測定 1 回分（6分間）で測定器に記録された最大約 10 万のデータは、平均値を算出するため、パソコンに転送します。
 - ✓ 実測したデータには、数万のノイズ（他の無線設備等のデータ）が含まれているため、これらを除いた上で平均値を算出します。
 - ✓ 算出した平均値（dBm）をパソコンへ入力、電力束密度（mW/cm²）に換算します。
 - ✓ 事前に机上計算で算出した電力束密度の値とパソコン画面の値を比較することができます。

測定器のモニタ画面



データ転送



平均値算出

値を入力

パソコン画面

平均値	
電力 (dBm)	電力束密度 (mW/cm ²)
-40.2	0.0001

自動計算

今後の予定

- 3月10日に中SAMのレーダーをむつみ演習場に搬入し、翌3月11日より、実測調査を実施します。

3月				
10日(日)	11日(月)	12日(火)	13日(水)	14日(木)
むつみ演習場に中SAMのレーダー搬入	実測調査の実施			
	測定場所 A 実測 測定場所 E 実測 <ul style="list-style-type: none"> ・報道機関への公開 1000～ ・現地説明会 (A) 1300～萩市、阿武町 1500～むつみ演習場 周辺地区 ・現地説明会 (E) ※地域住民の方に限定して実施します。 	測定場所 D 実測 測定場所 F 実測 <ul style="list-style-type: none"> ・現地説明会 (D・F) 1000～阿武町議会 1400～阿武町 	測定場所 B 実測 測定場所 G 実測 <ul style="list-style-type: none"> ・現地説明会 (B・G) 1000～萩市、阿武町 1300～制限なし 1500～制限なし 	測定場所 C 実測 測定場所 H 実測 <ul style="list-style-type: none"> ・現地説明会 (C・H) 1000～萩市議会 1400～萩市

- 実測調査の結果については、電波環境調査と併せて、来年度のできるだけ早い時期に御説明する予定です。

余 白