

目次

- 1 : 仰角 5 度以上
- 2 : 仰角 10 度まで
- 3 : メインビームの拡がりとスキャン回数・時間

1 : 仰角 5 度の検証

2019年6月6日

先月末、防衛省が秋田に示した適地調査報告書の記載の誤りがあったと報道されている。すなわち、新屋演習場以外の代替地について、レーダーの障害となる周囲の山までの角度を過大に記載(15度の記載が実際は4度など)していた。(実測せず。グーグルアースで断面図を出し、分度器で測ったという！)

山口県への報告書では、p.69に周辺の西台を念頭に、仰角5度以上とすれば、メインビームが地表に当たることがないかのような記載となっている。P.69の断面図は小さくて解像度が悪いのではっきりしないが、レーダーの位置から北に500m以内の所にある西台576mが仰角を決めているようだ。レーダーデッキの位置はp.45の配置図から判読すると標高526mとなる。仮にこの地表から15mの高さにレーダー面が来るとすれば、

$$\tan \theta = \frac{576 - (526 + 15)}{500}$$

防衛省資料は

$$\tan^{-1}\{(576-530)/500\}=5.3^\circ \quad \text{か}$$

が最低仰角 θ を与えるであろう。計算すると、 $\theta = 4$ 度となるので、もっともらしく見える。

しかし、国土地理院の電子地形図では、西台には標高576mの地点はない。代わりに、ほぼ北に420m離れたところに標高573mの地点がある。同様に仰角を計算すると、 $\theta = 4.4$ 度となる。たかが0.4度ではないか、そもそもレーダー建屋の嵩上げがあると言うかも知れないが、そんなに無視できる数字とは思えない。

- ・植生があれば邪魔となる高さが増す
- ・フレネルゾーンを確保するには6.5m程度は必要
- ・メインビームの拡がり通常、数度の半値幅であるかも知れないが、アンテナゲインが高いイージスのアンテナでは強度が強いので、10デシベル程度で幅を考えても、ビームの裾野がサイドローブよりも強いおそれがあるから、これは避けなければいけない。

と言うわけで、少なくとも2度は余計に仰角がいるのではなかろうか。例えば、仰角7度以上と。

その結果、800km先の北朝鮮中部では、ミサイルが高度150kmまで上昇しないと、むつみからは探知できないことになる(5度でも120km)。たかが1度や2度の仰角でも探知能力にえらく差が出る。他方、無理矢理仰角を下げると周辺に散乱した電磁波を浴びせることになる。

防衛省にあっては、委託業者任せなどにせず、責任を持って自ら計算して真摯に住民の疑問に答えてほしいものである。(そうすれば、米国から提供のデータの曖昧さにも気づくことであろう。)

注：電波が通るためには、光で見通せるだけではダメで、フレネルゾーンと呼ばれる範囲内に、電波の障害物がないことが求められる。波長0.1mの電波(3GHz)で、420m先に障害物がある場合、数百km先まで電波を余計な減衰無く通すには、フレネル半径は6.5mとなる。

補：500m先の10mの高度差は仰角1.2度になる。

2：仰角 10 度までとは

6月7日

昨日 6 日、萩市議会全員協議会で防衛省は環境調査結果の報告を行い、配備に理解を要請した、と報じられている。NHK のローカルニュースでは

山口 NEWS WEB

陸上イージス配備に理解求める

06月06日 18時59分



新型迎撃ミサイルシステム「イージス・アショア」をめぐり防衛省がまとめた調査結果の地元への説明が始まり、防衛省側は安全に運用するとして、改めて配備に理解を求めました。

萩市にある陸上自衛隊のむつみ演習場が配備先とされる新型迎撃ミ

サイルシステム「イージス・アショア」について防衛省は「安全に配備・運用できる」とする調査結果を先月、地元自治体へ伝え 6 日から議会や住民を対象にした説明会が始まりました。

萩市議会の全員協議会では防衛省の担当者が冒頭、同じく配備先とされている秋田市に関する調査データに誤りがあった問題に言及し「山口県の資料には同じような誤りはない」と述べました。

出席した議員からは敵のミサイルを捉えるレーダーから出る電波の影響を改めて問われたのに対し、防衛省の担当者は「電波は上空に向けて発射するもので地上にいる人に当たることは想定していない」などとして、安全に運用する考えを強調しました。

このように、「仰角 5 度以上 10 度くらいまでで電波を照射するので、そもそも地表にいる人間にレーダーの電波が当たることは想定されないのだから当たらない」と防衛省の担当者が発言。

一方、5 月 28 日の調査結果資料では 25 ページに「通常のレーダー照射の範囲」の図を載せており 4,949m 離れたところでの高度は 1,390m であると仰角を示している。そこで

$$\sin \theta = \frac{1390}{4949}$$

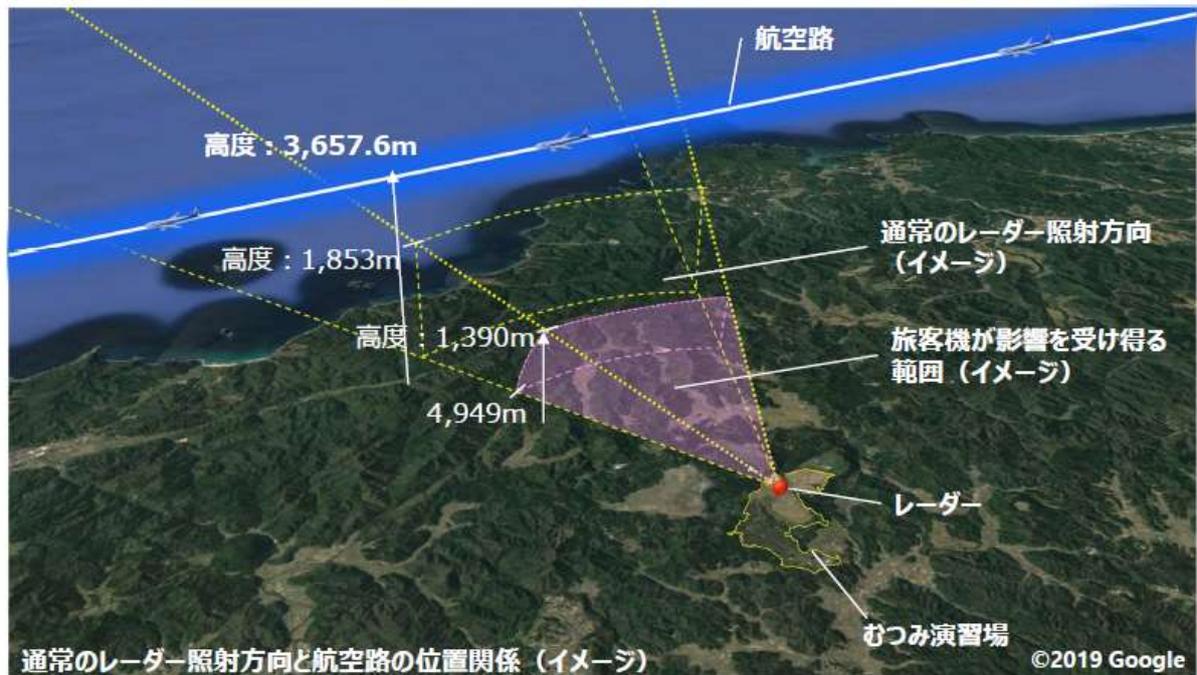
より仰角を出すと、 $\theta = 16.3^\circ$ となり、防衛省担当者の発言に合わない。

ところで、p. 25 の図には航空路が高度 3,657.6m と記されている。この高度は 12,000 フィートであり、当然、海拔であろう。従って、レーダー照射範囲の高度も海拔とし、レーダーの位置を

海拔 530m と仮定すると、レーダー照射の上限の仰角は

$$\sin \theta = \frac{1390-530}{4949} = 0.17377$$

より、 $\theta = 10.0^\circ$ を得る。



※ 旅客機が満たしている電磁耐性の基準は最低100V/mであるため、この値からレーダーが照射された場合でも影響のない距離は最大4,949m

次に、図の航空路の真下でレーダー電波は高度 1,853m というのであるから、この位置はレーダーサイトから 7619m 離れた地点であることが分かる。宇田郷と木与の中間点の海岸から 2.5km 内陸に入った山の上となり、図はかなり正確に描写していると言える。

通常探知の上限 10 度と言うことは 800km 先では接平面から 140km 上空、地面からは 190km までとなる。

3：メインビームの拡がりとスキャン回数・時間

2019年6月15日

ここでは、防衛省の言うことを信じて、仰角が $5\sim 10^\circ$ で方位角は 75° の範囲（前ページの「通常のレーダー照射方向(イメージ)」を通常は探知の電波を出すとする。

レーダーではある仰角・方位角方向に電波を出し、エコーが戻ってから、少し仰角・方位角をずらして電波を出し、エコーを観測する。すなわち、仰角・方位角を変えながらステップスキャンをして、仰角が $5\sim 10^\circ$ で方位角は 75° の範囲の探知を完了する。

今、仮に、ステップ角度幅が 2.5° だとしよう。そうすると必要なステップ数は

$$(75 + 2.5) / 2.5 * 1 (10 + 2.5 - 5) / 2.5 = 91$$

となる。（端っこを測らないなら50で済む。）そして、1500km先からエコーが戻ってくるには電波は往復3000km移動するので、10ms(百分の一秒)かかる。従って、91ステップを一通り探知するには約1秒を要するであろう。

メインビームの幅を絞って、ステップ角度幅を狭めると、標的の位置が正確に求まると思うかも知れない。しかし、半分の幅だと4倍のステップ数が必要で、4秒もかかってしまう。

ところで、800km先を秒速6kmで弾道ミサイルが真っ直ぐに上昇していたとすると、仰角が $5\sim 10^\circ$ の範囲を通過するのは12秒足らずであり、この間に1回や2回のエコーしか得られないとなると探知漏れのおそれがあるだろう。

かくして、ビーム幅が 2° くらい拡がったものを照射しないといけないことになるだろう。

そうすると、仰角 5° のメインビームは $4\sim 6^\circ$ の範囲で拡がりを持つので、西山に当たって深刻な反射や回折を引き起こす。サイドローブより遙かに強い電波が西山周辺に巻き散らかされる。

これ避けるためには仰角の最小値は 7° とか 8° になるのではなかろうか。ともあれ、メインビームの拡散角(ひいてはSSRのアンテナパターン)が開示されないと防衛省の報告は検証できないことになる。