

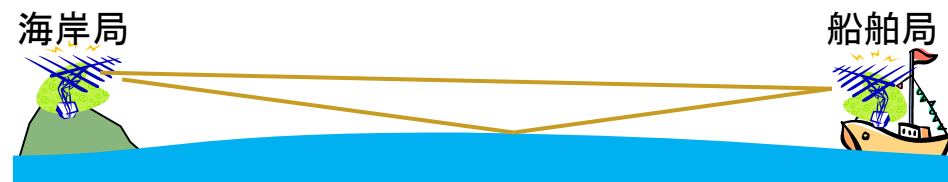
操業エリアマップに基づく必要な電界強度値

2013年9月20日

机上計算モデル： 伝搬路の設定方法

■ 伝送路の設定

- ① 基準となる伝搬路
- ② 見通し外伝搬路



図：基準となる伝搬路(2波モデル)

■ 見通し限界点までの距離

$$d_L = \sqrt{2ka}(\sqrt{h_b} + \sqrt{h_m})$$

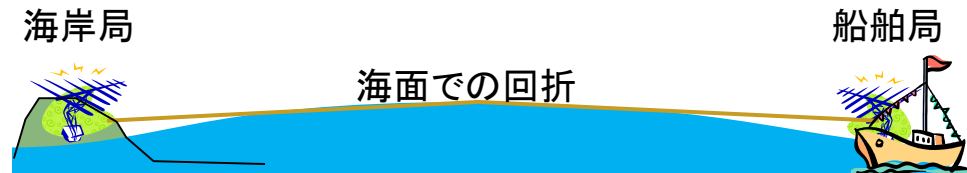
d_L : 見通し限界点までの距離

$k = \frac{4}{3}$: 地球等価半径係数

a : 地球半径

h_b : 送信アンテナ高

h_m : 受信アンテナ高



図：見通し外伝搬路(海面回折を含む)

机上計算モデル： 伝搬損失の算出方法

■ ①基準となる伝搬路について

- 直接波と海面反射波による2波モデルで近似
- 海面反射係数=1とする

$$L(d) = L_0(d) + L_D(d)$$

$L(d)$:見通し内距離における総伝搬損失[dB]
 $L_0(d)$:自由空間減衰[dB]
 $L_D(d)$:2波モデルによる減衰[dB]

$$L_D(d) = 10 \log \left\{ (1 - \gamma)^2 + 4\gamma^2 \sin^2 \left(\frac{2\pi h_b h_m}{\lambda d} \right) \right\}$$

γ :海面の反射係数(=1とする)

(出典:細矢良雄「電波伝搬ハンドブック」)

$$E = P_t - 20 \log d + 74.8 \quad \Longrightarrow \quad L_0(d) = 20 \log d - 74.8$$

E :受信電界強度 [dB(μ V/m)]

P_t :送信電力[dB(W)]

d :海岸局と船舶局間距離[km]

(出典:ITU-R勧告 P.525-2)

■ ②見通し外伝搬路について

- 海面における回折
- ホイップアンテナのため垂直偏波

$$L(d) = L_0(d) + L_p(d)$$

$L(d)$:見通し内距離における総伝搬損失[dB]
 $L_0(d)$:自由空間減衰[dB]
 $L_p(d)$:回折損失 [dB]

$$L_p(d) = -\{F(X) + G(Y_b) + G(Y_m)\}$$

$$X = d\beta^3 \sqrt{\frac{\pi}{\lambda a_e^2}}$$

$$Y = 2h\beta^3 \sqrt{\frac{\pi}{\lambda^2 a_e}}$$

$$K_{V^2} = 6.89\sigma k^{-2/3} f^{-5/3} \quad (\doteq 0.12)$$

σ :海水の導電率(=5とする) (出典:ITU-R勧告 P.527-3)

$$F(X) = 11 + 10 \log X - 17.6X$$

$$G(Y) = 17.6\sqrt{Y - 11} - 5 \log(Y - 1.1) - 8 \quad (Y > 2)$$

$$= 20 \log(Y + 0.1Y^3) \quad (10K < Y \leq 2)$$

$$= 2 + 20 \log(K) + 9 \log(Y/K) \{ \log(Y/K) + 1 \}$$

$$(K/10 < Y \leq 10K)$$

$$= 2 + 20 \log(K) \quad (Y \leq K/10)$$

(出典:ITU-R勧告 P.526-8)

机上計算モデル： 伝搬損失の算出方法

■ 電離層への斜入射時の反射条件

$$\text{MUF} = f_0 E \cdot \sec i_{110}$$

MUF: 反射が可能な送信周波数の最大値

$f_0 E$: 電離層の臨界周波数[Hz]

i_{110} : 高度110kmでの入射角

(出典: ITU-R 勧告 P.533-11)

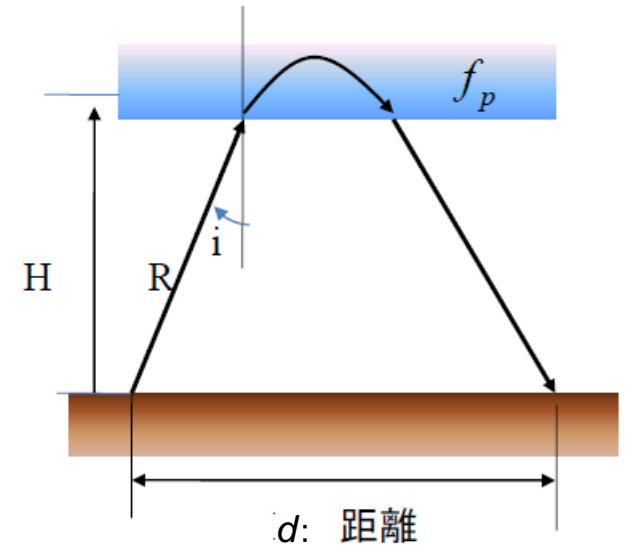


$$\text{MUF} = f_0 E \cdot \frac{1}{\cos i_{110}} = f_0 E \cdot \sqrt{1 + \frac{d^2}{4h^2}}$$

$f_0 E$ は気候条件、場所により異なる。典型値として6MHzとする。

MUF=27 MHzを代入すると $d=965\text{km}$ となる。

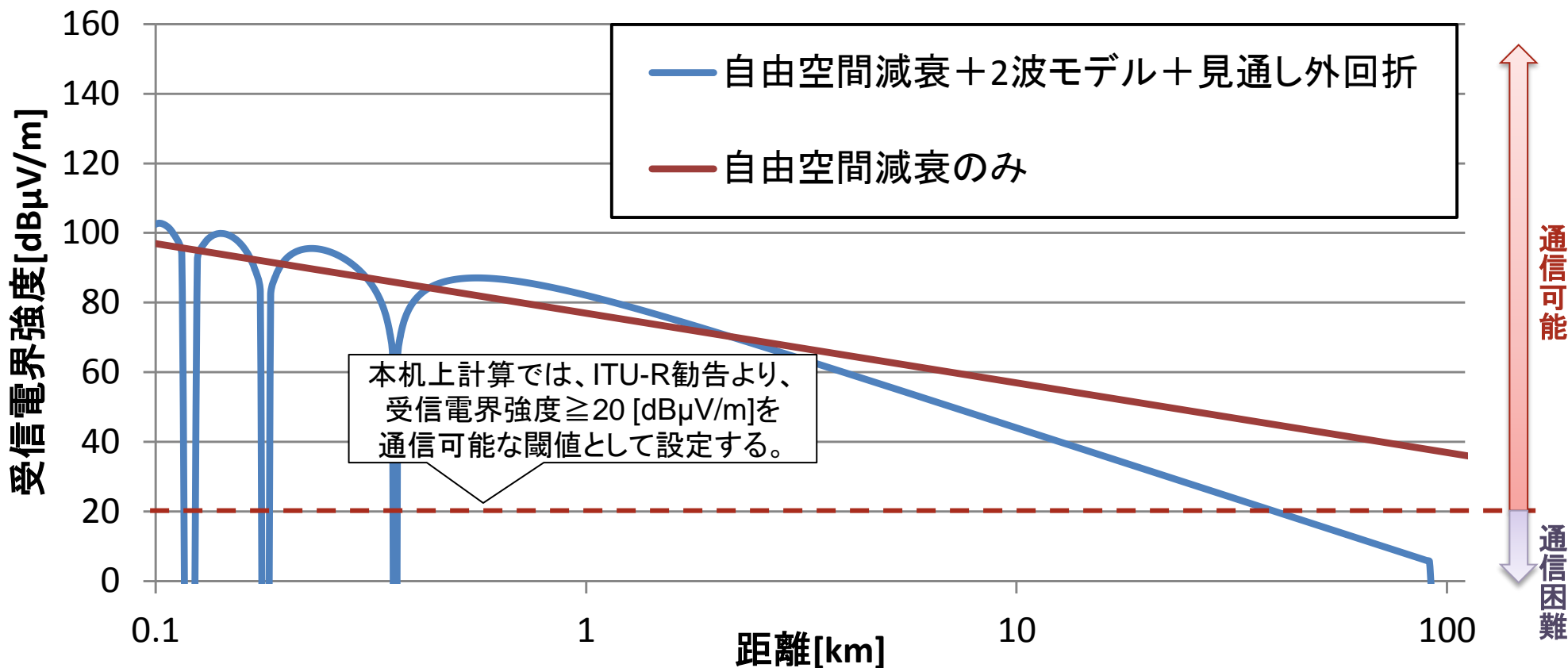
本検討では沿岸漁業を対象としており、この距離では反射波が入らない不感地帯であるため、電離層反射は考慮しない。



机上計算結果

■ 以下の条件の下で受信電界強度を算出

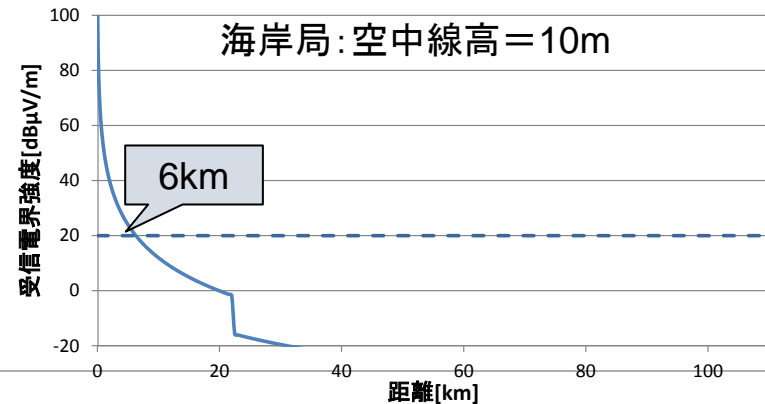
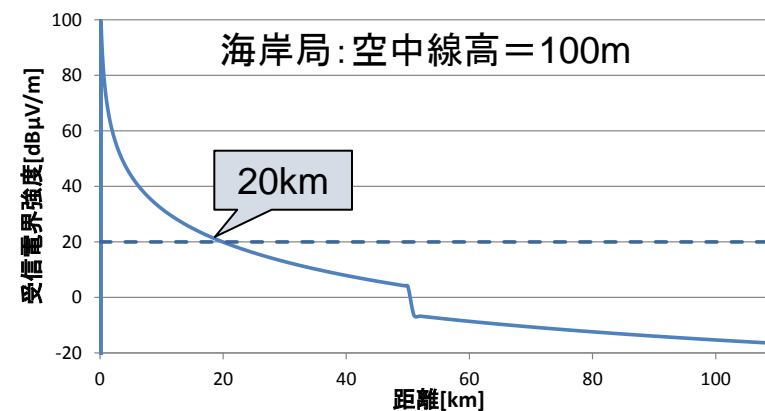
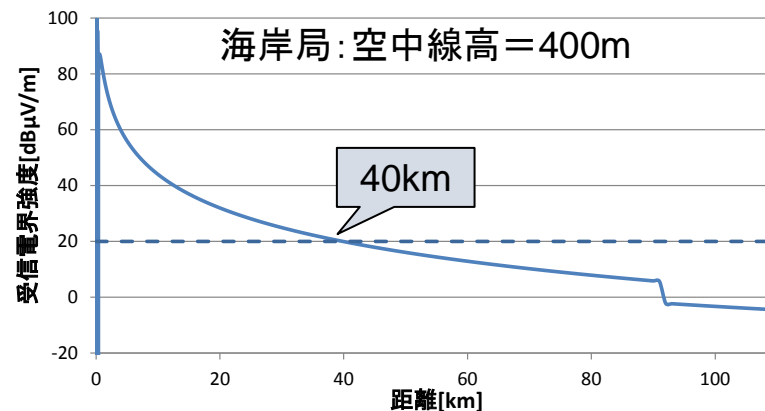
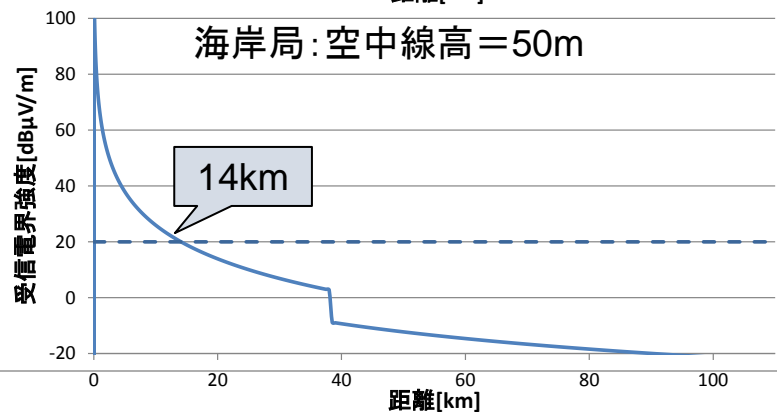
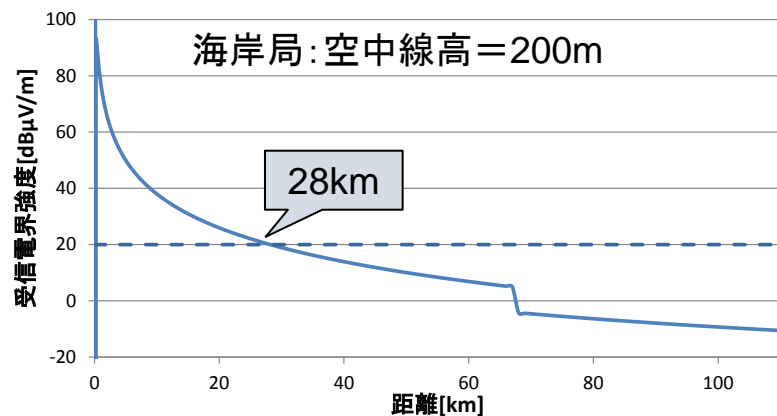
- 海岸局: 空中線高 = 400m (※海岸局: 空中線高 = 海拔 + アンテナ高)
- 船舶局 (漁船): アンテナ高 = 5m
- 海岸局: 空中線利得 = 2.14dBi
- 海岸局: 空中線出力 (27MHz) = 1W



机上計算結果： 海岸局空中線高パターンにおける到達距離

- 船舶局(漁船): 空中線高=5m
- 海岸局: 空中線利得=2.14dBi
- 海岸局: 空中線出力(27MHz)=1W

(※海岸局: 空中線高=海拔+アンテナ高)



机上計算結果： 海岸局：空中線出力×空中線利得×空中線高パターンにおける到達距離

- 海岸局：空中線出力について： 船用メーカー（古野電気株）の協力をいただき、新規製品設計無しに5Wまでは出力アップ可能を確認。以上より、パターンとして1W（デフォルト）・5W・10Wの3パターンを設定。
- 海岸局：空中線利得について： 船用メーカー（古野電気株）の協力をいただき、+3dBiまでは出力アップ可能を確認。以上より、パターンとして2.14dBi（デフォルト）・5.14dBiの2パターンを設定。
- 海岸局：空中線高＝海拔＋アンテナ高。10m・50m・100m・200m・400mの5パターンを設定。

（海岸局：空中線利得＝2.14dBi）

海岸局： 空中線出力	海岸局： 空中線高	到達距離
1W	400m	40km
1W	200m	28km
1W	100m	20km
1W	50m	14km
1W	10m	6km
5W	400m	60km
5W	200m	42km
5W	100m	30km
5W	50m	20km
5W	10m	9km
10W	400m	70km
10W	200m	50km
10W	100m	35km
10W	50m	25km
10W	10m	11km

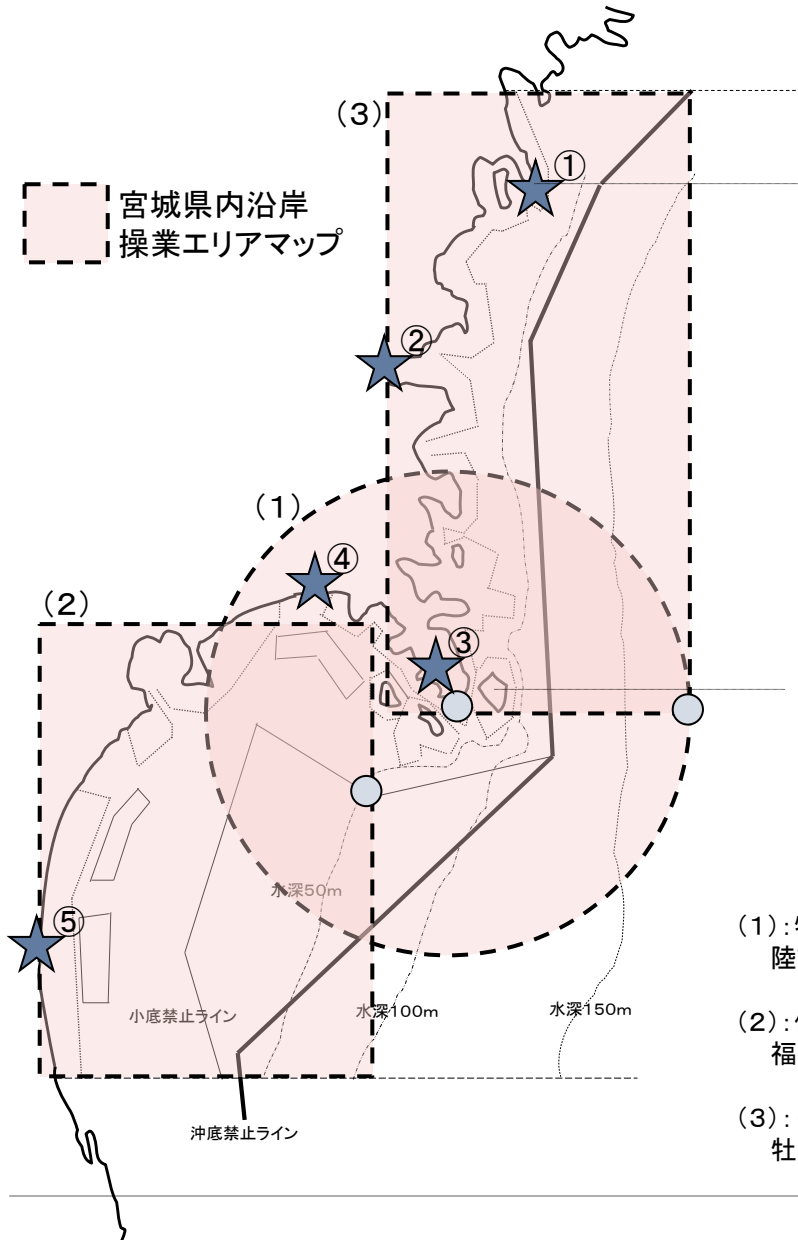
（海岸局：空中線利得＝5.14dBi）

海岸局： 空中線出力	海岸局： 空中線高	到達距離
1W	400m	47km
1W	200m	33km
1W	100m	23km
1W	50m	16km
1W	10m	7km
5W	400m	70km
5W	200m	50km
5W	100m	35km
5W	50m	25km
5W	10m	11km
10W	400m	84km
10W	200m	59km
10W	100m	42km
10W	50m	29km
10W	10m	13km

操業エリアマップに基づく必要な空中線出力・空中線利得・空中線高

机上計算で用いる海岸局地点を以下で設定する。
 (宮城県を均等化区画で区切ることとして、唐桑地区、志津川地区、牡鹿地区、渡波地区、亶理地区の5箇所を設定。さらに緯度経度特定の必要性より、各地区内における海岸局(旧・現行)を、計算で用いる地点として設定した)

No	地点	住所	緯度経度
①	唐桑	気仙沼市唐桑町崎浜1-1 (宮城県唐桑無線漁協)	N38.85865 E141.672549
②	志津川	本吉郡南三陸町志津川字本浜町115 (宮城県漁協・志津川支所)	N38.674494 E141.449985
③	牡鹿	石巻市大原浜大草山11地先 (宮城県漁業無線局牡鹿送信所)	N38.337717 E141.4967
④	渡波	宮城県石巻市魚町2-14 (渡波漁船漁協)	N38.412767 E141.331765
⑤	亶理	亶理郡亶理町荒浜築港通り25 (宮城県漁協・亶理支所)	N38.039317 E140.914724



(1): 牡鹿半島より30km円形エリア
陸前黒崎灯台(N38.2729, E141.5186)を円中心に設定

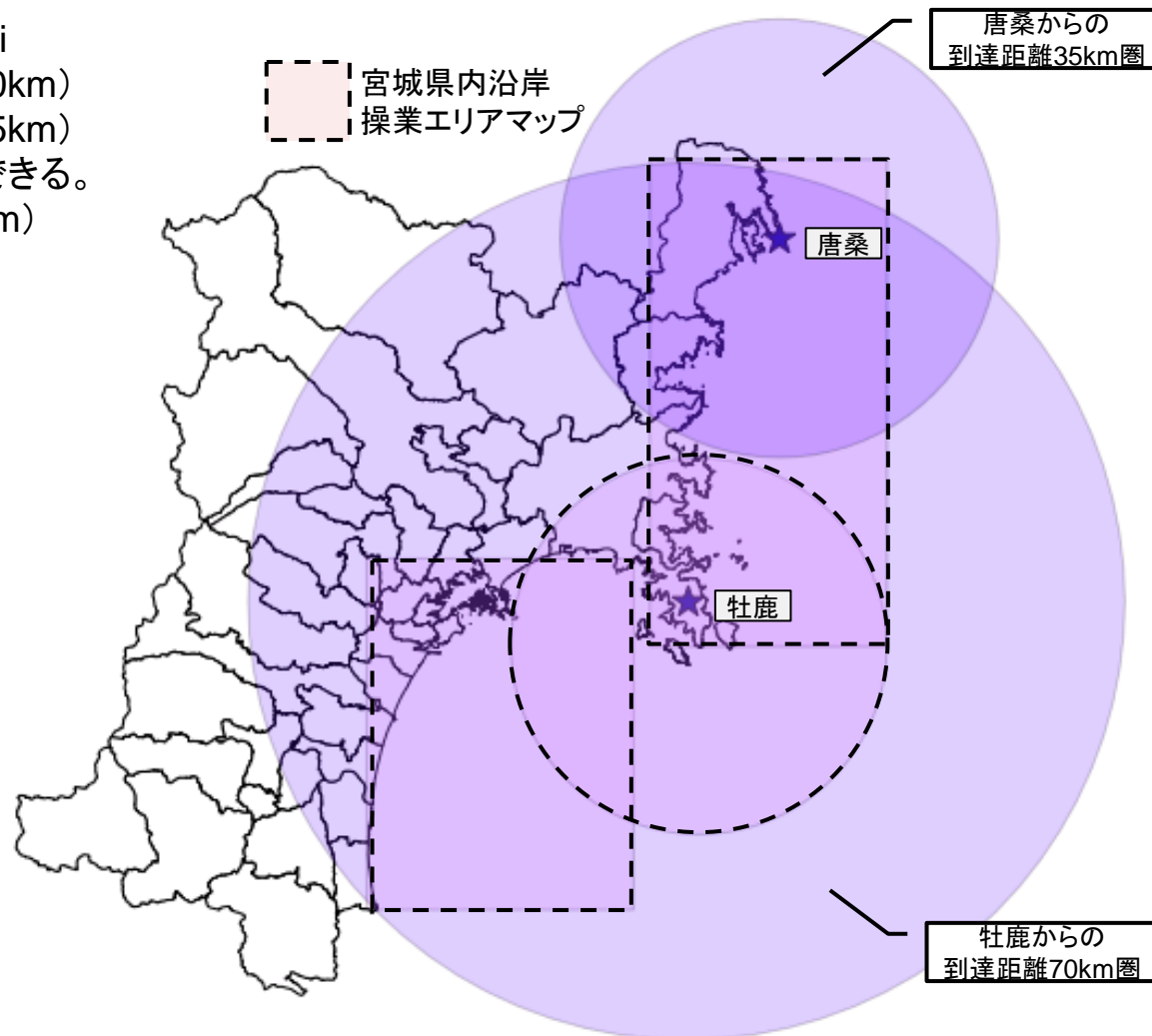
(2): 仙台湾北部小型底曳き網漁禁止ライン・ロランA2800ライン交点を通り、福島県境までの仙台湾沿岸域を包含する矩形エリア

(3): (1)の東端(牡鹿半島より30km沖)を頂点とし、牡鹿半島以北の岩手県境までの沿岸域を包含する矩形エリア

操業エリアマップに基づく必要な空中線出力・空中線利得・空中線高

■ 海岸局1カ所(+牡鹿を中継局)の場合

- 空中線出力:5W／空中線利得:5.14dBi
 - ・牡鹿の空中線高:400m(到達距離=70km)
 - ・唐桑の空中線高:100m(到達距離=35km)とすると、宮城県内操業エリアをカバーできる。
(唐桑は空中線高:50m(到達距離=25km)でもカバーできる)



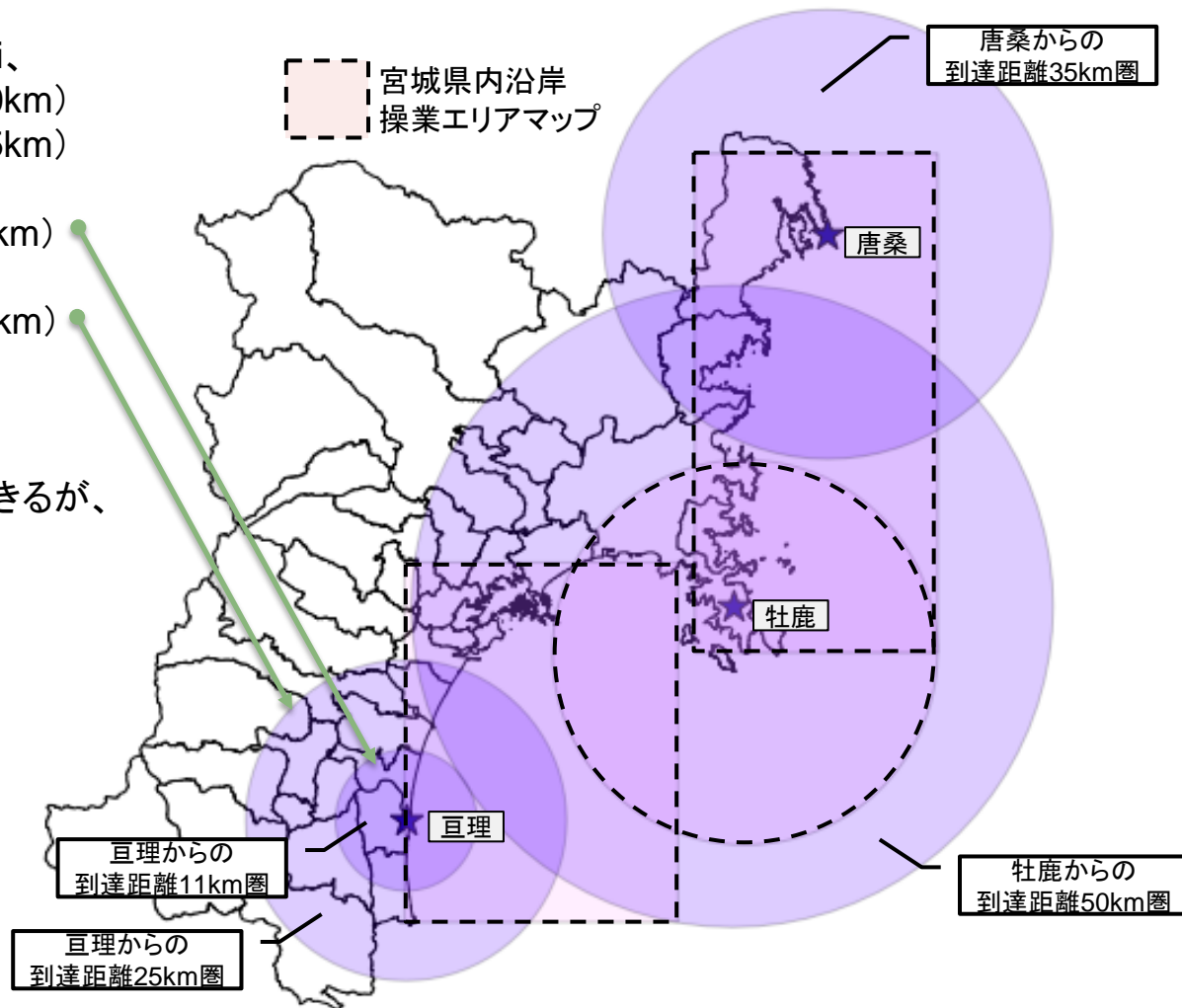
(出展)地図情報:国土地理院基盤地図情報行政区画25000/GIS:QuantumGISを使用して作成

操業エリアマップに基づく必要な空中線出力・空中線利得・空中線高

■ 海岸局3カ所(内、牡鹿を中継局)の場合

- 空中線出力:5W／空中線利得:5.14dBi、
 - ・牡鹿の空中線高:200m(到達距離=50km)
 - ・唐桑の空中線高:100m(到達距離=35km)とすると、
 - ・亶理の空中線高:10m(到達距離=11km)では仙台湾の一部をカバーできない。
 - ・亶理の空中線高:50m(到達距離=25km)とすると、ほぼカバーできる。

※牡鹿の空中線高:400mとすれば、
亶理の空中線高に関わらずカバーできるが、
海岸局1カ所の場合と同じ。

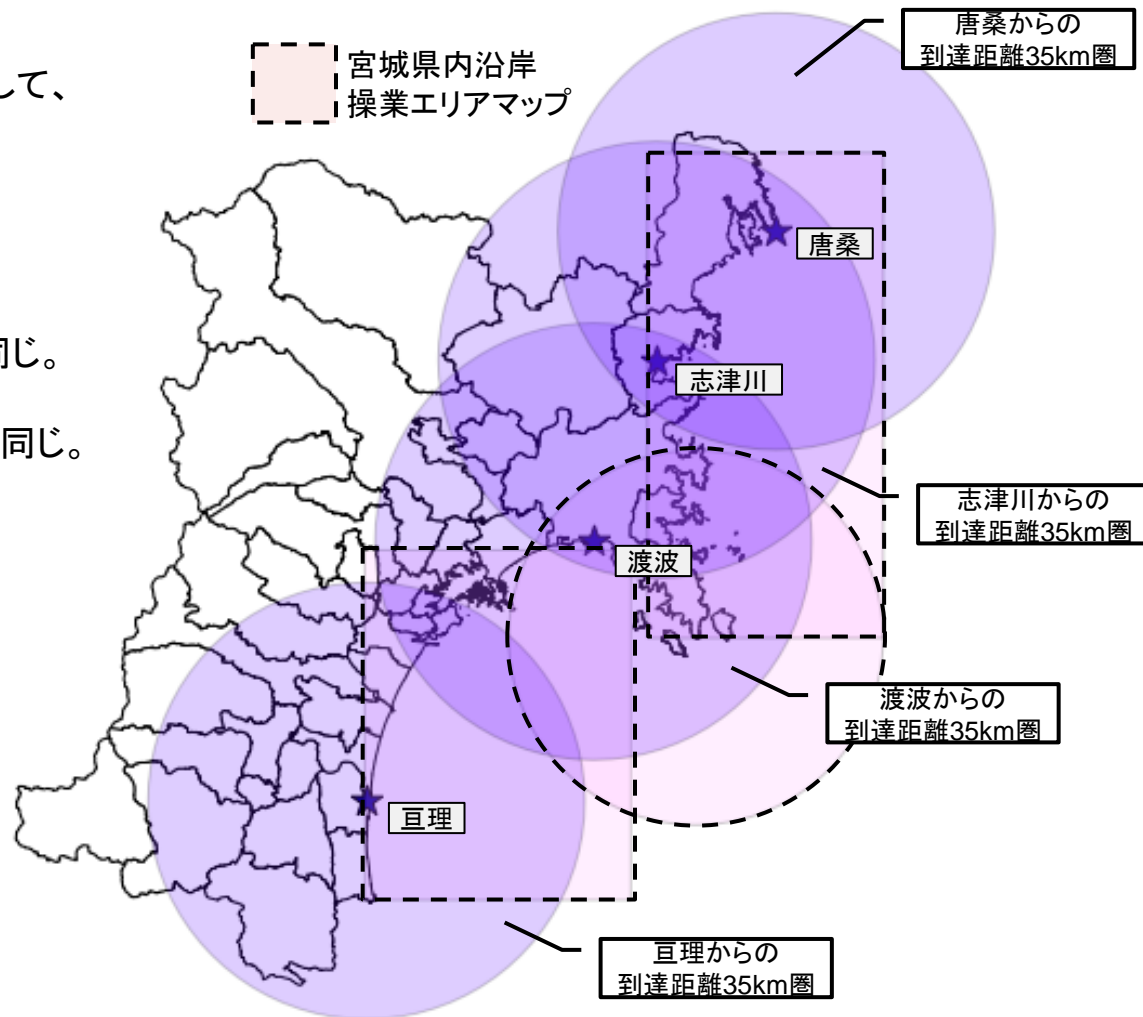


操業エリアマップに基づく必要な空中線出力・空中線利得・空中線高

■ 海岸局5カ所(内、牡鹿を中継局)の場合

- もし牡鹿の稼働が無いとすると、空中線出力:5W/空中線利得:5.14dBiとして、唐桑、志津川、渡波、亶理の空中線高を全て100m(到達距離=35km)としても、宮城県内操業エリアをカバーできない。

※牡鹿が空中線高=400mで稼働すれば、海岸局1箇所(+牡鹿を中継局)の場合と同じ。
※牡鹿が空中線高=200mで稼働すれば、海岸局3箇所(内、牡鹿を中継局)の場合と同じ。



(出展)地図情報:国土地理院基盤地図情報行政区画25000/GIS:QuantumGISを使用して作成