

5.3 中遠距離における電波伝搬

短波帯での中長距離伝搬は、地上波による伝搬だけではなく、Sky-wave（電離層反射）によるものを考慮する必要がある。

ここでは、ITU-R 勧告 P.533 「HF propagation prediction method」の伝搬モデルに基づき、累積電界強度を算出する。また、地上波による累積効果について、直接波による伝搬として累積電界強度を算出する。

Sky-wave による累積効果の検討では、国内を9地域に分割して各地域の想定放射電力値を設定し、各地域の想定放射点からの干渉電界強度分布を計算・合成して国内約 1,500 万システム（平均普及率 30%）からの干渉電界強度分布を求めた。

ここでは複雑な Sky-wave 伝搬を十分に評価したと云い難いが、具体的な受信点の一例として検討した電波天文業務に対する累積効果において、Sky-wave 伝搬による影響は、地上波伝搬による影響に比べて十分に低く、支配的な要素とはならないと考えられる。

また、地上波伝搬による累積効果の影響は、受信点数 k m 内の高速電力線搬送通信設備設置数が重要な要素であり、近傍での設置数があまり多くないであろうと想定される電波天文施設では、その影響の軽減が期待できると考えられる。

短波帯における長距離の電波伝搬は、直接波によるものではなく、電離層反射を繰り返して伝搬する。ここでは、ITU-R 勧告に基づいた Sky-wave（電離層伝搬）シミュレーションソフトを使用し、累積電界強度を算出する。

5.3.1 検討手順・条件・設定パラメータ

5.3.1.1 検討手順・条件

(1) 高速電力線搬送通信 1 システムからの放射電力

高速電力線搬送通信のモデムの送信電力を -60dBm/Hz(RMS 値)、LCL を 30dB と想定して電力線に注入されるコモンモード電力を求め、放射源から十分に遠方の電界強度計算を前提としているので点波源からの放射として、ここでは、下記無線利用の帯域を取り上げ、高速電力線搬送通信 1 システムからの放射電力 P_{plc} を表 5-3 のとおり設定した。

表 5-3 高速電力線搬送通信 1 システムからの放射電力

<電波天文>	1 3 MHz 帯（中心周波数：13.385MHz）：
	- 73.0 [dBW]（RMS 値、帯域幅 50 kHz）
<アマチュア>	2 5 MHz 帯（中心周波数：25.610MHz）：
	- 69.2 [dBW]（RMS 値、帯域幅 120 kHz）
<アマチュア>	3 MHz 帯（計算周波数：3.538MHz）：
	- 86.2 [dBW]（RMS 値、帯域幅 2.4 kHz）
<アマチュア>	7 MHz 帯（計算周波数：7.050MHz）：
	- 86.2 [dBW]（RMS 値、帯域幅 2.4 kHz）

(2) 累積による放射電力

表 5-4 に示すように、日本国内を9地域に分割し、各地域の全ての高速電力線搬送通信設備が想定放射点に存在すると仮定して、次式により各地域の想定放射電力値を設定した。

想定放射電力 = (1 システムの放射電力) + 10 × log(システム数) - (低減効果)

システム数：(地域世帯数) × (地域の普及率)

世帯数：平成 16 年 3 月末現在(総務省自治行政局報道資料)

普及率：研究会資料 3-8 に従い、全国平均を 30% と想定し、都道府県別ブロードバンドサービス世帯普及率(平成 17 年 3 月末現在、総務省報道資料)から各地域の高速電力線搬送通信設備の普及率を推定

低減効果：0dB(「低減効果なし」として検討)

表 5-4 地域別の想定放射点と放射電力

	地 域	想定放射点	世帯数 (万世帯)	普及率	システム数 (万システム)	想定放射電力 (dBW)
1	北海道 (北海道)	札幌 (43.06N、141.33E)	2 5 2	2 0 %	5 0 . 4	13M帯：-16.0 25M帯：-12.2 3M/7M帯：-29.2
2	東北 (青森、岩手、 宮城、秋田、山形、 福島)	仙台 (38.26N、140.90E)	3 4 1	2 5 %	8 5 . 3	13M帯：-13.7 25M帯：-9.9 3M/7M帯：-26.9
3	関東 (東京、神奈川、埼 玉、千葉、茨城、栃 木、群馬、山梨)	東京 (35.67N、139.77E)	1 , 7 1 7	3 5 %	6 0 0 . 9	13M帯：-5.2 25M帯：-1.4 3M/7M帯：-8.4
4	信越・北陸 (新潟、長野、富山、 石川、福井)	金沢 (36.59N、136.63E)	2 6 3	2 5 %	6 5 . 8	13M帯：-14.8 25M帯：-11.0 3M/7M帯：-28.0
5	東海 (愛知、岐阜、静岡、 三重)	名古屋 (35.17N、136.97E)	5 3 6	3 5 %	1 8 7 . 5	13M帯：-10.3 25M帯：-6.5 3M/7M帯：-23.5
6	近畿 (大阪、兵庫、京都、 滋賀、奈良、和歌山)	大阪 (34.68N、135.52E)	8 2 9	3 0 %	2 4 8 . 7	13M帯：-9.0 25M帯：-5.2 3M/7M帯：-22.2
7	中国・四国 (鳥取、島根、岡山、 広島、山口、徳島、 香川、愛媛、高知)	広島 (34.40N、132.46E)	4 6 4	2 5 %	1 1 6 . 0	13M帯：-12.4 25M帯：-8.6 3M/7M帯：-25.6
8	九州 (福岡、佐賀、長崎、 熊本、大分、宮崎、 鹿児島)	福岡 (33.58N、130.38E)	5 3 1	2 5 %	1 3 2 . 9	13M帯：-11.8 25M帯：-8.0 3M/7M帯：-25.0
9	沖縄 (沖縄)	那覇 (26.21N、127.69E)	5 0	2 0 %	1 0 . 0	13M帯：-23.0 25M帯：-19.2 3M/7M帯：-36.2

(3) 累積効果による干渉電界強度分布の計算

各地域の想定放射点からの干渉電界強度分布を計算した後、これらの9データを電力和にて合成し、国内約1,500万システムからの干渉電界強度分布 (Median 値) を各周波数帯域について求めた。

5.3.1.2 ソフト計算における設定パラメータ

(1) 放射 (送信) 電力

計算ソフトの設定下限値 (0dBW) を考慮して、入力パラメータを「想定放射電力値+28dB」(3MHz/7MHz 帯の場合：+40dB) に設定し、計算後に「-28dB (同：-40dB)」の補正を行う。なお、高速電力線搬送通信1システムの計算では補正值を80dBとした。

(2) 送信アンテナ

アンテナ種別：5.3.1.1 項の放射電力設定方法から等方性アンテナとした。

放射角度 (Minimum Takeoff Angle)：計算ソフトの設定下限値 (3degrees) とした。

主ビーム方位角：等方性アンテナにつき設定不要。

(3) 月、時刻

電離層の諸特性は月と時刻によって変動し、時刻では昼間の方が、条件が良いと云われている。この特性変動に伴って電界強度・分布は変化し、図 5-19 の計算データ例に示すように、(6)に示すプロット範囲内における最大電界強度値は、設定する月及び時刻によって変化する。ここでは、計算デー

タ例を基に最大電界強度が高い範囲にある「月：4月、時刻：06UT」（13MHz/25MHz帯）及び「月：7月、時刻：12UT」（3MHz/7MHz帯）をパラメータ値として採用した。（UT：Universal Time、日本時間＝UT+9H）

(4) S S N (Sun Spot Number)

図5-20にSSNを変えて、(6)のプロット範囲内における最大電界強度値を計算したデータ例を示す。ここでは比較的太陽活動が活発なSSN=100とした。

(5) 受信アンテナ／受信機帯域幅

電界強度（DBU）計算につき無関係なパラメータ。

(6) プロット範囲

計算結果のプロット範囲は、日本近傍とし、東京（35.67N、139.77E）を基点に東700km、西1,300km、北1,200km、南1,000kmとした。

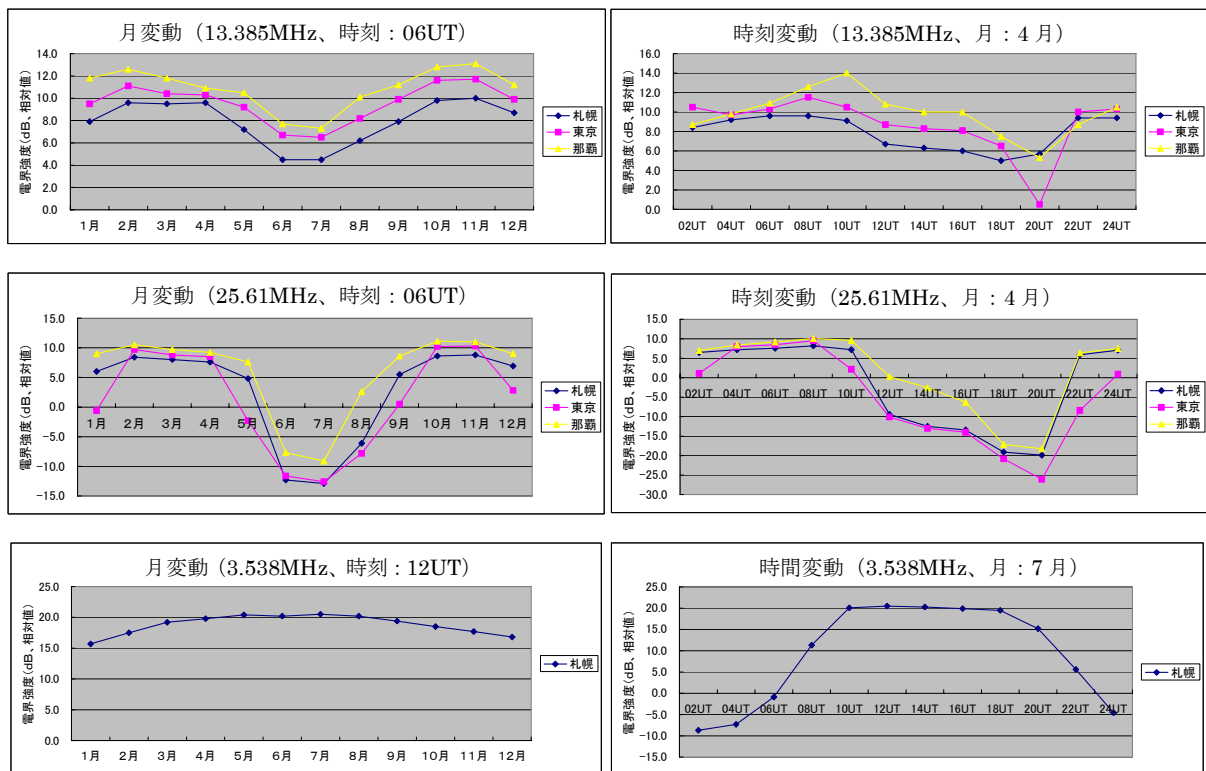


図 5-19 月／時刻による電界強度変動データ例

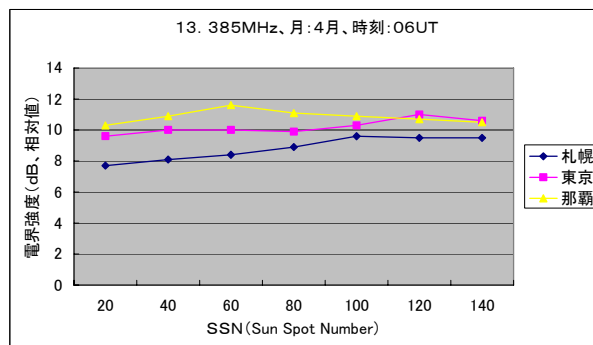
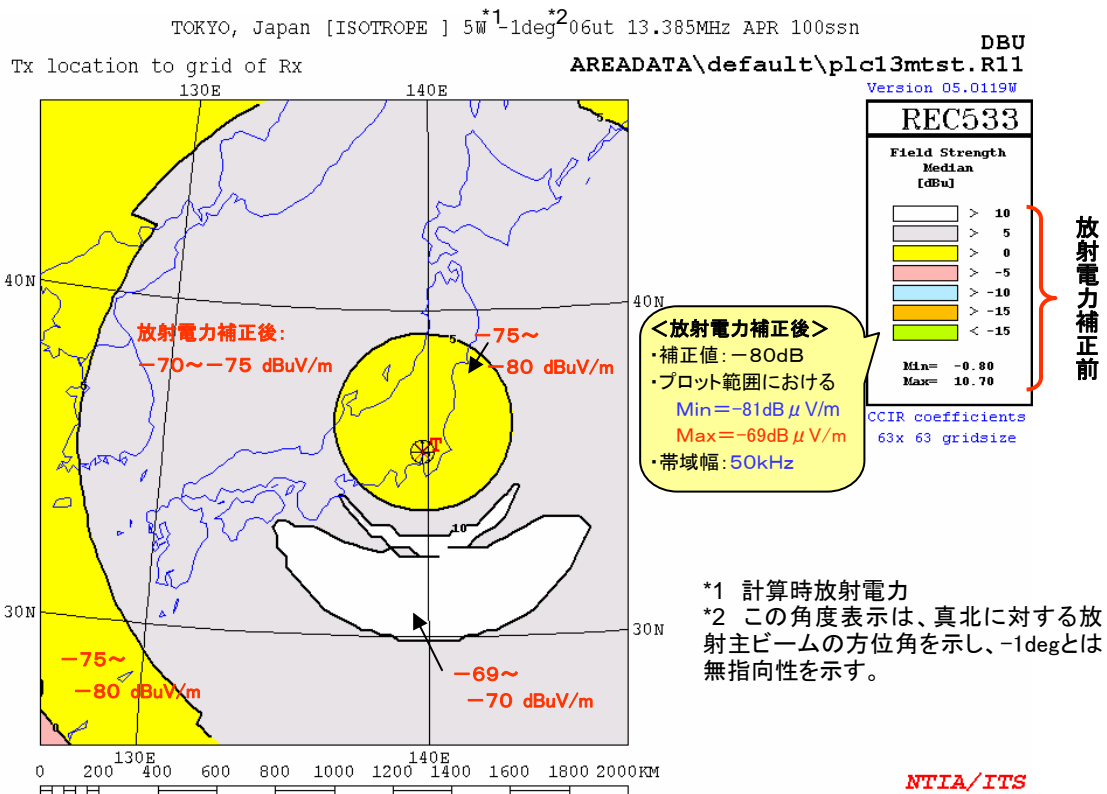


図 5-20 S S Nによる電界強度変動データ例

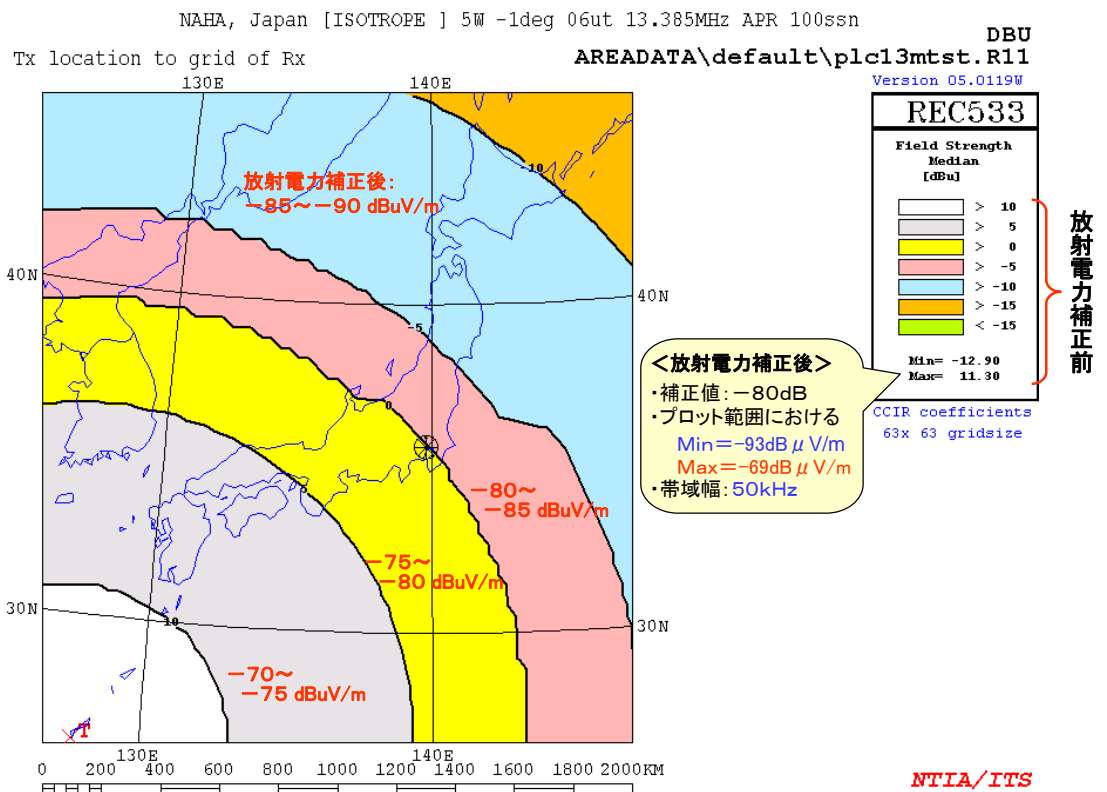
5.3.2 計算結果

図 5-21 に、高速電力線搬送通信 1 システムのみから漏えい電磁界が放射された場合の計算結果を示す。Sky-wave による干渉電界強度は、放射点から離れた箇所でも最大値を示す場合もあり、その箇所は月、時刻、周波数等で変わるが、1 システムからの干渉波の絶対強度は十分低い値である。また、図 5-22 に示すように、最大点からさらに離れるに従い電界強度は低下する。

図 5-23 及び図 5-24 は、各地域の想定放射点からの干渉電界強度分布を計算した後、これらの 9 データを電力和にて合成し、国内約 1,500 万システムからの干渉電界強度分布 (Median 値) を計算したものである。計算の結果、1 システムの場合と同様、放射点から離れた箇所でも最大値を示す場合があることがわかるが、想定される高速電力線搬送通信の送信電力では、累積された干渉電界強度も低くなっており、Rural 地域の雑音以下となる。



a) 13MHz、放射点：東京



b) 13MHz、放射点：那覇

図 5-21 高速電力線搬送通信 1 システムによる干渉電界強度分布計算例

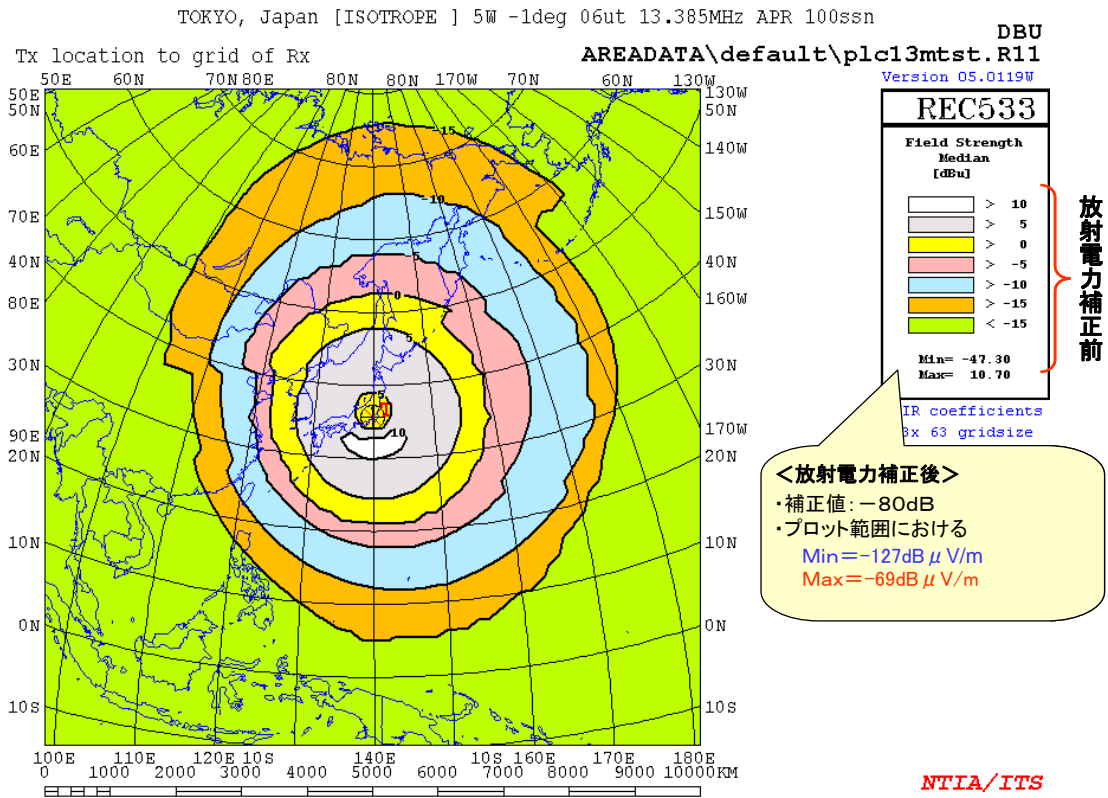
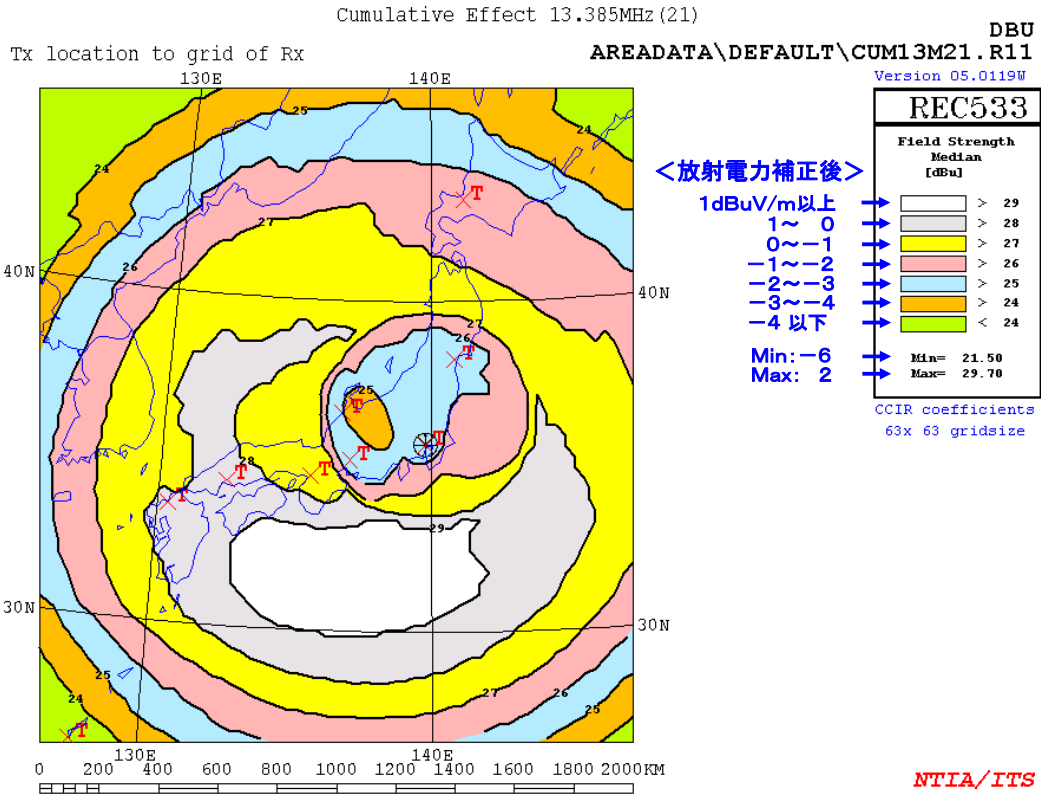
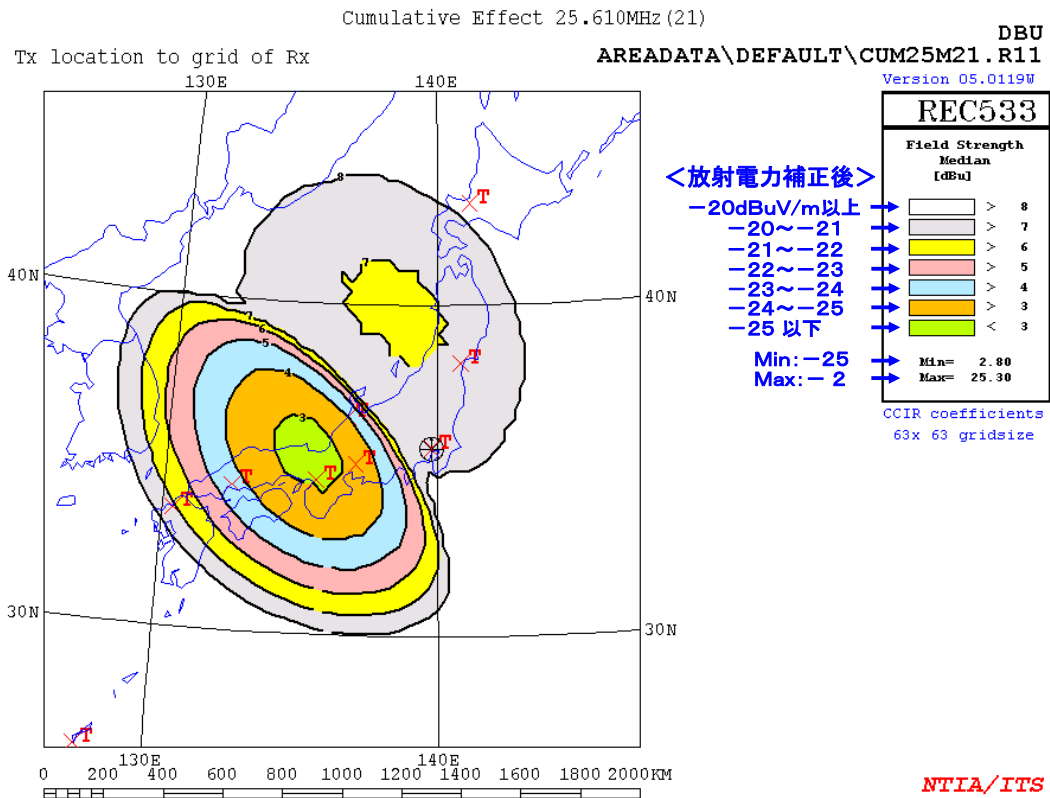


図 5-22 高速電力線搬送通信 1 システムによる広範囲の干渉電界強度分布例 (13MHz 帯、放射点: 東京)

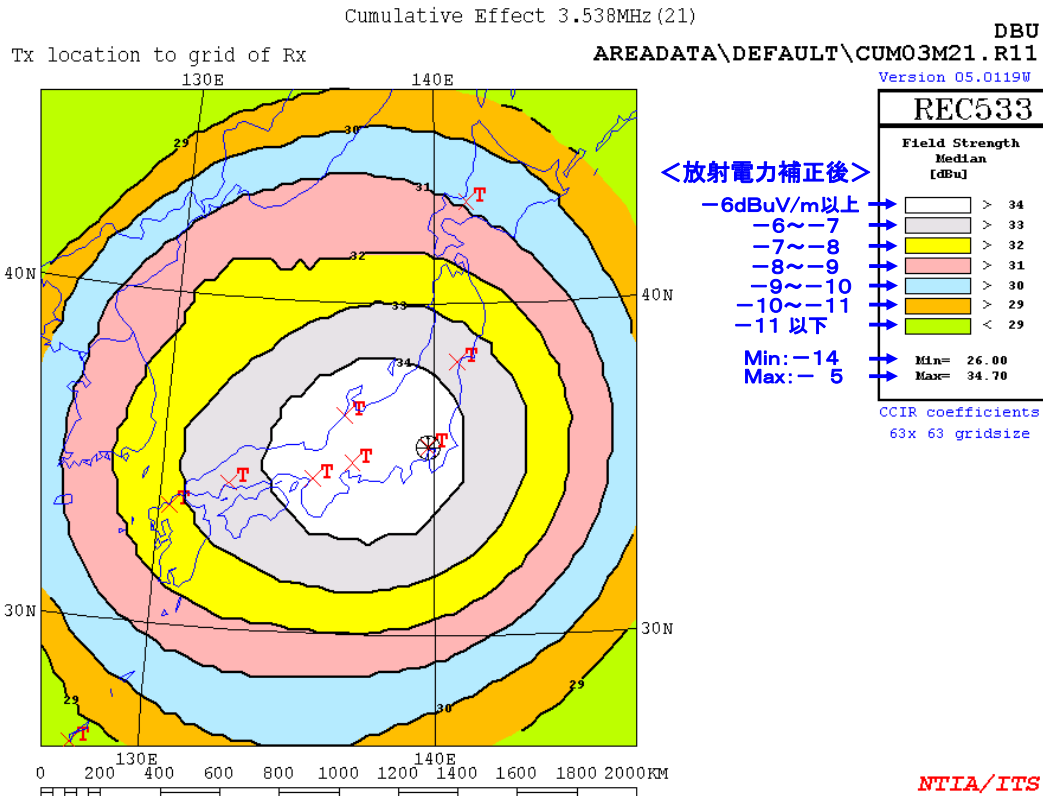


a) Sky-wave : 13MHz 帯、帯域幅 : 50kHz

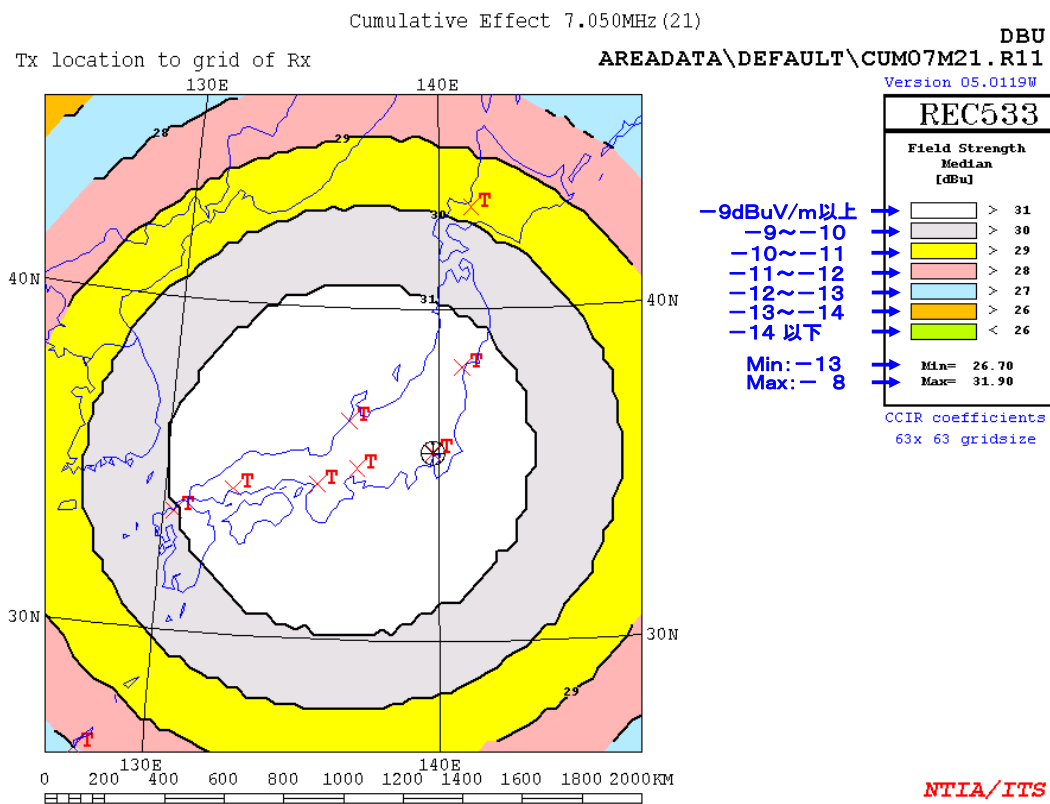


b) Sky-wave : 25MHz 帯、帯域幅 : 120kHz

図 5-23 累積効果による干渉電界強度分(13MHz 帯、25MHz 帯)



c) Sky-wave : 3MHz帯、帯域幅 : 2.4kHz



d) Sky-wave : 7MHz帯、帯域幅 : 2.4kHz

図 5-24 累積効果による干渉電界強度分布 (3MHz帯、7MHz帯)