

## IRIモデルによる理論イオノグラムと観測との比較

# 深見 哲男 [1]; 長野 勇 [2]; 東 亮一 [1]  
[1] 石川高専; [2] 金沢大

## Comparison of Observation and Theoretical Ionograms using the International Reference Ionosphere

# Tetsuo Fukami[1]; Isamu Nagano[2]; Ryoichi Higashi[1]  
[1] NIT Ishikawa Col.; [2] Kanazawa Univ.

Ionograms are effective data to know the lower ionospheric conditions. The ionogram is made by pulse waves of the ionosonde and shows frequency characteristics for delay time  $T$  from transmitted time to received time by the same antenna after travelling in the ionosphere. So, the ionograms have information of both apparent heights and reflection coefficients on observation frequencies. The apparent height  $h'$  is  $cT/2$  where  $c$  is light speed, and is not the actual reflection height. The theoretical delay time is calculated by the ionospheric condition. We suggest a method that estimate the delay time from the electron density profile and the collision profile by the full wave calculation [1]. Our method can simultaneously obtain the reflection coefficients. We checked the availability of our method from the simultaneous experiment of the rocket and the ionogram at Kagoshima Space Center [2].

On the other hand, The International Reference Ionosphere (IRI-2016) can give the electron density profile at latitude, longitude and time [3]. And we can input special parameters of  $foE$ ,  $foF2$  and the sun spot number.

We investigate difference between measured and theoretical ionogram at the Kokubunji site. Figure show the observed ionogram at 6:00UT in 1917/05/20 [4]. In this ionogram, the Es layer did not appear. For the theoretical ionogram, we obtained the electron density profile of IRI-2016 for  $foE = 3.0$  MHz,  $foF2 = 6.7$  MHz of this ionogram, and used the collision frequency profile of reference [5]. In this figure, we show the theoretical apparent heights for both the ordinary (O) and the extraordinary (X) waves. The theoretical  $h'$  values of the E and F2 layer is nearly agreement with the observed  $h'$  values, but the theoretical  $h'$  values of the F1 layer is not agreement.

[1] Fukami, T., I. Nagano and J. MacDougall: Proc. of ISAP 1996, 685-688 (1996).

[2] Fukami, T., I. Nagano and R. Higashi: PIERS 2018 in Toyama, 4P0, p2060 (2018).

[3] [https://ccmc.gsfc.nasa.gov/modelweb/models/iri2016\\_vitmo.php](https://ccmc.gsfc.nasa.gov/modelweb/models/iri2016_vitmo.php)

[4] <http://wdc.nict.go.jp/ISDJ/ionospheric-signal.html>

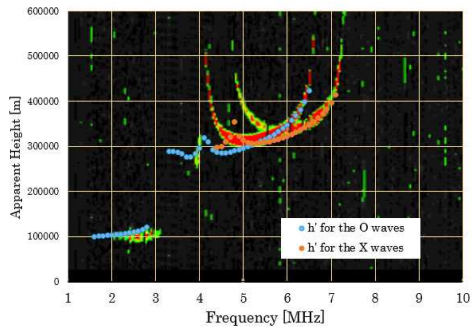
[5] Mambo, M., I. Nagano, T. Fukami and Y. Kagawa: IEEE Trans. on A&P, AP-34, 10, pp.1214-1222 (1986).

イオノグラムは、下部電離層を定常観測する有効な資料である。イオノグラムは、周波数毎の見かけ高さ ( $h'$ ) と反射係数を測定した図である。我々は、電子密度分布と衝突回数分布を与えれば full wave 計算法を用いて見かけ高さ ( $h'$ ) を算出する理論計算法を提案した [1]。そして、その有効性をイオノグラムとロケットによる同時実験で確かめた [2]。

他方、IRI モデルは、希望場所と時間の電子密度分布を与える [3]。そして、パラメータとして  $foE$  や  $foF2$  や太陽黒点数等を指定入力できる。ただし、IRI モデルには、Es 層はない。

我々は、情報通信研究機構の電磁波研究所が行っている国分寺のイオノグラム [4] を使って調査する。今回は、図に示した Es 層が無さそうである 1917 年 5 月 20 日 15:00LT のイオノグラムを用いる。理論イオノグラムを得るため、電子密度分布は、図の  $foE=3.0$  MHz,  $foF2 = 6.7$  MHz を使って IRI 電子密度分布を得た。また、衝突回数分布は、過去に日本国内の中波帯の理論電界強度計算に用いた分布 [5] を使った。これらを用いて正常 (O) 波と異常 (X) 波に対して得られた理論イオノグラムを図中に示す。イオノゾンのアンテナ感度が分からないので、今回は反射係数が 0.01 より大きい場合のみを図示した。IRI による理論値と観測値を比較すると、E 層と F2 層では、ほぼ合っていると思われる。しかし、F1 層では、両者の形状が異なっていることが分る。

今後、両者がほぼ合う電子密度分布を推定したい。



Observed ionogram and Calculated ionogram  
using the IRI model (1917/05/20 06:00 UT)