

1998年 地球惑星科学関連学会合同学会
5/26/1998 国立オリンピック記念青少年総合センター

10km格子・地域モデルによる 異方性マッピング関数の評価

市川隆一

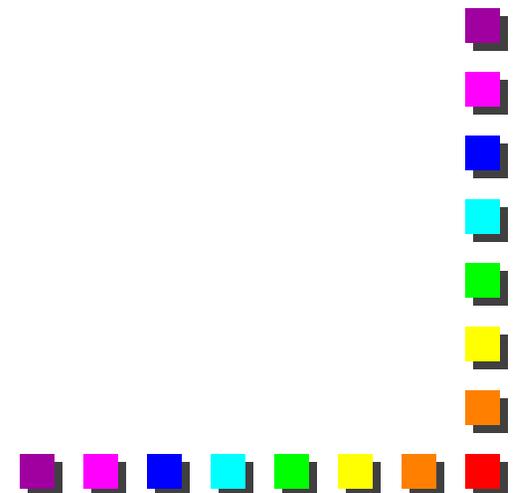
通信総合研究所 鹿島宇宙通信センター

Michael Bevis

University of Hawaii

萬納寺信崇

気象庁 数値予報課



目的

- Chen&Herring(1997) , あるいは MacMillan(1995)により開発された異方性マッピング関数がメソスケール擾乱のもとでどの程度有効かを評価する .

- 気象庁10km格子・地域モデルを用いる .

->従来の評価は , 経緯度方向で2.5度毎の格子間隔を持つ全球データによりなされた .

- 総観規模の現象を相手にする限りは問題なし



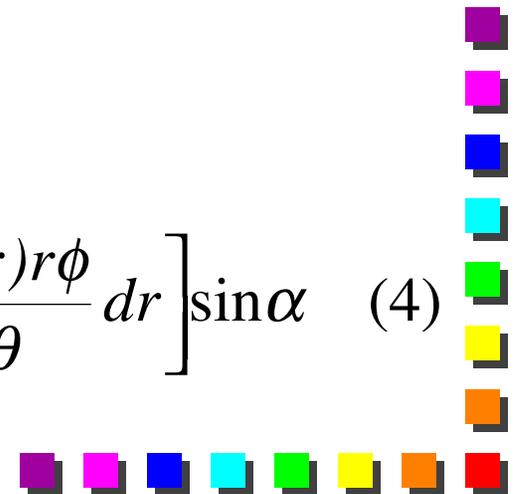
Chen & Herring (1997) による異方性 マッピング関数

$$L_a = \int_{atm} n(s) ds - \int_{vac} ds = 10^6 \int_{atm} N(s) ds + L_{ag} \quad (1)$$

$$N = (n - 1) \times 10^6 = k_1 \frac{P_d}{T} Z_d^{-1} + k_2 \frac{w}{T} Z_w^{-1} + k_3 \frac{w}{T^2} Z_w^{-1} \quad (2)$$

$$N(r, \alpha, \phi) = N_u(r) + N_{ns}(r) r \phi \cos \alpha + N_{ew}(r) r \phi \sin \alpha \quad (3)$$

$$\begin{aligned} L_{atm}(\alpha, \varepsilon) &= \int_{r_0}^{\infty} \frac{N(r, \alpha, \phi)}{\sin \theta} dr + L_{ag} \\ &= \int_{r_0}^{\infty} \frac{N_u(r)}{\sin \theta} dr + L_{ag} \\ &\quad + \left[\int_{r_0}^{\infty} \frac{N_{ns}(r) r \phi}{\sin \theta} dr \right] \cos \alpha + \left[\int_{r_0}^{\infty} \frac{N_{ew}(r) r \phi}{\sin \theta} dr \right] \sin \alpha \quad (4) \end{aligned}$$



Chen & Herring (1997) による異方性 マッピング関数

$$L_{sym} = L_h^z m_h(\varepsilon) + L_w^z m_w(\varepsilon) \quad (5)$$

$$L_{ns} = 10^6 \int_0^H N_{ns} h dh, \quad L_{ew} = 10^6 \int_0^H N_{ew} h dh \quad (6)$$

$$L_{az}(\alpha, \varepsilon) = L_{ns} m_{az}(\varepsilon) \cos \alpha + L_{ew} m_{az}(\varepsilon) \sin \alpha \quad (7)$$

$$m_{az}(\varepsilon) = \frac{1}{\sin \varepsilon \tan \varepsilon + C} \quad (8)$$

$$C = \frac{3 \int \nabla N h^2 dh}{2 \int \nabla N h (h + r_0) dh} \quad (9)$$

[$C = 0.0032$ (Herring, 1992)]

$$L_{atm} = L_{sym} (5式) + L_{az} (7式)$$



計算手順(1/2)

- 波線追跡法を使い, 10km格子・地域モデルから視線方向の遅延量を計算(3D delay)
- 波線追跡法を使い, 10km格子・地域モデルの鉛直プロファイルからつくった球対称大気モデルにより遅延量を計算(1D delay)
- (3D delay - 1D delay)に対してC&Hマッピング関数でフィッティング(CASE 1)
 - 仰角5度毎に5 ~ 85度, 方位1度毎全方位のデータ
 - 6120個のデータで最小自乗推定
 - 推定するのは L_{ns} と L_{ew} のみ

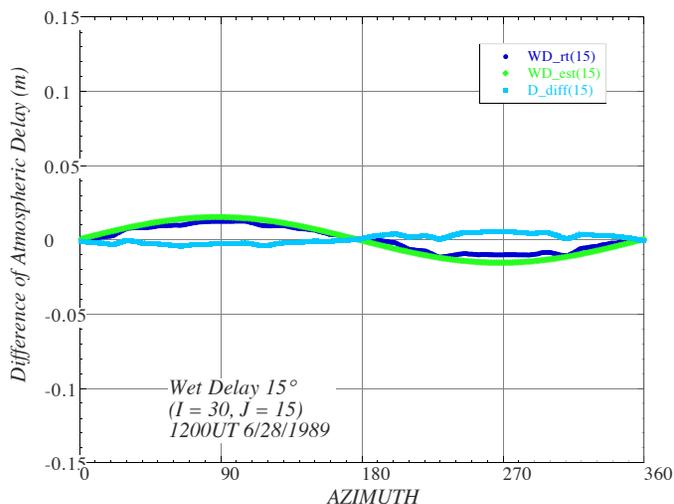
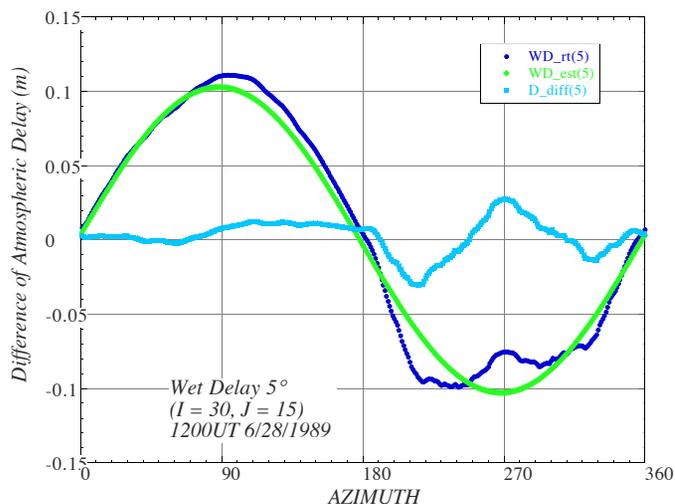


計算手順(2/2)

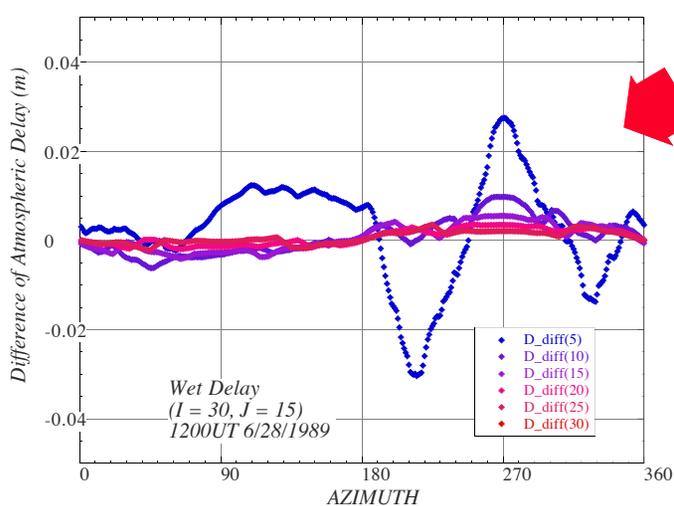
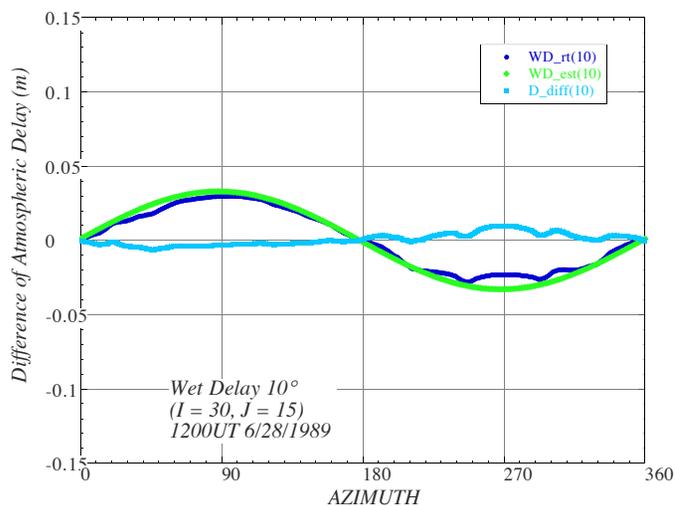
- 3D delayに対してC&Hマッピング関数とNMFマッピング関数(球対称部分)でフィッティング(CASE 2)
 - 推定するのは L_{ns} , L_{ew} , 及びZWD(天頂湿潤遅延量)
 - ここでは静水圧遅延量を既知として計算
- 残差マップの作成
 - (3D delay - 1D delay)の可視化
 - gradient vectorのプロット
- 評価
 - はたしてフィッティングの良否はどの程度か？



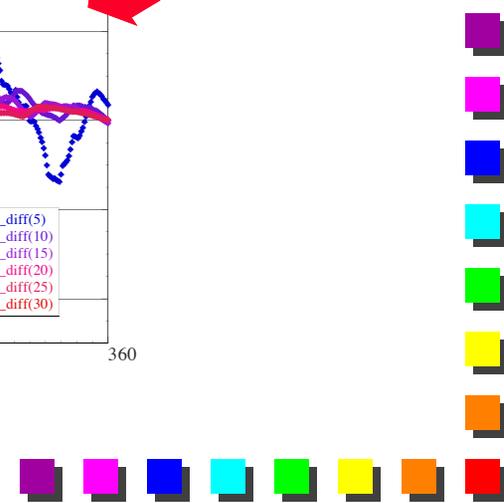
CASE 1 (比較的うまくいった例)



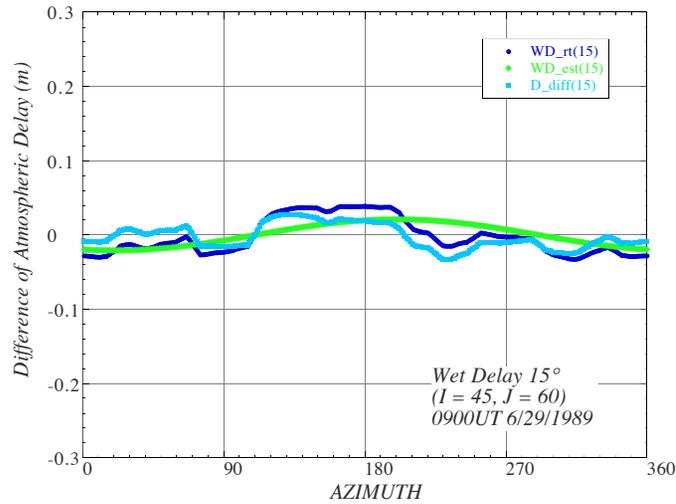
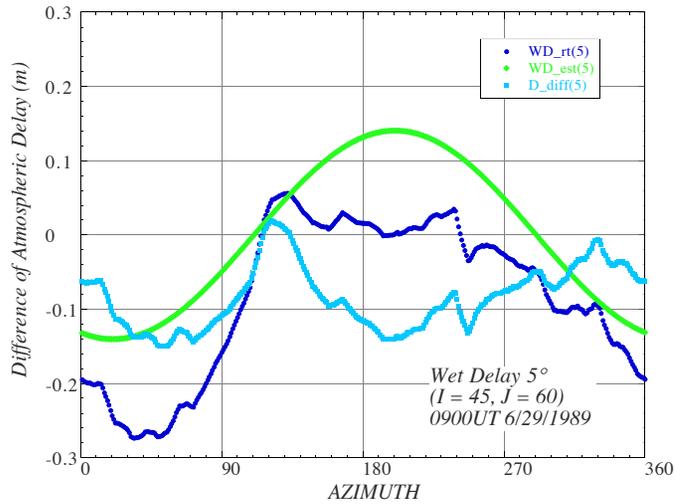
青 : 3D - 1D
 緑 : C&Hマッピング関数
 水色 : 青 - 緑



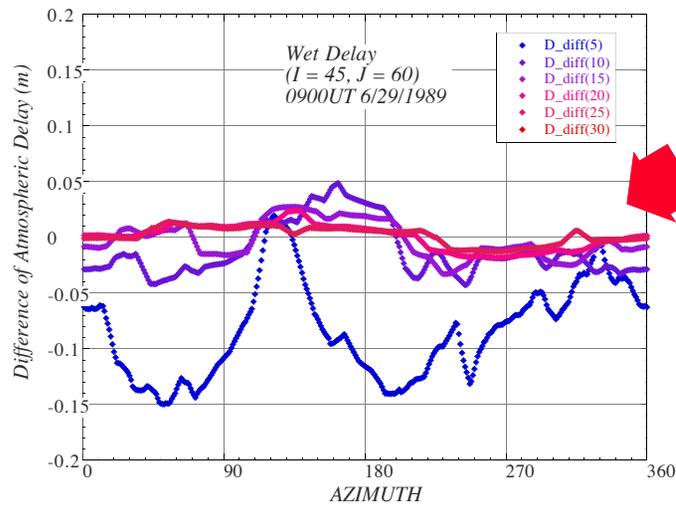
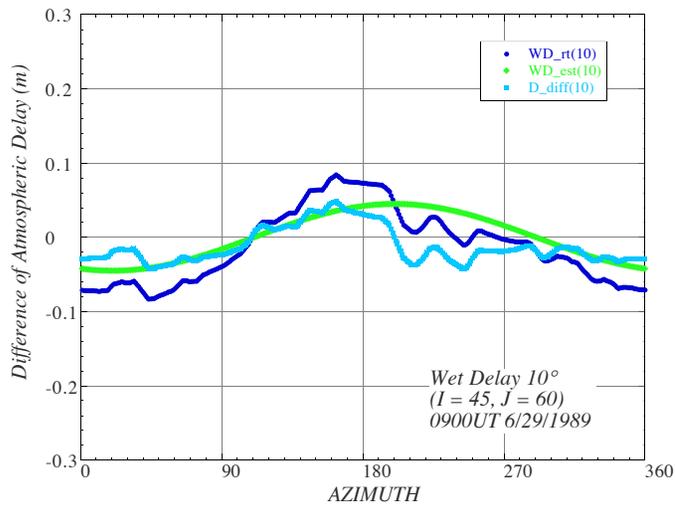
仰角5~30度までの青と緑の差をプロットした図



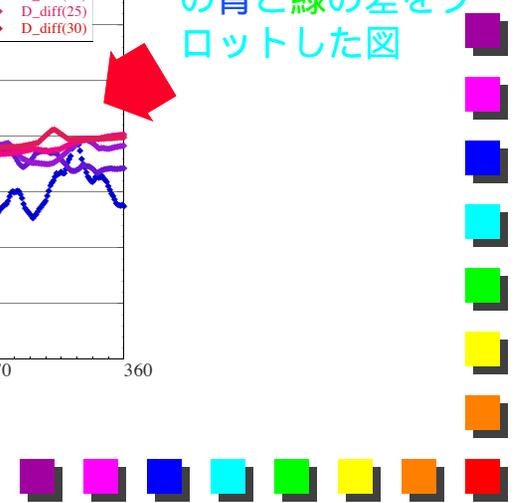
CASE 1 (フィッティング失敗例)



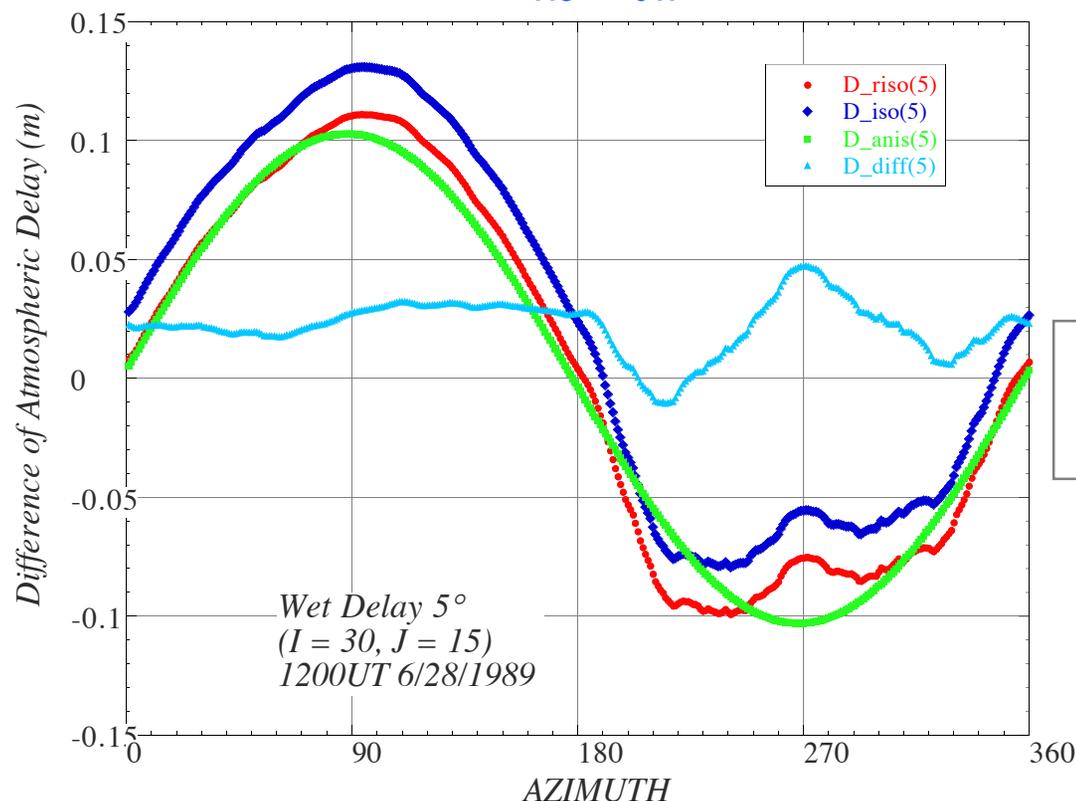
青 : 3D - 1D
 緑 : C&Hマッピング関数
 水色 : 青 - 緑



仰角5~30度までの青と緑の差をプロットした図



CASE 2 (L_{ns} , L_{ew} , ZWDの3パラメータを推定)



赤と青の間にオフセットがある。

原因?

球対称マッピング関数(NMF)の推定誤差?

大気構造に起因して勾配が空間的に変化?

天頂遅延量, ひいては可降水量の推定に問題が生じる

赤 : 3D delay - 1D delay

青 : 3D delay - NMF delay

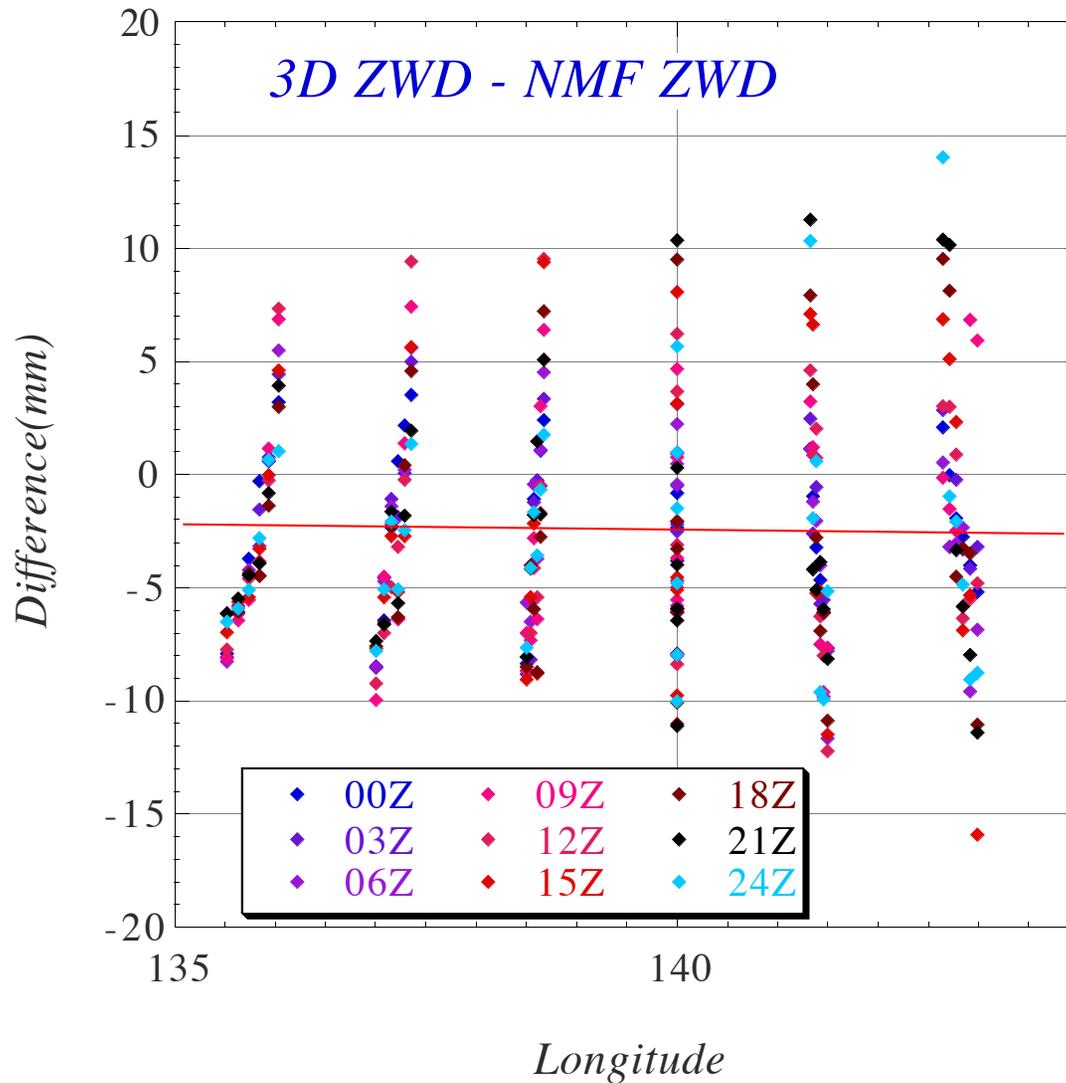
緑 : 青に対してC&Hでフィッティングした結果

赤のプロットに対してフィッティングするのではない!

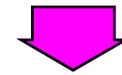
水色 : (青 - 緑)



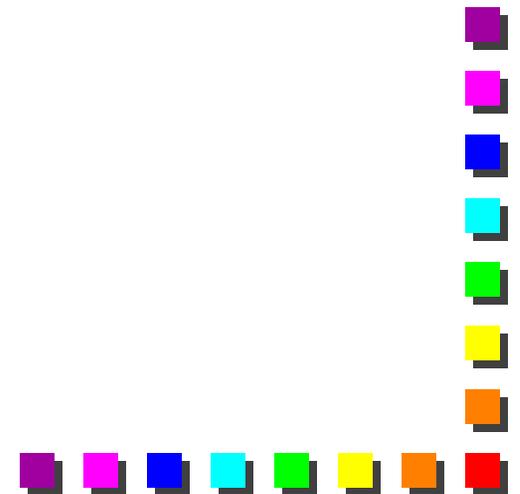
ZWDの差



- 約-3mmのオフセット
- 値そのものも正負にばらつく



- オフセットについては再検討必要
- 値のばらつきは大気構造に起因する可能性大



まとめ

- 数値予報データを用いてメソスケール擾乱の元での異方性マッピング関数の評価が定量的に可能になった。
 - 統計処理に基づく最終的な評価はこれから
- 大気勾配ベクトルと天頂遅延量の推定を同時に行う場合に注意必要
 - 精度良く天頂遅延量を求めるためには、高精度の球対称マッピング関数が不可欠
 - 勾配の空間変化に注意必要
- NMFの再評価必要....か?

