プログラム－２

フラックス最適化の大気CO_2濃度へのインパクト

丹羽 洋介
気象研究所 海洋・地球化学研究部

インバージョン解析によるフラックス最適化

従来の地上観測に加え、航空機観測CONTRAIL（Machida et al., 2008）のデータを用いたインバージョン解析を行い、CO_2フラックスの最適化を行った（Niwa et al., 2012）。この最適化により生じたフラックス変化により、大気中の濃度がどれだけ変化するかを大気輸送実験により求めた。

この結果から、衛星観測がどれくらいの濃度差（地上データから得られたものと比べて）を検知すれば、フラックス最適化に新たな情報をもたらし得るか推察した。

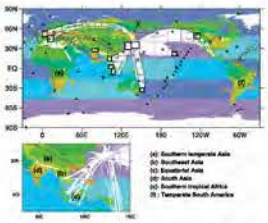
インバージョン解析

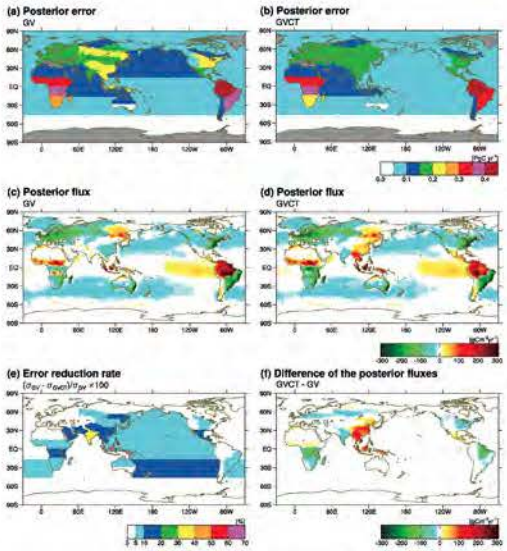
評価関数： $J = (\mathbf{y} - \mathbf{Tf} - \mathbf{Mx})^{\mathrm{T}}\mathbf{R}^{-1}(\mathbf{y} - \mathbf{Tf} - \mathbf{Mx}) + (\mathbf{x} - \mathbf{x}_0)^{\mathrm{T}}\mathbf{P}_0^{-1}(\mathbf{x} - \mathbf{x}_0)$

解析値 ： $\mathbf{x} = \mathbf{x}_0 + (\mathbf{M}^{\mathrm{T}}\mathbf{R}^{-1}\mathbf{M} + \mathbf{P}_0^{-1})^{-1}\mathbf{M}^{\mathrm{T}}\mathbf{R}^{-1}(\mathbf{y} - \mathbf{Tf} - \mathbf{Mx}_0)$.

y: 観測値, x: フラックスパラメータ, M: グリーン関数
f: 初期フラックス, T: 輸送演算子（モデル）, R, P_0: 誤差共分散

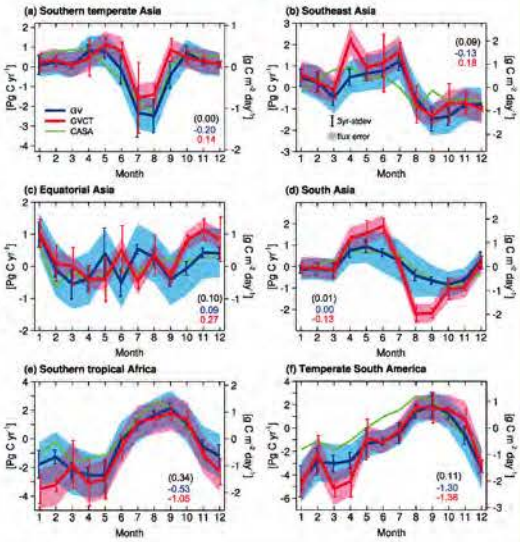
Niwa, Y., et al. (2012), Imposing strong constraints on tropical terrestrial CO_2 fluxes using passenger aircraft based measurements, *J. Geophys. Res.*, 117(D11303), doi:10.1029/2012JD017474.





←
最適化により得られたフラックスパラメータの誤差(a,b), 年平均フラックスの分布(c,d)とCONTRAILデータを加えたことによって得られた誤差減少率(e)と年平均フラックスの変化(f)。

GVCT：地上観測＋CONTRAIL
GV：地上観測のみ



→
各地域のCO_2フラックス（化石燃料起源は除く）の季節変化。

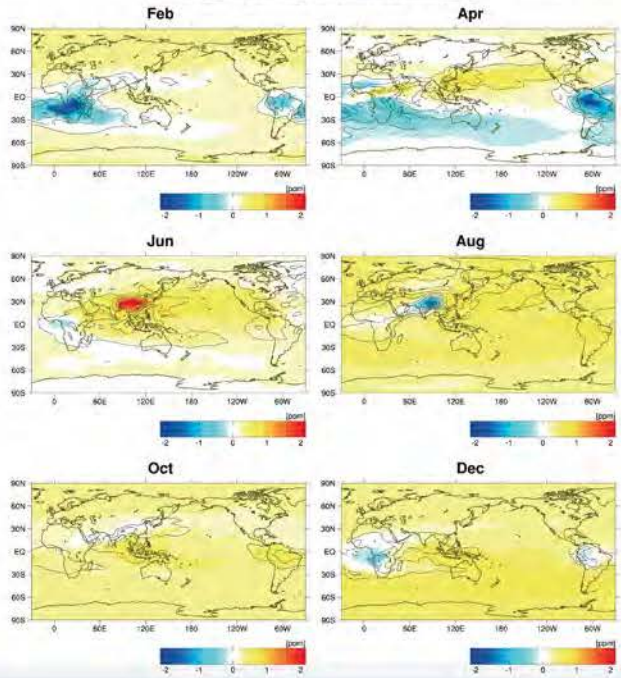
赤：GVCTによる解析値
青：GVによる解析値
緑：初期フラックス
(CASA: Randerson et al., 1997)

輸送計算

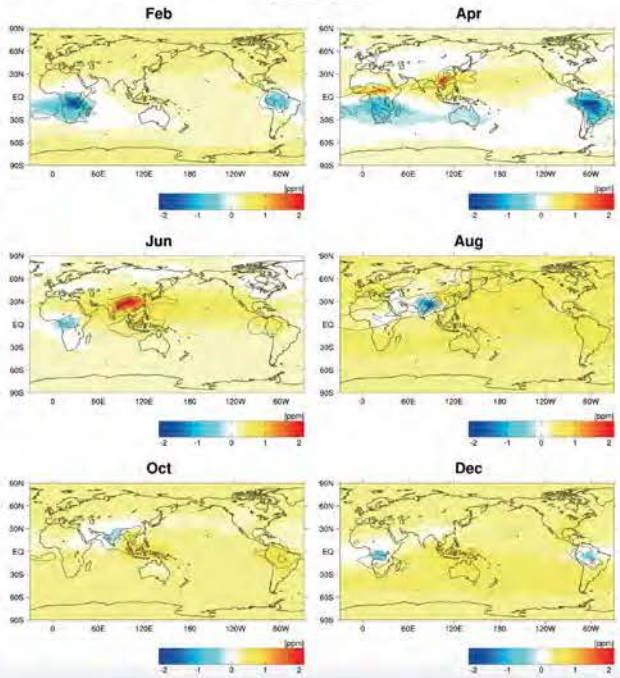
フラックスの違いによるCO_2濃度分布の差異

GVCT－GVの
月平均値（色）と
1ヶ月間の標準偏差（コンター, 0.2 ppm刻み）

上空約8km (モデル第22層)



気柱平均



謝辞：CO_2輸送計算では、大気モデルNICAMを用いました。NICAM開発者グループの方々に感謝申し上げます。