

1.2 DREAM 모델과 Tsyganenko 모델과 결합

‘15년 사업에서는 DREAM 모델과 쌍극자 자기장을 결합시켜 2차원적으로 구현하였다. 이 쌍극자 자기장은 지구 자기장의 실시간 변화를 반영하지 못한다. 따라서 ‘16년 사업에서는 태양풍과 지자기 지수의 변화를 실시간으로 반영하는 Tsyganenko 모델을 결합하여, 보다 현실에 가까운 DREAM 모델 결과를 산출하도록 하였다. 또한 결과값을 3차원적으로 구현하여 사용자가 보다 시각적으로 지구자기권의 입자 변화를 사실적으로 잘 인식할 수 있도록 개선하였다.

방사선 벨트 분야에서 가장 많이 사용되는 물리 모델은 방사 확산 방정식(radial diffusion equation)이다. 이 확산 방정식은 위상 공간 밀도(phase space density, PSD)를 (L^* , μ , K)의 물리적인 단열 3차원 좌표계상에서 푼다. 이는 우리가 흔히 사용하는 (r , pa , E) 공간 좌표계와는 다른 이론적인 좌표계이다. 따라서 이 두 좌표계를 서로 변환시키는 방법을 개발하였다.

(1) 단열(Adiabatic) 좌표계 계산에 대한 개념

L^* , μ , K 중 μ (first adiabatic invariant) 는 아래 식 2처럼 입자의 에너지와 피치 각 그리고 입자의 위치에서 자기장의 세기를 알면 계산이 가능하다. 하지만 L^* 와 (third adiabatic invariant) K 는 (second adiabatic invariant) 다른 방법으로 구해야 한다. 보통 L^* 와 K 는 하전 입자의 가이딩 센터(guiding center) 방정식을 (식 3) 풀어 계산 할 수 있다. 가이딩 센터 방정식을 푸는 방법은 입자의 궤적을 비교적 정확히 추적할 수 있지만 시간이 오래 걸린다는 단점이 있다.

$$\mu = \frac{p_{\perp}^2}{2mB}$$

식 2. first adiabatic invariant

(μ , K , L^*) 좌표계와 (r , pa , E) 좌표계 사이의 변환 과정은 data assimilation을 수행하는 과정 중 2번 일어난다. 처음으로 위성의 관측 데이터를 확산 방정식과 결합하기 위하여 (r , pa , E) 좌표계 에서 (μ , K , L^*) 좌표계로의 변환과 data assimilation이 완료된 확산 방정식의 결과를 다시 (r , pa , E) 좌표계로 되돌리는 과정에서 일어난다. 특히 두 번째 좌표계 변환 과정