

3. 정지궤도 및 지구자기권 방사선대 전자량 분포 예측을 위한 한국형 독자 모델 개발

3.1 정지궤도 전자량 분포 예측을 위한 독자 모델 개발

(1) 자료동화 기법을 활용한 정확도 개선

일반적인 수치모델은 여러 가지 이유로 모델의 run time이 길어질수록 오차가 증가한다. 가장 대표적인 오차 증가의 이유로는 두 가지를 예로 들 수 있는데, 첫 번째는 수치오차에 의한 것이고 두 번째로는 물리모델로 설명할 수 없는 다른 효과가 실제 자연계에서 일어나기 때문이다. 수치오차에 의한 것을 줄이기 위한 것으로는 그리드 사이즈를 줄이거나 수치해석 방법의 발달로서 줄일 수 있지만 현실적으로 한계가 있다. 물리모델로 표현되지 않는 다른 효과들 또한 지속적인 연구와 그 결과를 모델에 포함시킴으로써 해결할 수 있다. 다만 그 효과가 모델에 반영되기까지의 시간을 예측할 수가 없다.

모델 결과의 오차를 줄일 수 있는 방법 중 하나로써 자료동화 기법을 사용할 수 있다. 자료동화 기법은 통계/확률이론을 기반으로 관측값과 모델값을 동화시킴으로써 참값에(true value) 가까운 값을 추정하여 그 값을 모델의 새로운 초기값으로 재사용하는 것이다.

본 사업의 지구방사선대 전자량 분포 예측 모델은 실시간 예측 모델을 목표로 하고 있다. 따라서 실시간으로 얻을 수 있는 관측 데이터들을 사용하는 것이 가장 적당하며, 현재 실시간으로 얻을 수 있는 위성의 입자 관측 데이터로는 GOES 위성이 있다. GOES 위성의 데이터와 방사선대의 진화를 묘사해줄 radial diffusion 방정식을 동화시킬 기법으로는 선형 칼만필터를 사용할 것이다.

2) 지구 방사선대의 외곽 경계 조건 물리 반영한 정밀한 예측 모델 구현

(1) 1차원 지구 방사선대 전자량 예측 모델

$$\frac{\partial f}{\partial t} = L^2 \frac{\partial}{\partial L} \left(L^{-2} D_{LL} \frac{\partial f}{\partial L} \right) - \frac{f}{\tau_L}$$

$$D_{LL} = 10^{(0.506Kp - 93325)} L^{10}, Kp = 1$$

식 4. 방사형 확산(radial diffusion) 방정식