

『Young Scientist』 연구교수 박주선

“부산대학교 환경연구원 박주선 연구교수 한국연구재단 중견연구사업 선정”

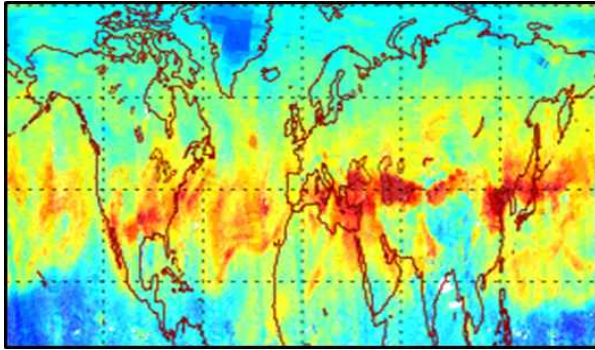
“오존의 수직분포를 측정하기 위한 위성자료처리기술개발 연구”



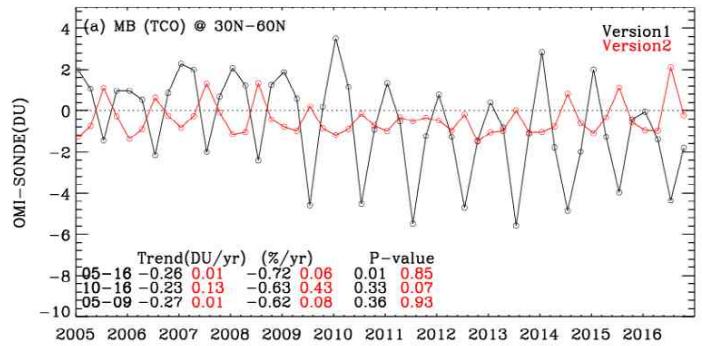
대기 중 오존은 대류권에 10%, 성층권에 90%에 존재하며, 고도에 따라 물리적·화학적 생성 및 소멸 메커니즘이 다를 뿐만 아니라, 대류권에 존재하는 오존은 약 0.35 Wm^2 의 복사강제력으로 지구온난화를 가속화 시키며, 산화력이 강한 고농도 오존이 지표에 발생하면 식물의 엽록소를 파괴하거나 생명체의 호흡기 기능을 저하 시키는 위협적인 “온실가스”이자 “광화학 오염물질”이다. 반면에 성층권 오존은 우주로부터 입사되는 유해 자외선을 흡수하여 지구 생명체를 보호하는 유익한 역할을 한다. 따라서 인간 활동에 의해 인위적으로 증가하고 있는 지표오존을 효과적으로 규제하고 성층권에 존재하는 오존층을 보호하기 위해서는 오존

의 수직분포를 체계적으로 밝히고, 이에 대한 특성을 규명하는 연구가 요구되며, 이를 위해서는 시·공간적으로 균질한 고도별 관측자료가 확보되어야 한다.

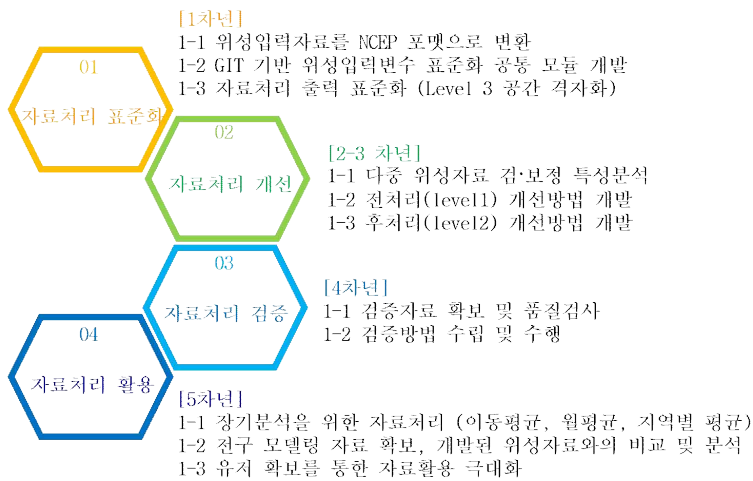
부산대학교 환경연구원 박주선 박사는 Ozone Monitoring Instrument (OMI), Ozone Mapping and Profiler Suite (OMPS), TROPOspheric Monitoring Instrument (TROPOMI), Geostationary Environment Monitoring Spectrometer (GEMS), Tropospheric Emissions: Monitoring of Pollution (TEMPO) 등의 세계 주요 환경위성의 오존프로파일 알고리즘 개발 연구를 수행하고 있다. 특히 OMI 오존프로파일 자료처리 정확도를 향상하고자 태양기준스펙트럼, 오존흡수계수, a priori 오존 기후자료, 복사모델계산, 중간권 구름산란 효과모의, 기기반응함수, 관측자료 검·보정 등을 개선하는 연구를 수행하여 5개의 논문을 Atmospheric Measurement Technique (SCIE) 저널에 출판하였고, 최적화된 산출방법을 기술하고, 개선된 산출정확도 검증하는 논문을 작성하고 있다. (그림 1, 2). 해당 알고리즘은 NASA SIPS(Science Investigator led Processing System)에 이식되어 약 15년간 축적된 OMI 관측자료의 재처리에 사용될 것이다. 한편 2020년 2월에 세계최초로 정지궤도 위성에 발사된 GEMS와 이와 더불어 2022년과 2024년 발사를 앞두고 있는 TEMPO와 Sentinel-4는 각각 동아시아와 북아메리카, 북유럽 영역의 대류권 오염물질(오존, 이산화질소, 포름알데하이드, 이산화황, 에어로졸)을 시간별로 측정하기 위해 개발되었으며, 정확도 높은 정지환경위성자료처리기술에 대한 개발연구 및 이에 대한 활용연구가 큰 주목을 받고 있다. 본 연구자는 GEMS의 ATBD(알고리즘 기술문서)를 작성하는 등 GEMS와 TEMPO의 오존 프로파일 개발에 주도적으로 참여하였다. 이러한 연구경험을 바탕으로 제안된 「장기 오존프로파일 생산을 위한 다중위성자료처리 알고리즘 개발 및 활용」 연구는 2021년도 상반기 한국연구재단의 중견연구사업에 선정되어 향후 5년간 수행될 계획에 있다. (그림 3)



<그림1> 북반구 중위도 대류권오존오염 분포를 보여주는 OMI 산출예시 (2006년 7월 1일)



<그림 2> 오존존대를 이용한 OMI 대류권오존의 검증연구 예시



<그림3> 단계별 주요연구내용

위성기기는 대략 7년의 관측임무를 수행하기 위해 설계되므로 장기오존분석을 위해서는 다중 위성관측 자료를 활용해야하며, 오존산출에는 검·보정에 취약한 단파 자외선 스펙트럼을 이용하기 때문에 타 산출물과 비교하여 시간경과에 따른 품질저하가 쉽게 일어나며, 대류권 오존 흡수 신호는 성층권 오존 흡수 신호에 오염되므로 정교한 분광분석기술이 요구된다. 본 연구는 2005년부터 약 30년간 위성오존자료를 개발하기 위해, 선행되어 개발된 OMI 알고리즘을 OMPS와 TROPOMI 위성자료처리에 적용하기 위해 최적화 시키고, 관측기기 특성의 차이로 발생하는 위성자료간 드리프트를 제거하기 위한 후처리 보정 기술을 개발할 것이다. 개발된 장기위성자료는 환경연구원에 소속된 대기화학모델 전문가와 공동연구를 통해 동아시아 및 한반도 지역의 오존의 장기변화의 추세를 분석하고 그 추세변화의 원인을 규명하는데 활용될 것이다.

[참여중인 주요 연구과제 및 캠페인]

- 남동권 미세먼지 통합대응 기술개발 (한국연구재단 대학중점연구소지원사업)
- 장기 오존프로파일 생산을 위한 다중위성자료처리 알고리즘 개발 및 활용 (한국연구재단 중견연구)
- TEMPO science team member
- GEMS validation team member
- 성층권과 대류권 물질교환 연구를 위한 ACCLIP 캠페인
- East Asia Focus Working Group in the Tropospheric ozone Assessment Report phase II

“SCOSTEP/PRESTO Newsletter (Vol. 27) Highlight on Young Scientists 소개”



Inside this issue

- 1 Article 1: A Spectral Solar Irradiance Monitor (SoSpIM) on the JAXA Solar-C Space Mission
- 3 Article 2: A Potential Space Weather Impact on the National Power Grid in Sudan
- 5 Article 3: A New High Resolution Solar Spectral Irradiance Variability Model for Solar-Terrestrial Studies
- 7 Highlight on Young Scientists 1: Juseon Bak / Korea
- 8 Highlight on Young Scientists 2: Hisashi Hayakawa / Japan
- 9 Meeting Report 1: The 2nd ISEE Symposium "PWING-ERG Conference and School"
- 10 Upcoming Meetings
- 11 Announcement 1: A New Pillar 3 Activity: What is the Impact of Spectral Resolution on Calculations of Solar Energy Deposition in the Earth's Atmosphere?
- 12 Announcement 2: News from the Office of the SCOSTEP Scientific Secretary
- 13 Announcement 3: NEW MEMBER COUNTRIES
- 14 Announcement 4: UPDATE on the SCOSTEP VISITING SCHOLARS - 2020 and 2021
- 14 Announcement 5: SCOSTEP/PRESTO GRANT OPPORTUNITIES
- 15 Announcement 6: SCOSTEP 2021 DISTINGUISHED SERVICE AWARD



Article 1: **A Spectral Solar Irradiance Monitor (SoSpIM) on the JAXA Solar-C Space Mission**

As a fundamental step towards answering how the plasma universe is created and evolves, and how the Sun influences the Earth and other planets in our solar system, the JAXA Solar-C mission (Shimizu et al., 2020) is designed to comprehensively understand how mass and energy are transferred throughout the solar atmosphere. The EUV High-Throughput Spectroscopic Telescope (EUVST) onboard does this by observing all the temperature regimes of the atmosphere from the chromosphere to the corona simultaneously. As well as the EUVST, there will be a Solar Spectral Irradiance Monitor (SoSpIM). Solar-C was selected by

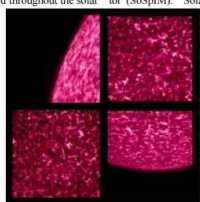


Figure 1: First light images from the Lyman alpha telescope on Solar Orbiter EUV

Highlight on Young Scientists 1: Verification of Solar Spectral Irradiance on Exploiting Trace-Gas Concentrations from Satellite Measurements

Juseon Bak
Institute of Environmental Studies, Pusan National University, Busan, Korea



Ozone Monitoring Instrument (OMI) has been re-motoring sensing ozone layer and key air pollutants (O₃, NO₂, and aerosols) from space since 2004. It measures backscattered radiation in 270-500 nm, along with measurements of the solar irradiance. The retrieval of ozone profiles from the spectral range 270-330 nm is highly sensitive to wavelength and slit function uncertainties and forward model simulation errors. A well-calibrated high-resolution solar spectral irradiance is of importance for characterizing wavelength assignment and slit functions by means of matching the solar Fraunhofer absorption lines between measured and reference spectra as well as for convolution process in forward model simulation.

In this work we focused on impacts on OMI ozone profiles retrievals due to switching the current solar reference (SAO2010) to the recently published solar reference (TSIS-1 HRSR) which spans 202 nm to 2730 nm at 0.01 to ~0.001 nm spectral resolution. As shown in Fig. 1, radiometric uncertainties of SAO2010 range from 10-25 % below ~ 305 nm to ±5% above, but TSIS-1 HRSR are excellently matched with the reference within ~ 1% or less over the spectral range. In fitting OMI slit shapes as a Gaussian, derived slit widths differ by 0.02 nm due to different solar reference datasets, with fitting uncertainties being smaller (by 0.5 %) when TSIS-1 HRSR is used as a reference to OMI irradiance measurements. In performing ozone retrievals from OMI earthshine measurements, the fitting residuals decrease by up to ~ 5 % due to using the new solar reference data while relative changes of ~ 2-3 % in tropospheric column ozone (Fig. 2). Based on this study, we would like to recommend the use of the TSIS-1 HRSR for trace-gas retrievals from UV measurements.

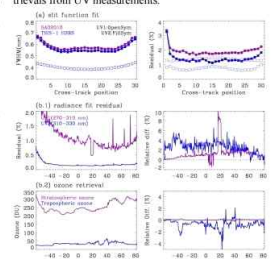


Figure 2: (a) Impacts of using different solar reference datasets on fitting slit widths from OMI irradiance measurements. Note that slit widths represent a Full Width at Half Maximum (FWHM) of Gaussian slit function. Residuals are calculated as $\frac{1}{\sqrt{2}} \frac{|\text{Obs} - \text{Sim}|}{\text{Sim}} \times 100 (\%)$ where OMI/Sim is measured/simulated spectrum. (b) Same as (a), but for performing ozone retrievals from OMI radiance measurements. In left panels, the evaluated variables are derived when using TSIS-1 HRSR, with comparison to SAO2010 based retrievals in right panels (SAO2010 - TSIS-1 HRSR).

Data Availability
SAO2010: <https://www.cfa.harvard.edu/atmosphere/link/sao2010.sofref converted>
TSIS-1 HRSR: <https://www.esssar.org/doi/10.1002/essar.10516.132>

Acknowledgement
This work is funded by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (2020R1A6A1A0304834).

Figure 1: Evaluation of irradiance scales of high-resolution solar reference datasets against TSIS-1 SIM reference spectrum at spectral resolution of TSIS-1 SIM, with the mean values of individual differences below and above 305 nm.

중점연구소 세미나 개최

본 연구원은 한국연구재단 이공분야 대학중점연구소 지원사업의 세부과제 간 원활한 소통을 위해 매월 1회 정기 세미나를 계획하여 아래와 같이 제1회 세미나를 개최하였다.

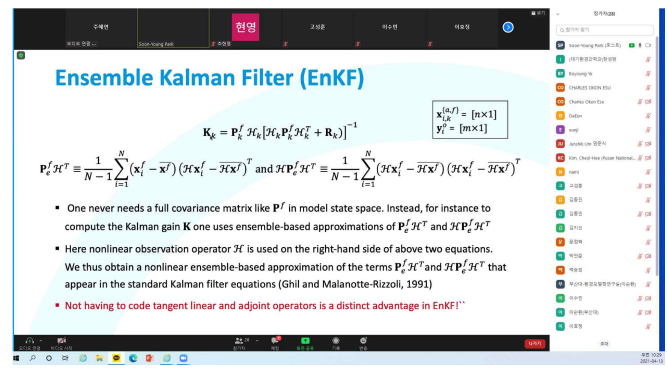
- 발표자 : 박순영 (환경연구원 연수연구원)
- 발표주제 : Introduction to Ensemble Kalman Filter : Theory and Practical Examples

제1회 세미나의 경우 코로나 19 방역 감염 확산 방지를 위해 Zoom 화상 회의로 진행하였다.



Soon-Young Park
Institute of Environmental Studies, PNU

13 Apr. 2021, Research Meeting, Online



Ensemble Kalman Filter (EnKF)

$$K_k = P_k^T H_k^T [H_k P_k H_k^T + R_k]^{-1}$$

$$P_k^T H_k^T \equiv \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i^T - \bar{x}^T) (x_i^T - \bar{x}^T)^T \text{ and } H_k P_k^T H_k^T \equiv \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (H_k x_i^T - \bar{y}^T) (H_k x_i^T - \bar{y}^T)^T$$

- One never needs a full covariance matrix like P^T in model state space. Instead, for instance to compute the Kalman gain K one uses ensemble-based approximations of $P_k^T H_k^T$ and $H_k P_k^T H_k^T$
- Here nonlinear observation operator H is used on the right-hand side of above two equations. We thus obtain a nonlinear ensemble-based approximation of the terms $P_k^T H_k^T$ and $H_k P_k^T H_k^T$ that appear in the standard Kalman filter equations (Ghil and Malanotte-Rizzoli, 1991)
- Not having to code tangent linear and adjoint operators is a distinct advantage in EnKF!

운영위원 대외 활동

No	성명	일자	내용	요청기관
1	이순환	2021.01.04	경남과학고등학교 진로 특강 강사 위촉 (지구과학 부문)	경남과학고등학교
2	김철희	2021.02.23	연구용역 제안서 평가위원 위촉 및 평가	국립환경과학원
3	엄준식	2021.02.24	수치예보모델 운영기술 개선(X) 입찰제안서 평가	수치모델링센터
4	엄준식	2021.03.02	2021년 수치자료응용과 연구용역사업 제안서 평가	수치모델링센터
5	엄준식	2021.03.09	2021년 정보화 용역사업(가시화VII) 입찰제안서 평가	수치모델링센터
6	엄준식	2021.03.09	2021년 연구용역사업 제안서(기계학습III) 평가	수치모델링센터
7	엄준식	2021.03.11	2021년 수치자료응용과 연구용역사업(모델개선 자료수집활용) 제안서 평가	수치모델링센터
8	김철희	2021.03.19	“인공지능을 활용한 미세먼지 단기예측 도구 개발(III)” 최종보고회의 자문	안양대학교 산학협력단
9	김철희	2021.03.30	제3차 동남권 초미세먼지 전문가 좌담회 참석	한국과학기술연구원
10	조국	2021.04.06	항만 미세먼지 저감을 위한 육상전원공급설비(AMP) 시범사업 W_G 회의 참석	부산항만공사
11	이순환	2021.04.01	과학영재 창의연구(R&E) 지원센터 컨설팅	부산광역시영재교육 진흥원
12	엄준식	2021.04.12	「스마트 드론 윈드길 및 도시 열정보 생산 기술개발」 사업 기술세미나 참석	수도권기상청
13	이순환	2021.04.14	과학영재 창의연구(R&E) 지원센터 컨설팅	부산광역시영재교육 진흥원

MOU 체결 및 협의

본 연구원은 2021년 1월 27일 부산대학교 자연과학대학과 부산지방기상청의 상호협력 양해각서(MOU) 체결시 협력기관으로 참여하여 두 기관의 가교 역할을 수행하였다.

또한 2021년 4월 14일 부산광역시교육청지정 기장군 진로교육지원센터와 유대관계 강화를 위한 업무 협의를 논의하였다. 이번 협의는 환경연구원이 중점연구소 사업의 연구를 지역사회에 환원하며 지역 내 진로교육센터와의 협력 네트워크를 구축하고자 마련되었다.

양 기관은 이번 협의를 통해 청소년 진로지도 교육 지원, 지역주민 대상 남동권 미세먼지 관련 강연회 개최 등에 상호 협력하기로 했다.



■ 주소 (46241) 부산광역시 금정구 부산대학로 63번길2 부산대학교 환경연구원

■ 발행처 : 부산대학교 환경연구원 ■ 발행인 : 김철희 ■ E-mail : hkyi1@pusan.ac.kr