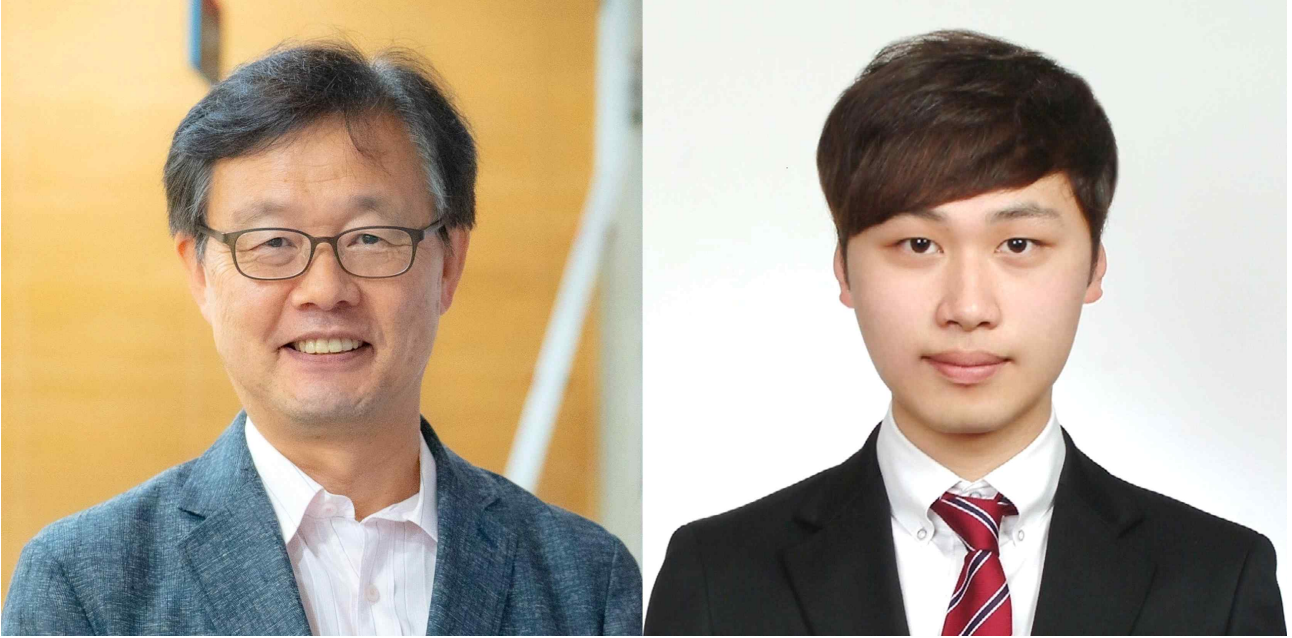


'한국형' 미세먼지 더 정확히 예측한다! 지스트, 대기질 예보 시스템 개발

- 지스트 송철한 교수 국제공동연구팀, '한국형 대기화학 모델링' 시스템 개발
- 동아시아 특성 반영하고 최적 조건 생성... 유럽중기예보센터보다 적중률 24% 높아



▲ (왼쪽부터) 지스트 지구·환경공학부 송철한 교수, 유진혁 박사과정생

전 세계적으로 심각한 환경 문제로 대두되고 있는 초미세먼지는 단기간 노출로도 조기 사망이 유발되는 등 사회·경제적으로 큰 손실을 불러일으킬 수 있어 많은 국가에서 대기질 예보 시스템을 운영하는 중*이다.

우리나라도 2014년부터 환경부 국립환경과학원에서 초미세먼지 예보를 수행하고 있으나, 매우 정확한 예측은 어려운 실정이다.

* 유럽중기예보센터(ECMWF, European Centre for Medium-Range Forecasting)의 실시간 CAMS (Copernicus Atmosphere Monitoring and Modeling Service), 미국 항공우주국(NASA)의 GEOS- CF(Goddard Earth Observing System Composition Forecasting)가 대표적인 대기질 예보 자료다.

지스트(광주과학기술원, 총장직무대행 박래길) 지구·환경공학부 송철한 교수 공동연구팀은 우리나라의 초미세먼지 예보 정확도를 향상하기 위해 2019년부터 '한국형 대기화학 모델링 시스템(K_AChEMS, Korean Air Chemistry Modeling System)'을 개발해왔다.

이 시스템은 세계적으로 초미세먼지 및 대기질 모델링에 널리 활용되고 있는 미국 환경청의 모델(CMAQ, Community Multiscale Air Quality)에 동아시아의 특성을 반영한 한국형 모형 'CMAQ-GIST'을 적용했다.

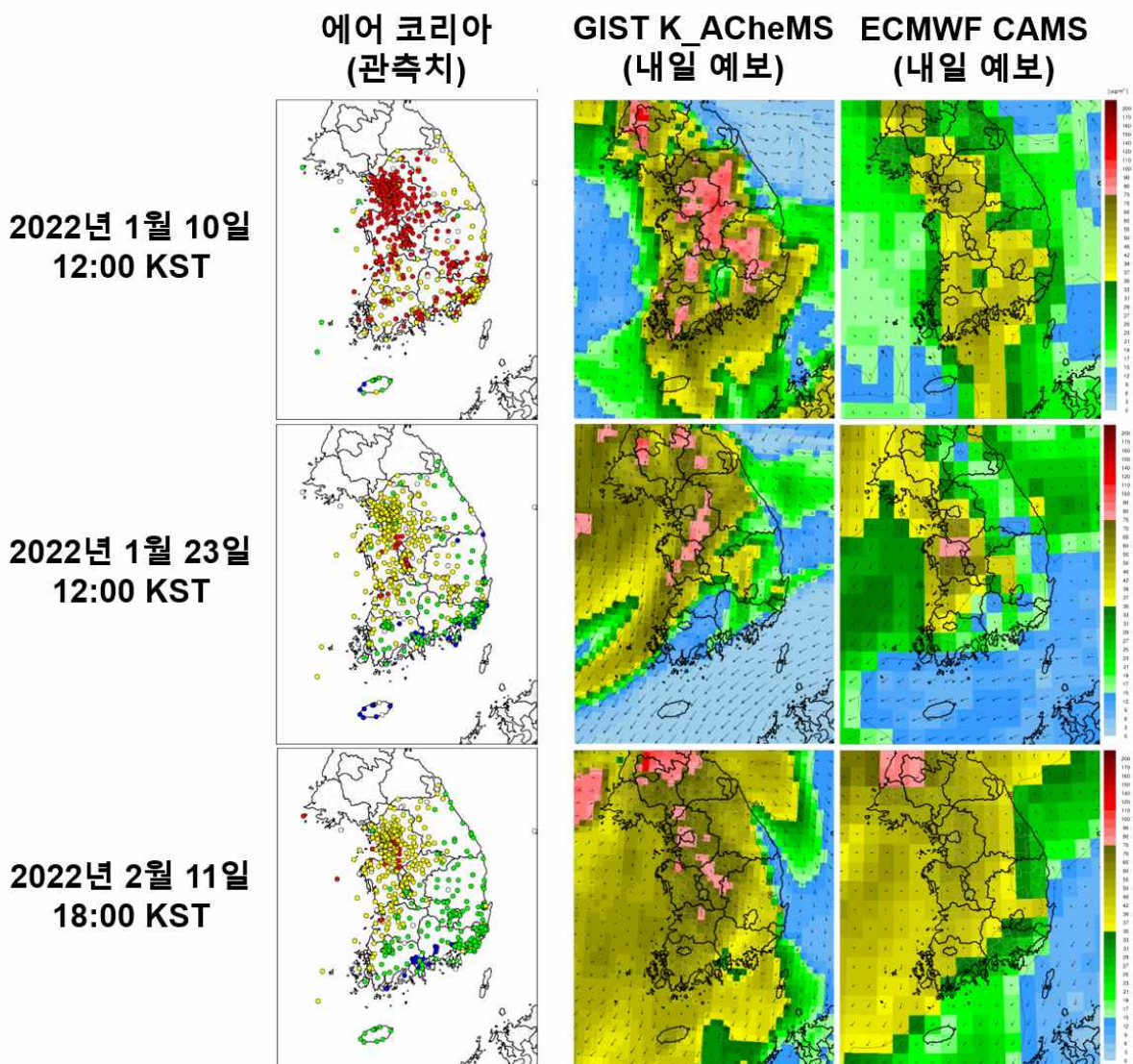
이번 연구에서는 특히 자료동화 기법을 활용하여 '대기화학 모델의 초기조건'을 개

선해 1~3일 수준의 단기 예측 정확도를 크게 향상했다.

연구팀은 한국 정지궤도위성과 대기질 지상 관측망 자료, 한국형 모형 'CMAQ-GIST'로부터 얻은 초미세먼지 농도 정보를 결합해 최적의 초기조건을 생성하는 시스템을 개발했다.

일반적으로 대기화학 모델의 초기조건은 기후 데이터를 기반으로 설정되기 때문에 불확실성이 크지만, 이 시스템에서는 자료동화 기법을 활용해 실시간 관측 자료를 적용하므로 초기조건에 현재 시점의 대기질 정보를 반영할 수 있다.

최적의 초기조건 하에 수행된 실시간 예측은 세계 최고 성능으로 알려진 유럽중기예보센터의 예측보다 무려 24%나 높은 적중률을 보였다.



[그림 1] 에어 코리아(Air Korea)에서 관측된 PM_{2.5}(왼쪽)와 K_AChEMS가 예측한 PM_{2.5} (가운데) 그리고 ECMWF의 준실시간 CMAS PM_{2.5} (오른쪽)의 공간 분포도. 그림의 파란색, 초록색, 노란색, 빨간색은 각각 대한민국 환경 기준 PM_{2.5}의 좋음, 보통, 나쁨, 매우 나쁨 수준을 의미함. K_AChEMS는 2022년 1~2월에 발생했던 세 차례의 가장 큰 고농도 초미세먼지(PM_{2.5}) 사례를 매우 성공적으로 예보했음.

연구팀은 이 시스템으로 작년 1월부터 실시간 대기질 예보를 수행하고 지스트 웹 사이트에 공개하고 있다. (<https://kachems.gist.ac.kr>)

이 시스템은 작년부터 발생한 세 차례의 고농도 초미세먼지 사례에서 유럽중기예보센터보다 초미세먼지를 훨씬 더 정확하게 예측한 바 있다.

송철한 교수는 "향후 한국형 대기질 모델에 현재 개발 중인 인공지능 시스템을 결합해 시너지 효과를 얻기 위해 연구력을 집중하고 있다"며, "전 세계 초미세먼지 및 대기질 예측 분야를 선도하는 최고의 대기질 모델링 시스템으로 진화할 것"이라고 강조했다.

송 교수가 지도하고 유진혁 박사과정생이 수행한 이번 연구는 서울연구원 이소진 박사, 유니스트 송창근·임정호 교수, 유럽중기예보센터 뱅상-앙리 푸슈(Vincent-Henri Peuch) 박사, 미국 UCLA 파블로 E. 사이드(Pablo E. Saide) 교수, 아이오와대 그레고리 R. 카마이클(Gregory R. Carmichael) 교수, 연세대 김준 교수, 건국대 우정헌 교수, (주)미래기후 류성현 대표 등이 참여했으며 한국연구재단의 동북아-지역 연계 초미세먼지 대응 기술 개발 사업'에서 지원을 받았다.

연구 성과는 대기·기상학 분야의 국제 저명학술지인 네이처(Nature) 자매지 「기후와 대기과학(npj Climate and Atmospheric Science)」에 5월 23일 게재됐다.

용어 설명

1. 자료동화 (Data Assimilation)

- 현재의 대기질 상태(true state)를 설명하기 위하여 가용한 관측 자료와 대기화학 모델을 통계적으로 결합하여 최적의 대기질 상태를 추정(analysis)하는 기법.

2. 정지궤도위성 (Geostationary Earth Orbit Satellite)

- 적도 상공 36,000 km 궤도에서 운영되는 위성. 지구의 자전 속도와 같은 속도로 지구 주위로 공전하기 때문에 항상 같은 위치에 대한 관찰이 가능함.

논문의 주요 정보

1. 논문명, 저자 정보

- 저널명 : npj Climate and Atmospheric Science* (Impact Factor: 9.448)
* 대기·기상학 분야 저명한 국제 학술지로 상위 5% 이내 (5/94) 학술지
- 논문명 : Synergistic combination of information from ground observations,

geostationary satellite, and air quality modeling towards improved
PM_{2.5} predictability

- 저자 정보 : 유진혁(제1저자, 지스트), 송철한(교신저자, 지스트), 이도경(공동저자, 지스트), 이소진(공동저자, 서울연구원), 김현수(공동저자, 지스트), 한경만(공동저자, 지스트), 박서희(공동저자, 유니스트), 임정호(공동저자, 유니스트), 전문구(공동저자, 지스트), Vincent-Henri Peuch(공동저자, ECMWF), Pable E. Saide (공동저자, UCLA), Gregory R. Carmichael(공동저자, U. of Iowa), 김지호(공동저자, 지스트), 김준(공동저자, 연세대학교), 송창근(공동저자, 유니스트), 우정현 (공동저자, 건국대학교), 류성현(공동저자, (주) 미래기후)