

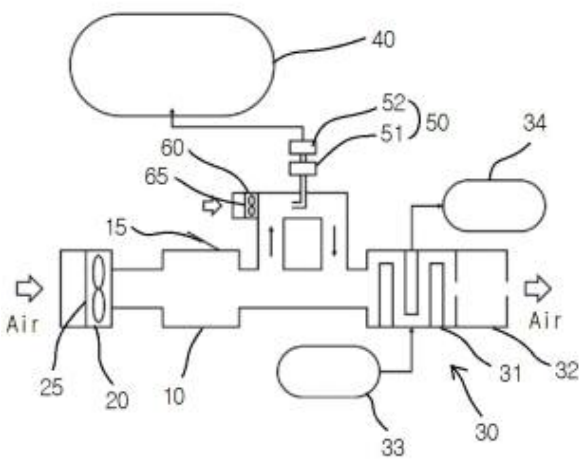
기상기술 설명서				
기술명		음이온 발생기를 이용한 수적 성장 관측 기술		
지식재산권 유무		유	지식재산권 유형	특허(등록)
공동소유 유무		무	공동소유자 동의 여부	-
개발기관		국립기상과학원		
개발유형		자체개발		
관련 사업	사업명	세부사업명: 기상조절 및 구름물리 기술개발 연구		
	사업비	6,150백만원	사업기간	2023.1.1.~2023.12.31.
소관부서		국립기상과학원 기상응용연구부		
담당자(연락처)		김부요 연구원(064-780-6675)		
기술 요약		- 음이온 발생기를 이용한 수증기-음이온 충돌·병합 환경의 인위적 조성 및 수적 성장 과정 구현 - 수적의 크기 및 수농도를 정량적으로 관측할 수 있는 수적 성장 관측 시스템 구성 방법		
기술 상세		○ 주요 기술내용 - 수직형 밀폐 구조의 음이온 챔버 내부에 복수개의 음이온 발생기를 상하 방향으로 배치하고, 가습기를 통해 공급된 수증기가 챔버 내부를 순환·낙하하는 과정에서 음이온과 반복적으로 상호작용하도록 설계된 시스템 - 외부몸체와 내부몸체의 이중 원통 구조와 반구형 상부덮개로 구성된 수증기의 유동 경로가 안정적인 음이온 챔버의 구성 - 내부몸체를 따라 설치된 음이온 발생기에서 생성된 음이온이 수증기와 충돌하면서 전기적 유인력 강화 및 표면장력 약화를 유도하는 수적의 충돌·병합 및 성장 촉진 장치 - 음이온 발생기의 설치 위치, 개수, 인가전압 조절에 따른 이온 농도 및 수적 성장 속도 제어 - 가습 속도와 흡입 속도를 조정하여 음이온 챔버 내부 유속 조건을 정밀하게 설정하는 장치 - 성장된 수적에 대한 입자 크기와 크기별 수농도 분석 방법 ○ 운영에 필요한 사항 - 음이온 챔버 및 챔버 사용 기술 ※ 음이온 챔버는 기상 관련 학회(한국기상학회 등)에 “구름물리실험챔버 열린실험실” 신청 또는 국립기상과학원 기상응용연구부와 사용 협의 가능 - 에어로졸/구름 관측 기술 ※ 구름입자계수기, 나노입자계수기, 광학입자계수기, 구름입자촬영기 등 활용		

	○ 기술 적용·활용 가이드 - 인공강우(설) 실험을 위한 구름씨 등 물질의 특성 평가를 포함하는 기상조절 연구 - 구름 미세물리 연구 및 수치모델 검증 활용 연구 - 에어로졸 입자 기반 환경 및 기후 연구, 응용기술 사업화 - 수증기-이온 상호작용, 이온화 기반 대기 제어 기술 개발 연구 - 수적 성장 관측을 위한 음이온 챔버 구축 [음이온 발생기의 구성]
지식재산권 현황	○ 특허명: 음이온 발생기를 이용한 수적 성장 관측 시스템 ○ 등록번호: 제10-2580706호 ○ 등록일자: 2023.9.15. ○ 소유자: 대한민국 (승계: 기상청 국립기상과학원장)
이전 시 기타 고려 사항	○ 특허 실시권 협의 가능

기상기술 설명서				
기술명		에어로졸 챔버를 활용한 입자 특성 관측 기술		
지식재산권 유무		유	지식재산권 유형	특허(등록)
공동소유 유무		무	공동소유자 동의 여부	-
개발기관		국립기상과학원		
개발유형		자체개발		
관련 사업	사업명	세부사업명: 기상조절 및 구름물리 기술개발 연구		
	사업비	6,150 백만원	사업기간	2023.1.1.~2023.12.31.
소관부서		국립기상과학원 기상응용연구부		
담당자(연락처)		김부요 연구원(064-780-6675)		
기술 요약		- 에어로졸 챔버를 활용한 실험의 운영·관리·개발을 위한 챔버 및 입자 특성(크기, 농도, 성장효율) 관측 장치 구성 - 고체 또는 액체 상태의 에어로졸을 챔버에 주입하여 입자 성장 특성을 관측하는 시스템		
기술 상세		○ 주요 기술내용 - 기압, 에어로졸 농도를 제어할 수 있는 대용량 에어로졸 챔버를 통해 입자의 주입, 관측, 제거 과정을 일체화하는 시스템 - 야외 대기를 직접 포집하거나 에어로졸 발생기를 통해 특정 물질을 농도와 주입속도 제어를 통해 대기 조건과 유사한 환경에서 인위적 물질을 평가할 수 있는 시스템 - 챔버 내부 교반기를 통해 에어로졸 수농도를 균질하게 유지하고, 실험 전과 후 챔버 내부 배경 에어로졸 농도 최소화로 높은 실험 재현성을 확보할 수 있는 장치의 구성 - 구름응결핵계수기(CCNC), 빙정핵계수기(INC), 광학입자계수기(OPC), 구름입자계수기(CPC), 나노입자계수기(SMPS) 등과 동시 관측하여 입자의 크기별 수농도, 총 수농도, 과포화 조건별 응결 활성화 분율, 빙정 활성화 특성 관측 방법 ○ 운영에 필요한 사항 - 에어로졸 챔버 및 챔버 사용 기술 ※ 에어로졸 챔버는 기상 관련 학회(한국기상학회 등)에 “구름물리실험챔버 열린실험실” 신청 또는 국립기상과학원 기상응용연구부와 사용 협의 가능 - 에어로졸/구름 관측 기술 ※ 구름입자계수기, 나노입자계수기, 광학입자계수기, 구름입자촬영기 등 활용		

	○ 기술 적용·활용 가이드 - 인공강우(설) 실험을 위한 구름씨 등 물질의 특성 평가를 포함하는 기상조절 연구 - 구름 미세물리 연구 및 수치모델 검증 활용 연구 - 에어로졸 입자 기반 환경 및 기후 연구, 응용기술 사업화 - 에어로졸 특성 관측을 위한 에어로졸 챔버 구축 【0104】 10...에어로졸 챔버(Aerosol Chamber) 11...에어로졸 채집기 12...건조기(Dryer) 13...에어로졸 발생기(AG, Aerosol Generator) 14...공기주입기(AP, Air Pump) 15...교반기(A, Agitator) 16...챔버 도어(Chamber Door) 17...관측장비 주입구 플렌지 18...흡입구 파이프 19...지지대 20...관측장비 21...구름응결핵계수기(CCC, Cloud Condensation Nuclei Counter) 22...빙정핵계수기(INC, Ice Nuclei Counter) 23...광학입자계수기(OPC, Optical Particle Counter) 24...구름입자계수기(CPC, Cloud Particle Counter) 25...나노입자계수기(SMPS, Scanning Mobility Particle Sizer) 26...미세필터 30...컴퓨터(Computer) 35...모니터(Monitor) 40...공기배출 및 배수장치 41...배출 및 배수관 45...진공 펌프(VP, Vacuum Pump) [에어로졸 챔버의 구성]
지식재산권 현황	○ 특허명: 에어로졸 챔버를 활용한 입자 특성 관측 장치 ○ 등록번호: 제10-2604844호 ○ 등록일자: 2023.11.17. ○ 소유자: 대한민국 (승계: 기상청 국립기상과학원장)
이전 시 기타 고려 사항	○ 특허 실시권 협의 가능

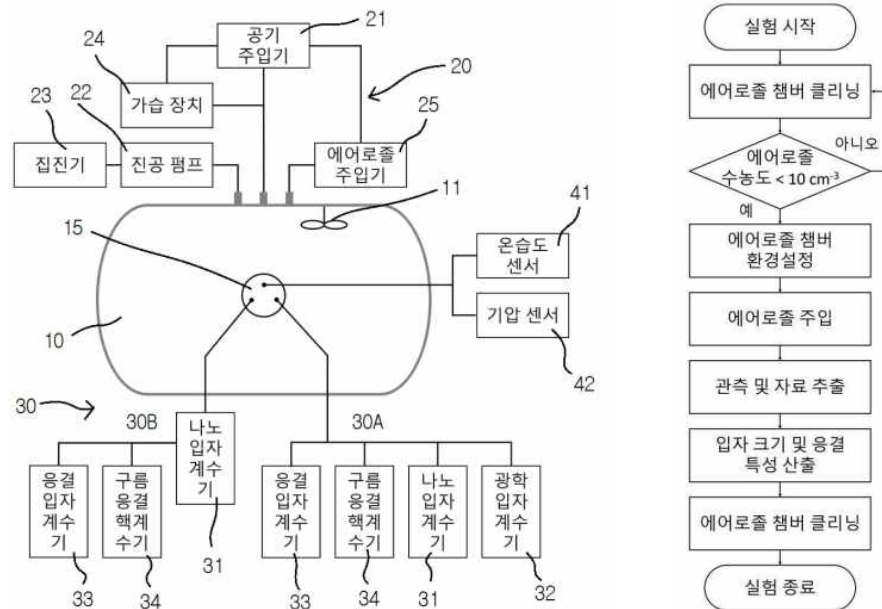
기상기술 설명서				
기술명		연소기 활용 연소물질 회석 방법		
지식재산권 유무		유	지식재산권 유형	특허(등록)
공동소유 유무		무	공동소유자 동의 여부	-
개발기관		국립기상과학원		
개발유형		자체개발		
관련 사업	사업명	세부사업명: 기상조절 및 구름물리 기술개발 연구		
	사업비	7,354백만원	사업기간	2024.1.1.~2024.12.31.
소관부서		국립기상과학원 기상응용연구부		
담당자(연락처)		김부요 연구원(064-780-6675)		
기술 요약		- 연소대상 물질의 연소를 통해 생성된 고농도 에어로졸의 일부를 회석하여 실험을 수행하게 하는 시스템 - 에어로졸 입자 특성 분석 환경 제공 및 구름씨 물질의 특성·사용 효율 정량 평가 및 성능 검증 방법 구성		
기술 상세		○ 주요 기술내용 - 소각로에서 연소대상 물질을 연소시킨 후, 풍동기를 통해 연소된 에어로졸을 고속 기류로 이송하고, 그 중 일부를 우회로로 분기하여 회석기를 통해 단계적으로 농도를 낮춘 뒤 에어로졸 챔버에 저장하는 구조로 이루어진 시스템 - 회석기는 1차 및 2차 회석기를 직렬로 구성하여 연소된 에어로졸을 최소 1/100에서 최대 1/10000 수준까지 정밀하게 회석할 수 있는 초고농도 입자 회석 장치 - 소각로 전단과 회석 공기 공급부에는 HEPA 또는 정전기 필터가 적용되어 외부 공기 중 불순물(배경 에어로졸) 유입을 차단하고, 후단에는 습식·건식 집진기를 복합 적용하여 배출 오염물질을 제거하는 환경 배출 기준이 충족되는 장치의 구성 - 소각로, 풍동기, 회석기, 공기펌프를 통합 제어하는 중앙 제어 시스템 ○ 운영에 필요한 사항 - 에어로졸 챔버 및 챔버 사용 기술 ※ 에어로졸 챔버는 기상 관련 학회(한국기상학회 등)에 “구름물리실험챔버 열린실험실” 신청 또는 국립기상과학원 기상응용연구부와 사용 협의 가능 - 에어로졸/구름 관측 기술 ※ 구름입자계수기, 나노입자계수기, 광학입자계수기, 구름입자촬영기 등 활용		

	○ 기술 적용·활용 가이드 - 인공강우(설) 실험을 위한 구름씨 등 물질의 특성 평가를 포함하는 기상조절 연구 - 구름 미세물리 연구 및 수치모델 검증 활용 연구 - 에어로졸 입자 기반 환경 및 기후 연구, 응용기술 사업화 - 고농도 에어로졸의 정밀 분석이 요구되는 대기 환경 연구 - 에어로졸 특성 관측을 위한 에어로졸 챔버 구축  10...소각로 20...풍동기 25...필터부재 30...검진기 31...습식 검진기 32...건식 검진기 33...물탱크 34...오염수 탱크 40...에어로졸 챔버 50...회석기 51...1차 회석기 52...2차 회석기 60...공기펌프 65...필터부재 100...중앙 제어 시스템 [연소물질 회석장치의 구성]
지식재산권 현황	○ 특허명: 연소물질 회석장치 및 그 제어 시스템 ○ 등록번호: 제10-2704552호 ○ 등록일자: 2024.9.4. ○ 소유자: 대한민국 (승계: 기상청 국립기상과학원장)
이전 시 기타 고려 사항	○ 특허 실시권 협의 가능

기상기술 설명서				
기술명		단일 및 혼합 에어로졸의 응결 특성 관측 기술		
지식재산권 유무		유	지식재산권 유형	특허(등록)
공동소유 유무		무	공동소유자 동의 여부	-
개발기관		국립기상과학원		
개발유형		자체개발		
관련 사업	사업명	세부사업명: 기상조절 및 구름물리 기술개발 연구		
	사업비	9,070백만원	사업기간	2025.1.1.~2025.12.31.
소관부서		국립기상과학원 기상응용연구부		
담당자(연락처)		김부요 연구원(064-780-6675)		
기술 요약		- 에어로졸 챔버를 이용한 단일 및 혼합 입자의 크기 분포 및 응결 특성 정밀 관측 - 과포화 조건에서 에어로졸의 응결 특성 정량화 및 구름응결핵 효율 분석		
기술 상세		○ 주요 기술내용 - 내부 공기를 균질하게 혼합하는 팬이 구비된 원통형 에어로졸 챔버를 중심으로, 공기주입기·가습장치·에어로졸 주입기·진공펌프 및 집진기를 포함한 관측환경 조성부와 다중 입자 계측 장비로 구성된 관측부를 통합한 관측 장치 - 챔버 내부의 기압, 상대습도, 에어로졸 수농도를 정밀 제어할 수 있으며, 건식 또는 습식 클리닝 절차를 통해 배경 입자를 제거하는 재현성 높은 실험 수행 방법 - 관측부는 나노입자 계수기(SMPS), 광학입자 계수기(OPC), 응결입자 계수기(CPC), 구름응결핵 계수기(CCNC)를 포함하여 나노미터부터 마이크로미터까지의 연속적인 입자 크기 분포와 총 수농도를 측정하는 방법 - 과포화도(0.1~2%) 조건에서 응결된 입자의 수농도 분석을 통한 구름 응결핵 활성화 임계직경, 초기 구름입자 직경, 활성화 분율, 활성화 직경 산출 방법 ○ 운영에 필요한 사항 - 에어로졸 챔버 및 챔버 사용 기술 ※ 에어로졸 챔버는 기상 관련 학회(한국기상학회 등)에 “구름물리실험챔버 열린실험실” 신청 또는 국립기상과학원 기상응용연구부와 사용 협의 가능 - 에어로졸/구름 관측 기술 ※ 구름입자계수기, 나노입자계수기, 광학입자계수기, 구름입자촬영기 등 활용		

○ 기술 적용·활용 가이드

- 인공강우(설) 실험을 위한 구름씨 등 물질의 특성 평가를 포함하는 기상조절 연구
- 구름 미세물리 연구 및 수치모델 검증 활용 연구
- 에어로졸 입자 기반 환경 및 기후 연구, 응용기술 사업화
- 에어로졸 특성 관측을 위한 에어로졸 챔버 구축



[에어로졸 챔버의 구성 및 실험 흐름도]

지식재산권
현황

- 특허명: 단일 및 혼합 에어로졸의 응결 특성 관측장치 및 방법
- 등록번호: 제10-2888125호
- 등록일자: 2025.11.14.
- 소유자: 대한민국 (승계: 기상청 국립기상과학원장)

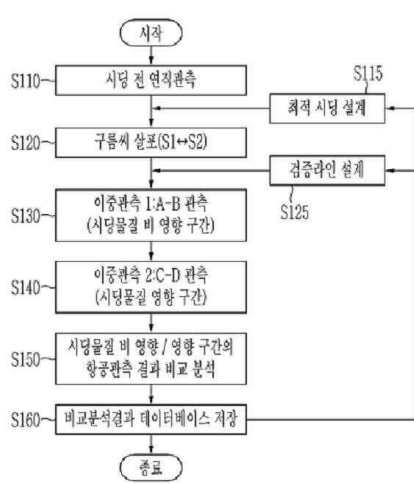
이전 시
기타 고려 사항

- 특허 실시권 협의 가능

기상기술 설명서				
기술명		인공지능 군집 드론을 활용한 인공강우 구름 상태 관측 및 실험 자동화 기술		
지식재산권 유무		유	지식재산권 유형	특허(등록)
공동소유 유무		무	공동소유자 동의 여부	-
개발기관		국립기상과학원		
개발유형		자체개발		
관련 사업	사업명	기상조절 및 구름물리 연구		
	사업비	7,354백만원	사업기간	2024.1.1.~2024.12.31.
소관부서		국립기상과학원 기상응용연구부		
담당자(연락처)		구해정 연구사(064-780-6668)		
기술 요약 ※ 3줄 이상		- 2기 이상의 군집 드론을 활용하여 인공강우 구름상태 관측-인공지능 기반 실험가능 여부 자동판단 및 살포*로 관측,시딩,분석 등의 전 과정을 자동화하는 개념적 기술임 * 관측 후 실험조건 자동판단 알고리즘 적용으로 판단하며, 조건 만족 시 시딩물질 살포		
기술 상세		○ 주요 기술내용 - 군집 드론 기반 입체 관측: 2기 이상의 드론을 군집으로 운용하여 목표 지역의 기상 및 대기 상태를 실시간으로 입체적 관측함 - 지능형 실험 판단: 기상 상태 정보를 인공지능 모델에 입력하여 실시간 구름 상태(온도, 유형, 높이, 주풍향, 상승속도, 가용 수액량 등)를 분석하고 실험 가능성을 최종 판단함 - 최적 시딩 메커니즘: 실험 가능 시 적절한 시딩 지점/시점 및 연소탄의 종류와 양을 산출하여 정밀한 기상조절 실험을 수행함 ○ 운영에 필요한 사항 - HW: 2기 이상의 군집 비행 가능 드론, 지상종합운영시스템(GCS), 기상/대기 관측용 센서, 시딩용 연소탄 장치 - SW: 트리·벡터·뉴럴 기반 머신러닝 분석 알고리즘, 군집 비행 제어 및 실시간 데이터 송수신 프로그램 ○ 기술 적용·활용 가이드 - 기상 조절 분야: 산불예방, 가뭄완화 등 인공강우 실험의 자동화 및 효율성 제고 - 정밀 기상 관측: 국지적 위험 기상 또는 접근 불능 지역의 실시간 구름 물리 특성 관측 사업에 활용		

	1000 100 200 210 220 Drone #1 Drone #2 230 Drone #3 — GPS 수신, 무선 데이터 통신 - - - 비행 위치정보 전송, 충돌방지 <군집 드론기반 인공강우 구름상태 관측 및 실험자동화 시스템> 200 군집 드론 300 기상 상태 정보수집 모듈 대기 에어로졸 정보수집 모듈 인공지능 자료처리 판단모듈 시딩물질 자동시딩 모듈 데이터 저장 및 분석 모듈 310 320 330 340 350 <구름상태 관측 및 실험 자동화 장치의 블록도>
지식재산권 현황	○ 특허명: 인공지능 군집 드론을 활용한 인공강우 구름 상태 관측 및 실험 자동화 시스템 및 방법 ○ 등록번호: 제10-2844755호 ○ 등록일자: 2025.08.06.(등록일로부터 3년 미만 경과) ○ 소유자: 대한민국(승계: 기상청 국립기상과학원장)
이전 시 기타 고려 사항	○ 특허 실시권 협의 가능

기상기술 설명서				
기술명		물질·복합실험(항공기, 지상 등) 적용을 위한 인공증우 수치모델		
지식재산권 유무		무	지식재산권 유형	특허(출원)
공동소유 유무		무	공동소유자 동의 여부	-
개발기관		국립기상과학원		
개발유형		자체개발		
관련 사업	사업명	기상조절 및 구름물리 연구		
	사업비	9,080백만원	사업기간	2025.1.1.~2025.12.31.
소관부서		국립기상과학원 기상응용연구부		
담당자(연락처)		조중현 연구원(064-780-6696)		
기술 요약		- 시딩 위치에서의 물질의 종류 및 배출량 정보에 대한 전처리 과정 수행 - 시딩 수행 방법(항공기, 지상 등)에 대한 통합된 입력자료 생성 - 모델 적분 과정에서 물질별 입자 특정을 반영해 적분 수행		
기술 상세		○ 주요 기술내용 - 항공기 gps 데이터와 실험 정보(시딩 시간 및 물질)를 활용한 실제 시딩 지점에서의 시딩 물질의 종류 및 각 물질의 배출량 정보 생성 - 복합 실험(항공기, 지상 동시)시 각 실험의 시딩 정보를 통합하여 모델 내 모든 실험의 시딩 효과를 반영하도록 적용 - 인공증우 수치모델의 미세물리 과정에서 각 시딩 물질의 종류에 따라 다른 입자의 특성(크기분포, 밀도 등)을 반영하도록 적용 - 슈퍼컴5호기 기반으로 쉘스크립트 작성됨 · 스크립트: bash, 컴파일러: intel, 사용프로그램: ncl, fortran, - 기반모델: WRFv4.3 ○ 운영에 필요한 사항 - WRF 모델 수행 가능 환경 ○ 기술 적용·활용 가이드 - 인공강우 실험결과 분석을 위한 수치모의 평가 - 정성적 인공증우 효과 분석 및 정책활용		
지식재산권 현황		○ 특허명: 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템 및 방법 ○ 등록번호: 제 10-2575240호 ○ 등록일자: 2023.09.01. ○ 소유자: 국립기상과학원		
이전 시 기타 고려 사항		○ 특허 실시권 협의 가능		

기상기술 설명서				
기술명		이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템 및 방법		
지식재산권 유무		유	지식재산권 유형	특허(등록)
공동소유 유무		무	공동소유자 동의 여부	-
개발기관		국립기상과학원		
개발유형		자체개발		
관련 사업	사업명	기상조절 및 구름물리 연구		
	사업비	9,080백만원	사업기간	2023.1.1.~2023.12.31.
소관부서		국립기상과학원 기상응용연구부		
담당자(연락처)		고아름 연구원(064-780-6698)		
기술 요약		본 발명은 실험 항공기를 활용하여 시딩 전 연직 기상관측을 수행하고, 최적 시딩라인을 따라 씨뿌리기를 실시한 후 시딩물질 비 영향영역(검증라인)과 영향영역을 이중으로 관측함으로써 구름 미세물리 특성을 비교·분석하는 효과 확인 시스템 및 방법임		
기술 상세		○ 주요 기술내용 1. 직접관측 기상 및 구름물리 장비를 활용한 시딩 전 연직 기상관측 수행 2. 최적 시딩라인을 따라 구름씨 살포기를 이용한 왕복 시딩 실시 3. 시딩물질의 영향을 받지 않는 비 영향 영역(대조군)에 대한 이중관측 수행 4. 시딩물질이 확산된 영향 영역(실험군)에 대한 이중관측 수행 5. 이중 관측 데이터 비교를 통한 구름 미세물리 특성 변화 분석 및 효과 입증 6. 비교분석 결과의 데이터베이스 저장 및 관리  <이중 구름관측 기반 인공강우 씨뿌리기 효과 확인 시스템 흐름도> ○ 운영에 필요한 사항 - 환경분석: 최적 시딩 설계 및 검증라인 설계 알고리즘		

	- 실험운영: 구름씨 살포기 제어 및 왕복 시딩 경로 최적화 시스템 - 분석시스템: 비 영향/영향영역 간 이중관측 데이터 자동 비교분석 모듈 ○ 기술 적용·활용 가이드 - 정밀도 향상: 동일 기상 조건 내 대조군(비 영향영역) 설정을 통해 인공 시딩에 의한 효과만을 정밀하게 분리·확인 - 데이터 고도화: 이중 구름관측 결과를 DB화하여 향후 인공강우 수치 모델 검증 및 예측 성능 향상에 활용
지식재산권 현황	○ 특허명: 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템 및 방법 ○ 등록번호: 제 10-2575240호 ○ 등록일자: 2023.09.01. ○ 소유자: 국립기상과학원
이전 시 기타 고려 사항	○ 특허 실시권 협의 가능

기상기술 설명서				
기술명		겨울철 산악지역 지형성 구름 대상의 인공증설 항공실험 방법		
지식재산권 유무		유	지식재산권 유형	특허(등록)
공동소유 유무		무	공동소유자 동의 여부	-
개발기관		국립기상과학원		
개발유형		자체개발		
관련 사업	사업명	기상조절 및 구름물리 연구		
	사업비	9,080백만원	사업기간	2023.1.1.~2023.12.31.
소관부서		국립기상과학원 기상응용연구부		
담당자(연락처)		고아름 연구원(064-780-6698)		
기술 요약		본 발명은 겨울철 산악지역 지형성 구름을 대상으로, 종관역학적 분석부터 시딩 물질 살포 및 관측을 거쳐 상공지상의 물리적 변화를 입증하는 인공 증설 항공실험 및 통합 검증 시스템임		
기술 상세		○ 주요 기술 내용 1. 실험지역의 종관 기상 및 연직 열역학적 분포 확인을 통한 실험 환경 분석 2. 실험 항공기를 활용한 사전 관측 및 최적 시딩라인 결정 3. 실험 항공기를 통한 시딩물질 살포 수행 4. 항공관측을 통한 구름의 미세물리 변화 실시간 모니터링 5. 상공 및 지상 구름물리 관측자료의 입체적 비교분석을 통한 물리적 증명 <pre> graph TD Start([시작]) --> S110[실험지역의 종관 및 연직 열역학 분포 확인 S110] S110 --> S120[실험항공기로 실험지역 사전관측 및 시딩라인 결정 S120] S120 --> S130[실험항공기로 시딩물질 살포 S130] S130 --> S140[실험항공기로 시딩물질에 의한 구름의 미세물리 변화 관측 S140] S140 --> S150[상공 및 지상 구름미세물리 변화 분석 S150] S150 --> End([종료]) </pre> <겨울철 산악지역 지형성 구름 대상 인공증설 항공실험 및 검증 프로세스> ○ 운영에 필요한 사항 - 환경 분석: 종관열역학 분포 분석용 기상 수치모델 및 상층 기상 관측 데이터 - 실험 운영: 항공 시딩라인 산출 알고리즘 및 시딩물질 살포 시스템 - 통합 검증: 상공-지상 구름물리 자료 시간 동기화 및 물리변수 분석 소프트웨어		

	○ 기술 적용·활용 가이드 - 과학적 검증: 시딩물질에 의한 구름 미세물리 변화의 인과관계를 체계적인 단계별 프로세스로 입증 - 수자원 관리: 겨울철 산악지역 특화 인공증설 실험을 통한 효율적 수자원 확보 및 가뭄 대응 기술로 활용
지식재산권 현황	○ 특허명: 겨울철 산악지역 지형성 구름 대상의 인공증설 항공실험 방법 ○ 등록번호: 제 10-2511156 호 ○ 등록일자: 2023.03.14. ○ 소유자: 국립기상과학원
이전 시 기타 고려 사항	○ 특허 실시권 협의 가능

기상기술 설명서				
기술명		강수 증가 검증 방법 및 시스템		
지식재산권 유무		유	지식재산권 유형	특허(등록)
공동소유 유무		무	공동소유자 동의 여부	-
개발기관		국립기상과학원		
개발유형		자체개발		
관련 사업	사업명	기상조절 및 구름물리 연구		
	사업비	9,080백만원	사업기간	2024.1.1.~2024.12.31.
소관부서		국립기상과학원 기상응용연구부		
담당자(연락처)		고아름 연구원(064-780-6698)		
기술 요약		본 발명은 인공강우 항공실험 시 풍상(Upwind) 및 풍하(Downwind) 관측정보의 비교분석을 통해, 자연적인 구름 변화와 구별되는 인공 시딩 물질에 의한 구름 강화 효과를 직접적으로 증명하는 방법 및 시스템임		
기술 상세		○ 주요 기술 내용 본 발명은 강수 증가 검증 방법 및 시스템을 제공함. 1. 시딩 실험 후 풍상측 영역에서 제1 관측정보를 획득하는 단계 2. 풍하측 영역에서 제2 관측정보를 획득하는 단계 3. 제1 및 제2 관측정보를 비교하여 두 정보가 선형적 범위 이내인지 판단하는 단계 4. 선형적 범위 이내일 경우, 상기 시딩 실험의 효과를 증명할 수 있다고 판단하는 단계를 포함함 <pre> graph TD Start([시작]) --> S110{시딩 완료?} S110 -- No --> S150{시딩 효과 증명 가능?} S110 -- Yes --> S120[시딩 라인의 바깥쪽(풍상측) 영역에서 구름의 제1 직선관측정보 획득] S120 --> S130[시딩 라인의 안쪽(풍하측) 영역에서 구름의 제2 직선관측정보 획득] S130 --> S140[제1 직선관측 정보와 제2 직선관측 정보를 비교] S140 --> S150 S150 -- No --> S160[다른 특성의 유입을 결정] S150 -- Yes --> S170[시딩 효과 분석] S160 --> S170 S170 --> End([종료]) </pre> <풍상·풍하측 관측정보 비교를 통한 강수 증가 검증 순서도> ○ 운영에 필요한 사항 - 데이터 수집: 풍상/풍하측 항공관측 데이터셋(제1, 제2 관측정보)		

	- 판단 알고리즘: 관측정보 간 선형적 범위 비교 및 시딩효과 판정 로직 - 분석도구: 항공관측 정보 시각화 및 비교분석용 소프트웨어 ○ 기술 적용·활용 가이드 - 직접적 검증: 인공 시딩에 의한 구름 강화 효과를 과학적으로 입증하는 직접적 검증 기술 확보 - 신뢰성 향상: 풍상·하측 비교분석을 통한 강수 증가 효과의 객관적 근거 제시 및 대외 신뢰도 강화
지식재산권 현황	○ 특허명: 강수 증가 검증 방법 및 시스템 ○ 등록번호: 제 10-2713934 호 ○ 등록일자: 2024.09.30. ○ 소유자: 국립기상과학원
이전 시 기타 고려 사항	○ 특허 실시권 협의 가능

기상기술 설명서				
기술명		기후변화감시장비 이력관리 솔루션		
지식재산권 유무		유	지식재산권 유형	특허(등록)
공동소유 유무		무	공동소유자 동의 여부	-
개발기관		기상청 국립기상과학원		
개발유형		자체개발		
관련 사업	사업명	-		
	사업비	-	사업기간	-
소관부서		국립기상과학원 지구대기감시연구과		
담당자(연락처)		양세환 기상연구사(064-780-6647)		
기술 요약		- 장비 관리에 필요한 정보의 효율적인 수집 - 수집된 장비 관리 정보 분류 및 분석 - 수집된 장비 관리 정보 분류 및 분석 결과 다층적 제공		
기술 상세		○ 주요 기술내용 * (정보수집) 모든 형태의 관리 정보를 사용자 단말기를 통하여 수집·취합·정규화하는 기능 * (분석) 수집된 방대한 양의 장비 관리 정보를 분류·해석·정제·재구조화하여 다차원적으로 분석하는 기능 * (정보제공) 도출된 결과를 다층적·시각적으로 사용자 단말기에 전달하는 기능 * (시스템관리) 시스템의 장기적 안정성을 확보하기 위해 필요한 감시 분야 및 방법 ○ 운영에 필요한 사항 * 시스템 등록 및 관리자 권한 부여 ○ 기술 적용·활용 가이드 * 다수의 관측장비 관리의 효율 극대화 및 정확도 향상 * 이력관리 솔루션 시스템을 통해 산출된 정보를 통해 관측장비 관리 시스템 자동화 구상		
지식재산권 현황		○ 특허명: 기후변화감시장비 이력관리 솔루션 ○ 등록번호: 제10-2445732호 ○ 등록일자: 2022년 9월 16일 ○ 소유자: 기상청 국립기상과학원장		
이전 시 기타 고려 사항		○ 특허 실시권 협의 가능		

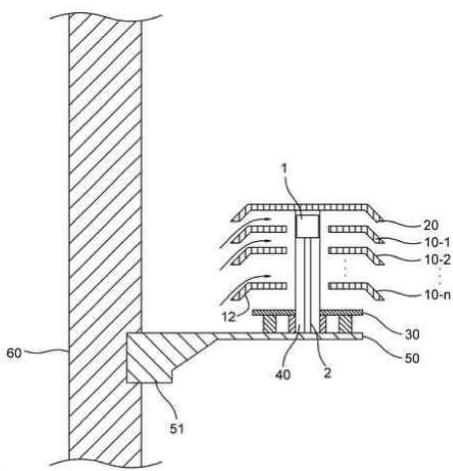
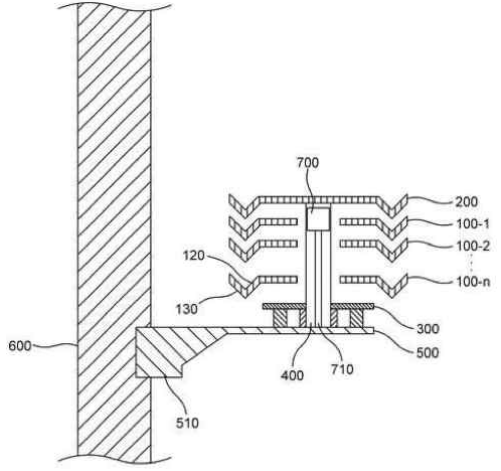
기상기술 설명서				
기술명		한반도 기상 관측 자료를 이용한 지역기후모델 모의 자료의 편차 보정 시스템 및 방법		
지식재산권 유무		유	지식재산권 유형	특허(출원)
공동소유 유무		무	공동소유자 동의 여부	-
개발기관		국립기상과학원 기후변화예측연구팀		
개발유형		자체개발		
관련 사업	사업명	세부사업명: 기상업무지원기술개발연구		
	사업비	-	사업기간	2025.1.1.~2025.12.31.
소관부서		국립기상과학원 기후변화예측연구팀		
담당자(연락처)		김도현 연구사(064-780-6790)		
기술 요약 ※ 3줄 이상		- 지역기후모델 모의 자료의 편차 보정을 수행하기 위한 전처리 과정 - 한반도 관측 자료를 활용한 기온 및 강수 자료의 편차 보정 과정 - 시간 및 공간 분포 비교를 통한 산출물 검증 과정		
기술 상세		○ 주요 기술내용 1. 지역기후모델 모의 자료의 편차 보정을 위한 전처리 수행 - 기상 관측 자료(ASOS) 변환, 모의 자료의 해양 마스크, 재격자 작업 및 관측 지점으로의 내삽 과정 등 2. 기온 및 강수 자료에 대한 월 기후값 일치를 위한 Linear Scaling 기법 적용한 편차 보정 - 기온 자료의 경우 분산에 대한 편차를 보정해주는 Variance Scaling 기법 사용 - 강수 자료의 경우 비선형적인 멍함수를 이용하는 Power Transform 기법 사용 - 편차 보정된 자료의 일 기후값 및 Taylor diagram을 산출하여 관측 자료와 비교함으로써, 편차 보정 산출물의 시간 및 공간 분포에 대한 검증 수행 ○ 운영에 필요한 사항 리눅스 기반 시스템 및 기후 분석 프로그램(NCL, CDO) ○ 기술 적용·활용 가이드 지역기후모델 모의 자료를 그대로 사용하였을 시, 편차가 존재하므로 임계값 기준 극한기후지수(폭염일수, 한파일수 등)의 산출에 왜곡이 발생할 수 있음. 따라서 본 편차보정 시스템 및 방법을 적용함으로써 올바른 한반도의 기후 특성이 반영된 RCM 모의 자료가 산출될 수 있으며, 이는 정확한 한반도 기후전망에 기여할 수 있음. 이를 통해 정확한 기후 전망 정보의 제공을 통해 지자체, 기업 등의 기후위기 대응 대책 수립에 활용될 수 있을 것임.		
지식재산권 현황		○ 특허명: 한반도 기상 관측 자료를 이용한 지역기후모델 모의 자료의 편차 보정 시스템 및 방법 ○ 등록번호: 국가직무발명특허 출원 완료, 등록 절차 진행 중. 출원번호 10-2024-0157395		

	○ 등록일자: 등록 절차 진행 중, 출원일자: 2024.11.07.
이전 시 기타 고려 사항	○ 특허 실시권 협의 가능

기상기술 설명서			
기술명	고정 및 회전 영상장치를 활용한 입체 관측 측정 방법	사업명	기상업무지원 기술개발연구
기상기술 소관부서 (담당자)	국립기상과학원 관측연구부 (최규용 / 064-780-6609)	주관 연구기관명 (사업기간)	국립기상과학원 ('13.1.1.~'17.12.31.)
개요 (기술 요약)	본 기술은 고정 카메라와 좌우 회전 카메라를 조합하여 이동 플랫폼에서 입체 영상 촬영이 가능한 시스템 및 방법에 관한 것이다. 고정 영상장치는 플랫폼의 진행방향에 따른 지속적인 영상 획득을 담당하고, 좌우 회전 카메라는 좌우 대칭 회전을 통해 다양한 각도에서 피사체를 관측할 수 있도록 한다. 본 기술을 통해 기존의 단일 영상 혹은 단일 회전 시스템 대비 더 넓은 영상 범위 확보 및 입체 영상 산출이 가능하며, 복수 모드(단일/다중)의 촬영 모드 전환 기능을 통해 정밀한 기상 입체 영상 획득이 가능하다.		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 ① 고정형 카메라와 회전형 카메라의 조합을 통해 다양한 촬영 모드(단일/다중)로 유연한 전환 가능 ② 회전 카메라가 좌우 대칭으로 배치되어 피사체에 대한 입체 시점 확보 가능 ③ 중복 영역 기반의 영상 융합 기술로 입체화 정확도 향상 ④ 동일 수량의 카메라로도 기존 입체영상 대비 높은 해상도 및 다각도 영상 제공 ⑤ 기상관측 무인기 등 플랫폼에서 효율적으로 구현 가능 ○ 기술 내용: ① 중앙 고정 영상장치 1대 ② 좌우 대칭으로 배치된 회전 영상장치 각 1대 (총 2대) ③ 회전 영상장치는 원뿔형 패턴 회전을 수행하며, 회전 궤도에서 고정 카메라와 병렬 또는 동일 피사체를 조망함 ④ 단일모드: 회전 카메라가 고정 카메라와 병렬 관측 ⑤ 다중모드: 회전 카메라가 고정 카메라와 동일 피사체를 각기 다른 각도에서 관측 ⑥ 영상 중복 영역 분석 및 통합 알고리즘을 통해 입체 영상 산출		

	○ 활용 범위: ① 고고도 장기체공형 무인기(HAPS) 기반 기상 입체관측 ② 위성 보조 관측 자료 확보 ③ 산불·화산·태풍 등 재난 관측 시 다각도 영상 분석 ④ AI 기반 영상 처리 및 기상 모델 보정자료 활용 ⑤ 기상레이더/위성 자료의 사각지대 보완용 관측
기상기술에 대한 지식재산권 현황	○ 특허 등록: 제10-1429155호 ○ 명칭: “기상관측대상에 대하여 촬영 모드의 전환이 가능하고 효율적으로 이미지 획득을 할 수 있는 촬영 및 이미지 획득 시스템 그리고 이를 사용한 방법” ○ 권리자: 기상청 국립기상과학원
이전 시 고려 사항	○ 기술 실증은 고고도 장기체공기 플랫폼을 기반으로 수행 ○ 영상 장치의 해상도 및 회전범위는 적용 분야에 맞게 조정 가능

기상기술 설명서			
기술명	외부요인에 의한 영향을 최소화하여 기온을 측정하기 위한 차광통	사업명	기상업무지원 기술개발연구 세부과제명: 위험기상에 대한 분석 예보의 융합기술 고도화
기상기술 소관부서 (담당자)	국립기상과학원 관측연구부 (최규용 / 064-780-6609)	주관 연구기관명 (사업기간)	국립기상과학원 (2019.1.1.~2021.12.31.)
개요 (기술 요약)	본 기술은 외부 복사(태양복사, 지표복사) 및 강수 등의 환경 요인으로부터 기온 센서의 영향을 최소화하여 정확한 대기온도 측정이 가능하도록 개발된 차광통 기술이다. 다층 구조의 방사 차폐, 자연 환기 구조, 결로 및 오염 방지 기능이 포함되며, 설치 편의성과 유지관리 효율성을 높였다. 기존 스티븐슨 스크린의 대안으로 도시 및 협소 지역에서도 고정밀 기온 관측이 가능하다.		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 ① 방사 차폐 구조: 상하단 이중 프레임 및 커버 유닛이 포함된 다층 차폐 구조로 외부 복사열 유입 최소화 ② 자연 환기 구조: 측면 및 하단 개구부를 통한 기류 유입으로 내부 온도 균일화 유지 ③ 센서 장착 모듈: 센서 고정용 홀더 및 결속구조로 다양한 규격의 센서 장착 가능 ④ 방수 및 결로 방지: 경사면 및 배수구 설계로 강수 유입 방지 및 내부 수분 제거 ⑤ 설치 유연성: 기둥, 벽면, 장비암 등에 부착 가능한 지지구조 포함 ⑥ 구조 재질: 고반사율 도료 또는 소재 적용으로 복사열 반사 기능 향상 ○ 활용 범위: ① 기상 관측소 및 자동기상관측장비(AWS) 내 정밀 온도 관측 ② 도심지, 항만, 선박, 옥상 등 제한적 설치환경에서의 적용 ③ 실외 실험 플랫폼(온실, 환경측정소) 내 고정밀 온도 측정 ④ 기존 복사차단장비의 대체 및 성능 개선을 위한 업그레이드 솔루션		

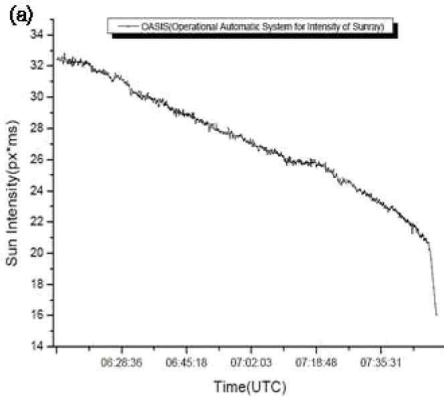
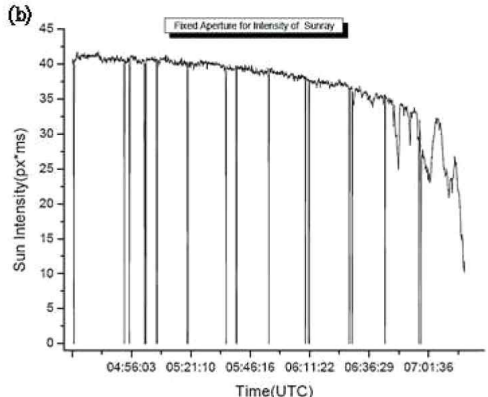
	  <기존 차광통 단면도> <본 발명 차광통>
기상기술에 대한 지식재산권 현황	○ 국가직무발명특허권 등록번호: 제10-2101441호 (2020.04.08.) ○ 소유권: 기상청 국립기상과학원 ○ 기술이전: 유상 이전 가능, 관련 제품 사업화 시 승인 필요
이전 시 고려 사항	○ 설치 지역의 복사환경 특성에 따라 커버 구성 및 배치 조정 필요 ○ 환기 방식(자연/강제)에 따른 센서 보정계수 적용 ○ 외부환경 조건(황사, 염분 등)에 따른 내환경성 강화 필요 시 후속개발 연계 가능

기상기술 설명서			
기술명	라디오존데 미래위치 예측 및 항공기 미래위치 위험 여부 판단 방법 및 이를 사용한 장치	사업명	기상업무지원기술개발연구 세부과제명: 위험기상에 대한 분석 예보의 융합기술 고도화
기상기술 소관부서 (담당자)	국립기상과학원 관측연구부 (최규용 / 064-780-6609)	주관 연구기관명 (사업기간)	국립기상과학원 (‘20.1.1.~12.31.)
개요 (기술 요약)	본 기술은 라디오존데의 미래 비행 궤적과 항공기의 운항 예정 경로를 상호 비교 분석하여, 충돌 가능성이 있는 시간과 위치를 사전에 예측하고 판단할 수 있는 시스템이다. 본 기술은 국유 특허 제10-2149892호에 명시된 방식에 기반하며, 기상관측용 라디오존데가 항공기 운항 안전에 미치는 잠재적 영향을 최소화하기 위한 목적을 갖는다.		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 ① 라디오존데와 항공기의 과거 궤적 데이터 수집: 서버는 각각의 위치, 속도, 식별정보 등을 포함하는 과거 데이터를 수집하여 궤적 분석 ② 기상 예측 데이터 기반 궤적 예측: 현재 시점부터 미래 시점까지의 바람장 예측 데이터 활용, 라디오존데 및 항공기의 미래 위치 예측 ③ 기계학습 기반 위치 예측 모델: 과거 데이터와 예보 데이터 학습 후, 미래 위치 예측 정확도 향상을 위한 머신러닝 알고리즘 포함 ④ 충돌 위험도 확률 산출: 양측의 궤적 예측치를 비교하여 일정 임계치 이내로 접근할 경우 위험 확률값(제3 확률값) 산출 ⑤ 사전 경고 및 통신 연동: 위험 확률이 임계치를 초과할 경우, 항공 관제기관 또는 항공기 측에 사전 경고를 전달을 위한 연계 체계 포함 ○ 기술적 차별성 ① 단순 위치 추적이 아닌, 시간별 미래 궤적의 후보군 군집 예측 및 비교를 통해 입체적 위험도를 산출함. ② ADS-B 기반 항공기 브로드캐스트 신호 활용 또는 기상 주체의 예측 데이터를 통한 과거/미래 위치 정보 확보. ③ 라디오존데의 상승/하강 페이즈 구분을 통해 고도 특성 반영한 예측 정확도 향상. ○ 활용 범위: ① 공항 인근 또는 고도 10km 이하에서 운항하는 항공기에 대한 라디오존데 경로 영향 분석 ② 군/민 항공기의 실시간 또는 준실시간 운항 경로 안전 판단 시스템 ③ 고도별 공역 안전관리 자동화 시스템 구축		

기상기술에 대한 지식재산권 현황	○ 국가직무발명특허권: 제10-2149892호 (등록일: 2020.08.25) ○ 소유권: 기상청 국립기상과학원
이전 시 고려 사항	○ 고도별 위험 우선순위 지정 알고리즘 추가 ○ GNSS 기반 고정밀 궤적 동기화 기능 연계 ○ AI 기반 상황 판단 자동화 엔진 고도화

기상기술 설명서

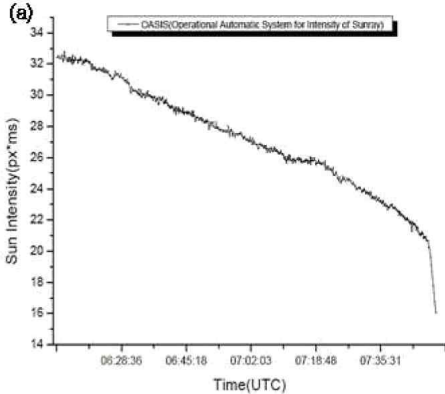
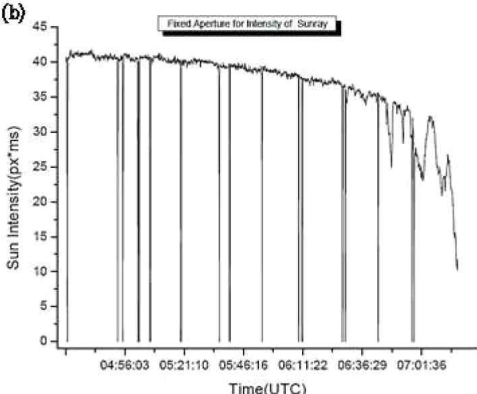
기술명	APPARATUS FOR DETECTING PHOTON IN ACCORDANCE WITH ATMOSPHERIC CONDITION USING FUNCTION OF ADJUSTING LIGHT QUANTITY, AND METHOD OF ADJUSTING LIGHT QUANTITY	사업명	기상업무지원 기술개발 연구
기술보유 부서명 (담당자)	국립기상과학원 지구대기감시연구과 (김수민/064-780-6643)	주관 연구기관명 (총사업비/ 총사업기간)	국립기상과학원 기후연구과 (약 7천/ 4년)
개요 (기술 요약)	○ 대기의 상황과 변화에 영향을 받지 않고 정해진 범위에서 광량을 일정하게 유지하여, 관측스펙트럼의 오차를 최소화하고, 대기 중 온실기체 오차 농도를 최소화하는 기술		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 - 광량의 세기를 검출하는 광센서를 포함한 광센서부 - 개구 직경이 가변됨으로써 일정량의 광이 유입되도록 하는 광셔터부 - 광센서 및 광셔터를 제어하는 제어부 - 제어에 따른 광셔터를 개폐하는 구동부 ※ 광센서부: 그라핀 팁 및 구조, 광자변화 방법, 석영 창, 제작방법 등 광셔터부: 2중 구조 조리개 조절, 광자 에너지에 따른 셔터 작동 제어부: 광학셔터 및 광자센서 신호, 절연, 진공 등 구동부: 작동 속도 및 통신 회로 등 ① 광자검출장치 광량조절 방법의 처리과정 - 광센서부, 광셔터부, 제어부, 구동부로 구성된 광자검출장치는 다음 모식도와 같은 과정으로 광량을 조절함 <pre> graph TD START([START]) --> DETECT[LIGHT QUANTITY DETECTING PROCESS] DETECT --> COMPARE{MORE THAN OR LESS THAN REFERENCE LIGHT QUANTITY? (REFERENCE LIGHT QUANTITY COMPARING PROCESS)} COMPARE -- LARGER --> DECREASE[LIGHT QUANTITY DECREASING CONTROL PROCESS] COMPARE -- SMALLER --> INCREASE[LIGHT QUANTITY INCREASING CONTROL PROCESS] DECREASE --> FINISHED{PHOTON DETECTION FINISHED?} INCREASE --> FINISHED FINISHED -- NO --> DETECT FINISHED -- YES --> END([END]) </pre>		

	② 광자검출장치 광량조절 방법 사용 결과 비교 - 광량조절 방법을 사용했을 때 그림(a)는 급격한 광량변화에 의한 노이즈 방지됨 - 광량조절 방법을 사용하지 않았을 때 그림(b)는 급격한 광량변화에 의해 광자를 검출하지 못하여 0값을 표출하였고, 분석 스펙트럼에서 노이즈로 작용됨   ○ 운영에 필요한 사항(HW, SW) - HW: 주요 기술내용에 포함된 광센서, 광서터, 구동부 기기 - SW: 제어, 구동에 관련한 소프트 웨어이며, C++기반의 언어 ○ 활용 범위 - 광자 센서: 대기변화에 따른 광 신호 검출 부분에 활용, 일사계 등 대체 검증 센서로 활용, 원격자동관측 신호센서로 활용, 구름 및 안개, 미세먼지 등 특이 조건의 현상 신호 검출기로 활용 - 광량조절기: 분광학 대기측정 장비의 생산자료 안정화에 활용, 태양 입사각에 따른 오차 검증 장치로 활용, 고분해분광간섭계를 통한 위성 자료 검증에 활용
이전대상	○ APPARATUS FOR DETECTING PHOTON IN ACCORDANCE WITH ATMOSPHERIC CONDITION USING FUNCTION OF ADJUSTING LIGHT QUANTITY, AND METHOD OF ADJUSTING LIGHT QUANTITY의 전체기술
기상기술에 대한 지식재산권 현황	○ 미국특허 등록: 특허번호-US9746373 B2, 발명명칭- "APPARATUS FOR DETECTING PHOTON IN ACCORDANCE WITH ATMOSPHERIC CONDITION USING FUNCTION OF ADJUSTING LIGHT QUANTITY, AND METHOD OF ADJUSTING LIGHT QUANTITY", 취득일자- 2017년 8월 29일 ○ 유럽특허 등록: 특허번호-EP3062073 B1, 발명명칭- "APPARATUS FOR DETECTING PHOTON IN ACCORDANCE WITH ATMOSPHERIC CONDITION USING FUNCTION OF ADJUSTING LIGHT QUANTITY, AND METHOD OF ADJUSTING LIGHT QUANTITY", 취득일자- 2018년 7월 11일 ○ 유럽특허 개별국가 진입 완료: 특허번호-EP3062073 B1의 독일 P32583DEEP, 영국 P32583GBEP, 프랑스 P32583FREP, 진입 완료 일자- 2019년 10월 10일
이전 시 고려 사항	

210mm×297mm[신문용지 54g/㎡]

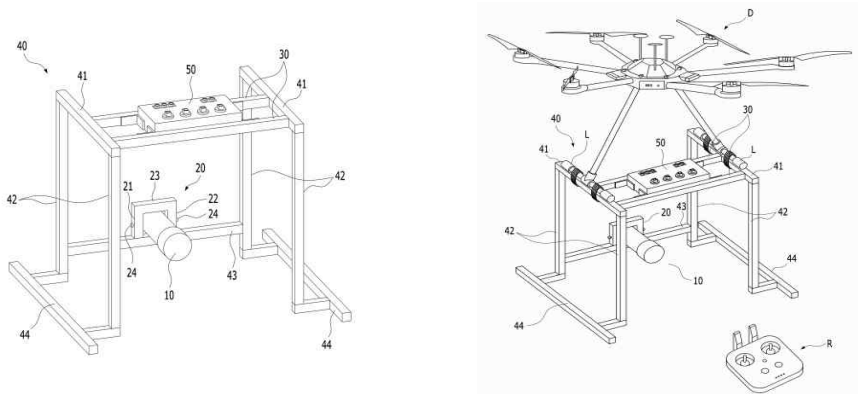
기상기술 설명서

기술명	광량조절 기능을 구비한 대기상태에 따른 광자검출 장치 및 광량조절 방법	사업명	기상업무지원 기술개발 연구
기술보유 부서명 (담당자)	국립기상과학원 지구대기감시연구과 (김수민/064-780-6643)	주관 연구기관명 (총사업비/ 총사업기간)	국립기상과학원 기후연구부 (약 7천/ 4년)
개요 (기술 요약)	○ 본 기술은 분광학 장비로 광량이 균일하게 유지되도록 광량을 자동 조절하는 기술 ○ 대기의 상황과 변화에 영향을 받지 않고 정해진 범위에서 광량을 일정하게 유지함으로써 흡수스펙트럼의 노이즈를 최소화하여, 대기상태 분석결과의 신뢰성을 현저히 향상시킬 수 있도록 하는 광량조절 기능을 구비한 대기 상태에 따른 광자검출 장치 및 그 광량조절방법에 관한 기술		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 - 광량의 세기를 검출하는 광센서를 포함한 광센서부 - 개구 직경이 가변됨으로써 일정량의 광이 유입되도록 하는 광서터부 - 광센서 및 광서터를 제어하는 제어부 - 제어에 따른 광서터를 개폐하는 구동부 ※ 광센서부: 그라핀 팁 및 구조, 광자변화 방법, 석영 창, 제작방법 등 광서터부: 2중 구조 조리개 조절, 광자 에너지에 따른 셔터 작동 제어부: 광학셔터 및 광자센서 신호, 절연, 진공 등 구동부: 작동 속도 및 통신 회로 등 ① 광자검출장치 광량조절 방법의 처리과정 - 광센서부, 광서터부, 제어부, 구동부로 구성된 광자검출장치는 다음 모식도와 같은 과정으로 광량을 조절함 <pre> graph TD Start([시작]) --> Detect[광량 검출과정] Detect --> Decision1{기준광량 이상 or 이하? (기준광량 비교과정)} Decision1 -- 이상 --> Reduce[광량감소제어과정] Decision1 -- 이하 --> Increase[광량증가제어과정] Reduce --> Decision2{광자검출 종료? (광자검출종료판단과정)} Increase --> Decision2 Decision2 -- 아니오 --> Detect Decision2 -- 예 --> End([종료]) </pre>		

	② 광자검출장치 광량조절 방법 사용 결과 비교 - 광량조절 방법을 사용했을 때 그림(a)는 급격한 광량변화에 의한 노이즈 방지됨 - 광량조절 방법을 사용하지 않았을 때 그림(b)는 급격한 광량변화에 의해 광자를 검출하지 못하여 0값을 포출하였고, 분석 스펙트럼에서 노이즈로 작용됨 (a)  (b)  ○ 활용 범위 - 광자 센서: 대기변화에 따른 광 신호 검출 부분에 활용, 일사계 등 대체 검증 센서로 활용, 원격자동관측 신호센서로 활용, 구름 및 안개, 미세먼지 등 특이 조건의 현상 신호 검출기로 활용 - 광량조절기: 분광학 대기측정 장비의 생산자료 안정화에 활용, 태양 입사각에 따른 오차 검증 장치로 활용, 고분해분광간섭계를 통한 위성 자료 검증에 활용
이전대상	○ 특허실시권 ※ 광량조절 기능을 구비한 대기상태에 따른 광자검출장치 및 광량조절 방법 전체기술
기상기술에 대한 지식재산권 현황	○ 국가직무발명특허권 등록번호: 제10-1535533호(2015.7.3.), 발명명칭- “대기상태에 따른 광자검출기의 광자 전도 팁 제작방법” ○ 국가직무발명특허권 등록번호: 제10-1549193호(2015.8.26), 발명명칭- “광량조절 기능을 구비한 대기상태에 따른 광자검출장치 및 그 광량조절방법”
이전 시 고려 사항	

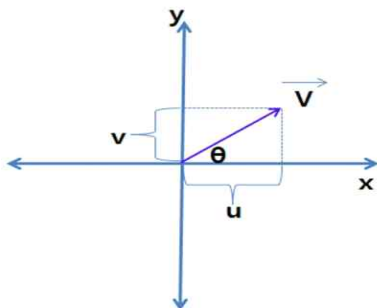
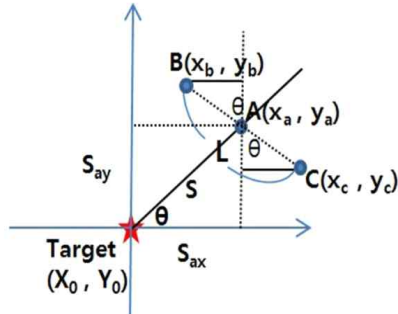
210mm×297mm[신문용지 54g/㎡]

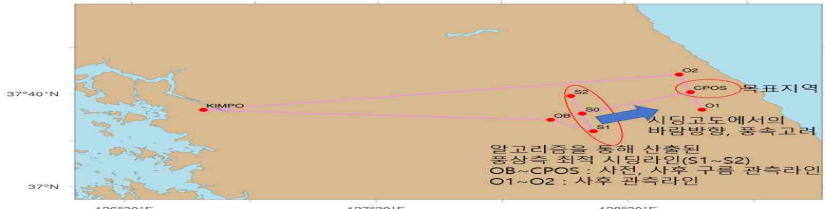
기상기술 설명서

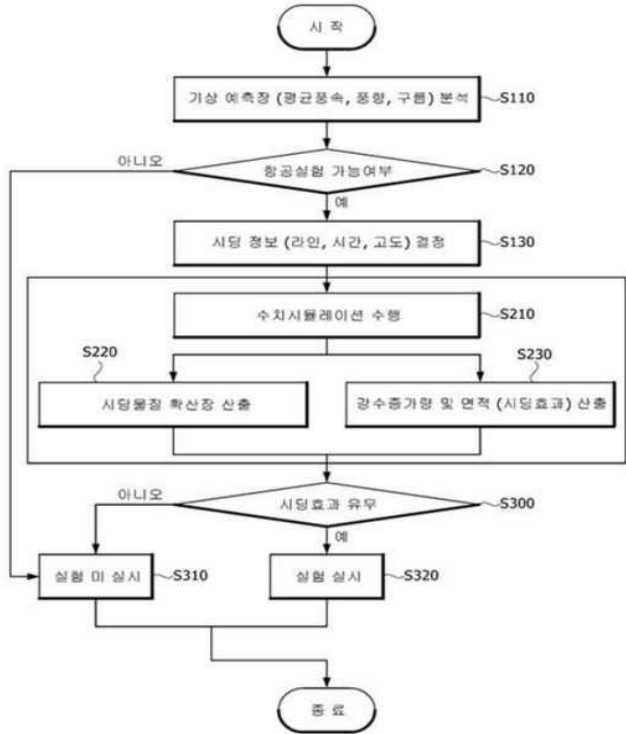
기술명	드론용 연소탄 고정대	사업명	관측기술 지원 및 활용연구 (기상조절 및 구름물리 연구)
기상기술 소관부서 (담당자)	국립기상과학원 기상응용연구부 (황현준/070-7850-5500)	주관 연구기관명 (사업비/사업기간)	국립기상과학원 (자체/'20.05.~'21.01)
개요 (기술 요약)	○ 무인기 기반 기상조절 실험을 위한 드론용(멀티콥터형) 연소탄 고정 장치이며 원격 격발이 가능함		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 - 비행 중 연소탄의 점화 후 충격 등의 요인으로 인하여 낙하가 되지 않도록 연소탄 고정브래킷을 통해 연소탄을 고정. 연소탄의 점화 역시 정확하게 이루어지도록 지상의 리모트컨트롤러에 의해 통신되는 원격 수신점화기와 점화기고정횡바를 견고하게 잡아줌과 더불어 드론의 이·착륙을 원활하게 수행하도록 드론의 랜딩바를 이용, 랜딩프레임에 조립시켜 안개 및 해무의 신속하고도 적극적인 저감 또는 소산을 이루어지도록 하는 드론용 연소탄 고정대에 관한 발명  <설계 및 드론 장착 도면> ○ 운영에 필요한 사항 - 회전익형 드론 본체에 연소탄 연소 중에 발생하는 열기 및 시딩 물질로 인한 부식 등 드론에 악영향을 미치는 요인들을 극소화 시킬 수 있도록 랜딩프레임에 고정대 장치를 설계하고, 드론에 장착하여 사용함 - 지상에서 리모트컨트롤러로 연소탄의 점화가 가능해야 하며, 고정대에 달린 점화기는 연소탄 격발을 위하여 일정 전압 이상 출력이 되어야 하며, 고정횡바로 견고하게 잡아주어야 함		

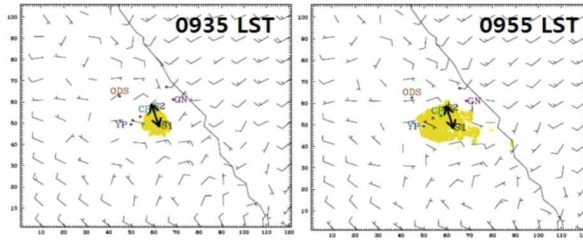
	 <실제 개발 후 드론 장착된 사진> ○ 활용 범위 - 드론을 통해 최적의 고도까지 올라간 다음, 리모트컨트롤러에 연동되는 원격수신점화기의 구동으로 연소탄의 점화와 함께 시딩 물질을 살포하여 통상의 지면에서 살포하는 것보다 훨씬 더 넓은 범위와 다양한 고도에서 안개 소산 및 안개 저감 효과를 실현
기상기술에 대한 지식재산권 현황	○ 국유특허 등록 - 명칭: 드론용 연소탄 고정대 - 등록번호/등록일자/특허권자: 10-2502142/2023.02.16./국립기상과학원장
이전 시 고려 사항	○ 본 기상기술은 국유특허권이 등록된 것으로서, 「공무원 직무발명의 처분·관리 및 보상 등에 관한 규정」에서 정하는 바에 따라 국가직무발명 특허권의 처분(전용실시권의 설정 또는 통상실시권의 허락 등)을 할 수 있음

기상기술 설명서

기술명	수치모델 자료를 활용한 인공강우 항공실험 시딩라인 자동 산출 프로그램	사업명	관측기술 지원 및 활용 연구 (기상항공기 활용기술 개발 연구)
기상기술 소관부서 (담당자)	국립기상과학원 기상응용연구부 (채상희/064-780-6678)	주관 연구기관명 (사업비/사업기간)	국립기상과학원 (자체/'18.1.1.~'18.12.31.)
개요 (기술 요약)	○ WRF 수치모의 예측자료를 활용하여 구름액체물량과 바람장을 고려한 인공강우 항공실험의 최적의 시딩라인을 산출하는 기술임		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 - WRF 모델 수행을 통해 예측된 수치모의 자료를 이용하여 목표 지점 (CPOS)의 1시간 평균 총액체수함량(LWP, Liquid Water Path)를 산출 $LWP = \sum_{i=1}^n \rho_{air}(i) Q_c(i) \Delta z(i)$ i는 모델의 연직 고도 레벨, ρ_{air}는 건조공기의 밀도(kg m^{-3}), Q_c는 구름물에 대한 혼합비(g kg^{-1}), Δz는 모델의 연직층마다의 고도 차이를 의미 - LWP가 최대가 나타난 시간대에서 고도 약 0.4~3km까지에서 최대 구름 액체물량이 최대가 나타난 고도 선정, 이 고도에서의 동서방향성분(u), 남북방향 성분(v) 값을 이용한 풍향과 풍속, 기온 산출 - 시딩고도 기온에 따라 기온이 -4°C 미만이면 시딩물질이 요오드화은(찬구름 대상), 아니면 염화 칼슘(따뜻한 구름 대상)으로 선정되며, 선정된 물질의 반응시간(시딩물질로 인해 구름 및 강수의 변화가 나타나기 까지 걸리는 시간으로, 대체적으로 요오드화은 1시간, 염화칼슘 1시간 30분 또는 2시간)을 고려한 풍향과 풍속 기반으로 풍상측에 시딩물질을 살포할 중앙점과 양끝지점의 위도와 경도를 산출   여기서, 목표지역(Target)과 시딩라인의 중간지점(A)과의 각도(θ)가 아래의 수식에 따라 산출(단, 아래에서 $x=-u$, $y=-v$로 계산됨, 그이유는 풍상측에 시딩라인이 선정되어야 하기 때문임), S는 목표지역으로부터 시딩라인의 중간지점까지의 거리, Rt는 반응시간(단위: 분)임		

	$\theta = \begin{cases} \tan^{-1} \frac{y}{x} & x > 0 \\ \tan^{-1} \frac{y}{x} + \pi & y \geq 0, x < 0 \\ \tan^{-1} \frac{y}{x} - \pi & y < 0, x < 0 \\ +\frac{\pi}{2} & y > 0, x = 0 \\ -\frac{\pi}{2} & y < 0, x = 0 \\ undefined & y = 0, x = 0 \end{cases}$ $S = \bar{V} \times (R_t \times 60 \text{ s min}^{-1})$ $S_{ax} = S \times \cos \theta, S_{ay} = S \times \sin \theta,$$R_0(x_a - x_0) = S_{ax}, R_0(y_a - y_0) = S_{ay}$ A지점 경도 $x_a = \frac{S_{ax}}{R_0} + x_0$, 위도 $y_a = \frac{S_{ay}}{R_0} + y_0$ $S_{by} = \frac{L}{2} \times \cos \theta, S_{bx} = \frac{L}{2} \times \sin \theta$ $S_{cy} = \frac{L}{2} \times \cos \theta, S_{cx} = \frac{L}{2} \times \sin \theta$ B지점 경도 $x_b = x_a - \frac{S_{bx}}{R_0}$, 위도 $y_b = y_a + \frac{S_{by}}{R_0}$ C지점 경도 $x_c = x_a + \frac{S_{cx}}{R_0}$, 위도 $y_c = y_a - \frac{S_{cy}}{R_0}$ $R_0(x_a - x_b) = S_{bx}, R_0(y_a - y_b) = S_{by}$ $R_0(x_a + x_c) = S_{bx}, R_0(y_a - y_c) = S_{cy}$ - 최종산출물(예시, 여기서 S0가 위 수식에서 A지점이고, S2=B, S1=C) <시딩라인 위경도(degree)> 37.68690 128.75861 CPOS 37.55853 126.80253 KIMPO 37.59109 128.28127 OB 37.62633 128.45683 S0 37.45078 128.49207 S1 37.80187 128.42159 S2 37.51135 128.79384 O1 37.86245 128.72334 O2 <시딩라인 위경도(도분초)> 37 41 12.8 128 45 31.0 CPOS 37 33 31.8 126 48 10.2 KIMPO 37 35 27.9 128 16 52.6 OB 37 37 34.8 128 27 24.6 S0 37 27 2.8 128 29 31.4 S1 37 48 6.7 128 25 17.7 S2 37 30 40.9 128 47 37.8 O1 37 51 44.8 128 43 24.0 O2 
	○ 운영에 필요한 사항(HW,SW) - 리눅스 서버 1대, WRF모델 설치, ksh셸과 csh셸 구동가능 환경 - 포트란, NCL 프로그램 설치 ○ 활용 범위 - 항공기를 이용한 인공강우 실험의 사전모의를 통한 실험실시 판단에 기여 - 시·공간 특성을 반영한 항공기를 이용한 인공강우 실험에 대한 신속한 활동 지원
기상기술에 대한 지식재산권 현황	○ 국가직무발명특허권 등록번호: 제10-2008698호(2019.08.02.) - 명칭: 구름액체물량을 고려한 항공실험용 인공증우 시딩라인 산출 방법 및 표출 시스템 - 소유권: 기상청 국립기상과학원
이전 시 고려 사항	○ 본 기상기술은 국유특허권이 등록된 것으로서, 「공무원 직무발명의 처분·관리 및 보상 등에 관한 규정」에서 정하는 바에 따라 국유특허권의 처분(전용실시권의 설정 또는 통상실시권의 허락 등)을 할 수 있음

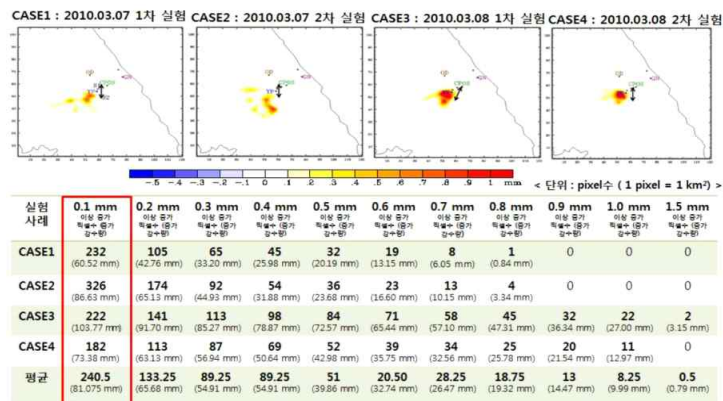
기상기술 설명서			
기술명	수치시물레이션을 통한 인공강우 항공실험 분석 방법	사업명	응용기상기술개발연구(IV) (기상조절 기술개발)
기상기술 소관부서 (담당자)	국립기상과학원 기상응용연구부 (채상희/064-780-6678)	주관 연구기관명 (사업비/사업기간)	국립기상과학원 (자체/'16.1.1.~'16.12.31.)
개요 (기술 요약)	○ 인공강우 수치모델을 활용해서 사전에 예상시딩라인 및 시딩량을 주고 사전에 수치모의 과정과 시딩물질의 확산경로 및 시딩효과를 살펴보아서 실험 실시여부를 결정하는 방법		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 - 예측 및 분석자료를 이용하여서 WRF모델의 수치모의 자료를 생성한 후, 목표지역 또는 시딩라인 지점에 해당하는 풍향, 풍속, 구름 정보를 분석하여 예상 시딩라인 및 시딩량, 고도 정보를 결정하여 인공강우 수치모델을 활용하여 수치 시물레이션을 수행하는 방법  <수치시물레이션을 통한 인공강우 실시 및 효과분석 절차모식도> - 인공강우 수치모델의 결과물 자료를 이용해서 시딩물질의 확산 및 강수변화장을 이용하여서 시딩효과를 산출 및 분석하는 방법 1) 시딩물질의 확산장 산출 시딩물질의 수농도 변수(응결핵: CCNTRACER, 빙정핵: QNTRACER)를 활용하여서 연직적분하여서 확산장 산출		



<시딩물질의 확산장(예시)>

2) 시딩효과 분석

시딩으로 효과가 예상되는 분석시간까지 시딩모의와 비시딩모의 누적강수량의 차이 분포도를 산출하고, 포트란 프로그램 기반으로 강수량의 차이에서 증우량의 임계값 기반으로 증우가 나타난 격자의 개수를 산출하고, 누적증우량을 산출함



<시딩효과 분석(예시)>

○ 운영에 필요한 사항(HW,SW)

- 리눅스 서버 1대, 인공강우 수치모델 설치
- 포트란, NCL 프로그램 설치

○ 활용 범위

- 인공강우 실험에 대한 전반적인 실험 실시 의사결정 가이드 제시
- 인공강우 실험의 효과 분석에 활용

기상기술에 대한
지식재산권 현황

○ 국가직무발명특허권 등록번호: 제10-1802162호(2017.11.22.)

- 명칭: 수치시뮬레이션을 통한 인공증설 항공실험 실시 결정 시스템 및 방법
- 소유권: 기상청 국립기상과학원

이전 시
고려 사항

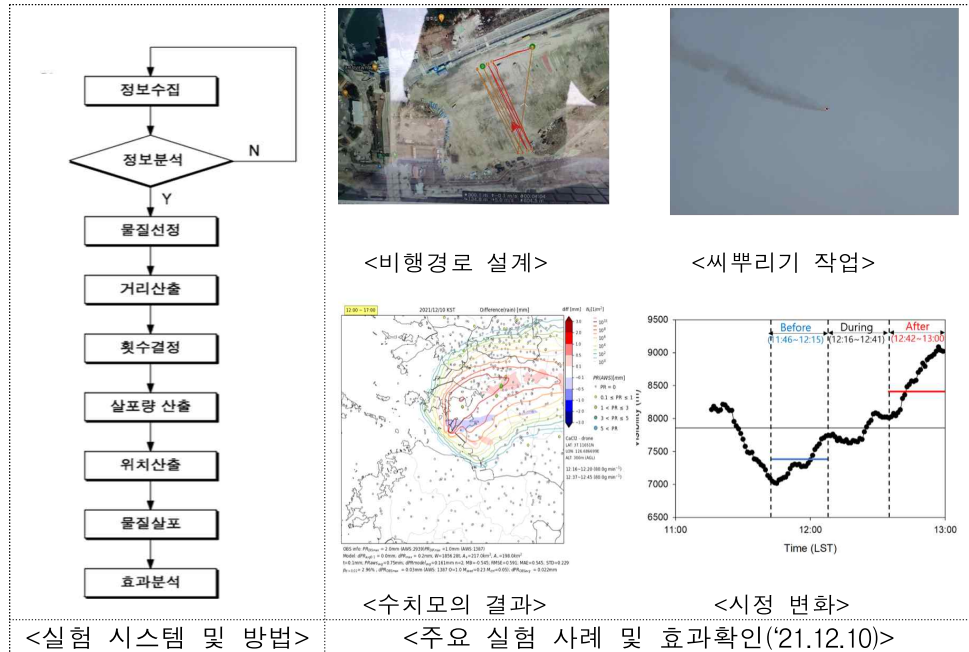
- 본 기상기술은 국유특허권이 등록된 것으로서, 「공무원 직무발명의 처분·관리 및 보상 등에 관한 규정」에서 정하는 바에 따라 국유특허권의 처분(전용실시권의 설정 또는 통상실시권의 허락 등)을 할 수 있음

기상기술 설명서																						
기술명	인공증우량 산출 방법	사업명	관측기술 지원 및 활용 연구 (기상항공기 활용기술 개발 연구)																			
기상기술 소관부서 (담당자)	기상응용연구부 (노용훈, 장기호/ 064-780-6676)	주관 연구기관명 (사업기간)	국립기상과학원 (자체/'20.1.1.~'20.12.31.)																			
개요 (기술 요약)	○ 본 기술은 인공강우 실험 목표지역에서 실험 영향에 의한 증우량을 산출할 수 있는 방법으로 수치모의와 관측자료를 이용하여 시딩 영향 지역과 비영향 지역을 구분한 후, 두 영역의 물리적 특성을 비교하여 실험으로 확보 가능한 수자원량을 산출하는 기법임																					
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용(총인공강우량 산출 알고리즘) - 단계1: 분석시간(수치모의에서 조직화된 인공증우 발생시간) 결정 - 단계2: 시딩영향지역 결정(주요 증우모의 지역 중 레이더 강수변화 가장 큰 지역 중심으로 결정) - 단계3: 비영향지역 결정(풍상측 또는 시딩영향영역과 유사한 기상 조건의 강수시스템 분포 지역) - 단계4: 인공증우량 결정(시딩영향/비영향 지역내 AWS 강수량 차) - 단계5: 총인공강수량(톤) 결정(강수면적×증우량×강수밀도) $\text{인공증우량} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \text{영향지역 AWS 강수량}_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \text{비영향지역 AWS 강수량}_i$ ※ 선진국은 목표지역/대조지역의 장기간(5년 이상) 강수량 비교를 통해 효과 검증. ※ 우리나라는 짧은 기간 동안 기술 확충을 위해 사례별 산정방법을 개발하여 효과 검증하였으며 장기간 실험 및 통계적 검증 필요 영향시간(주요증우 모의시간) 1) 영향/비영향 지역 결정(2,500km²) 영향시간(주요증우 모의시간) 2) 영향/비영향 지역 분석우량계 결정 증우량 산정 <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th><th colspan="3">영향시간(13:00~18:00)</th></tr> <tr> <th>영향지역</th><th>비영향지역</th><th>영향-비영향</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>최대 (mm)</td><td>24.0</td><td>8.5</td><td>15.5 (+)</td></tr> <tr> <td>평균 (mm)</td><td>7.2</td><td>3.9</td><td>3.3 (+)</td></tr> <tr> <td>표준편차(mm)</td><td>4.65</td><td>1.26</td><td>-</td></tr> </tbody> </table> 3) 증우량 산정(영향지역강우-비영향지역강우) 【 인공증우량 산정 예시(색: 증우지역, 원: AWS 강수량) 】 ○ 운영에 필요한 사항(SW) - 인공강우 수치모델 시뮬레이션 결과				영향시간(13:00~18:00)			영향지역	비영향지역	영향-비영향	최대 (mm)	24.0	8.5	15.5 (+)	평균 (mm)	7.2	3.9	3.3 (+)	표준편차(mm)	4.65	1.26	-
	영향시간(13:00~18:00)																					
	영향지역	비영향지역	영향-비영향																			
최대 (mm)	24.0	8.5	15.5 (+)																			
평균 (mm)	7.2	3.9	3.3 (+)																			
표준편차(mm)	4.65	1.26	-																			

	- 강우 자료(지상, 레이더) - 총인공강우량 산출 알고리즘(코드) ○ 활용 범위 - 본 기술은 상시·연속 다중항공기를 이용한 인공강우 실험을 통해 확보할 수 있는 증우량을 추정하여 실험 목적별 효과 여부를 검증할 수 있음. 특히, 산불예방 중심의 인공강우 실험에 대해 산림연료습도 및 토양 수분 증가에 기여로 효과 검증 가능 ○ 과학적 타당성 근거 - (SCI논문) “Estimation of enhanced precipitation for cloud seeding” (Adv. Met, ‘23.7) - (특허) “총 인공증우량 산정방법”, 한국(‘21.11), 미국(‘23.10), 일본(‘24.3) - (기술이전) 씨니항공(주)에 기술이전(기술료 지급조건, ‘23.8) - (정책성과) 국무조정실 도전과제*로 정부업무평가 등급 상향에 기여 * 자연강수와 인공강수 혼재시 증우량 산정기술 개발(‘21년 주요정책과제)
기상기술에 대한 지식재산권 현황	○ 국유 특허 등록 - 명칭: 비시딩영역 대비 시딩영향영역의 총 인공강수량 산출방법 - 등록번호/등록일자/특허권자: 10-2327194/2021.11.10./국립기상과학원장
이전 시 고려 사항	○ 본 기상기술은 국유특허권이 등록된 것으로서, 「공무원 직무발명의 처분·관리 및 보상 등에 관한 규정」에서 정하는 바에 따라 국유특허권의 처분(전용실시권의 설정 또는 통상실시권의 허락 등)을 할 수 있음

기상기술 설명서			
기술명	안개저감을 위한 무인기 활용기반의 물질살포 시스템과 방법	사업명	무인기 기반의 인공강우 자동시딩 실험 및 활용 기술 개발(1/3)
기상기술 소관부서 (담당자)	기상응용연구부 (차주완, 구해정/ 064-780-6668)	주관 연구기관명 (사업비/사업기간)	(주)디지키 (150백만원/ '23.3.1.~12.15.)
개요 (기술 요약)	무인기를 활용한 안개 대상 구름 씨뿌리기 방법 및 실험 효과 증대 기술을 제시		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 - 드론을 활용하여 안개발생시 목표지역(도로, 활주로, 해상대교 등)을 대상으로 안개 발생지역에 구름씨(인공강우 물질)를 살포하여 시정을 지속적으로 개선하는 방법에 관한 기술임 - 기존 안개저감 물질 살포기술의 단점(안개가 발생한 목표지역에 순간적으로 시정 악화 발생 가능)을 극복하기 위한 기술로써, 안개발생 지역에 무인기로 구름씨뿌리기를 선제적으로 수행하여 시정개선 목표지역에 개선된 안개가 도달되게 유도하는 기술임 <주요 개념도> ○ 운영에 필요한 사항(HW, SW) - 시정개선에 관한 사전 구름씨뿌리기 수치모의 및 시정관측 필요 - 드론 본체(회전익)에 연소탄의 열기에 의한 영향이 없도록 최대한 고려하여 랜딩프레임에 고정대장치 및 원격수신점화기를 부착함 - 안개 시 실험지역과 목표지역의 거리산출과 안개지속시간을 고려한 드론운영 횟수를 결정함 - 안개 특성(시정조건, 기온조건)에 따른 연소탄 종류 및 살포량 결정하고, 드론 비행고도 및 구름씨뿌리기 수평거리를 산출하여 안개저감 실험 수행 - 우적계, 시정계, 연직강우레이더 등 구름물리 검증관측 자료 중 어느 하나를 활용하여 시정 개선 및 안개 입자의 특성을 분석함		

- 안개 저감효과 검증은 수치모의 결과에 대응하는 구름씨 물질의 확산 범위에서 각 장비 중 어느 하나의 변화가 있는 경우에 판단
- 무인기 활용 실험 절차와 실험 실시 결과 예
: 염화칼슘을 활용한 드론 실험사례('21.12.10., 경기 화성시 궁평항 대상)에서 드론 활용 물질살포 시스템을 이용한 실험에서 수치모의 및 시정 개선효과 확인



<실험 시스템 및 방법>

<주요 실험 사례 및 효과확인('21.12.10)>

※ 실험 설계: 실험 조건(시정, 안개발생 범위, 기온, 확산방향, 실험물질과 양)에 따라 드론 자동비행경로 설정 및 구름씨뿌리기 작업 진행 및 지상 구름 물리관측 지점이 최종 결정됨

○ 활용 범위

- 기존 인공강우용 지상연소 시스템 한계점 보완 및 항공기 접근이 어려운 지역에도 폭넓게 활용 가능
- 향후, 기상조절용 실험 드론 활용 가능 대수 증가 시 안개뿐 아니라 산불예방 목적으로 넓은 범위와 다양한 고도에서 활용성이 확대될 것으로 판단

기상기술에 대한
지식재산권 현황

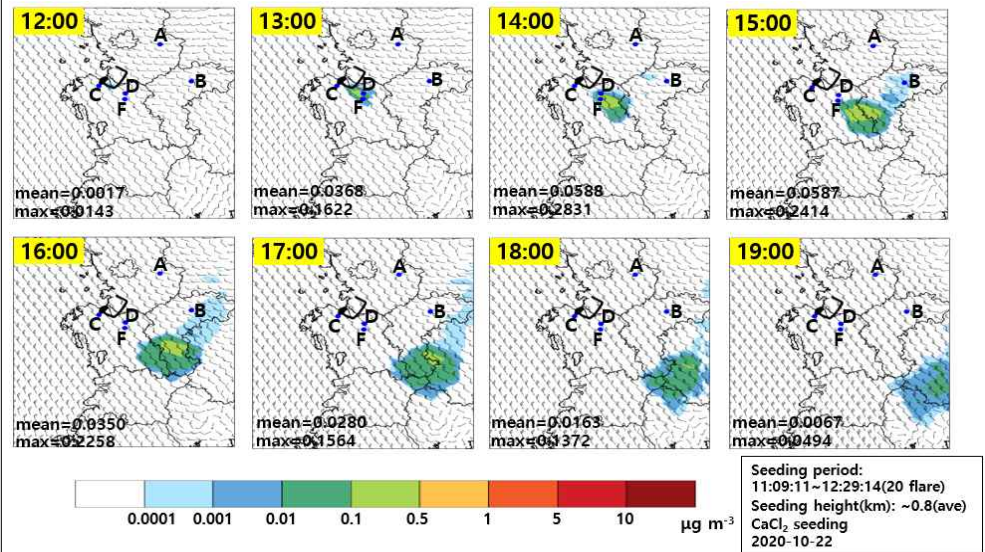
- 특허등록 제10-2544844호(2023.6.14., 기상청 국립기상과학원장)
※ 논문: 기상조절 실험용 드론의 설계·제작과 활용에 관한 연구('24.2, 대기지)

이전 시
고려 사항

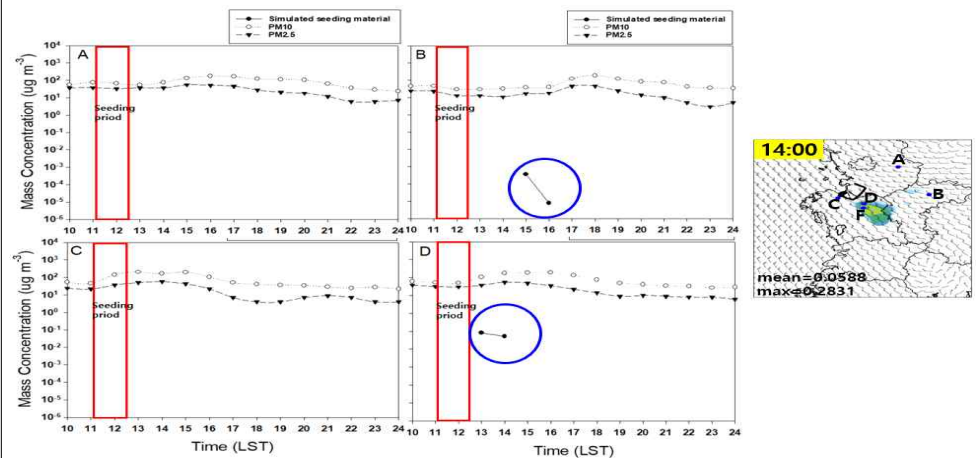
- 본 기상기술은 국유특허권이 등록된 것으로서, 「공무원 직무발명의 처분·관리 및 보상 등에 관한 규정」에서 정하는 바에 따라 국가직무발명 특허권의 처분(통상실시권 허락 또는 전용실시권의 설정 등)을 할 수 있음

210mm×297mm[신문용지 54g/m²]

기상기술 설명서			
기술명	흡습성 시딩물질이 지상 에어로졸 농도에 미치는 영향 분석 방법	사업명	기상업무지원기술개발연구 - 기상조절 및 구름물리 기술 개발 연구
기상기술 소관부서 (담당자)	국립기상과학원 기상응용연구부 (채상희/064-780-6678)	주관 연구기관명 (사업기간)	국립기상과학원 (‘21.1.1.~12.31.)
개요 (기술 요약)	인공강우 수치모델의 결과물 중 시딩물질의 수농도를 활용하여 질량농도화하여 관측된 에어로졸 질량농도와 비교 분석을 통한 빠른 인공강우 안정성 분석 결과 산출		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 분석 방법은 다음과 같다. ① 흡습성 시딩물질(염화칼슘, 염화나트륨 등)의 살포를 통한 구름씨뿌리기 항공 실험의 기상장, 시딩살포[시딩시간, 시딩율, 살포 위치(격자정보)] 등의 정보를 구름씨뿌리기 수치 모델에 입력하여 수치모델을 통한 수치모의를 수행 ② 수치모의 결과에 기초하여 지상에서의 흡습성 시딩물질의 수농도값을 활용하여서 환산식을 이용한 시딩물질의 질량농도를 산출 -흡습성 시딩물질의 수농도 단위(공기 1kg당 개수->m³당 개수)로 환산 (공기의 밀도를 곱하여 산출) -흡습성 시딩물질 입자 1개의 평균 직경(D_n) 산출 $D_n = \frac{\sum(n_i \cdot D_i)}{\sum n_i}$ 염화칼슘 연소탄의 평균 직경 약 0.27μm n: 입자의 개수, D: 직경, i= mode1, mode2 -입자 1개의 평균 부피(V) 산출 $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ 염화칼슘 연소탄 입자1개의 부피 약 2.460x10⁻²¹ m³ r: d_n/2 -입자 1개의 질량(M) 산출 $M = \rho \cdot V$ 염화칼슘 연소탄 입자1개의 질량 약 5.289x10⁻⁹ μg 염화칼슘 연소탄 밀도 = 2150 kg m⁻³ -흡습성 시딩물질의 질량농도 산출 1시간 평균 질량농도(μg m⁻³)= 1시간 평균 지상 시딩물질의 수농도(# m⁻³)×입자 1개의 질량(μg) ③ 관측된 에어로졸의 질량 농도와 비교 분석 -지상에 도달한 시딩물질의 질량농도 분포(예시)		



-지상에 도달한 시딩물질의 질량농도와 미세먼지 농도(관측) 비교



④흡습성 시딩물질이 에어로졸 질량농도에 미치는 기여도를 산출

○ 운영에 필요한 사항(HW, SW)

(HW) 모델 구동 및 소스프로그램을 수행할 서버 필요

(SW) 포트란

○ 활용 범위

- 흡습성 물질을 이용한 인공강우 실험이 지상 에어로졸 농도에 미치는 영향 분석 검증
- 실험물질의 환경 영향 분석에 활용

기상기술에 대한
지식재산권 현황

○ 국가직무발명특허권 등록번호: 제10-2663384호(2024.04.30.)

- 명칭: 구름씨 뿌리기 항공 실험을 통해 살포된 흡습성 시딩 물질이 지상 에어로졸 농도에 미치는 영향 분석 방법
- 소유권: 기상청 국립기상과학원

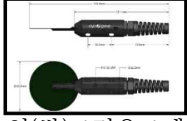
이전 시
고려 사항

○ 본 기상기술은 국유특허권이 등록된 것으로서, 「공무원 직무발명의 처분·관리 및 보상 등에 관한 규정」에서 정하는 바에 따라 국유특허권의 처분(전용실시권의 설정 또는 통상실시권의 허락 등)을 할 수 있음

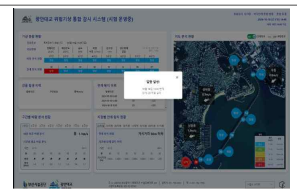
기상기술 설명서									
기술명	구름씨뿌리기 효과 확인을 위한 인공강우 성분 분석 방법 및 시스템	사업명	상시·연속 실험을 위한 인공강우 운영기술 개발 및 관측·수치모의 자료를 이용한 효과분석 연구						
기상기술 소관부서 (담당자)	기상응용연구부 (장기호, 구해정/ 064-780-6668)	주관 연구기관명 (사업기간)	국립기상과학원 ('21.~'23.)						
개요 (기술 요약)	최근 3년간('21~'23년)의 인공강우 주요(항공)실험을 통해 확인된 강수화학 성분 분석을 활용한 인공강우 효과 직접검증 기술을 제시								
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 - 인공강우 실험가능 지역 사전 검토 및 수치적 방법을 통해 영향*지역/ 비영향**지역을 정의하고, 실험에 따른 인공강우 주요화학성분의 검출 또는 시간별 농도변화 여부를 분석하여 수치적, 구름물리 검증관측요소들과의 일치성을 상호 분석함으로써 인공강우 효과를 직접적 검증 방법을 제안하는 기술임 *영향지역: 구름씨 물질 확산반응에 따른 강수변화 영향지역 **비영향지역: 구름씨 물질 확산반응에 따른 강수변화 영향을 받지 않는 지역(대조군) - 실험 전 사전 설계, 실험일, 실험 후 분석 체계 과정을 통해 강수채수기 최적 설치방안, 실험 전·후 강수 수집과 분석과정을 거쳐 인공강우 주요성분 분석(이온, 중금속 성분) 변화 여부를 확인하여 효과를 판단함 <주요 절차> <table><tr><th>실험 전 (D-7~D-1)</th><th>실험일 (D)</th><th>실험 후 (D~D+30)</th></tr><tr><td> - 기상자료 수집, 실험지역 가능성 및 실험물질 종류 선정 - 시딩-비시딩 수치모의를 이용한 강수 변화량 계산 및 영향/비영향 지역 사전 예측 - 이동형 자동강수 샘플러 설치를 위한 최적 지점 선정 </td><td> ⇒ - 강수 영향 최대효과 시간 및 지점에 강수 샘플러 설치 1시간 간격(조정가능) 자동 수집 시간 세팅 및 작동 - 구름씨 뿌리기 수행 </td><td> ⇒ - 강수샘플 수거 - 전문 화학성분 분석기관 샘플 전달(채수 기록부 포함) - 강수 화학성분 상세 분석 및 갱신된 재분석 자료를 이용한 시딩-비시딩 수치 재모의 결과 상호 일치성 비교 - 효과 검증 판단 </td></tr></table>			실험 전 (D-7~D-1)	실험일 (D)	실험 후 (D~D+30)	- 기상자료 수집, 실험지역 가능성 및 실험물질 종류 선정 - 시딩-비시딩 수치모의를 이용한 강수 변화량 계산 및 영향/비영향 지역 사전 예측 - 이동형 자동강수 샘플러 설치를 위한 최적 지점 선정	⇒ - 강수 영향 최대효과 시간 및 지점에 강수 샘플러 설치 1시간 간격(조정가능) 자동 수집 시간 세팅 및 작동 - 구름씨 뿌리기 수행	⇒ - 강수샘플 수거 - 전문 화학성분 분석기관 샘플 전달(채수 기록부 포함) - 강수 화학성분 상세 분석 및 갱신된 재분석 자료를 이용한 시딩-비시딩 수치 재모의 결과 상호 일치성 비교 - 효과 검증 판단
	실험 전 (D-7~D-1)	실험일 (D)	실험 후 (D~D+30)						
- 기상자료 수집, 실험지역 가능성 및 실험물질 종류 선정 - 시딩-비시딩 수치모의를 이용한 강수 변화량 계산 및 영향/비영향 지역 사전 예측 - 이동형 자동강수 샘플러 설치를 위한 최적 지점 선정	⇒ - 강수 영향 최대효과 시간 및 지점에 강수 샘플러 설치 1시간 간격(조정가능) 자동 수집 시간 세팅 및 작동 - 구름씨 뿌리기 수행	⇒ - 강수샘플 수거 - 전문 화학성분 분석기관 샘플 전달(채수 기록부 포함) - 강수 화학성분 상세 분석 및 갱신된 재분석 자료를 이용한 시딩-비시딩 수치 재모의 결과 상호 일치성 비교 - 효과 검증 판단							
※ 각 절차별 운영 매뉴얼 일체는 기술이전 실행 시 전수									
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 운영에 필요한 사항(HW, SW) - 실험전 수치모의를 활용한 구름조건별 실험 영향/비영향 범위 산출 - 시딩물질의 영향범위를 고려하여 시딩 물질이 확산의 영향이 큰 주요 지역인 제1지역 및 시딩물질이 확산의 영향이 적은 제2지역을 선정, 설치 - 실험에 따른 실험 전·후 시간대별 강수채수 수행, 수거, 임시보관 ※ 이동식 자동강수 채수기 1기준: 6개 샘플, 샘플 한 개 당 1~2시간 등 시간조정 가능 - 채수지점의 강수화학성분 시간별, 성분별 분석(전문기관분석 후 상세분석) - 지점별 인공강우 주요성분 검출여부와 변화확인, 수치실험 결과 등과의 일치성 분석하여 실험 효과를 최종 판단함								

	시작 시딩물질확산 및 영향범위 확인 (반응시간, 확산속도, 이동범위) 주요 효과/비 효과지역 선정 주요 효과지역/비 효과 지역 시딩전 · 후 시간대별 강수채수 (시딩 전 약 2시간, 시딩 후 4시간) 시딩물질 주요성분에 따른 강수화학성분분석 방법 채택 빙정핵 시딩물질 (AgI) 응결핵 시딩물질 (CaCl₂) 중금속성분 분석 (질량분석법) 수용성 이온성분 분석 (이온분석법) 시딩전 · 후 Ag 검출 여부 및 질량변화 분석 시딩전 · 후 이온성분 농도변화(Ca²⁺) 분석 주요 효과/비 효과지역 주요성분변화 여부 확인 인공강우 효과 확인 여부 판단(직접 검증 확인) 종료 바람 ● A 비 효과지역 (풍상측) ○ B 비 효과지역 (풍하측) 시딩경로, 시딩량 시딩 물질 인공강우 주요 효과지역 <인공강우 화학성분분석 절차> <실험 영향/비영향 지역 선정 예>	(직접검증) 실험 후 강수영향 예측지역의 강수샘플에 대한 실험물질 증가 예시 : 염화나트륨+염화칼슘 씨뿌리기('22.10.4.) 후 수치모의 영향지역 강수에서 실험 물질의 주요성분(Ca²⁺, Na⁺, Cl⁻)의 유의미한 증가 확인 14:00~20:00 2022-10-04 ◀ 양상불모일(50mm) ▶ * 10분 간격 시딩시작 시간 지점 영향지역 북강릉 울진 비영향 지역 Na⁺ concentration (μeq L⁻¹) Ca²⁺ concentration (μeq L⁻¹) Cl⁻ concentration (μeq L⁻¹) 시딩 대안형 비영향 Time (LST) <수치모의 증우량> <인공강우 주요성분 특성> 【 인공강우 주요성분 증가 사례('22.10.4., 북강릉 지점에 주영향) 】 ○ 활용 범위 - 인공강우 실험 효과를 직접적으로 확인(인공강우 주요성분의 화학적 검출 여부 및 변화분석) - 인공강우 실험 안전성 검증에 활용
기상기술에 대한 지식재산권 현황	○ 특허등록 제10-2628541호(2024.1.19., 기상청 국립기상과학원장)	
이전 시 고려 사항	○ 본 기상기술은 국유특허권이 등록된 것으로서, 「공무원 직무발명의 처분·관리 및 보상 등에 관한 규정」에서 정하는 바에 따라 국가직무발명 특허권의 처분(통상실시권 허락 또는 전용실시권의 설정 등)을 할 수 있음	

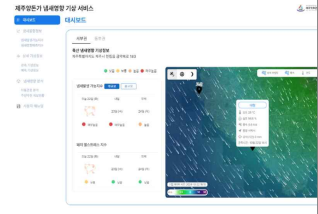
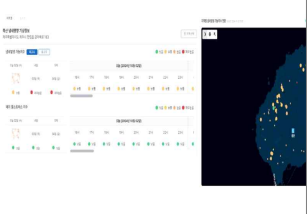
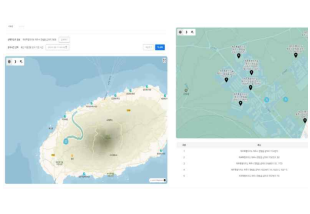
기상기술 설명서			
기술명	농업서리 자동관측 알고리즘	사업명	기상업무지원기술개발연구 - 생명기상 및 농림기상 기술 개발(의 일부)
기상기술 소관부서 (담당자)	국립기상과학원 기상응용연구부 (김규량, 고명수/ 064-780-6661)	주관 연구기관명 (사업기간)	국립기상과학원 (‘22.~’23.)
개요 (기술 요약)	농작물 서리를 자동으로 관측하기 위해 개발된 특허 알고리즘과 이를 구현하기 위한 관측 센서 구성 및 데이터로거 프로그램		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 농작물 표면을 대상으로 하는 농업서리를 자동으로 관측하는 하드웨어 및 소프트웨어 기술이다. 관측 기기는 유전성 엽면습윤센서와 적외선 표면온도 센서로 구성되어 있다. 관측 방법은 다음과 같다. ①엽면습윤센서의 전압과 표면온도를 관측한다. ②건조 상태의 전압값을 자동으로 판단하여 저장한다. ③건조 전압값과 경험값을 이용하여 서리 및 이슬 발생 시작 전압값을 결정한다. ④표면온도와 전압값을 이용하여 서리 또는 이슬 발생을 판단한다. 이 기술을 이용하여 엽면습윤센서 표면의 물상태(건조-서리-이슬)를 1분 간격으로 관측하고 저장할 수 있다(아래 그림). ▪ 국내특허(10-2623119, 2024) ▪ 지점별 최저 습도와 센서 표면 오염을 고려하는 표면 수분상태 분류 알고리즘 → 물 상태 판단 ※ 0: dry 건조, 1: wet 이슬, 2: ice 서리의 3종으로 분류 TS (Surface temp) = LWS 표면온도(°C) DTS (Dry threshold, empirical value) = $LDI^* + 7mV$ ※ 21년 11월부터 22년 5월까지 AAFOS 8개 지점들의 사례분석을 통한 경험적 도출 WTS (Wet threshold, empirical value) = $DTS + 10mV$ <pre> graph TD A([LWS voltage value (mV)]) --> B{mV > DTS} B -- NO --> C([dry]) B -- YES --> D{TS < 0 °C} D -- YES --> E([ice]) D -- NO --> F{mV < WTS} F -- YES --> G([dry]) F -- NO --> H([wet]) </pre> *LDI(LWS Dry Index; 건조판단지수) 현재 시간(분) 기준, 과거 3일 동안의 이동 최소값(MM3) 또는 지난 3일간 건조 값이 없는 경우 과거 3일 동안의 MM3의 평균(MAM3)		

	○ 운영에 필요한 사항(HW/SW) (SW) 데이터로거 프로그래밍 및 모니터링 툴 등 (HW) 유전성 엽면습윤센서, 적외선 표면온도센서, 데이터로거   엽면습윤센서  적외선표면온도센서  잎(짚)표면온도계 
--	--

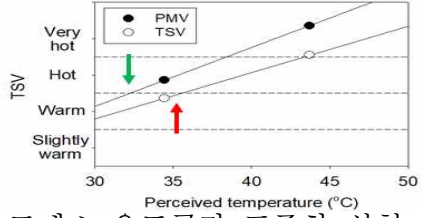
210mm×297mm[신문용지 54g/㎡]

기상기술 설명서			
기술명	광안대교 위험기상 통합감시 서비스	사업명	신기술을 활용한 해상교량 위험기상 통합감시 기술 고도화
기상기술 소관부서 (담당자/연락처)	부산지방기상청 기후서비스과 (김상현/ 051-718-0430)	주관 연구기관명 (사업기간)	컨트론포(주) (2024.3.14.~11.9)
개요 (기술 요약)	○ 관계기관 정보(기상자료, CCTV 등)를 활용한 해상교량 상세 기상정보(강 풍, 안개 등) 분석기술 개발로, 대형 해상교량 맞춤형 위험기상 탐지 및 알람서비스 제공		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용: 해상교량 맞춤형 상세 위험기상(강풍·바다안개) 정보 생산 ① (강풍정보) 고해상도 격자자료(500m)와 관측자료를 분석하여 광안대교 특성(해상, 고도 55m)을 반영한 상세 바람정보 생산 알고리즘 개발 - (입력자료) 기상청 고해상도 격자자료* 및 광안대교 관측자료*6개 지점 * 수집변수: 10분 평균 풍향·풍속, 기온, 상대습도, 해면기압, 강수량 등 7개 요소 ** 부산시설공단 풍향풍속계(3기), 연구용 통합기상관측센서(3기) 추가 설치('23.8.) - (교량특성) 해상정보 반영, 고도 보정(55m, 설계풍속식 적용) - (기계학습) 성능 평가 결과가 우수한 랜덤포레스트(RF) 분류모델 적용 - (알고리즘) 광안대교 바람 특성 분석에 따라 2개 알고리즘 개발 및 적용 - (정확도향상) 학습데이터 이상치 제거(LOF), K-Fold 교차검증법 적용 ② (안개정보) CCTV 영상기반 AI 바다안개 탐지 및 가시거리 산출 기술 적용 ※ 특허등록('23.11./부산(청)): 영상기반 안개영역 검출 및 가시거리 산출 기술 ③ (서비스) 교량 위험기상 대응체제 기준*에 따른 위험기상 감시 정보 제공 * 부산시설공단 광안대교 위험기상 대응체제(5단계): 정상-관심-주의-경계-심각 - (알림정보) 위험기상 발생 팝업 알람 - (강풍) 광안대교 구역별(8구역), 단계별(5단계) 강풍 발생 정보 등 - (안개) 광안대교 CCTV(8지점) 영상기반 바다안개 탐지 알람 및 가시 거리 정보 제공 - (관리자기능) 알람기능 설정, CCTV 지점별 기준선 적용, 과거 자료 불러오기 등 - (기타) 위험기상 발생 통계자료 제공, 기상 종합상황, 위험기상 발생 이력 등		
   광안대교 위험기상 통합감시 서비스(메인/안개탐지/팝업 알람)			

	○ 운영에 필요한 사항(HW,SW) ① OS: Ubuntu Linux 22.04 LTS 또는 그 이상 버전 ② HW <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th><th>사양</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CPU</td><td>Xeon CPU E3-1230 / 3.5GHz /4core</td></tr> <tr> <td>MEMORY</td><td>32GB</td></tr> <tr> <td>Disk 용량</td><td>1TB</td></tr> <tr> <td>기타 사항</td><td>DB, WEB/WAS 서버 일체형</td></tr> </tbody> </table> ③ SW: - nginx 1.26.3 또는 그 이상 버전 - Python 3.10 또는 그 이상 버전 - PyTorch 1.11.0 - MMCV 1.5.3 - OpenCV-python 4.6.0 - FFmpeg 7.0 또는 그 이상 버전 ○ 활용 범위 - 대형 해상교량의 위험기상 조기 탐지 및 재난 대응을 위한 정보 활용 - 협업용 CCTV를 활용한 바다안개 탐지 및 고해상도 기상정보 생산	구분	사양	CPU	Xeon CPU E3-1230 / 3.5GHz /4core	MEMORY	32GB	Disk 용량	1TB	기타 사항	DB, WEB/WAS 서버 일체형
구분	사양										
CPU	Xeon CPU E3-1230 / 3.5GHz /4core										
MEMORY	32GB										
Disk 용량	1TB										
기타 사항	DB, WEB/WAS 서버 일체형										
기상기술에 대한 지식재산권 현황	○ 국기관의 특허(제10-2599330호) - 등록명: 영상 기반 안개영역 검출 및 가시거리 산출 시스템										
이전 시 고려 사항	○ 본 기상기술은 국유특허권이 등록된 것으로서, 「공무원 직무발명의 처분·관리 및 보상 등에 관한 규정」에서 정하는 바에 따라 국유특허권의 처분(통상실시권 허락 또는 전용실시권의 설정 등)을 할 수 있음										

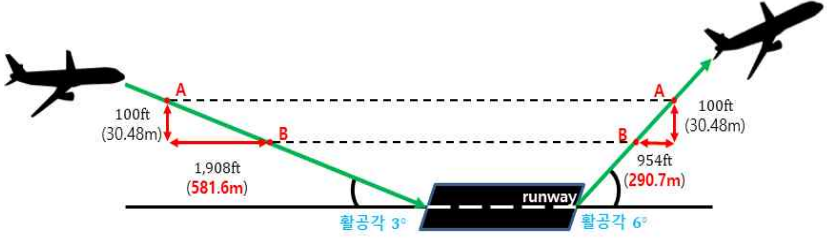
기상기술 설명서			
기술명	제주도 양돈가 냄새 영향 예측 기상서비스	사업명	제주도 양돈가 냄새 영향 예측 기상서비스 고도화
기상기술 소관부서 (담당자)	제주지방기상청 기후서비스과 (최지희/064-909-3945)	주관 연구기관명 (사업비/사업기간)	(주)에어텍 (112.5백만원/2024.3.18.~2024.11.13.)
개요 (기술 요약)	○ 제주도 지역별(양돈농가 264지점) 냄새영향(발생지수, 확산지수, 돼지 열스트레스지수 등) 냄새융합정보를 예측하여 제공		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 ① 제주지역 축산분야(양돈) 최신 악취자료 분석 및 입력 - (지점) 양돈 농가 264개소 돈사별(사육두수, 규모) 데이터 수집 - (입력자료) 기온, 상대습도, 기압, 풍향, 풍속 고해상도 격자데이터 - (산출방법) 돈사 규모 및 축종비율 고려 암모니아 배출계수 적용 ② 축산냄새 확산 모델링 고도화 설계 및 적용 - 냄새 발생 가능지수 개선을 위한 기계학습 모델 이용 개선 및 검증 - 다양한 공간 범위 및 해상도 설정으로 모델 구동 시간 적합성 검증 1단계 UM-LDAPS를 Binary 파일로 변환 및 등압면 단일면 데이터 추출 ➡ 2단계 추출된 데이터를 CALMET의 입력자료로 변환 ➡ CALMET 실행 3단계 CALMET 기상장을 CALPUFF의 입력자료로 사용 ➡ CALPUFF 실행 4단계 CALPUFF 결과물을 CALPOST로 후처리 - (검증결과) 냄새확산 영향지수 경향성 예측 우수(86.5%) ③ 제주 양돈가 냄새 영향 예측 기상서비스 제공 - (주요기능) 각 지점의 냄새영향지수(발생, 확산지수 등) 고해상도 격자데이터 활용 기상 관측 및 예측 기상 정보 제공 축산 냄새 이동경로 및 주민악취 제보현황 제공 메인화면(PC)  돼지열스트레스 지수  지점별 기상정보 		

기상기술 설명서			
기술명	한국인 인지온도 기반 온열·한랭 스트레스 수준	사업명	생명기상기술개발
기상기술 소관부서 (담당자/연락처)	국립기상과학원 기상응용연구부 (김규량/064-780-6661)	주관 연구기관명 (사업비/사업기간)	4억원/ 국립기상과학원 기상응용연구부 (2017~2024)
개요 (기술 요약)	인공기후실을 이용하여 한국인의 온열·한랭 스트레스를 설문조사하고, 인지온도(℃)로 표준화함		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 - 독일기상청이 개발한 인지온도<그림1> 산출 소스코드 - 기상청 현업모델 자료를 이용하여 인지온도를 산출하기 위한 특허기술 - 인공기후실을 이용하여 한국인의 온열·한랭 스트레스를 설문조사하고 그 결과를 바탕으로 한국인의 온열·한랭 스트레스 온도구간을 인지온도로 표준화하기 위한 특허기술<그림2> - 한국인의 온열 및 한랭 스트레스 구간별 인지온도(℃) (9단계 구간: 매우추움-추움-약간추움-약간서늘함-춡지도덥지도않음-약간따뜻함-약간더움-더움-매우더움) - 야외 설문조사 통한 인지온도 기반 온열·한랭 스트레스 수준 구간의 검증 결과 Internal heat production $M - W = (C + R + E_{skin}) + (C_{res} + E_{res}) + S_{skin} + S_{core}$ Metabolic rate of body Mechanical work Loss of sensible heat by convection (C) and radiation (R) Heat exchange from the skin Evaporative heat loss Heat exchange from the respiration Loss of sensible heat Loss of latent heat Heat storage in the skin Heat storage in the core (ASHRAE, 2001) The thermal environment <그림 1. 인지온도 모델의 구조>		

	Exercise → Thermal Sensation Votes  <table border="1" data-bbox="718 219 869 425"> <thead> <tr> <th>Scale</th> <th>Thermal sensation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>-</td></tr> <tr><td>4</td><td>Very hot</td></tr> <tr><td>3</td><td>Hot</td></tr> <tr><td>2</td><td>Warm</td></tr> <tr><td>1</td><td>Slightly warm</td></tr> <tr><td>0</td><td>Neutral</td></tr> <tr><td>-1</td><td>Slightly cool</td></tr> <tr><td>-2</td><td>Cool</td></tr> <tr><td>-3</td><td>Cold</td></tr> <tr><td>-4</td><td>Very cold</td></tr> </tbody> </table> ■ The relationship between the PT and the TSV  <그림 2. 한국인의 온열·한랭 스트레스 온도구간 표준화 실험> ○ 운영에 필요한 사항(HW,SW) - 사용언어: 포트란, 파이썬, R - 원하는 지점의 기온, 습도, 풍속, 일사(또는 운량) 관측자료 또는 (기상청 등) 수치모델 저장파일에서 추출한 기상자료 ○ 활용 범위 - 온열·한랭 스트레스 수준의 종합적(기온-습도-풍속-일사를 종합화한) 평가 - 온열·한랭 스트레스에 의한 사망률 등 보건영향 평가 - 위치정보를 이용한 인지온도와 개인별 온열·한랭 스트레스 민감도를 결합하여 개인화된 야외활동 지수로 활용	Scale	Thermal sensation	5	-	4	Very hot	3	Hot	2	Warm	1	Slightly warm	0	Neutral	-1	Slightly cool	-2	Cool	-3	Cold	-4	Very cold
Scale	Thermal sensation																						
5	-																						
4	Very hot																						
3	Hot																						
2	Warm																						
1	Slightly warm																						
0	Neutral																						
-1	Slightly cool																						
-2	Cool																						
-3	Cold																						
-4	Very cold																						
기상기술에 대한 지식재산권 현황	○ 국지예보모델기반 일반유형과 활동등급에 따른 인지온도 산출 방법 및 시스템 (국가직무발명특허권 등록번호: 제10-1954796(2019.02.27.)) - 소유권: 국립기상과학원 ○ 인공기후실 열 스트레스 환경 실험 기반의 한국인 연령별 인지온도 열적 쾌적범위 설정 방법(국가직무발명특허권 등록번호: 제10-2209202(2021.01.25.)) - 소유권: 국립기상과학원																						
이전 시 고려 사항	○ 제공되는 9단계 구간은 온열·한랭 스트레스의 한국인 표준이므로, 추후 확장 또는 구간 조정은 담당자와의 논의를 거쳐 통일된 방법으로 수행되어야 함(중요) ○ 본 기상기술은 국유특허권이 등록된 것으로서, 「공무원 직무발명의 처분·관리 및 보상 등에 관한 규정」에서 정하는 바에 따라 국유특허권의 처분(전용실시권의 설정 또는 통상실시권의 허락 등)을 할 수 있음																						

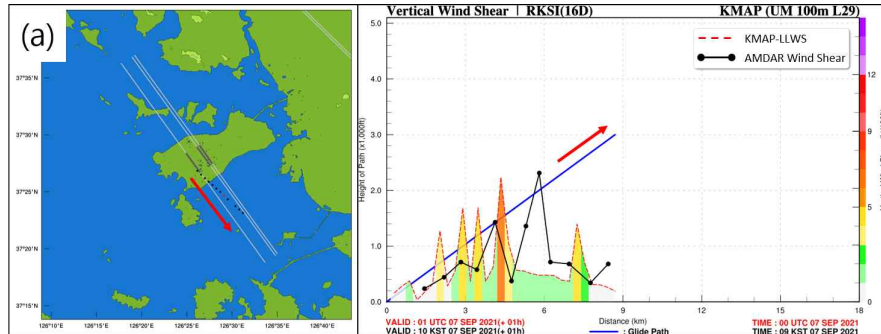
210mm×297mm[신문용지 54g/㎡]

기상기술 설명서

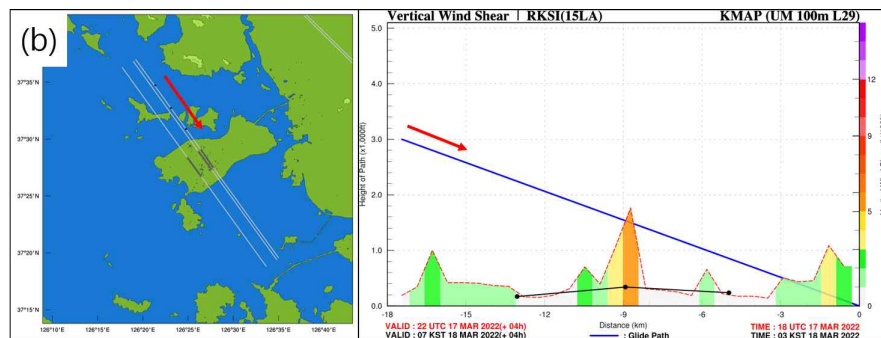
기술명	고해상도 예측모델을 이용한 항공기 이착륙 경로에서 저층 연직급변풍 예측 방법	사업명	수요자 맞춤형 기상정보 산출 기술개발
기상기술 소관부서 (담당자/연락처)	국립기상과학원 기상응용연구부 (석재혁/064-780-6681)	주관 연구기관명 (사업비/사업기간)	국립기상과학원 기상응용연구부 (2020~2022)
개요 (기술 요약)	고해상도 수치자료 기반으로 이착륙 경로에서의 저고도 연직 급변풍 예측을 위한 알고리즘을 개발함		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 ① 기술배경 - 국제민간항공기구(International Civil Aviation Organization, ICAO)에서는 2,000ft 이하에서 100ft 사이의 바람변화를 연직 급변풍 (Vertical Wind Shear)로 정의함 - 항공기의 직접적으로 영향을 받는 급변풍을 보다 현실적으로 탐지하기 위해서는 항공경로를 고려하여 이·착륙시 항공기 변위에 따라 산출하는 것이 바람직함 - 국내 공항에서는 착륙시 3°, 이륙시 6°의 활공각을 권고하며, 항공기가 100 ft 상승(하강)할 때, 약 290 m(581 m) 이동하므로 현실적인 급변풍 탐지 및 예측을 위해서는 수평해상도 300 m 이하의 고해상도 수치모델이 요구됨  ② 산출 방법 - 항공경로(이·착륙)를 고려한 급변풍 산출을 위해 고해상도(본 사업에서는 100m 해상도) 예측모델을 활용 - 공항의 이·착륙 경로를 따라 고도 100ft 단위로 예측 바람자료를 추출하고, 이를 활용하여 아래 식을 이용하여 산출 $Wind\ Shear = \sqrt{\left(\frac{u_A - u_B}{z_A - z_B}\right)^2 + \left(\frac{v_A - v_B}{z_A - z_B}\right)^2}$ * Wind Shear는 급변풍, u는 동→서 바람성분, v는 남→북 바람성분		

③ 산출 결과(인천공항 사례, AMDAR와 비교)

- (a) 2021년 9월 7일 10 KST(1시간 예측) 16 활주로 이륙사례



- (b) 2022년 3월 18일 07 KST(4시간 예측) 15L 활주로 착륙사례



○ 운영에 필요한 사항(HW, SW)

- (HW) 프로그램 구동 및 자료 저장을 위한 서버
- (SW) NCL(V6.2 이상), 공항 주변의 고해상도 예측모델 자료

○ 활용 범위

- 항공기 이·착륙시 안전운항 여부 예측 및 운항 스케줄 조정 등에 활용 가능

기상기술에 대한
지식재산권 현황

○ 국가직무발명특허권 등록번호: 제10-2339133호(2021.12.09.)

- 특허명: 항공기 이륙경로에서 저고도 윈드시어 예측방법
- 소유권: 국립기상과학원

이전 시
고려 사항

○ 제공되는 기술이 제대로 구현되기 위해서는 고해상도(최소 300m) 모델을 활용하는 것을 권고함

- 본 기상기술은 국유특허권이 등록된 것으로서, 「공무원 직무발명의 처분·관리 및 보상 등에 관한 규정」에서 정하는 바에 따라 국유특허권의 처분(통상실시권 허락 또는 전용실시권의 설정 등)을 할 수 있음

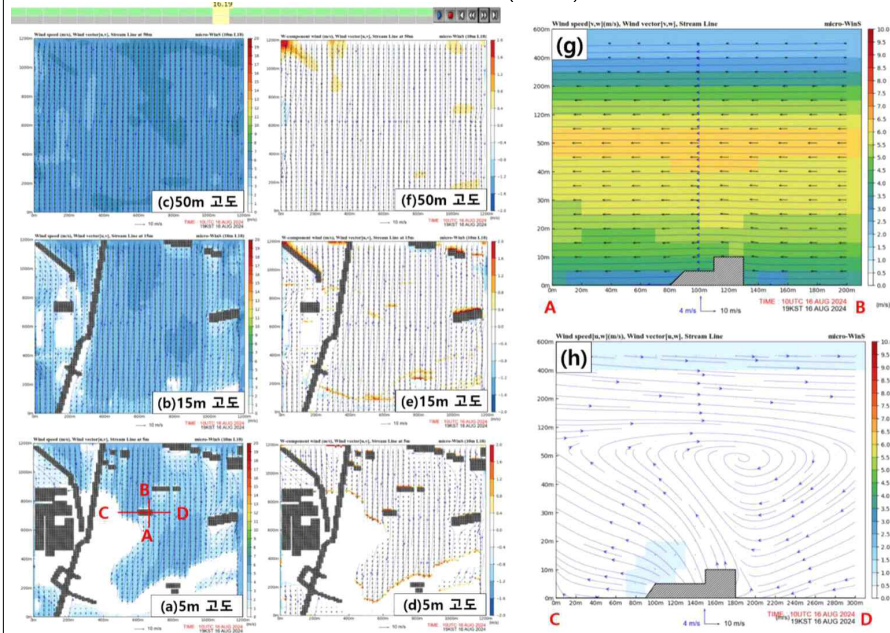
기상기술 설명서

기술명	기계학습을 이용한 제주공항 급변풍 사전징후 탐지 방법	사업명	수요자 맞춤형 기상정 보 산출 기술개발
기상기술 소관부서 (담당자/연락처)	국립기상과학원 기상응용연구부 (석재혁/064-780-6681)	주관 연구기관명 (사업비/사업기간)	국립기상과학원 기상응용연구부 (2022~2023)
개요 (기술 요약)	기상관측자료를 XGBoost(eXtreme Gradient Boost) 알고리즘으로 학습하고, 최대 6시간 이전의 급변풍 발생유무 예측하는 사전탐지 모델을 개발함		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 ① 기술배경 - 제주공항은 제주도 북쪽 해안가에 위치하며, 해발 1,950 m 높이의 한라산의 영향으로 남풍계열의 바람이 불어올 경우 한라산을 넘어오는 바람에 의해 물뿔현상이 발생하고, 한라산 좌우로 돌아오는 바람에 의해 Shear-line이 형성됨 - 제주공항의 객관적 급변풍 발생 예측을 위해 인공지능 기법인 XGBoost 알고리즘으로 학습한 사전탐지모델을 구축함 ② 모델개요 - 학습자료: AWS 4개소, WindProfiler 1개소, AMOS 4개소 - 학습변수: 풍향, 풍속, 기압, 급변풍 발생사례(시간) - 학습기간: 2021년~2022년 학습 ③ 구축방법 급변풍 사전징후탐지 알고리즘 개발 방법에 대한 흐름도 - 급변풍 발생사례와 1~6시간 과거 관측자료를 이용하여 학습데이터셋 구축 - 구축된 학습데이터셋을 XGBoost 알고리즘으로 학습 - 최대 6시간까지 시간별 급변풍 사전탐지 모델 구축(M1~M6) - 개별모델 성능을 가중평균하여 1시간 이후 확률예측정보 산출 ④ 확률예측 평가 및 사전탐지 산출 결과 - 확률예측 평가결과		

	* 녹색음영: 공항 급변풍 경보, 빨간색 실선: 확률예측 결과 - 사전탐지 산출 (예시) * 회색음영: 공항 급변풍 경보, 빨간색음영: 확률예측, 노란색음영: 개별예측 ○ 운영에 필요한 사항(HW, SW) - (HW) 프로그램 구동 및 자료 저장을 위한 서버 - (SW) SHELL script(bash), python(3.8 이상), 실시간 기상관측자료 ○ 활용 범위 - 공항 급변풍 예·경보 및 항공기 운항에 필요한 사전정보로 활용 - 급변풍 발생확률을 제공함으로써, 실무 종사자들의 의사결정에 기여
기상기술에 대한 지식재산권 현황	○ 국가직무발명특허권 출원중: 10-2025-0026820(2025.02.28) - 특허명: 기계학습을 이용한 공항 급변풍 사전징후 탐지 방법 - 소유권: 국립기상과학원
이전 시 고려 사항	○ 제공되는 기술의 원활한 구현을 위해 실시간 관측자료 확보가 필수적임 ○ 본 기상기술은 출원 중 직무발명으로, 「공무원 직무발명의 처분·관리 및 보상 등에 관한 규정」에서 정하는 바에 따라 국유특허권의 처분(통상실시권 허락 등)을 할 수 있음

기상기술 설명서			
기술명	미세규모 상세바람 진단모델 구축 및 상세기상 자료 생산 방법	사업명	수요자 맞춤형 기상정 보 산출 기술개발
기상기술 소관부서 (담당자/연락처)	국립기상과학원 기상응용연구부 (이동원/064-780-6683)	주관 연구기관명 (사업비/사업기간)	국립기상과학원 기상응용연구부 (2023~2024)
개요 (기술 요약)	도심항공교통(UAM)의 효율적이고 안정적인 운영을 위한 미세규모 상 세바람 진단모델 구축 및 상세기상 자료 생산 방법 체계를 개발함		
주요 기술내용 및 활용 범위	○ 주요 기술내용 ① UAM 실증노선의 버티포트 예정지를 중심으로 기존 모형을 개선 한 미세규모(10m 해상도) 상세바람 진단모델을 구축하고 실시간 상세기상 자료를 단기간에(수분 이내) 생산하는 기술 - 기본 운동 방정식으로부터 두 개의 유선함수 성분을 이용하여 와도 방정식 형태로 전환하여 유선함수 결정식을 얻고, u, v, w을 계산하 는 기술 ※ 참고문헌: Sievers, U., 1995: Verallgemeinerung der Stromfunktionsmethode, Meteorol. Zeitschrift. N.F. 4, 3-15. $u = \frac{\partial \Psi_2}{\partial z}; v = -\frac{\partial \Psi_1}{\partial z}; w = \left(\frac{\partial \Psi_1}{\partial y} - \frac{\partial \Psi_2}{\partial x} \right)$ ② 자료 산출 구조는 크게 4단계(입력단, 2차원화, 3차원화, 출력단)으로 이뤄져 있으며, 입력단에서 연직 프로파일 값(관측 또는 예측)을 이용하여 시뮬레이션 영역의 구조물에 따른 상세 바람자료가 생산 되는 기술 ③ 구조물 정보는 모델 해상도에 따라 전처리된 건물정보, 지형고도, 지 면거칠기와 같은 다양한 공간정보가 입력되는 기술 - 모의영역에 대한 공간정보 (예시) 건물 및 도로 거칠기 지형고도		

④ 미세규모(10m 해상도) 상세바람 진단모델에서 산출된 바람장
- 고도별 바람분포 및 연직단면도 (예시)



○ 운영에 필요한 사항(HW, SW)

- (HW) 모델 구동 및 소스프로그램을 수행할 서버 필요
- (SW) Python, Fortran

○ 활용 범위

- 버티포트 주변의 상세바람장 및 실시간 표출 체계 제공을 통한 효율적이고 안정적인 UAM 운행

기상기술에 대한
지식재산권 현황

○ 국가직무발명특허권 출원중: 출원번호 10-2025-0024440(2025.02.25.)

- 특허명: 도심항공교통을 위한 3차원 고해상도 상세 기상자료 자동 생산 시스템 및 방법
- 소유권: 기상청 국립기상과학원 소유

○ 국가직무발명특허권 출원중: 출원번호 10-2025-0029185(2025.03.06.)

- 특허명: 도심항공교통 맞춤형 상세기상모델을 위한 공간정보 처리 시스템 및 방법
- 소유권: 기상청 국립기상과학원 소유

이전 시
고려 사항

- 본 기상기술은 출원 중 직무발명으로, 「공무원 직무발명의 처분·관리 및 보상 등에 관한 규정」에서 정하는 바에 따라 국유특허권의 처분(통상실시권 허락 등)을 할 수 있음