

□ ICAO 회원국의 수요자 중심 서비스 현황

- (호주기상청) 24시간 동안 공항 반경 20nm 내에서 발생하는 핵심 날씨 현상에 대한 확률적인 그래픽 및 수치예측자료인 날씨영향리스크평가(WIRE)와 11개 공역 섹터에 대한 위험기상현상의 발생확률을 색상으로 표현한 날씨영향국지 위험평가(WILATE) 소개
- (일본기상청) 교통관리기관과 협의하여 날씨요소의 ATM 카테고리화된 영향 예측 (ATM CIEL) 기준을 변경하고, ATM 위험기상지수 (Significant Weather Index)를 수치예보모델로부터 자동 산출하도록 개선
- (중국기상청) AVAR과 EDR을 실시간으로 수집해 지도 위에 표출하고 있으며, 난기류에 영향을 받는 항공기 분석하여, 난류경고메시지를 ACARS를 통해 영향이 예상되는 항공기로 전송하는 '난류경보서비스' 추진 중
- (홍콩기상청) 출발회랑에서 기상레이더 33dBZ 이상 반사도의 최대 포함확률로 대류영역비율(PCC)을 산출하여, 공항출발율(ADR)과 상관관계 산출

□ 중국의 항공기상서비스를 위한 심한 대류현상의 단기예보 및 나우 캐스팅 기술

- 확률매칭 보정방법은 관측된 강수량과 예측된 강수량의 빈도 분포를 비교하여, 강수 필드의 모델 편향을 보정하는데 사용
- 근거리 접근법은 모델격자의 주어진 위치 (x0, y0)에서 모델 예측을 사후 처리할 때, 주어진 예측 리드 타임 T0에 대해 이 격자점 주변의 'neighborhood'가 정의되는 것을 의미. 공간 (x, y)와 시간 T로 확장됨.
- 강수 및 레이더 에코에 대한 다중모델 통합방법은 다른 모델에 다른 가중치를 할당하고, 강수량에 대해 여러 모델의 시뮬레이션 결과를 하나의 결과로 통합. 레이더 에코에 대한 그래프에 다른 결과를 표출
- 시간지연 강수보정 방법과 타이탄(Titan)을 기반으로 한 강수량 예측 방법 그리고 자동 스테이션 데이터는 강수량 예측에 사용

□ ICAO 회원국의 수요자 중심 서비스 현황

※ 출처: 2018년도 공무국외여행보고서 (ICAO 아태지역 제7차 기상요건 실무그룹 회의)

○ (호주기상청) 접근관제구역의 날씨리스크를 예측하기 위한 섹터기반 접근

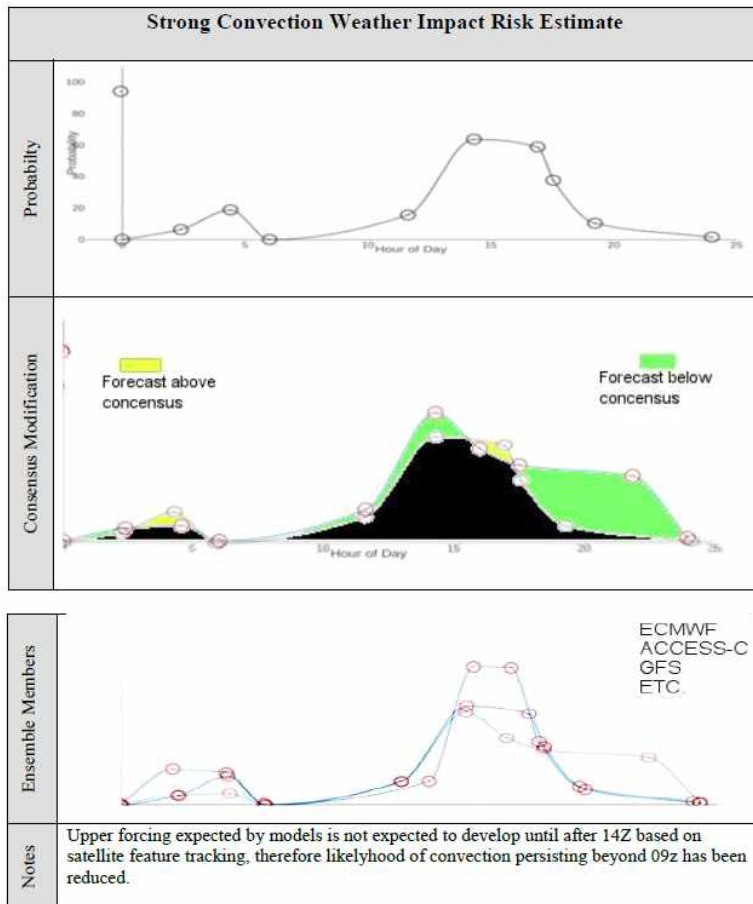
- 확률예보를 이용해 향상시킨 ATFM 지원용 기상 가이드런스 생산물에 대한 내용
- 4개 주요 공항(시드니, 브리즈번, 멜버른, 퍼스)의 도착률(AAR, Airport arrival rate) 결정을 돕기 위해 개선한 수요자 맞춤형(tailored) 기상정보

① 날씨영향리스크평가(WIRE, Weather Impact Risk Estimate)

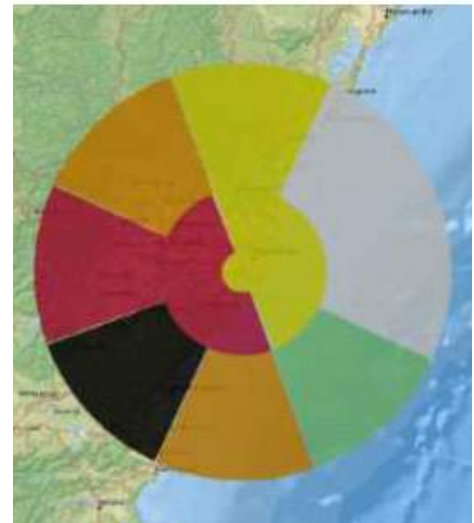
- : 24시간 동안 공항 반경 20nm 내에 발생하는 핵심 날씨현상 4개(안개, 강한 대류, 촉풍, 낮은 구름)의 확률적인 그래픽 및 수치 예측 자료
- : 주요 목적은 개선된 의사소통으로 MET CDM에 정보를 제공하는 것

② 날씨영향국지위험평가(WILATE, Weather Impact Local Area Threat Estimate)

- : 주요 목적은 ATFM을 위해 공역의 전술적(tactical) 관리를 지원하는 것
- : 정량적인 특성을 가지고 있어 기상학적 해석의 필요성이 없고 TAF와는 달리 생산물의 형식 코드에 대한 지식도 필요하지 않음.



[그림 1] 강한 대류에 대한 WIRE 생산물 예시



[그림 2] WILATE 생산물 예시

공항 주변 접근관제구역(11개 섹터)에 대한 강한 대류 발생확률

예보기간: +3시간~+6시간

검은색: 95% 이상

빨간색: 75%~95% 미만

주황색: 50%~75% 미만

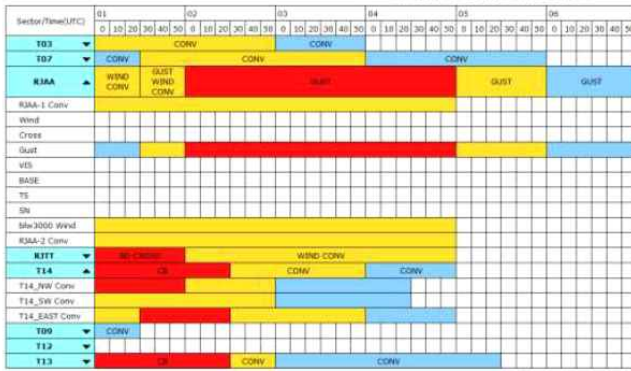
노란색: 25%~50% 미만

초록색: 5%~25% 미만

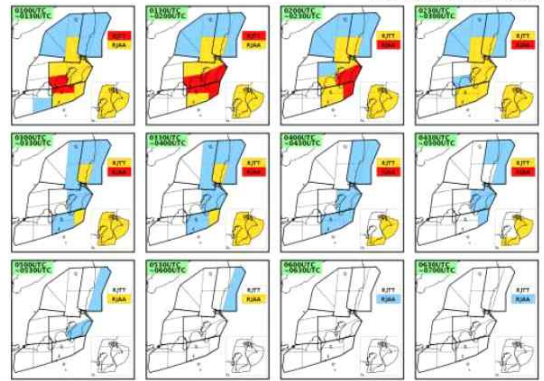
하얀색: 5% 미만

○ (일본기상청) 날씨요소의 ATM 카테고리화된 영향 예측 (ATM CIEL) 개선

- 교통관리기관(TMU, Traffic Management Unit)과 협의를 통해 ATM CIEL (ATM Categorized Impact of weather ELeMent prediction) 색상코드에 사용되는 기준 결정
- 예보, 실제 항공운영 영향, 수용량(CAPA, Capacity Value) 간 비교 검증 실시
- 교통관리기관과 협의 시작 후 새로운 기준을 확정하기 까지 1년 6개월 소요
- 변화 중 하나는 공항에서 적용된 날씨 최저치 중 하나를 이용하여 도쿄국제 공항의 낮은 시정으로 인한 '고'영향 기준을 조정한 것



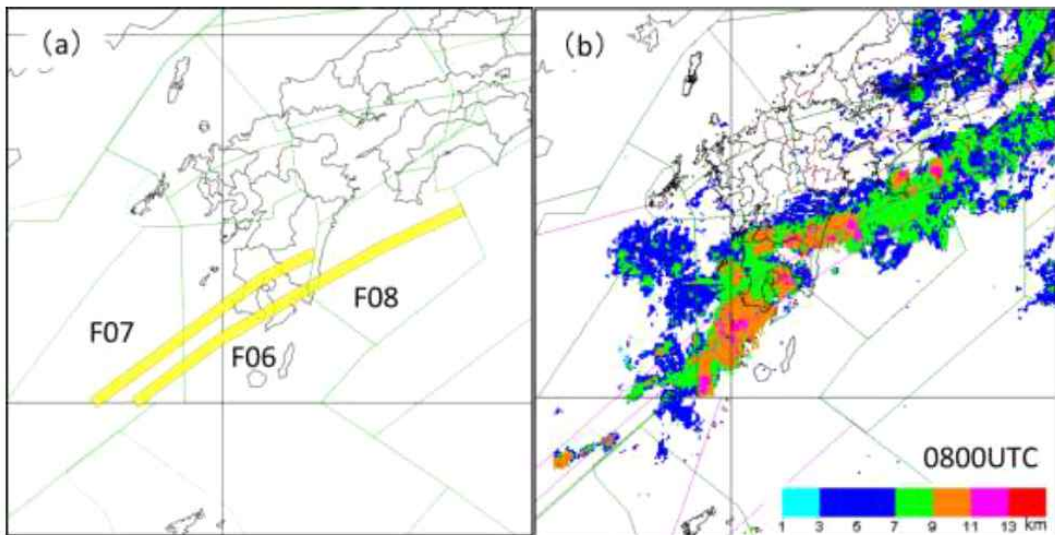
[그림 3] ATM CIEL (표 형식)
 빨간색: 고(high), 노란색: 중(medium)
 하늘색: 약(slight), 하얀색: 없음(none)



[그림 4] ATM CIEL (지도 형식)
 빨간색: 고(high), 노란색: 중(medium)
 하늘색: 약(slight), 하얀색: 없음(none)

○ (일본기상청) ATM 위험기상지수(Significant Weather Index) 개선

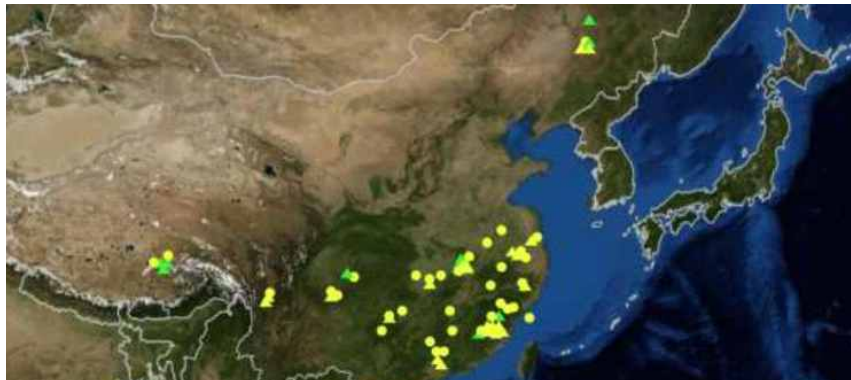
- 수치예보모델에서 자동산출하여, ATMet 카테고리예보(Air Traffic Meteorological category forecast)와 ATM CIEL(ATM Categorized Impact of weather ELeMent prediction)에 일차 추측으로 사용하도록 개선
- ATM에 영향을 주는 강우강도 등 대류활동과 관련이 있는 5개 요소로 NWP와 VSRF(Very Shore Range Forecast) 시스템으로 계산
- ATM CIEL 하위섹터 및 좁은 영역(항공로)에도 ATFM 영향 기상정보 제공



[그림 5] ATM 주요기상지수(왼쪽) 표출영역은 항공로와 매칭, 오른쪽은 레이더 에코탑

○ (중국기상청) AVAR와 EDR에 기반한 난류 연구 및 응용

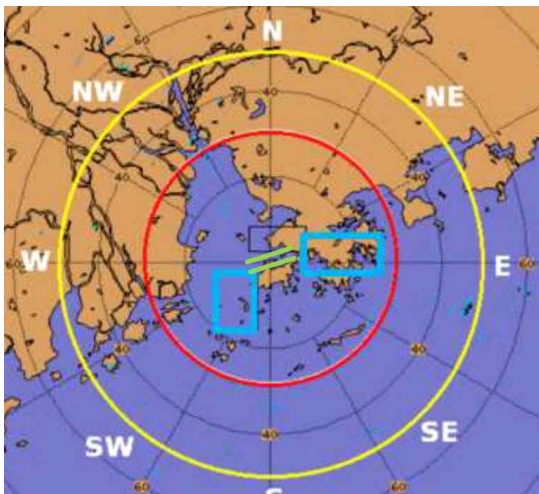
- AVAR(Automated Vertical Accelerometer): 항공기가 경험하는 수직가속도 변화, 피크값(none/light/moderate/severe)을 관측하나 심각도는 비행속도, 무게, 고도 등에 따라 달라짐. 실시간 자료 수집(날짜, 시간, 위경도, 고도, 피크가속도) 및 표출
- EDR(Eddy Dissipation Rate), 난류소산율: 항공기 특성과 무관하게 난류 측정하기 위해 수직가속도 변환, 관측 소프트웨어 설치(현재 68대 이상 완료) 및 실시간 자료 수집(날짜, 시간, 위경도, 고도, EDR 평균값 및 피크값) 및 표출
- ACARS(Aircraft Communication Addressing and Reporting System) 난류경보서비스 추진 : 비행일정과 비행역학을 결합하여 난기류에 영향을 받는 항공기 분석하여, 난류경고메시지를 ACARS를 통해 영향이 예상되는 항공기로 전송 추진



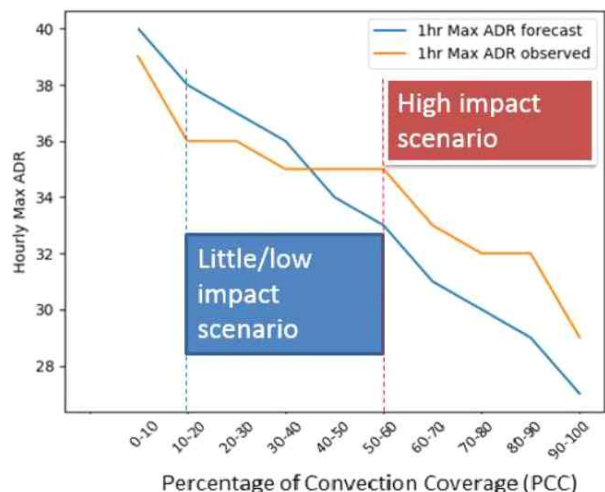
[그림 6] 원형: AVAR, 세모: EDR, 녹색/노란색/빨간색: 강도 구분

○ (홍콩기상청) 홍콩국제공항에서 심한 대류와 ADR(Airport Departure Rate)의 관계

- 공항출발율(ADR) 산출을 위한 대류영역비율(PCC, Percentage of Convection Coverage) 개발, PCC는 출발회랑에서 기상레이더 33dBZ 이상 반사도의 최대 포함 확률로 산출하며, (0~10%)에서 (90~100%)까지 10단계로 나뉨.
- 2015년 PCC와 시간별 최대 ADR은 0.77의 상관도를 보였고, 2016년 데이터로 검증결과 낮은 영향도(10~30%)에서는 과대평가, 높은 영향(60% 이상)도에서는 과소평가하는 경향을 보임



[그림 7] 홍콩국제공항의 출발회랑 영역



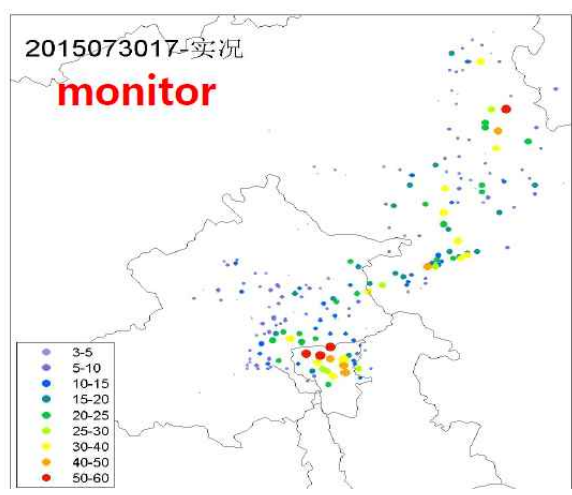
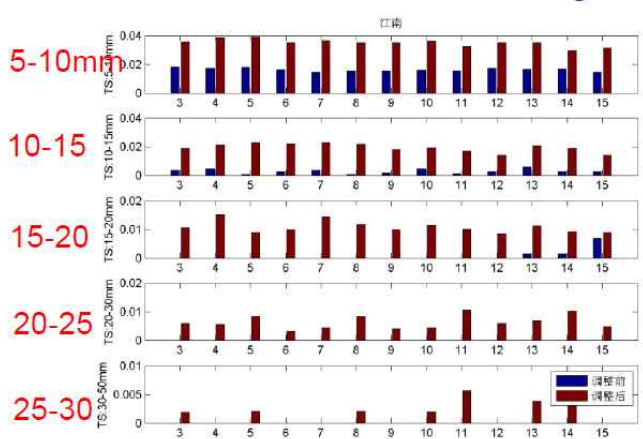
[그림 8] 2016년 최대 ADR 예측 및 관측치 비교

□ 중국의 항공기상서비스를 위한 심한 대류현상의 단기에보 및 나우캐스팅 기술

※ 원문: Xinhua Liu, National Meteorological Center of China Meteorological Administration, The short-time forecasting and nowcasting technology of severe convective weather for aviation meteorological services in China, WMO Aeronautical Meteorology Scientific Conference 2017 (France Toulouse, 6-10 November 2017)

- 확률매칭 보정방법은 관측된 강수량과 예측된 강수량의 빈도 분포를 비교하여, 강수 필드의 모델 편향을 보정하는데 사용
 - 시간별 강수량 데이터는 관측 및 모델 예측을 위해 각각 계산한 다음, 관측 임계값(20 또는 50 mm)에 해당하는 모델 예측값 도출. 이 예측값은 단기 호우의 확률 예보 생산을 계산하기 위한 임계값으로 사용
- 근거리 접근법은 모델격자의 주어진 위치 (x0, y0)에서 모델 예측을 사후 처리할 때, 주어진 예측 리드 타임 T0에 대해 이 격자점 주변의 'neighborhood'가 정의되는 것을 의미. 공간 (x, y)와 시간 T로 확장됨.
- 강수 및 레이더 에코에 대한 다중모델 통합방법은 다른 모델에 다른 가중치를 할당하고, 강수량에 대해 여러 모델의 시뮬레이션 결과를 하나의 결과로 통합. 레이더 에코에 대한 그래프에 다른 결과를 표출
- 시간지연 강수보정 방법과 타이탄(Titan)을 기반으로 한 강수량 예측 방법 그리고 자동 스테이션 데이터는 강수량 예측에 사용

June-August 2015 threat score
red:after calibration blue:model original



[그림 9] 초단기 고해상도 모델 (GRAPES-RAFS) 강수예보 기술: 시간지연 앙상블 (Time-lagged ensembles)을 이용한 2015년 6월~8월 임계성공지수(Threat score, Critical Success Index) 결과 (빨간색: 교정 후 값, 파란색: 원 모델 값)