



# 지스트(광주과학기술원) 보도자료

<http://www.gist.ac.kr>

보도 일시	<b>배포 즉시 보도 부탁드립니다.</b>	
배포일	2020.09.21.(월)	
보도자료 담당	홍보팀 김효정 팀장	062-715-2061
	홍보팀 이나영 선임행정원	062-715-2062
자료 문의	기계공학부 지술근	062-715-2773

## 물체 주위 유동의 난류 천이 현상 예측 및 정밀 모사 기법 개발

- 정확한 난류 유동의 시작을 모사하여 비행체의 공기저항을 정밀하게 분석
- 고속 비행체 및 친환경 운송체 개발 등 기대

□ 지스트(광주과학기술원, 총장 김기선) 기계공학부 지술근 교수 연구팀은 부산대학교 항공우주공학과 박동훈 교수와 협력연구를 통해 물체 주위 난류 유동의 시작인 천이\* 현상을 정확하게 예측하는 기법을 개발하였다.

\* 유동 천이(flow transition): 유동이 층류\*\*에서 난류\*\*\*로 변하는 현상

\*\* 층류(laminar flow): 유체가 매끄럽게 흐르는 현상이며 속도의 변화도 완만함.

\*\*\* 난류(turbulent flow): 유동의 속도, 압력 등이 급변하며, 매우 다양한 크기의 소용돌이가 존재함.

○ 이번 연구 성과는 자동차, 배, 비행기 등 운송체의 유체 저항을 야기하는 난류 유동의 시작점을 예측하여 유체 저항을 정확히 예측하는데 기여하고, 정확한 유동 모사를 기반으로 하여 고속 비행체 개발 및 환경 친화적 운송체 개발에 기여할 것으로 기대된다.

□ 난류 유동 방정식의 수학적 해를 구하는 것은 수학분야에서 풀리지 않는 난제 중에 하나로, 슈퍼컴퓨터를 이용하는 시뮬레이션(수치해석)을 통해 복잡한 난류 유동 방정식의 해를 구하곤 한다. 본 연구에서는 난류의 시작인 천이 현상까지 적용 가능한 수치해석 기법이 개발되었다.

□ 연구팀은 유동의 안정성 이론에 대와류모사\*를 접목시키는 참신한 방법을 제안하여 고정밀과 고효율 두 가지 목표를 달성할 수 있었다.

\* 대와류모사(large-eddy simulation): 난류 유동은 다양한 크기의 소용돌이(eddy, 와류)가 존재하는데, 이 중 운동에너지가 큰 소용돌이를 모델 없이 직접 수치 해석하는 기법을 대와류모사라고 부름.

- 고정밀은 수치해석 기법 중에 제일 정확하다고 알려져 있는 직접모사 기법 만큼의 정확도를 보장한다는 의미이며, 고효율은 직접모사기법에 대비 계산량이 100배 이상 감소함을 의미한다.
- 연구팀은 대와류모사에서 사용되는 난류모델의 중요성을 인지하게 되었고, 여러 모델을 검증하여 층류에서 난류로 천이되는 과정에서 효과적으로 활성화되는 난류 모델을 찾을 수 있었다. 난류 모델은 천이과정에서의 성능이 보장되지 않는데, 본 연구에서는 모델식이 유동 물리에 적합한지 추가적인 분석을 수행하였다.

□ 지술근 교수는 “이번 연구는 초음속/극초음속 고속 비행체 개발에 필요한 경계층 천이 예측에 활용될 수 있는 기초연구이다” 면서, “본 연구에서 개발된 유동 모사 기법으로 공학의 난제인 난류가 시작 되는 천이 현상을 명확히 규명하는데 기여할 것으로 기대한다” 고 말했다.

□ 이번 연구는 지스트 지술근 교수의 지도 하에 김민우 박사과정의 제1 저자로 참여하였으며, 공기역학 전문가인 부산대학교 항공우주공학과 박동훈 교수가 유동의 안정성 이론에 기반한 해석을 수행하고, 지스트에서 안정성 이론과 결합된 대와류모사를 진행하였다.

- 본 연구는 과학기술정보통신부 우주핵심기술개발사업의 지원을 받아 수행되었으며, 한국과학기술정보연구원(KISTI) 국가초고성능컴퓨팅센터의 초고성능컴퓨팅 자원인 누리온을 활용하였다. 연구 성과는 기계공학 및 다학제공학 분야 저명 국제학술지인 Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering에 8월 1일 온라인 게재되었으며 11월호 인쇄본으로 게재될 예정이다. <끝>

# 논문의 주요 내용

## 1. 논문명, 저자정보

- 논문명 : Assessment of the wall-adapting local eddy-viscosity model in transitional boundary layer
- 저널명 : Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering
  - \* Elsevier가 발간하는 역학(Mechanics) 및 다학제공학, 다학제수학 분야 국제학술지
  - (2020년 Impact Factor: 5.763, JCR 다학제수학 수학/역학 분야 순위: 1.4 % / 4.8 %)
- 출판년도 및 호 : 2020년 11월호 (Vol. 371)
- 저자 정보 : 김민우 (제1저자, 지스트 기계공학부 박사과정), 임지섭 (제2저자, 지스트 기계공학부 박사과정), 김승태 (제3저자, 지스트 기계공학부 석사졸업), 박동훈 (제5저자, 부산대 항공우주공학과 교수), 지솔근 (교신저자, 지스트 기계공학부 교수)

# 그림 설명

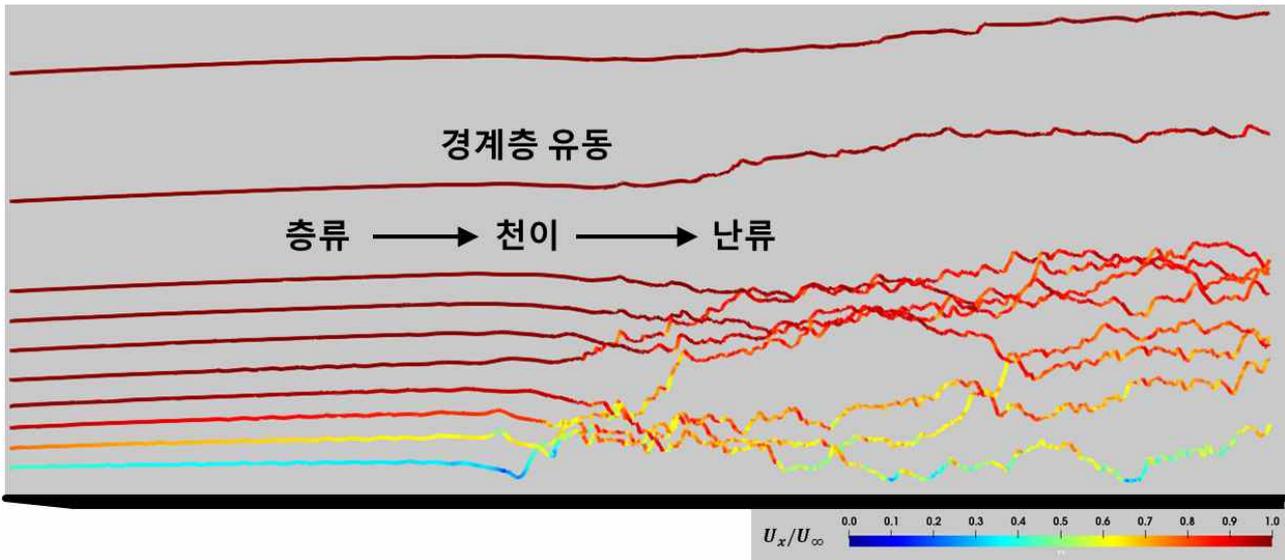


그림 1. 유동의 층류-난류 천이 과정에 대한 개념도. 평판 위 경계층 유동\*에 대한 수치해석 결과를 바탕으로 유동을 가시화 함.

\*경계층 유동(boundary layer flow) : 물체 주변을 흐르는 유동은 물체 표면 근처에 경계층 유동이라 불리는 영역이 존재한다. 경계층 유동 내에는 점성(viscosity) 효과로 인해 속도 변화가 생기게 되며, 속도 변화와 점성효과가 물체에 가해지는 유체의 저항을 야기한다.

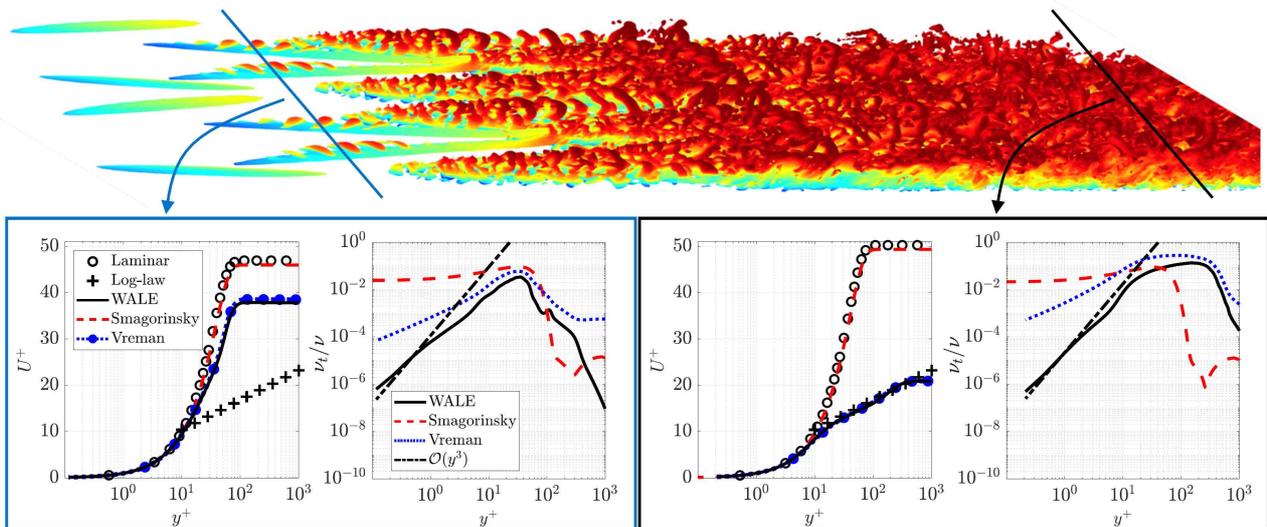


그림 2. 경계층 유동의 천이 과정에서 생기는 와류 구조(위)와 천이 이전(아래, 왼쪽)에서의 속도 분포와 난류 점도, 천이 이후(아래, 오른쪽)에서의 속도 분포와 난류 점도. 대와류모사의 여러 모델 (WALE, Smagorinsky, Vreman)에 대한 분석으로 WALE 모델이 천이과정을 예측하는데 효과적인 것을 밝힘.

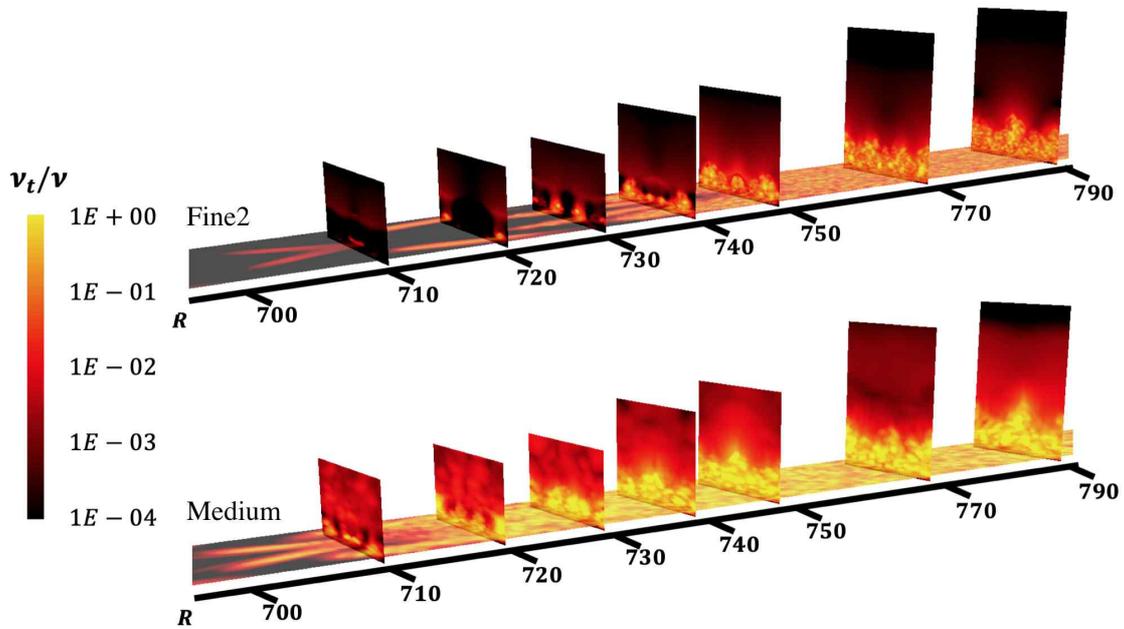


그림 3. 경계층 유동의 층류-난류 천이 과정에 대한 대와류모사 수치해석에서 얻은 난류 점도(turbulent viscosity,  $\nu_t$ )와 유체의 점도( $\nu$ )와의 비교로 대와류모사의 모델이 천이 후반부터 활성화 되는 것을 확인함. 유동은 왼쪽에서 오른쪽으로 흐르며, 수치해석 격자의 크기가 매우 작은(fine)경우와 중간(medium)에서 결과로, 현실적인 중간 크기의 격자에서도 천이 후반에서 대와류모사의 모델이 활성화 됨을 확인함.