

한국기계연구원 기계공학 시뮬레이션 기술

May 23, 2018

김민근 선임연구원
스마트기계 연구실, 한국 기계연구원



1. 한국기계연구원/스마트기계 연구실 소개
 - 자율주행/자율작업 제어기술
 - 스마트 타이어 기술
 - 초경량/다기능 구조기술
2. Industry 4.0 시대의 모델링 & 시뮬레이션 기술
 - 축소기법
3. 맺음말

Profile

EDUCATION

- 03/2000 – 02/2004 서울대학교, 조선해양공학과, 학사 (00학번)
- 03/2004 – 08/2010 서울대학교, 조선해양공학과, 박사 (구조최적설계 전공)

EXPERIENCE

- 04/2015 – present 한국기계연구원, 스마트기계연구실, 선임연구원
- 12/2015 – 11/2016 (대통령직속)국가과학기술자문회의, 정책연구위원
- 04/2012 – 08/2014 삼성중공업 풍력개발사업부, 구조설계 및 해석 담당과장
- 09/2010 – 03/2012 서울대학교 아이소지오메트릭 최적설계 창의연구단(CRI), 박사후연구원
- 01/2007 – 12/2017 덴마크공대(DTU) 수학과 TopOpt 그룹, 덴마크, 방문연구원
(한국연구재단 학문후속세대 연구지원 사업)

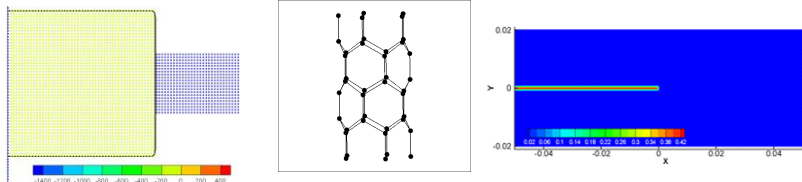
AWARD

- 2016 미래창조과학부, 장관표창 (4차 산업혁명시대 대응 국가과학기술 전략 등)
- 2008 전산구조공학회, 우수논문상
- 2006 서울시, 서울과학장학생

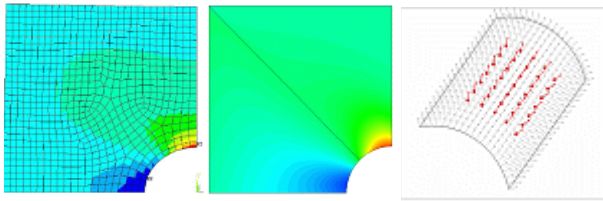
❑ Specialist in **computational structural analysis and design optimization**

Numerical Methods

❑ Meshfree method (SPH, MD, Peridynamics)

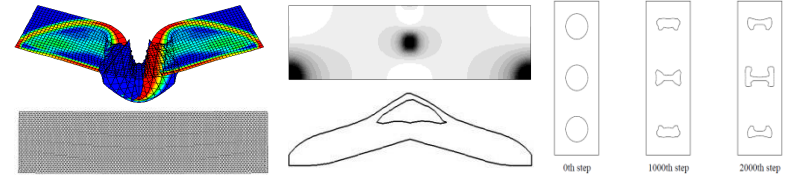


❑ Isogeometric analysis method (CAD/CAM)

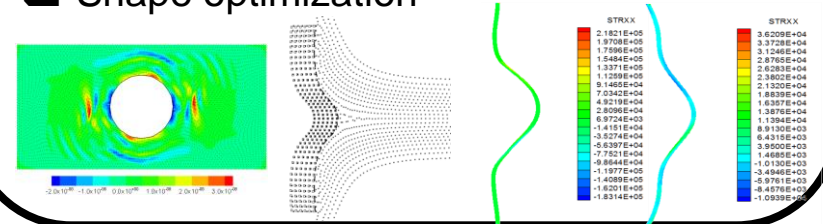


Optimization

❑ Topology optimization



❑ Shape optimization



**Continuum based
Efficient and Accurate DSA**

Geometrically Nonlinear Problem

Heat Conduction Problem (Welding)

Phononic Crystal (Elasto-acoustic coupling)

Fluid-structure Interaction Problem

Multiscale Crack Propagation Problem

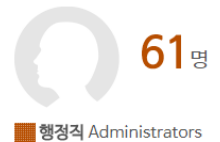
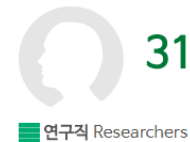
1. 한국기계연구원/스마트기계연구실 소개

1.1 한국기계연구원 현황



- 한국기계연구원(Korea Institute of Machinery & Materials, KIMM)
- 1976년 설립
- 1996년 항공우주연구원 독립
- 1999년 한국선박연구소 독립

인원(2017. 3. 15. 정원기준)



1.2 한국기계연구원 조직

첨단생산장비연구본부	초정밀시스템연구실 광응용기계연구실 인쇄전자연구실 로봇메카트로닉스연구실
에너지기계연구본부	에너지변환기계연구실 열시스템연구실 에너지플랜트안전연구실 LNG·극저온기계기술시험인증센터
나노융합기계연구본부	나노공정연구실 나노응용역학연구실 나노자연모사연구실
환경시스템연구본부	환경기계연구실 청정연료발전연구실 그린동력연구실 플라즈마연구실
기계시스템안전연구본부	시스템다이내믹스연구실 스마트기계연구실 자기부상연구실
대구융합기술연구센터	의료기계연구실 의료지원로봇연구실
부산레이저기술지원센터	
연구기획조정본부	연구전략실 연구운영실 기술사업화실 기업지원실
경영기획본부	기획예산실 대외협력실 정보자산운영실 지역조직지원실
경영지원본부	인력개발실 총무구매실 안전시설실 재무실

연구본부 5개,
지역센터 2개 소

1.2 한국기계연구원 조직

첨단생산장비연구본부	초정밀시스템연구실 광응용기계연구실 인쇄전자연구실 로봇메카트로닉스연구실
에너지기계연구본부	에너지변환기계연구실 열시스템연구실 에너지플랜트안전연구실 LNG·극저온기계기술시험인증센터
나노융합기계연구본부	나노공정연구실 나노응용역학연구실 나노자연모사연구실
환경시스템연구본부	환경기계연구실 청정연료발전연구실 그린동력연구실 플라즈마연구실
기계시스템안전연구본부	시스템다이내믹스연구실 스마트기계연구실 자기부상연구실
대구융합기술연구센터	의료기계연구실 의료지원로봇연구실
부산레이저기술지원센터	

연구본부 5개,
지역센터 2개소

Mechanical Engineering

경영기획본부	기획예산실 대외협력실 정보자산운영실 지역조직지원실
경영지원본부	인력개발실 총무구매실 안전시설실 재무실

1.3 스마트기계연구실 현황

스마트기계 연구실장 **이근호** 042-868-7161 ✉

스마트기계연구실은 IT 융합, 첨단 엔지니어링 기술을 접목한 스마트 기계 기술을 연구하고 있습니다. 최근 야지용 자율주행차, 굴삭기 안전작업/패턴작업자동화 기술, 가상현실을 이용한 시뮬레이터, 고속 구조해석기술 등을 개발하고 있고, 항공용 고속 드라이브트레인 개발을 계획하고 있습니다. 또한 구조물 및 일반 기계류 부품/장비 등에 대한 안전성 평가 업무도 병행하고 있습니다.

▶ 연구분야

- 주변환경 인지 기술, 자율주행기술
- 건설기계/농기계 자율작업/작업안전 기술
- 첨단 해석기술, 안전성 평가 기술
- 가상현실 기반 기계시스템 설계기술
- 고속, 경량 드라이브트레인 기술

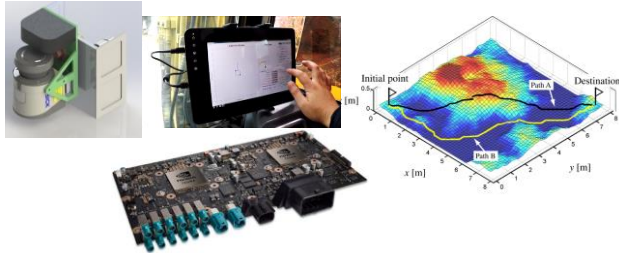
▶ 연구성과

- 산업용 다단 유성기어트레인 개발
- 기계설비 안전대응 훈련 시뮬레이터 기술 개발
- 하이브리드 굴삭기용 신뢰성평가 기술 개발



1.3 스마트기계연구실 현황

1) 스마트기계 시스템



- 작업환경인식 기술
- 주행/작업 제어 기술
- 야지용 복합센서 기술

HW/SW 제어

Virtual simulator

2) Virtual simulator/빅데이터



- 작업환경/탐지 가상화
- 주행/작업 가상시험
- 빅데이터/디지털트윈

Digital twin

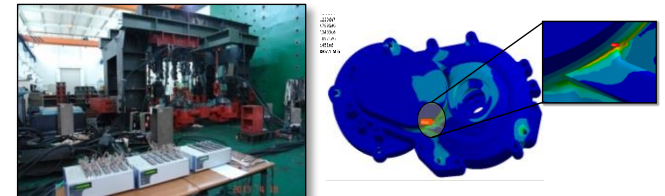
3) 동력전달계(기계/유압)



- 고속/경량화 기어트레인
- 지능형 전자/유압 기술
- 핵심요소 설계/해석

초경량/고강도 구조시스템

4) 구조/피로분야 엔지니어링



- 첨단복합소재 구조 설계
- 구조/피로 해석
- 구조 시험/평가 기술

1.4 연구분야 1: 스마트기계 자율주행/작업제어



두산중공업



전진중공업

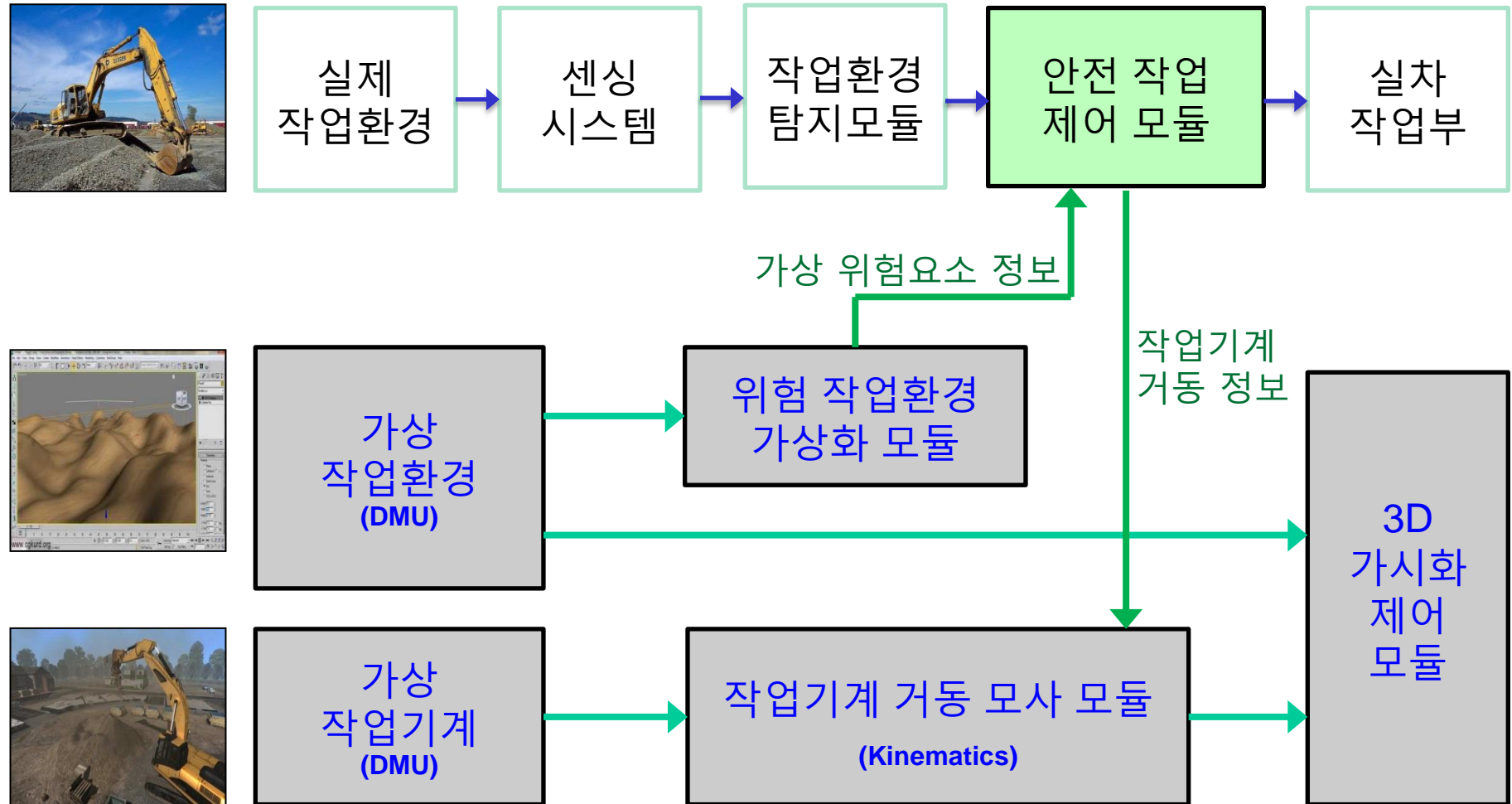
안전작업을 위한 제어 및 작업환경 탐지 요소 기술 개발



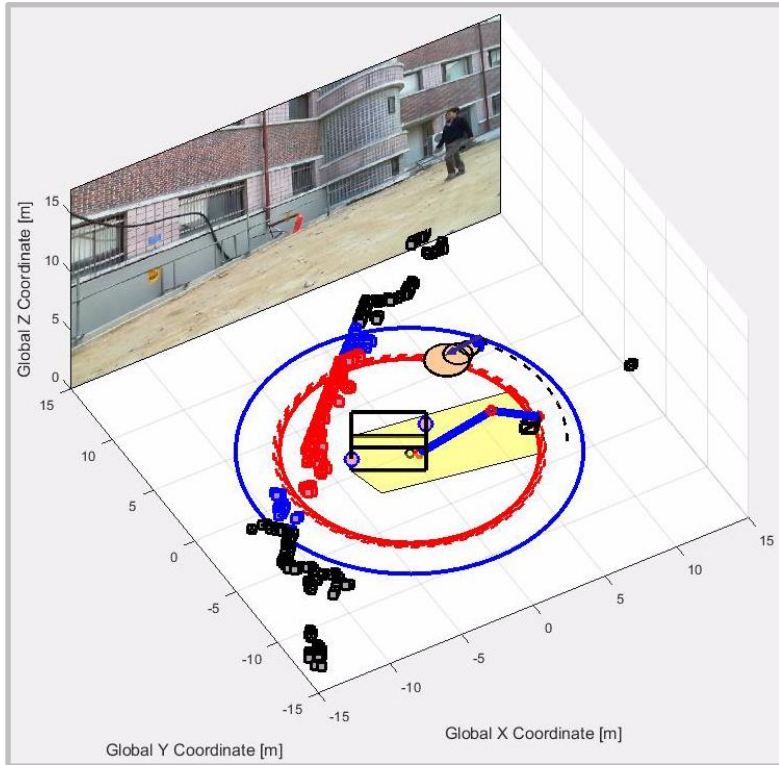
실차 및 Lab test

1.4 연구분야 1: 스마트기계 자율주행/작업제어

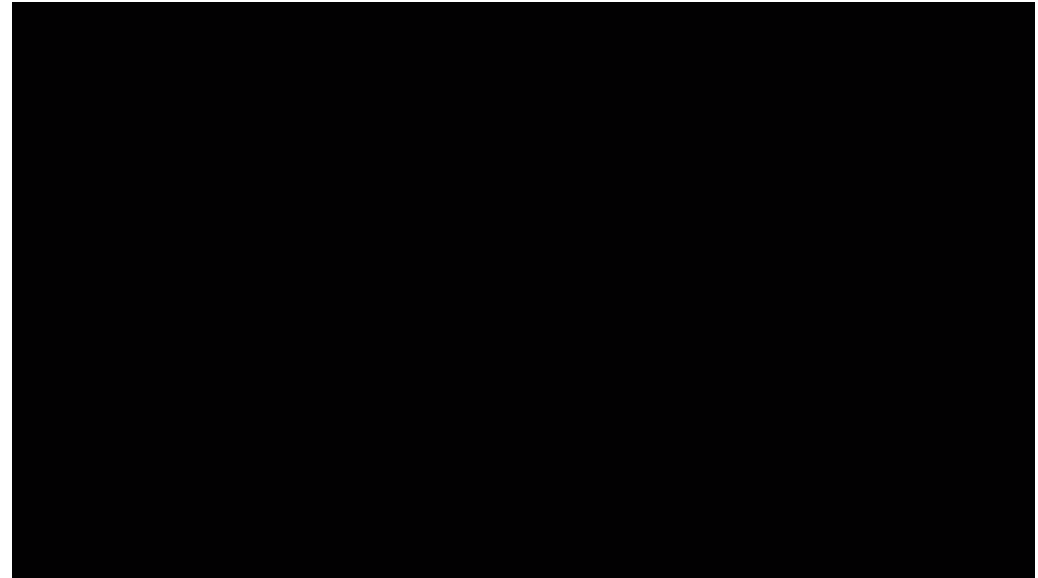
✓ 실제 위험상황 구현의 어려움을 가상환경으로 구현



1.4 연구분야 1: 스마트기계 자율주행/작업제어

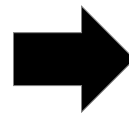


○ Sensor : Laser scanner



필요기술:

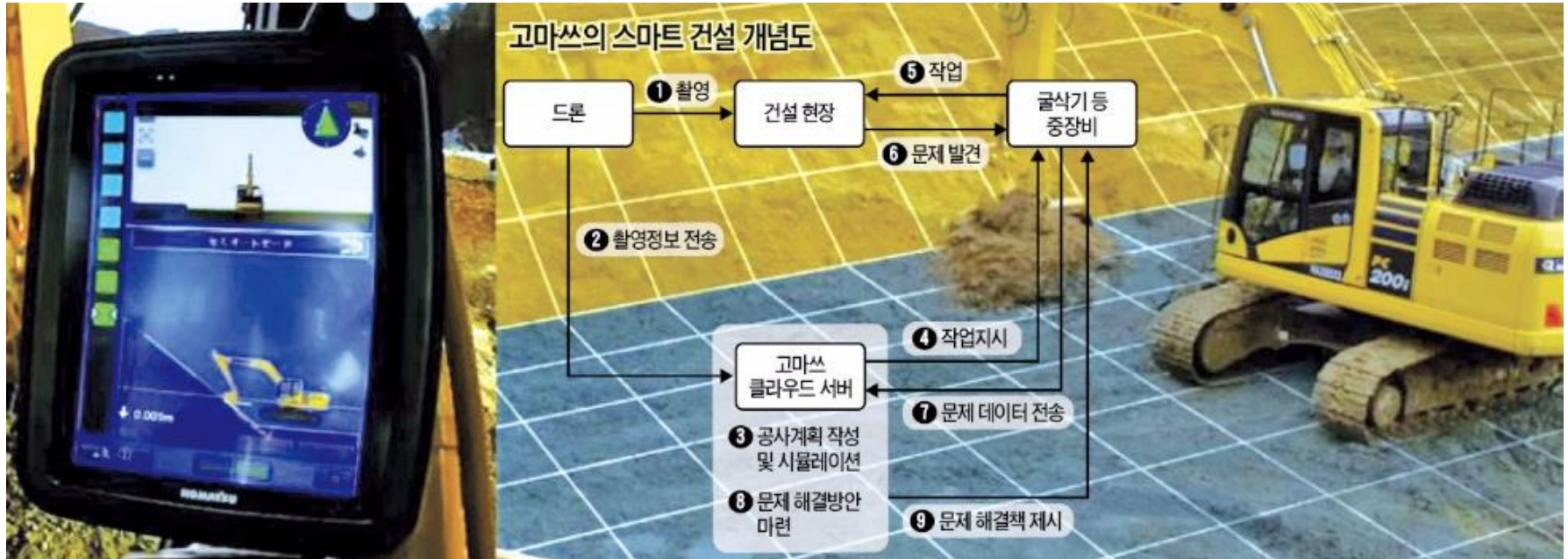
탐지 + 인식/인지 + 제어(긴급제동)
+ 자율작업



기계공학/전자공학/전산학
융합

1.4 연구분야 1: 스마트기계 자율주행/작업제어

적용 예) 스마트 건설



삼성물산 건설부문



1.4 연구분야 1: 스마트기계 자율주행/작업제어

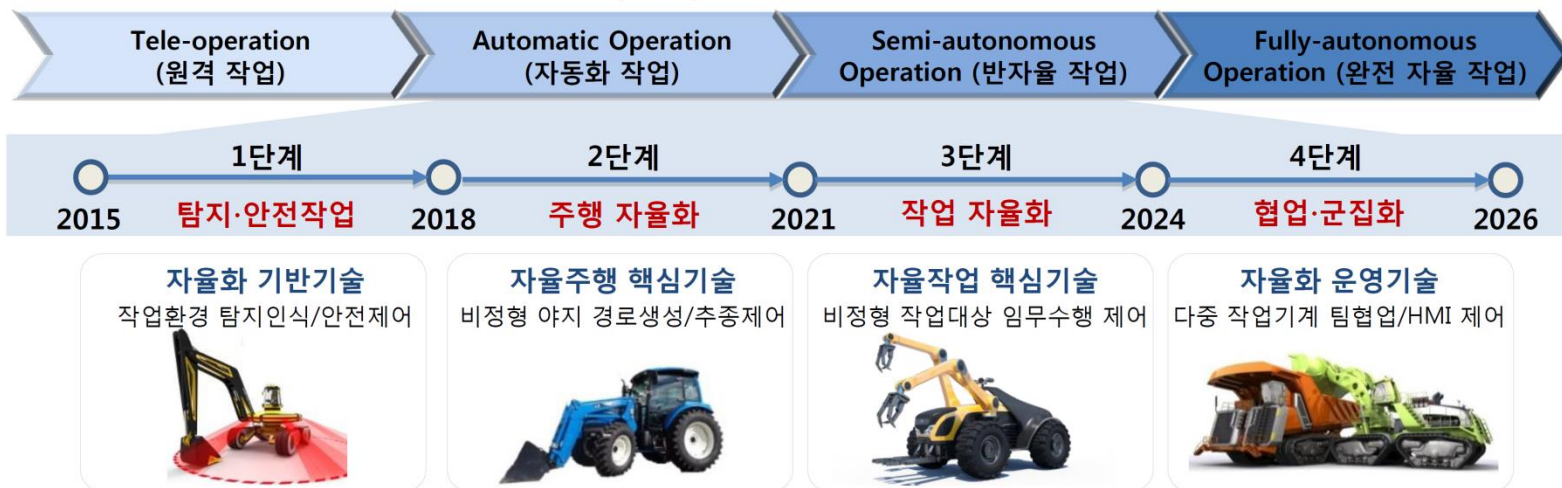
개발방향

- 1) 자율주행/작업
- 2) 건설/농기계, 국방용 등
- 3) 전기구동 플랫폼 및 제어
- 4) 가상시험



1.4 연구분야 1: 스마트기계 자율주행/작업제어

자율화 단계별 로드맵



1.4 연구분야 1: 스마트기계 자율주행/작업제어



1.4 연구분야 1: 스마트기계 자율주행/작업제어

KIST, 달 탐사 로봇 '로버' 첫 공개

한국형 달탐사 로봇 '로버(rover)'

2020년 12월 한국형 우주발사체로 달 착륙선 발사. 달에 내린 착륙선에서 이동형 로봇인 로버가 분리돼 탐사 임무를 수행.



암석 시추 및 분석 장비

임무: 달 지형 지도 작성을 위한 정보 수집, 암석 성분 분석 등 **가동기간:** 1년 **총 이동거리:** 40km
크기: 50×70×25cm(가로×세로×높이) **무게:** 20kg(카메라 등 탑재 장비 7kg 포함)
최대 이동속도: 초속 4cm(시속 144m) **등판각:** 30도 **1회 작업시간:** 340시간(14.2일)



주요작업
드릴로 암석 시추



암석 가루를 X선으로 분석



분석 결과를 착륙선에 전송

그래픽 = 조선일보 디자인팀팀 자료: KIST



이더온 기자

16일 한국과학기술연구원 달탐사연구사업추진단이 공개한 우리나라 달 탐사 로봇 '로버(rover)'의 시험용 모델이 모래밭을 주행하고 있다. 로버는 2020년 한국형 발사체에 실려 달로 가, 암석을 시추하고 성분을 분석하는 임무를 수행할 예정이다.



Korea Institute of Science and Technology



국 방 과 학 연 구 소
AGENCY FOR DEFENSE DEVELOPMENT

1.4 연구분야 2: 스마트 타이어

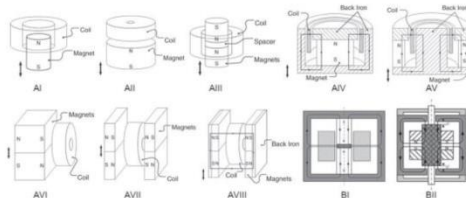
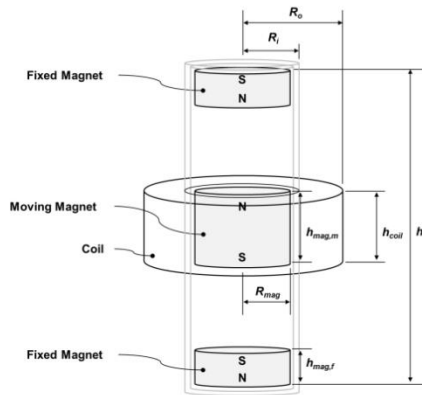


- (1) Energy harvesting
- (2) Tire sensor

1.4 연구분야 2: 스마트 타이어

1.4 연구분야 2: 스마트 타이어

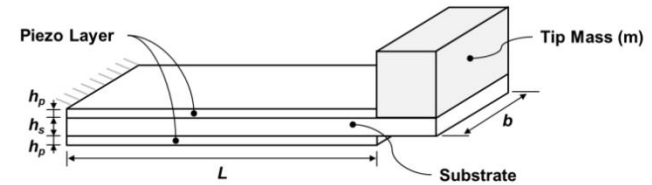
전자기형(EMG)



$$m\ddot{z} + c\dot{z} + F_m(z) + \underline{k_t(z)}i = -m\ddot{y}$$

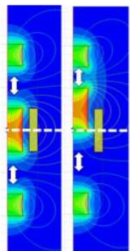
$$L_c \frac{di}{dt} + (R_c + R_L)i = \underline{k_t(z)}\dot{z}$$

압전형(PEG)

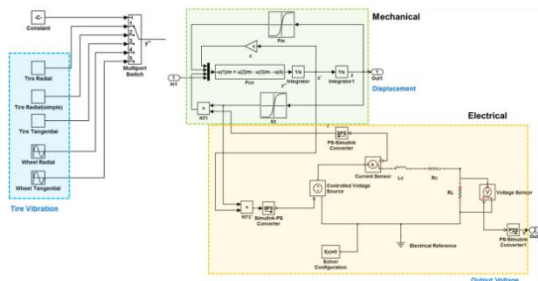


$$\frac{d^2\eta_r(t)}{dt^2} + 2\zeta_r\omega_r \frac{d\eta_r(t)}{dt} + \omega_r^2\eta_r(t) - \underline{\tilde{\theta}_r}v(t) = f_r(t)$$

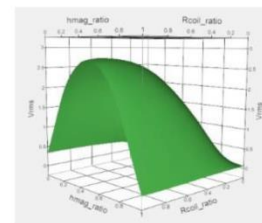
$$C_{\tilde{p}}^{eq} \frac{dv(t)}{dt} + \frac{v(t)}{R_l} + \sum_{r=1}^{\infty} \underline{\tilde{\theta}_r} \frac{d\eta_r(t)}{dt} = 0$$



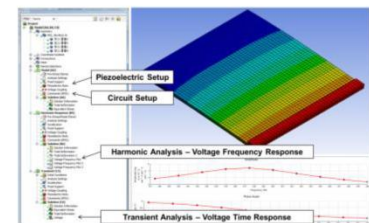
전자기 FEM
(Maxwell)



VEH 성능 시뮬레이션
(MATLAB/Simulink)



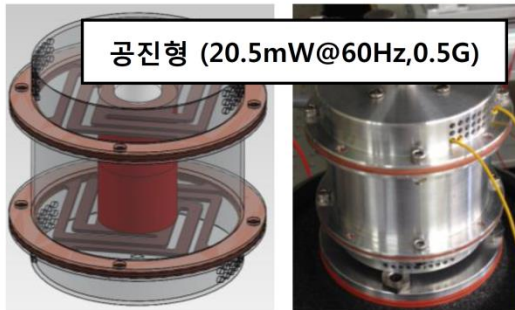
설계 최적화
(JMP, DesignXplorer)



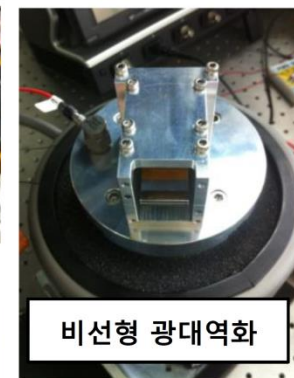
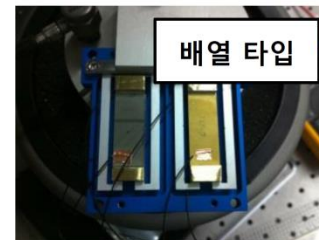
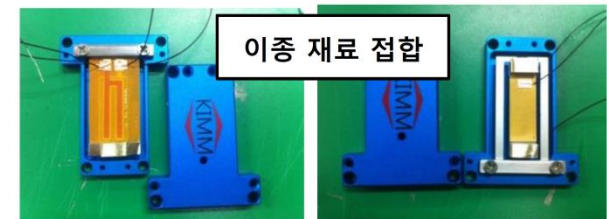
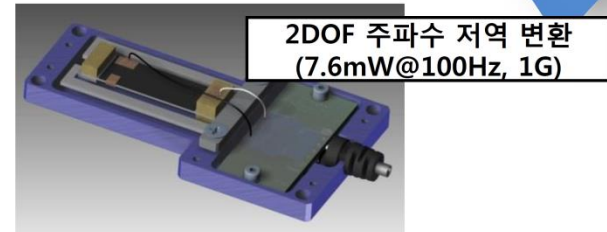
압전 FEM
(ANSYS)

1.4 연구분야 2: 스마트 타이어

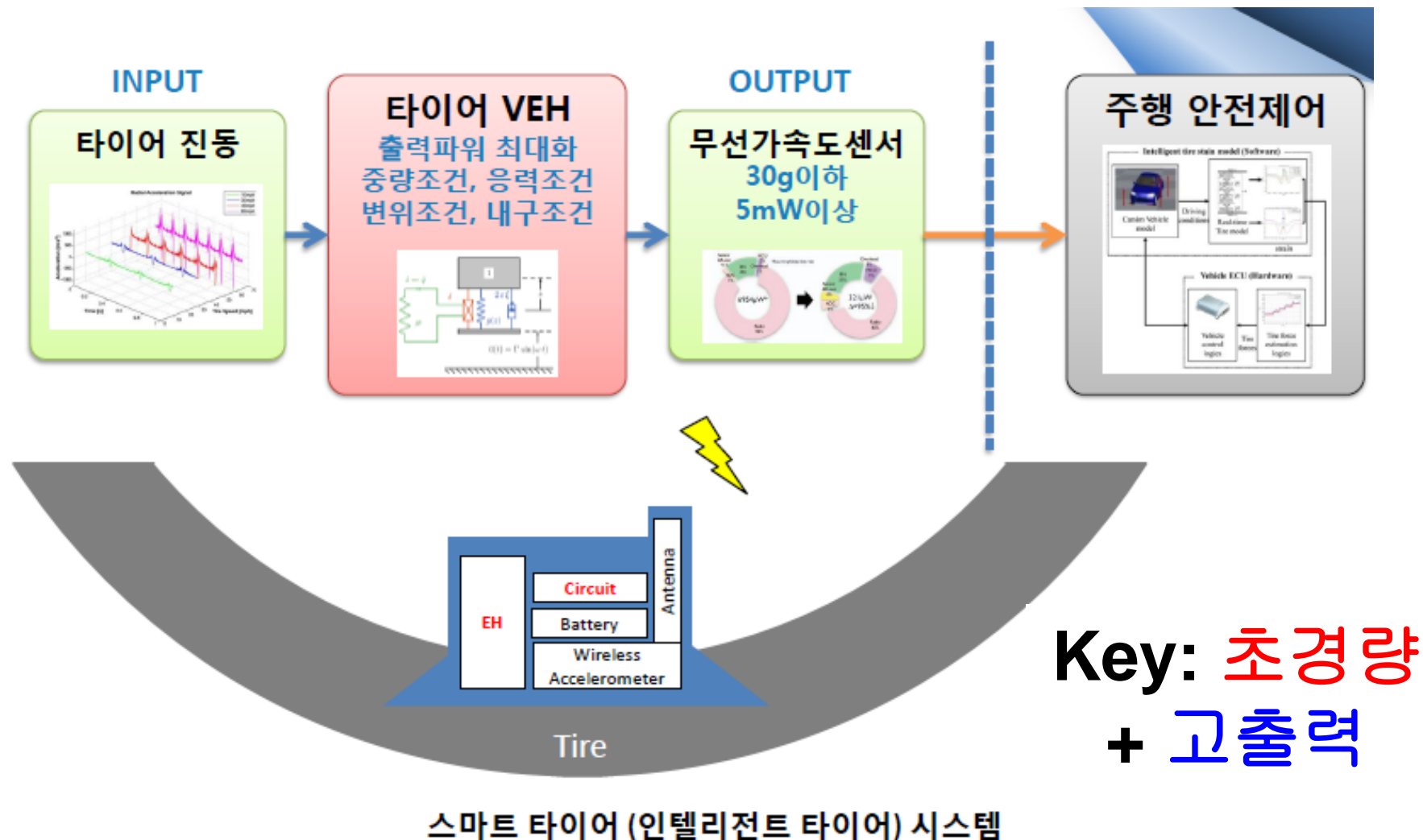
전자기형(EMG)



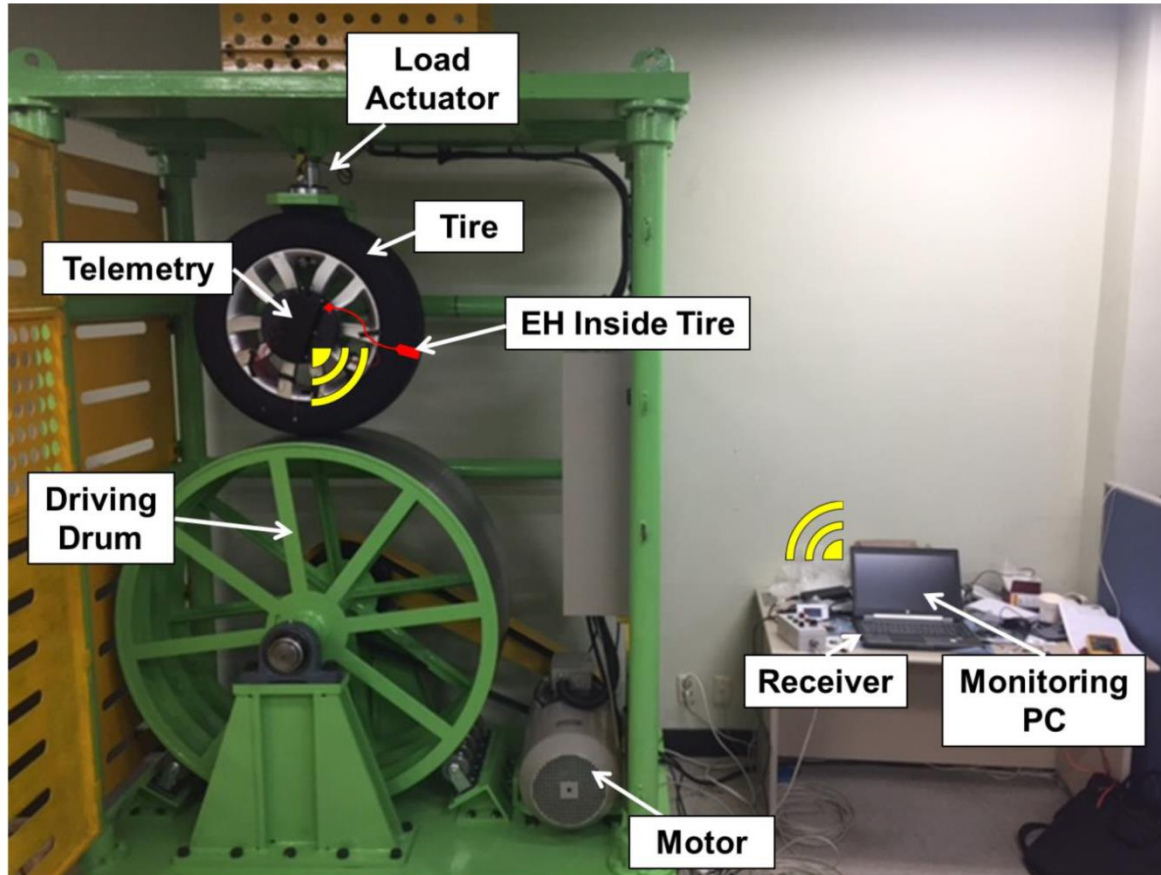
압전형(PEG)



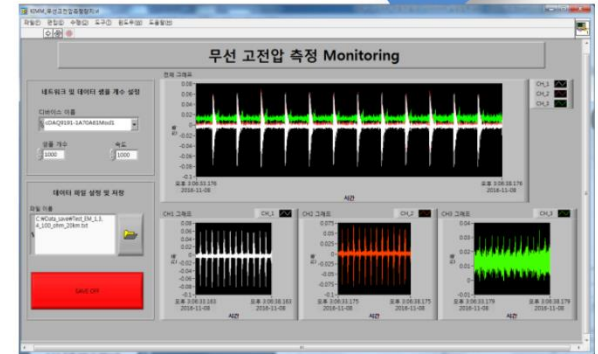
1.4 연구분야 2: 스마트 타이어



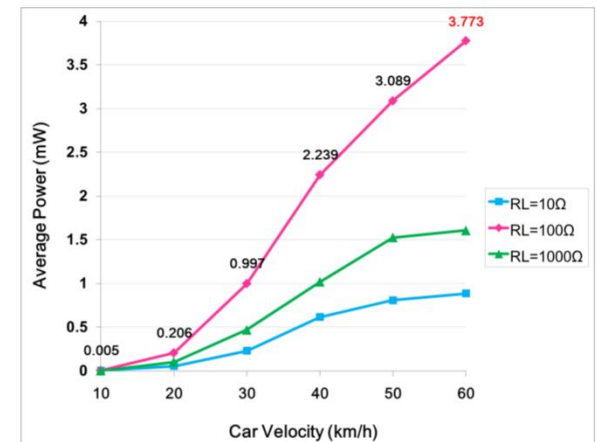
1.4 연구분야 2: 스마트 타이어



타이어 구동 시험 Setup



VEH 출력 전압 모니터링



차량 속도에 따른 VEH 출력 파워

1.4 연구분야 2: 스마트 타이어



1.4 연구분야 2: 스마트 타이어

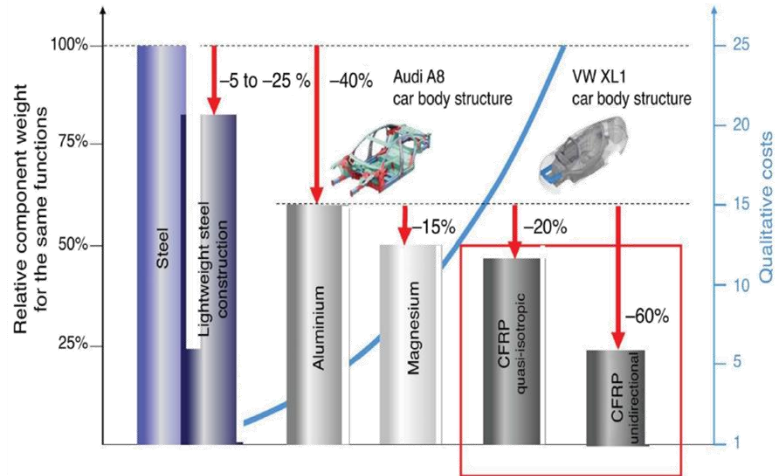


야지용 특수타이어

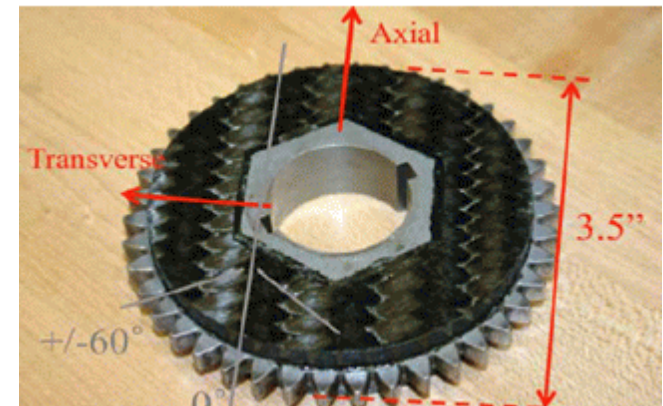
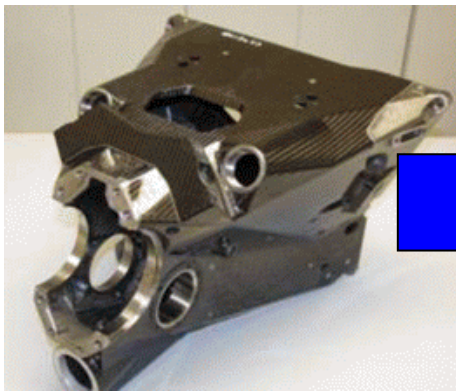


1.4 연구분야 3: 초경량/다기능 구조

✓ CFRP

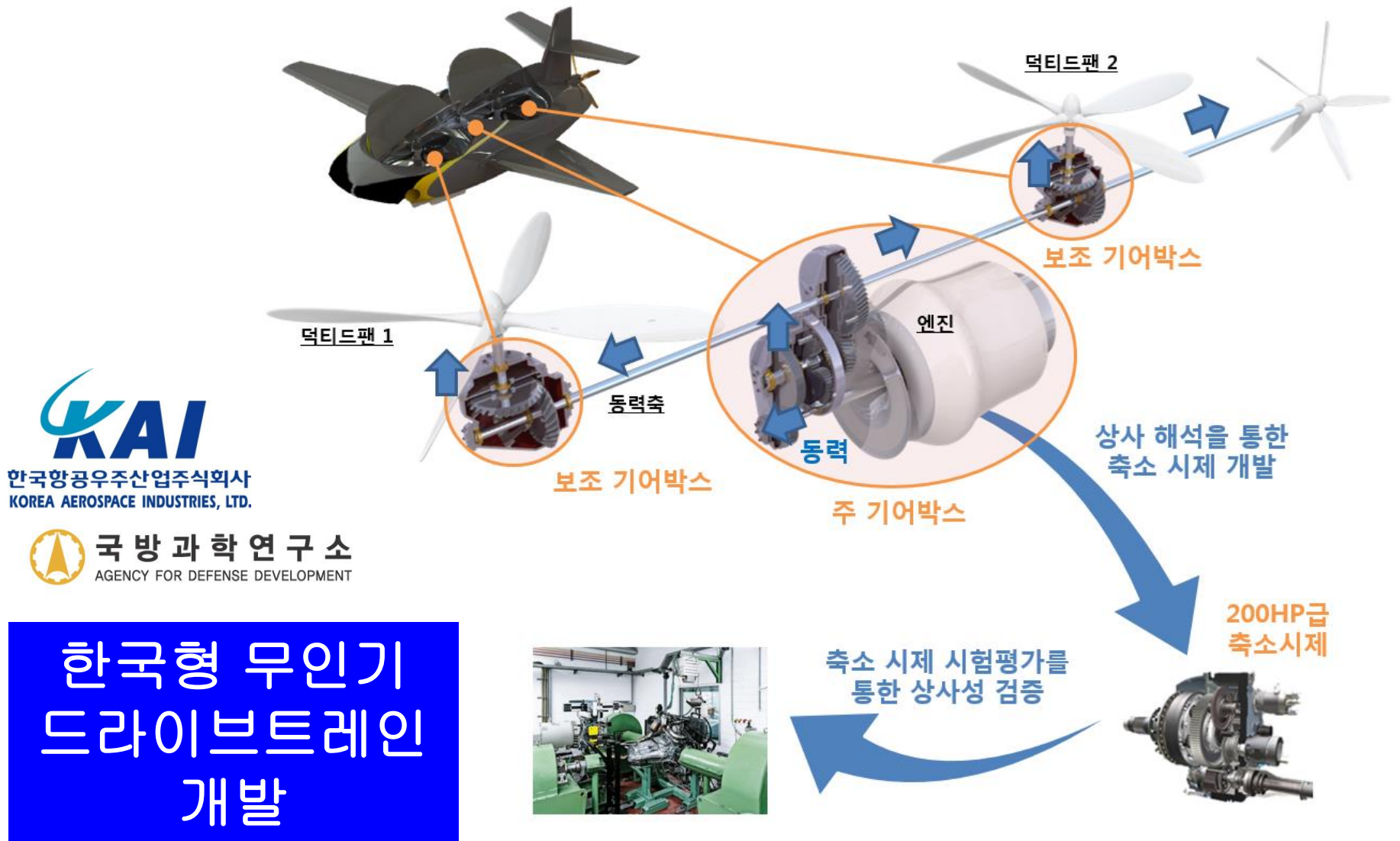


✓ CFRP gearbox



Good: mechanical properties, noise and vibration, Question: lubrication and fatigue

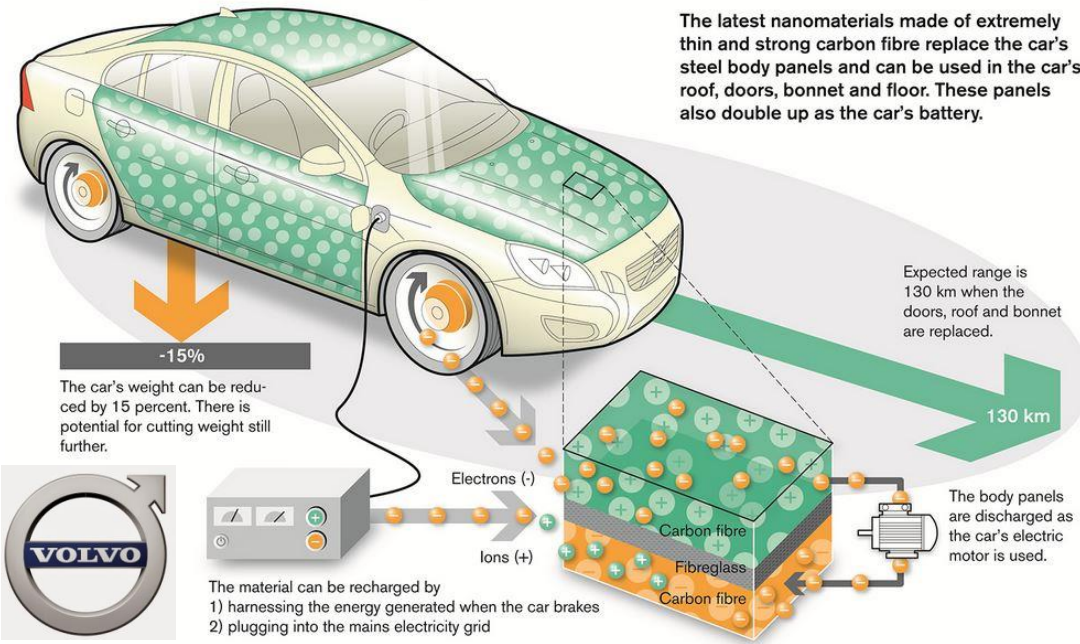
1.4 연구분야 3: 초경량/다기능 구조



1.4 연구분야 3: 초경량/다기능 구조

✓ e.g.) structural battery

The car's body panels serve as a battery

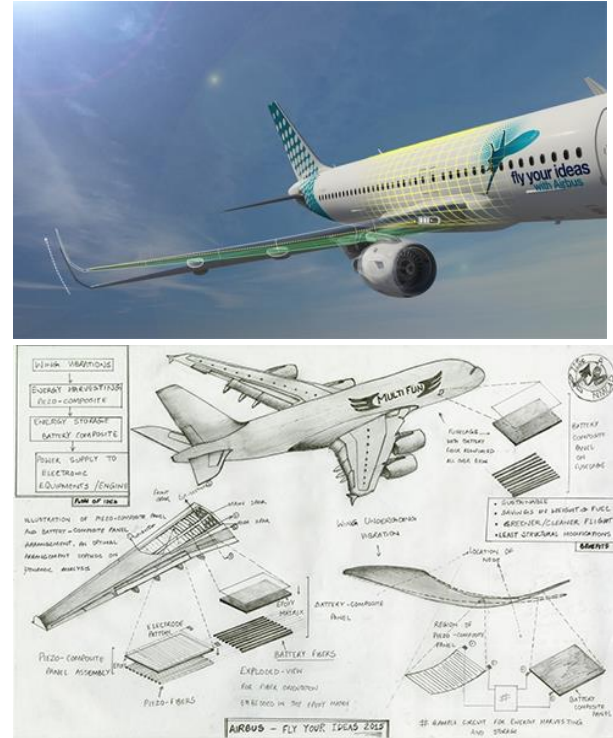


Volvo's vision: Leif E. Asp and Emile S. Greenhalgh ARPA-E safe energy storage systems for electric vehicles, Denver, Nov 12th 2012

Multi-functional structure for lightweight system

Ongoing project: Development of numerical model of structural battery, Korea-EU (ERC) human exchanging projects, 2017.1-2017.6, NRF (EU Partner: Prof. Angelo Simone, TU Delft).

AIRBUS



<https://youtu.be/NXh1Ewyu9DQ>

1.5 학연과정/UST 소개

1) 학연학위과정

목적

정부출연연구기관과 대학이 연계하여 인력과 연구시설 등을 상호 활용함으로써 산업 기술개발을 선도할 우수 연구인력 양성.

협약체결 대학 현황

한양대, 부산대, 아주대, 중앙대, 경북대, 한국해양대 등

2) UST 과학기술연합대학원대학교



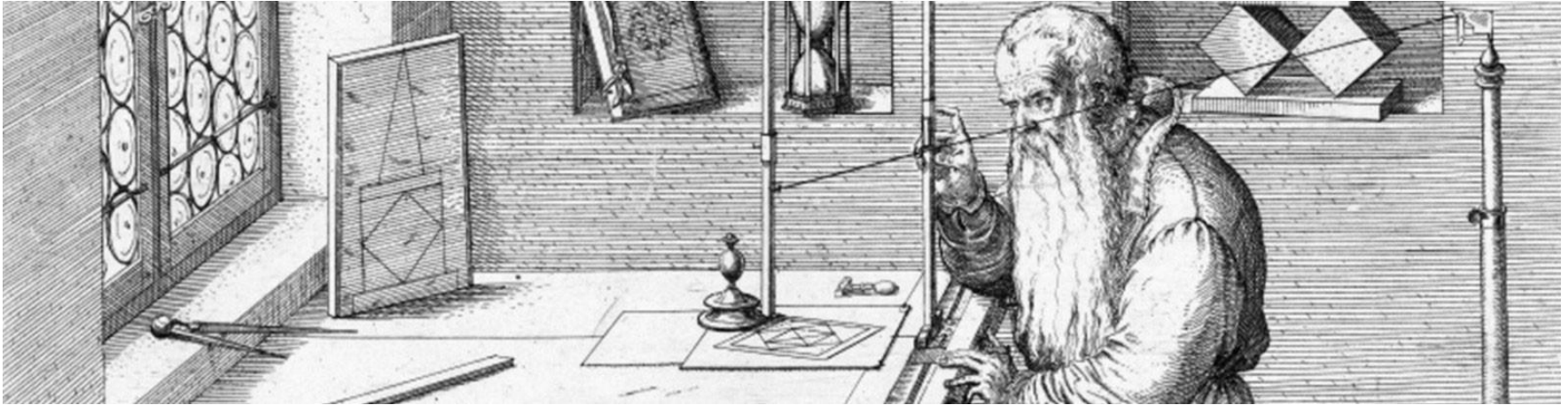
KIMM의 UST 석박사과정 안내

나노메카트로닉스 등 KIMM의 주요 연구분야의 우수인재를 양성하는 과학기술연합대학원대학교(UST)의 석박사 학위과정으로 KIMM의 시설·장비와, 인력·경험을 최대한 활용하여 실용적인 현장연구 위주의 학생중심 맞춤형 교육으로 운영되며, 21세기 과학기술 분야의 연구 리더양성, 신생 융합기술분야의 인력양성, 산업 및 연구 현장에서 즉시 활용 가능한 R&D 전문인력을 양성함.

| 2. Industry 4.0 시대의 모델링 & 시뮬레이션 기술

2.1 History of modeling and simulation

M&S from drawing and representation



Representational Experiments (14. Century)

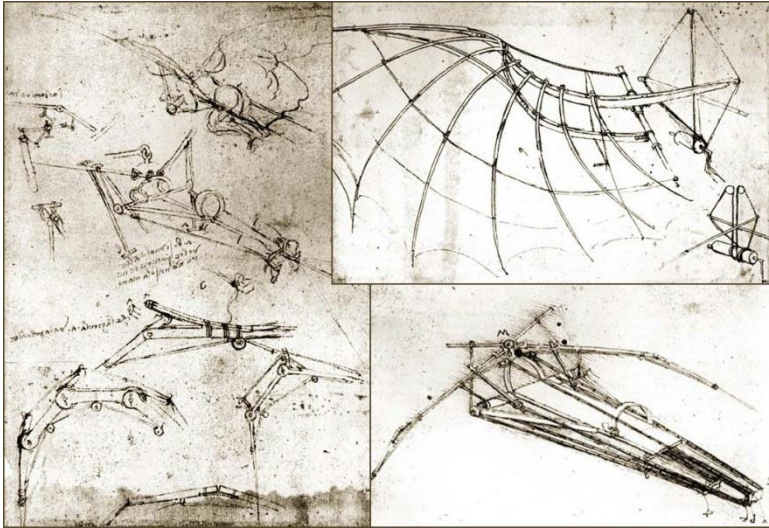
Renaissance painters Brunelleschi and Alberti developed theories of perspective to represent three-dimensional objects on a two-dimensional surface. Again it was Leonardo Da Vinci who improved on these theories through his scientific approach to art. See again: [Leonardo da Vinci “A Treatise on Painting”](#)

2.1 History of modeling and simulation



Apple II Computer, 1977

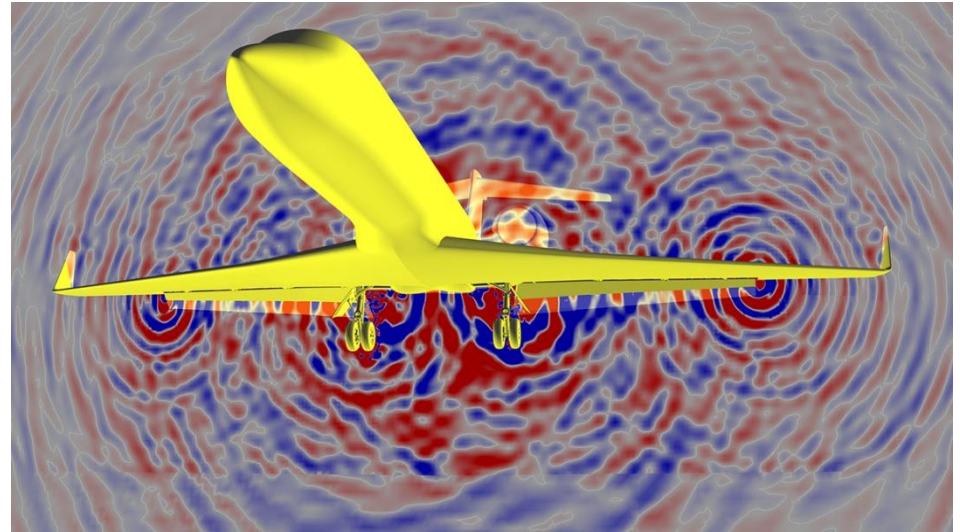
14. century



Drawing

Leonardo da Vinci

21. century

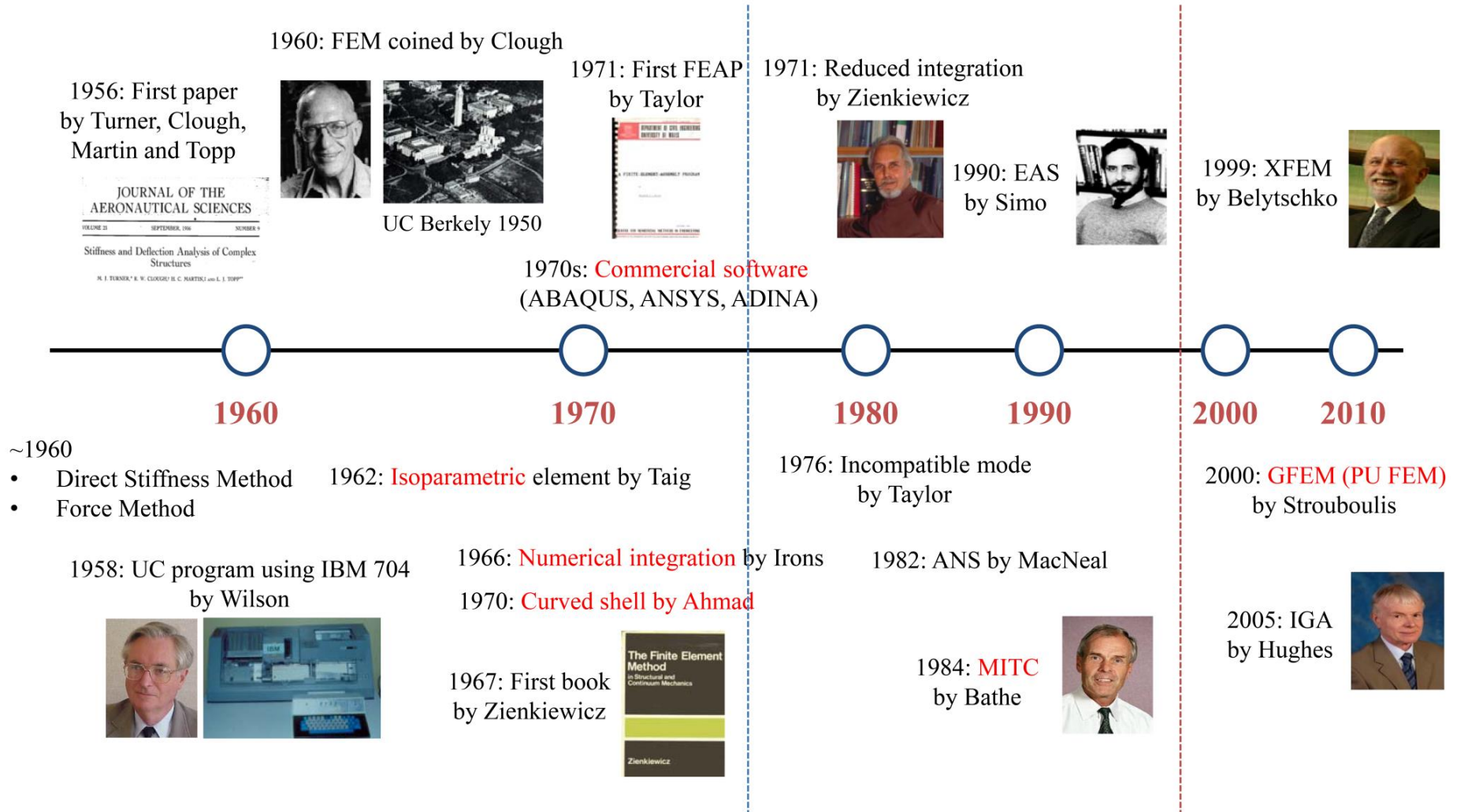


Virtual approach

NASA supercomputing division

2.1 History of modeling and simulation

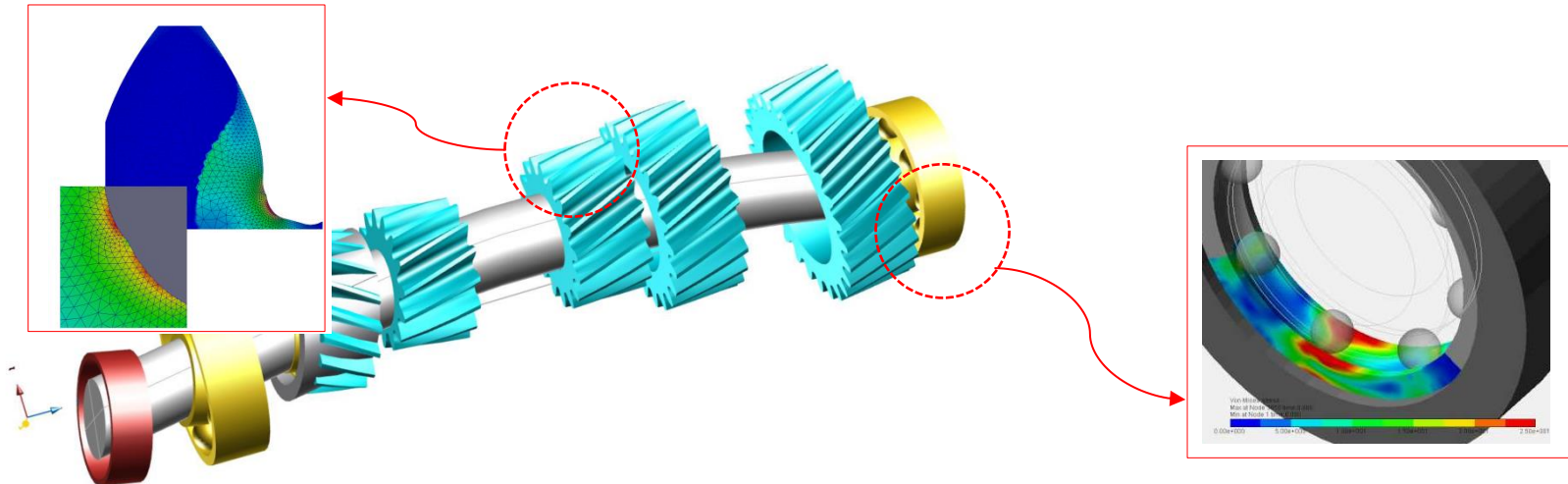
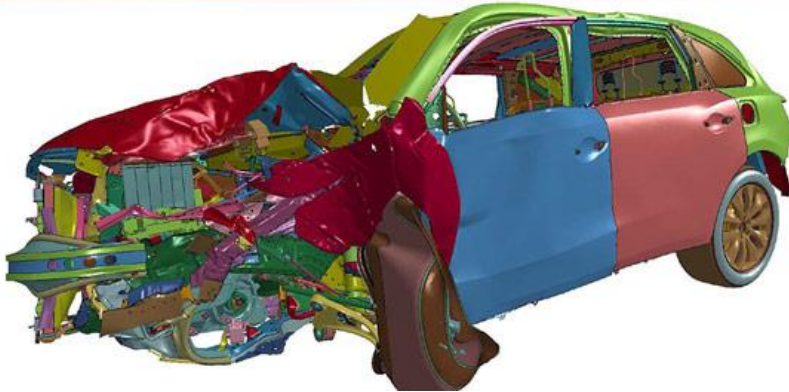
Last five decades...



2.2 Recent modeling and simulation

Simulation Postprocessor

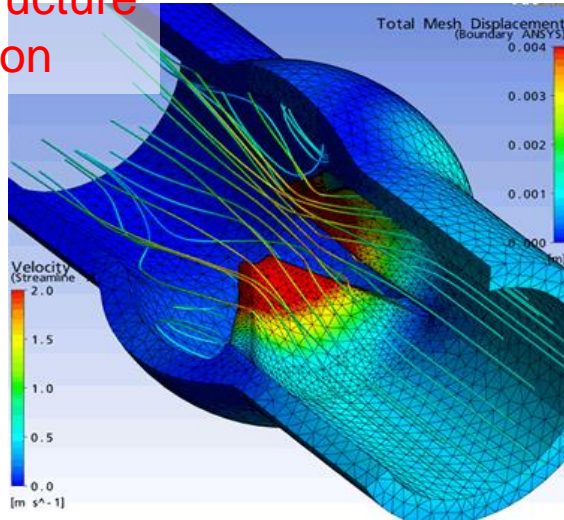
HONDA
The Power of Dreams



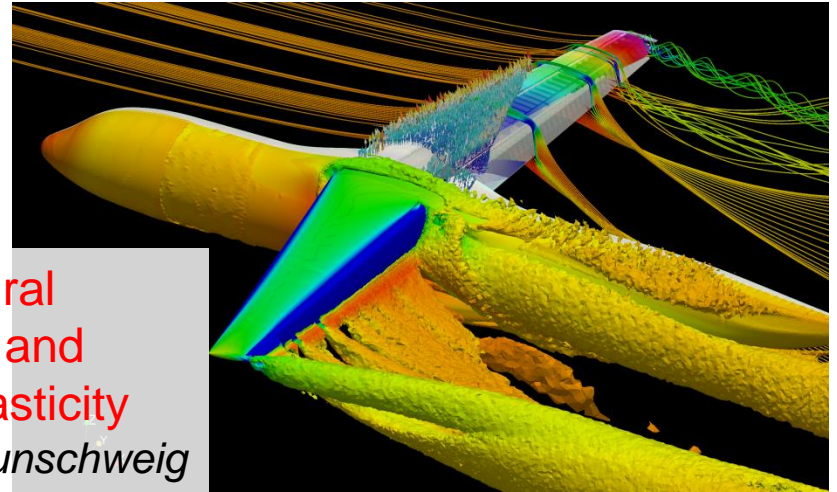
Integrated system-level modeling and simulation

2.2 Recent modeling and simulation

Fluid-structure interaction



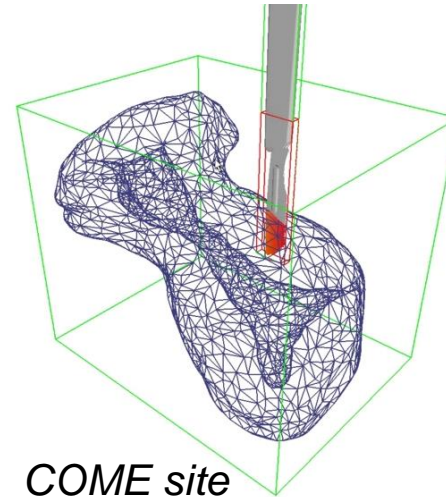
Structural design and aeroelasticity TU Braunschweig



Real-time surgical simulation

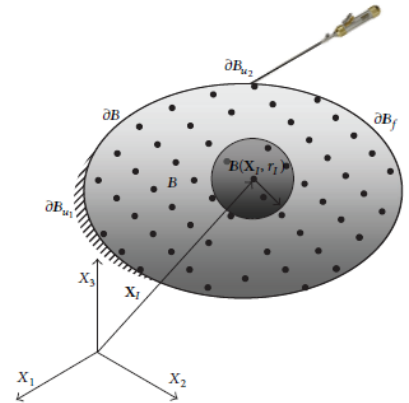


FORGEFX
SIMULATIONS



COME site

Banihani et al. 2013



2.2 Recent modeling and simulation

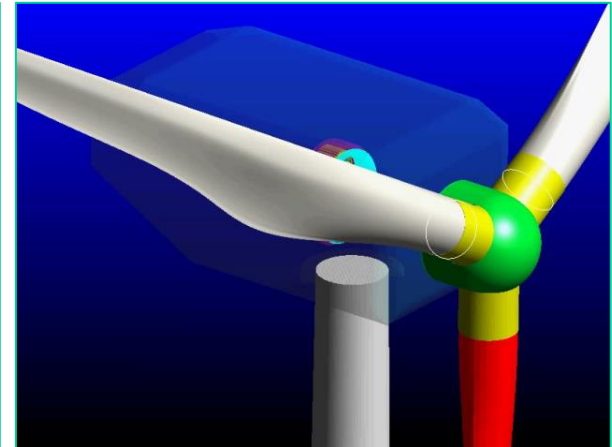
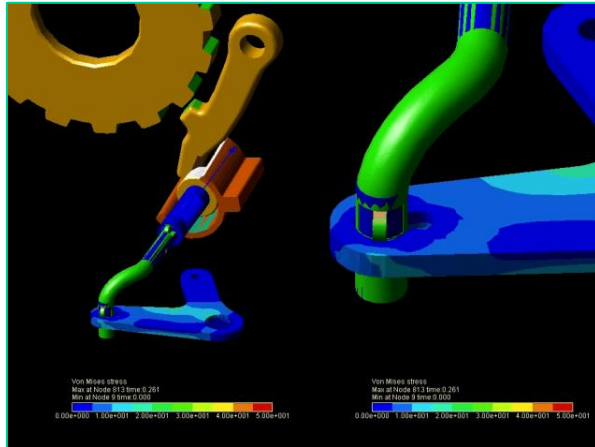
MBD (Multi-Body Dynamics)

다물체 동역학은 기구학적 제약 조건(Joints, Contacts 등)으로 연결된 강체(Bodies) 시스템에 힘(Force)이 가해질 때, 시스템의 응답을 시간영역에서 해석함



FMBD (Flexible Multi-Body Dynamics)

강체와 유연체가 포함된 시스템의 메커니즘 및 동적 거동을 분석



2.3 Digital twin in Industry 4.0



Digital twin

I.O.T.

Big data

Virtual reality

2.3 Digital twin in Industry 4.0

<http://events.imeche.org/>



Robust physics engine is required.

2.3 Digital twin in Industry 4.0

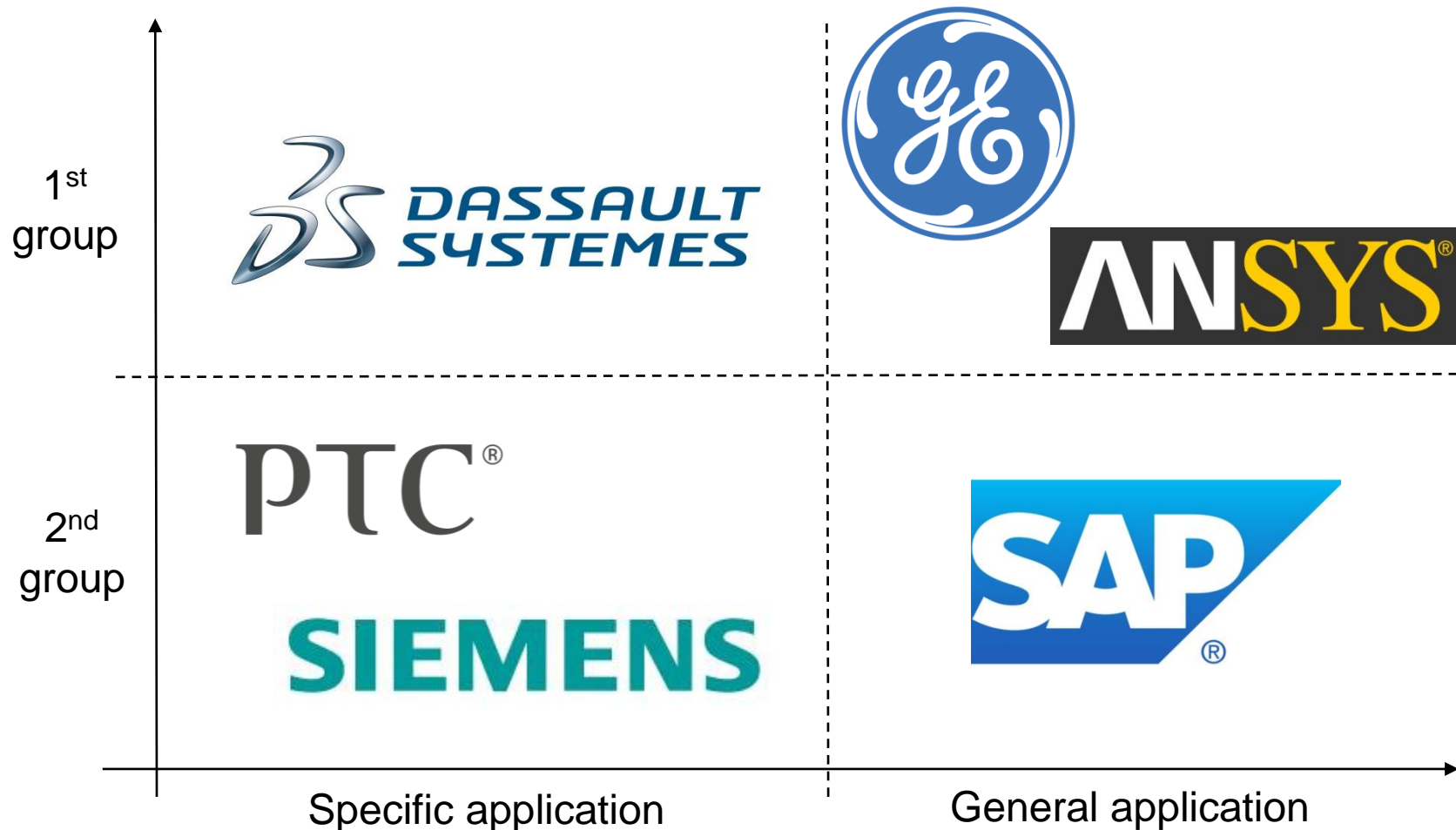
<http://events.imeche.org/>



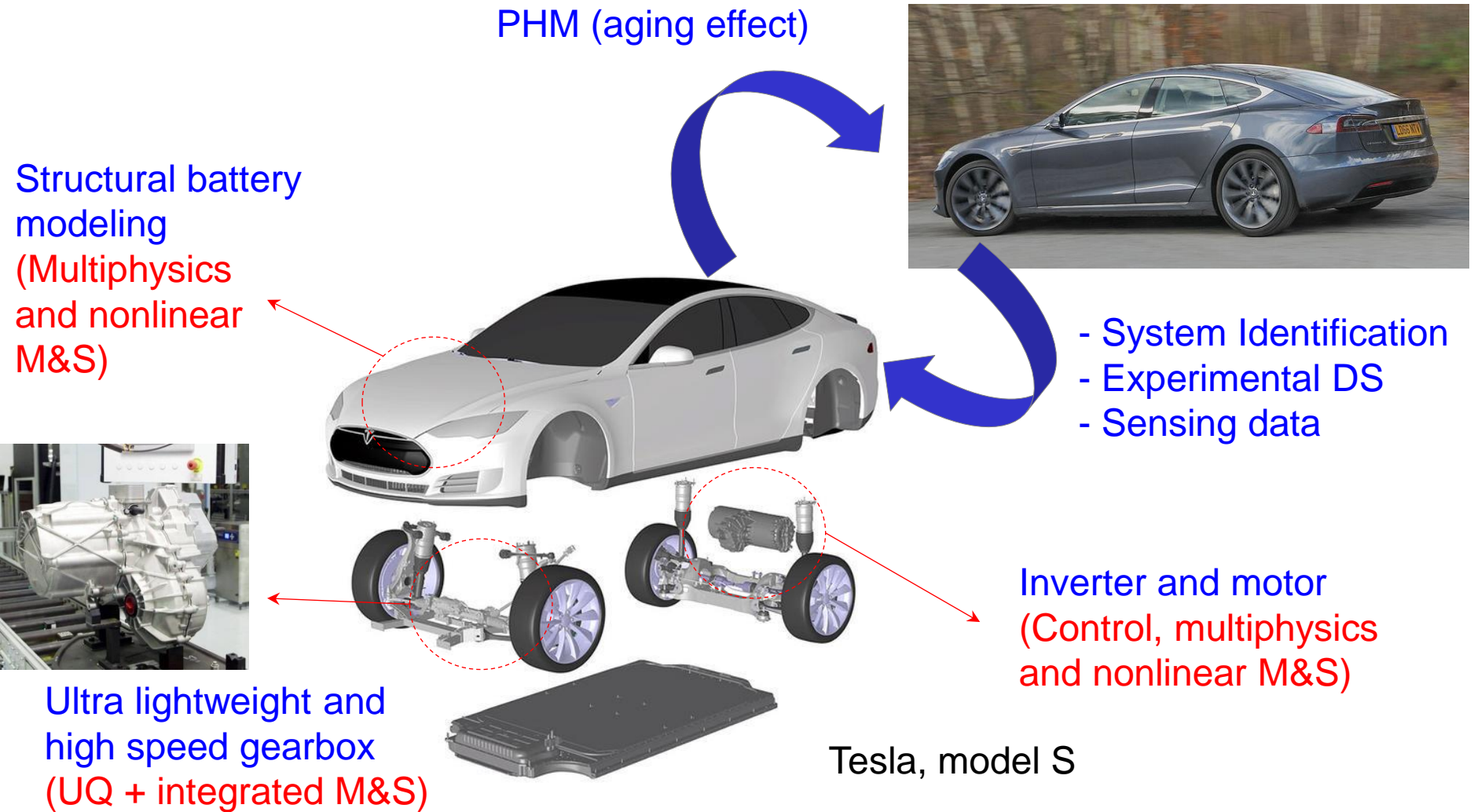
It implies ‘modeling and simulation.’

2.3 Digital twin in Industry 4.0

✓ **6 leading companies** of digital twin systems



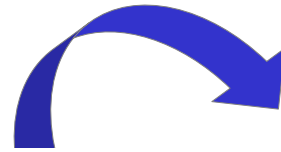
2.4 e.g.) Digital twin for Electric Vehicle



e.g.) Digital twin for Electric Vehicle

2.4 e.g.) Digital twin for Electric Vehicle

PHM (aging effect)

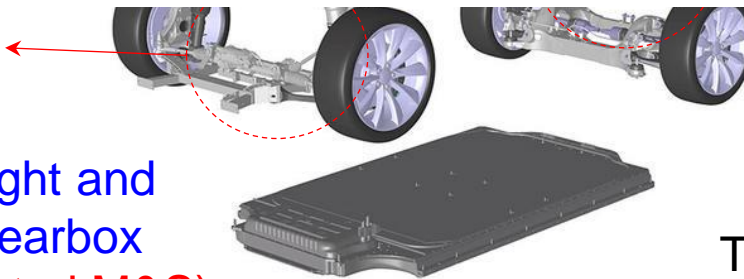


기계공학 및 관련 산업 전분야의 융합

- 삼성, LG, 테슬라, 구글....자동차???



Ultra lightweight and
high speed gearbox
(UQ + integrated M&S)



Inverter and motor
(Control, multiphysics
and nonlinear M&S)

Tesla, model S

e.g.) Digital twin for Electric Vehicle

2.5 전기차 개발 현황 및 전망



Tesla, model S

삼성전자가 뛰어든 스마트카 부품 어떤 것 있나

- 1 카인포테인먼트 IVI (In-Vehicle Infotainment)
- 2 운전지원시스템인 ADAS (Advanced Driver Assistance Systems)
- 3 커넥티비티 운영체제(OS)
- 4 전기차 구동부품 (배터리팩, 인버터 등)

75%

트렌드포스 보고서
2020년 스마트카 비율 75% 전망

텔레매틱스

IVI와 대표 품목으로 차량 사고시 긴급구조, 도난차량 위치 추적, 원격 차량 진단, 교통정보 제공 등 기능. 현재 4G LTE 불꽃통 갖춘 제품이 이미 상용화된 상태

AVN(오디오·비디오·내비게이션) CID (중앙정보디스플레이)를 통해 구현. 최근 차량용 디스플레이 패널의 해상도화가 빠르게 이뤄지고 있음

커넥티비티 운영체제 (OS) IVI, ADAS와 같은 하드웨어 전장 시스템을 연결해주는 기능. 구글의 '안드로이드 오토', 애플의 '카를레이', MS의 '윈도인더 카' 등

스tereo 카메라 시스템 ADAS의 하나로 HUD보다 진화한 형태. 스마트카의 눈에 해당. 일반 헤드램프와 달리 무인주행 시대에 맞게 인공지능 헤드램프 장착

전력분배모듈
배터리 전원을 각 부분 분배

DC컨버터
고전압을 저장압으로 변환해 주전기용 전원 공급

급속충전통신모듈
외부 충전설비로부터 전기차로 전력을 공급받을 때 충전 제어

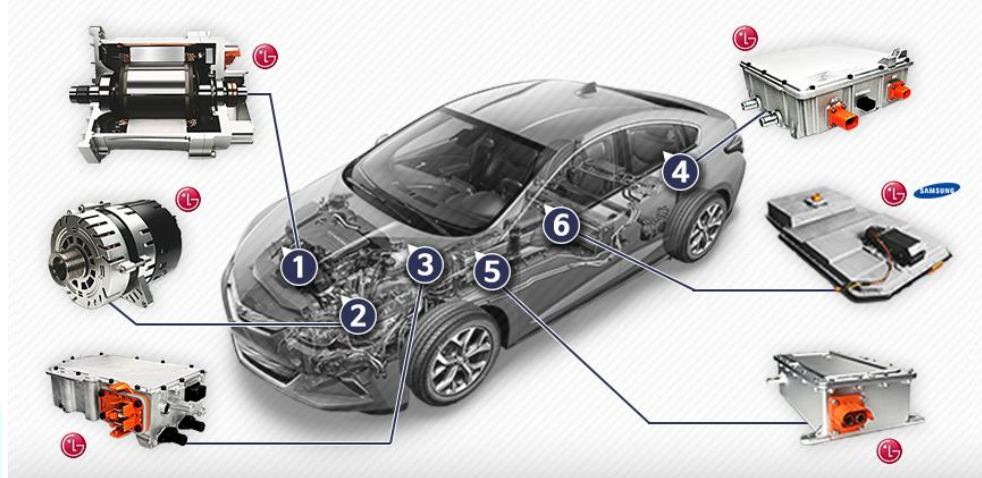
구동모터
배터리의 전기에너지를 회전에너지로 변환해 전기차에 동력 제공

인버터 AC → DC
자동차 배터리의 직류전원을 교류전원으로 변환해 모터를 구동, 회전속도와 파워 제어

전동 컴프레서
차량 공조시스템의 냉매를 압축

배터리팩
전기차에 전원을 공급하는 배터리를 물리적으로 보호하고 전기적으로 제어

YONHAP NEWS



그래픽 | 김태길

- 1 구동모터 전기자동차에 동력을 제공하는 장치
- 2 B-ISG 엔진 On/Off를 제어하고 에너지를 재활용하여 연비를 향상시켜주는 장치
- 3 인버터 직류전원을 교류전원으로 변환해 모터를 구동하고 제어하는 장치
- 4 차내충전기 외부 전원으로 차량 내 배터리를 충전하기 위한 차량 탑재형 충전기
- 5 전력분배기 전원 분배 장치
- 6 배터리 팩 전기차의 주행에 필요한 전기에너지를 저장하고 공급하는 장치

S.

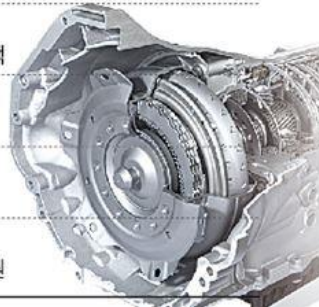


2.5 전기차 개발 현황 및 전망



주요국 내연기관 차량 규제 및 전기차 지원정책

한국	- 문재인 대통령 공약으로 2030년 디젤차 운행중지 제시 - 전기차 구매 시 보조금 지원, 세제 혜택
미국	- 9개 주 전기차 생산 의무제 도입 - 전기차 구매 시 세제 혜택
영국	- 2040년 내연차 판매 금지 - 전기차 구매 시 보조금 지원, 7억7,000만 달러 저공해차 지원 계획
프랑스	- 2040년 내연차 판매 금지 - 전기차 구매 시 보조금 지원, 노후 디젤차 반납시 보조금 지원
독일	- 2030년 전기차만 판매하는 방안 추진 - 전기차 구매 시 보조금 지원, 세제 혜택
노르웨이	- 2025년 전기차만 시판 - 전기차 구매 시 세제 혜택
네덜란드	- 2025년 내연차 판매 금지 - 전기차 구매 시 세제 혜택
중국	- 저효율 럭셔리카에 과세 강화 - 전기차 구매 시 세제 혜택, 보조금 지원



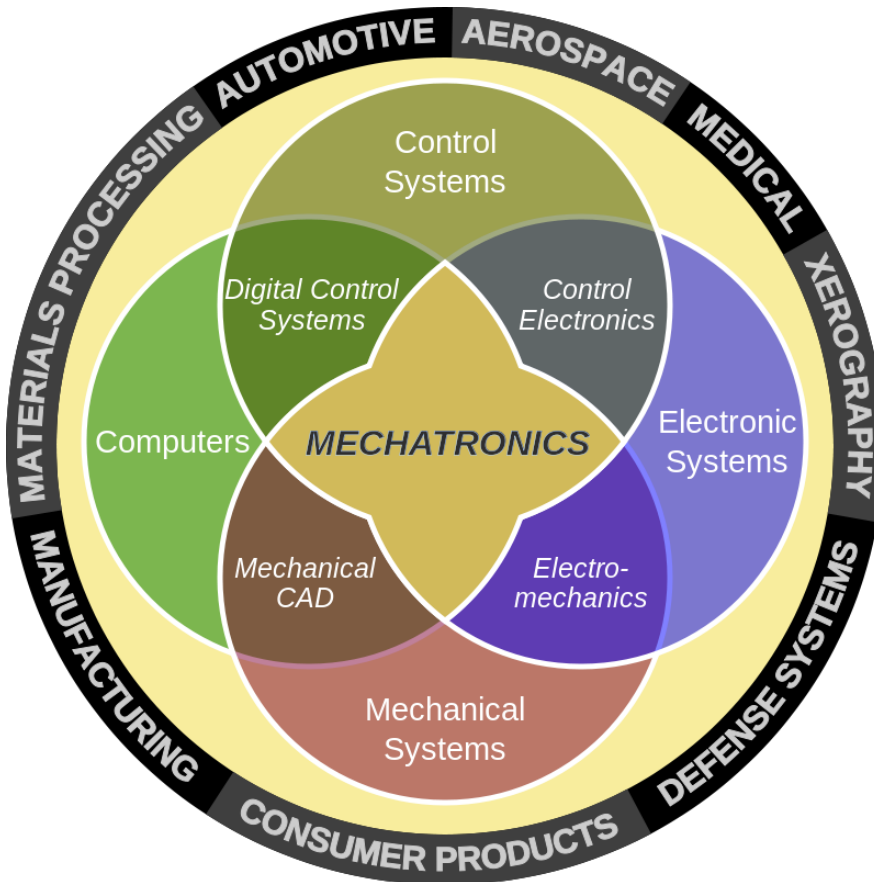
독일·프랑스·영국, 석유차 판매 중단 결정



내연기관의 종말

전기구동계의 시대

2.6 메카트로닉스의 시대

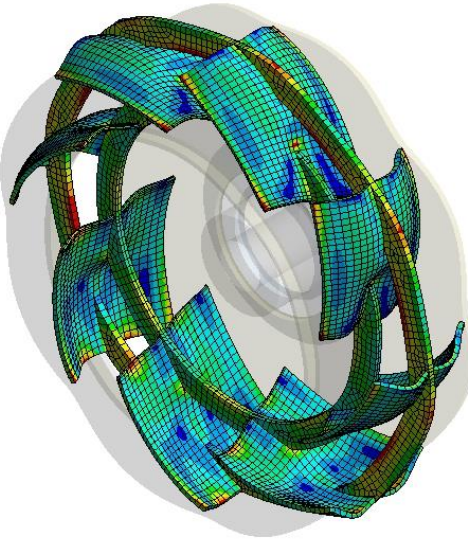


Now is
your time!

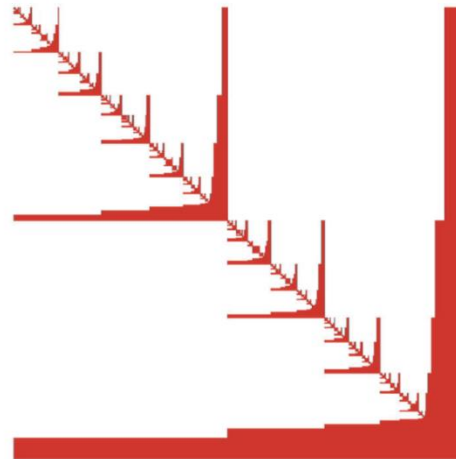
*J. M. Flagg's
1917 poster*

Mechanical + Electrical Engineering
= **Mechatronics**

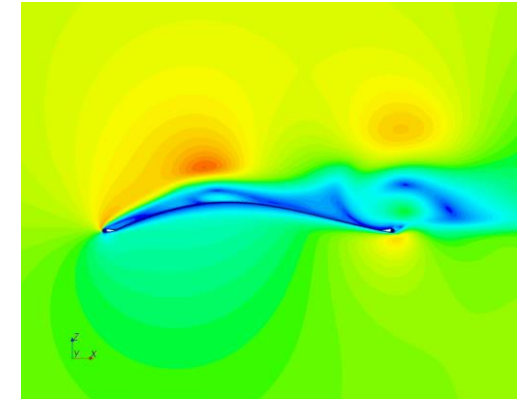
2.7 Linear Algebra!



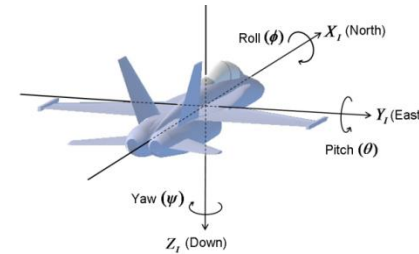
Solid and structural mechanics



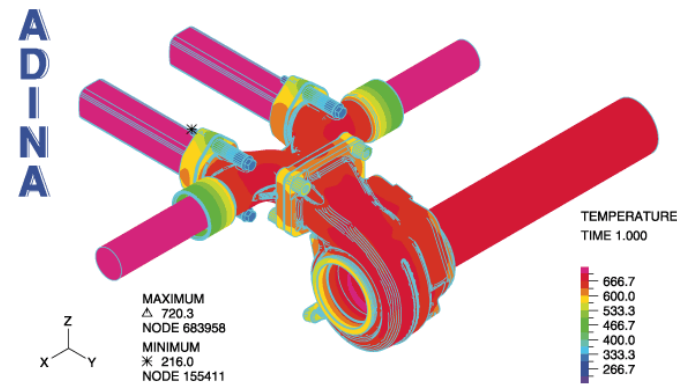
MATRIX



Fluid mechanics



Control and simulation



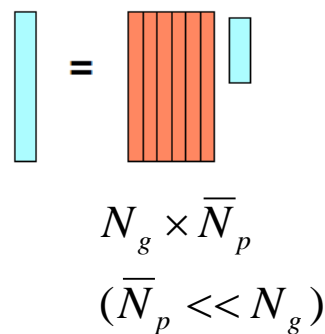
Thermodynamics

2.8 Component mode synthesis (CMS)

Assume a large linear(ized) dynamic model:

$$M\ddot{q} + D\dot{q} + Kq = f \quad (N_g) \quad \text{Over a million DOFs}$$

Try the approximation

$$q = R\hat{q}$$


$N_g \times \bar{N}_p$
($\bar{N}_p \ll N_g$)



Force error due to approximation

$$MR\ddot{\hat{q}} + DR\dot{\hat{q}} + KR\hat{q} = f + r$$



Require that error is 0 in a subspace

$$\tilde{R}^T r = 0$$

$$\tilde{R}^T (MR\ddot{\hat{q}} + DR\dot{\hat{q}} + KR\hat{q}) = \tilde{R}^T f$$



$$\tilde{R} = R$$

$$\hat{M}\ddot{\hat{q}} + \hat{D}\dot{\hat{q}} + \hat{K}\hat{q} = \hat{f} \quad (\bar{N}_p)$$

Only 1~10% size of total DOFs

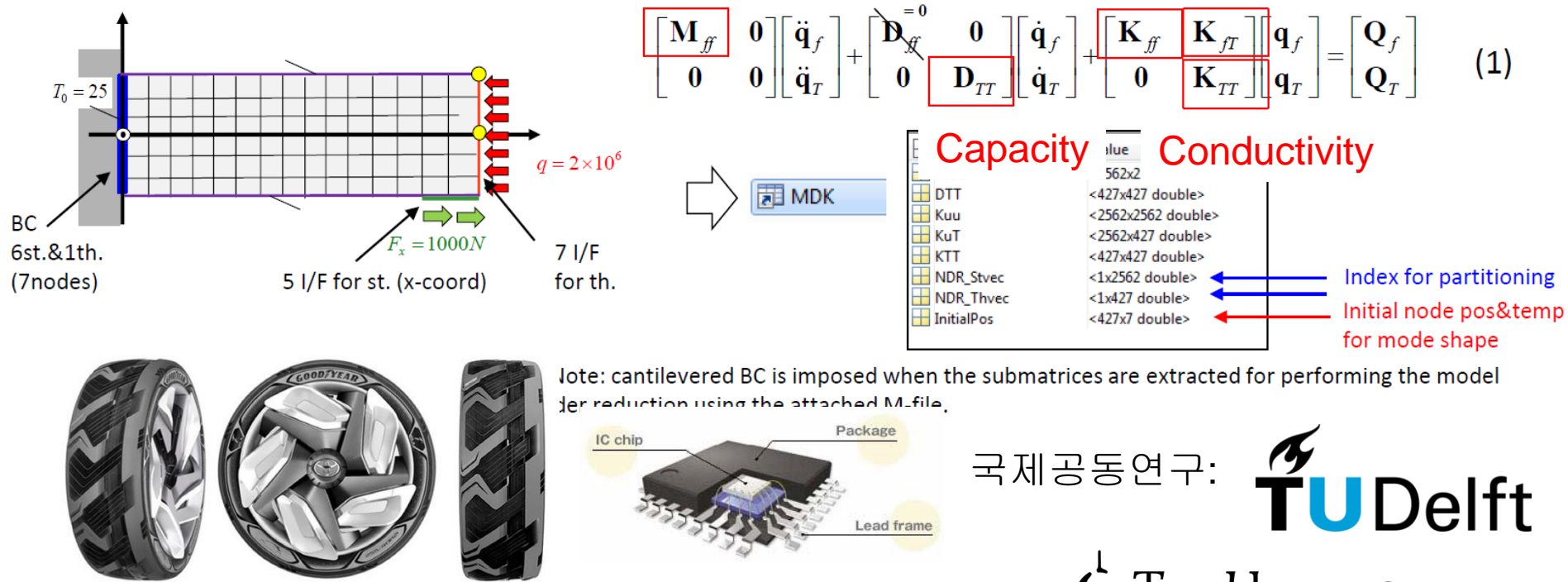
Which reduction basis R ?

- Families of eigenvector
- Krylov subspace method
- Proper orthogonal decomposition

2.9 적용분야

ROM of Thermo-mechanical vibration

□ DETC conference paper (p5) NE: 60x6 NDOF: 2989 (st:2562, th:427) *Note: matrices under free-free BC



적용분야) smart tire (energy harvesting) and semiconductor packaging (NEMS and MEMS)

국제공동연구: **TU Delft**
THE UNIVERSITY OF IOWA

*JG Kim, A Simone, H Sugiyama, High fidelity reduced-order modeling for thermo-mechanical vibration analysis, **Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering**, in preparation.*

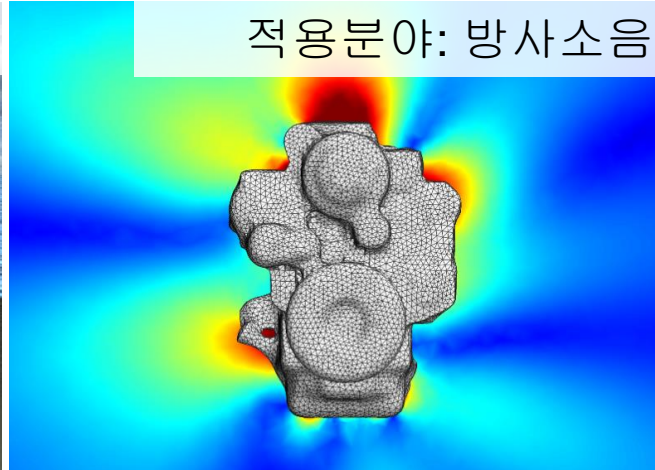
2.9 적용분야

ROM of FEM-BEM coupled modeling for fluid-structure interaction

적용분야: FPSO



적용분야: 방사소음



$$\begin{bmatrix} -\omega^2 \mathbf{S}_M + \mathbf{S}_K + \mathbf{S}_{CH} & -j\omega \mathbf{S}_D^E & -j\omega \mathbf{S}_D^I \\ j\omega \mathbf{F}_G & \mathbf{F}_M^E - \mathbf{F}_{Gn} & 0 \\ -j\omega \mathbf{F}_W^I & 0 & \omega^2 \mathbf{F}_M^I - \mathbf{F}_K^I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{u} \\ \boldsymbol{\varphi}_E \\ \boldsymbol{\varphi}_I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 4\pi \mathbf{R}^I \\ 0 \end{bmatrix}$$

- ✓ Non-symmetric
- ✓ Ill-conditioned
- ✓ Complex value

*JG Kim, SP Cho, KT Kim, PS Lee. Hydroelastic design contour for the preliminary design of very large floating structures, **Ocean Engineering**, 78, 112–23, March 2014.*

*KH Lee, SP Cho, KT Kim, JG Kim, PS Lee. Hydroelastic analysis of floating structures with liquid tanks and comparison with experimental tests, **Applied Ocean Research**, 52, 167-187, 2015.*

2.9 적용분야

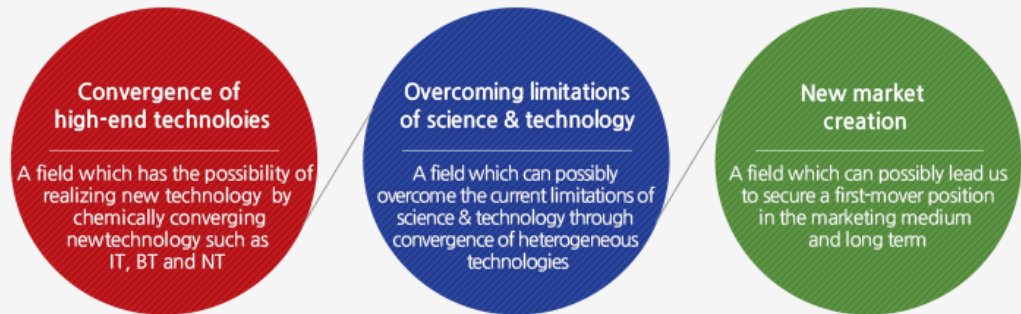
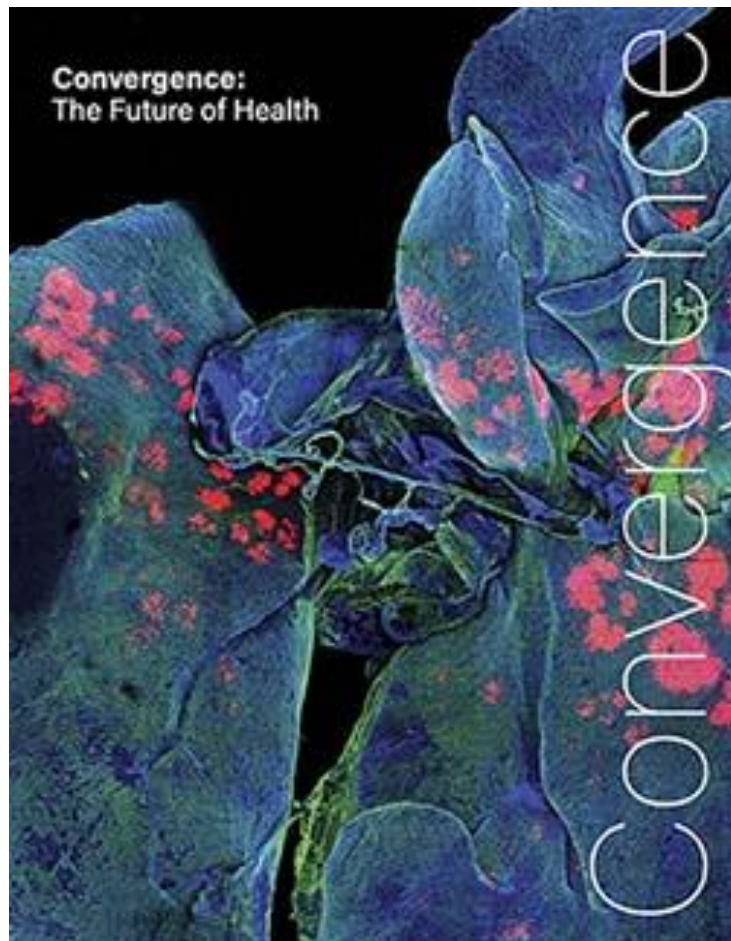
➤ Potentials for VR



<https://www.youtube.com/watch?v=fAjPMsMXLmc>

3. 맺음말

3.1 융합의 시대



- 분야/영역 → 기본기
- 국적/국경 → 언어(영어)
→ 마인드

3.2 좋아하는 일을 찾아 즐기며 할 것



“아는 자는 좋아하는 자만 못하고,
좋아하는 자는 즐기는 자만 못하다.
(지지자불여호지자, 호지자불여낙지자
知之者不如好之者, 好之者不如樂之者).”
공자, 논어 中

How can students find the enlightenment? In my experience, this requires four steps as follows:

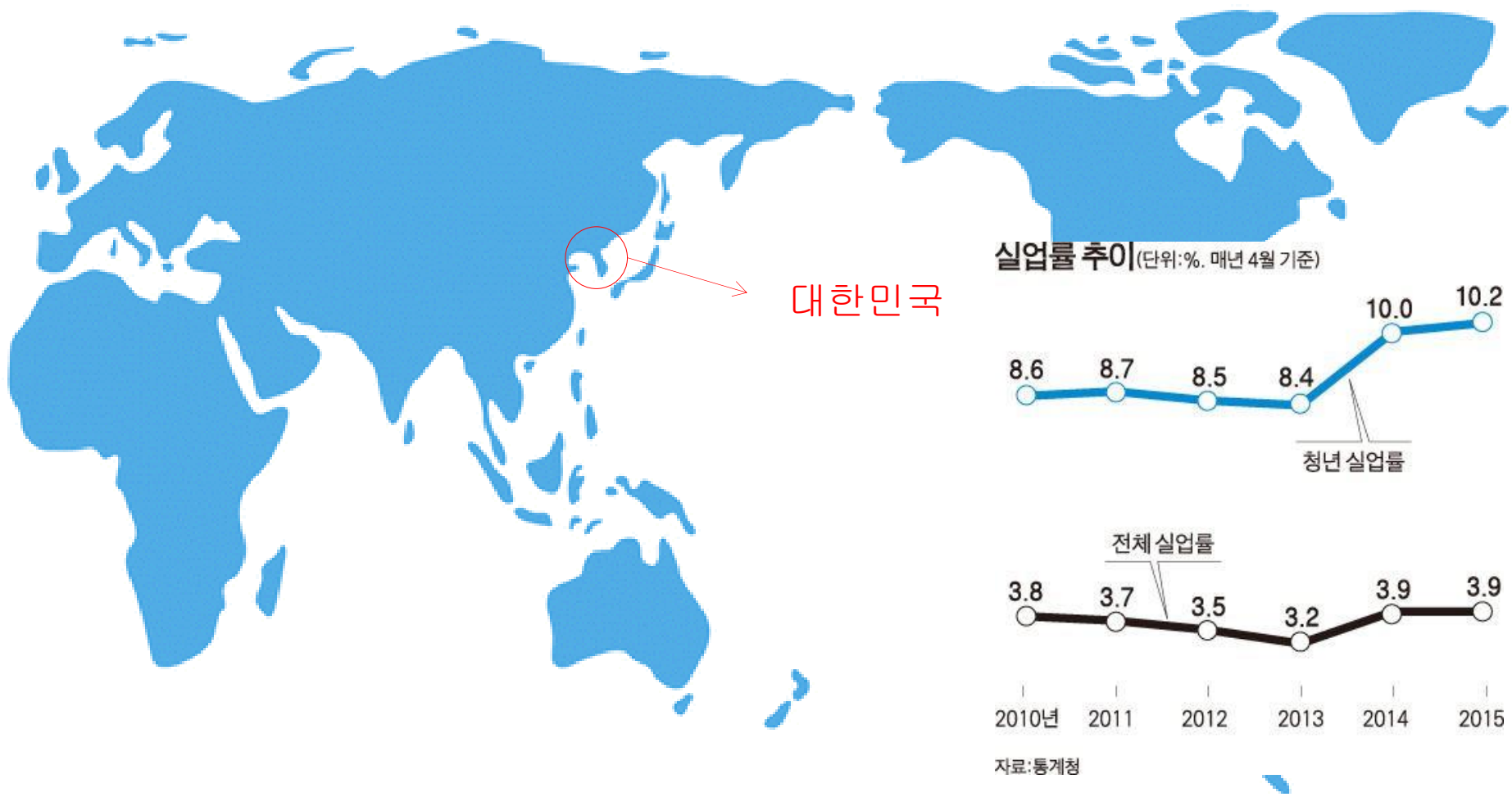
Step 1. Follow-up: *This means reading and self-implementation.*

Step 2. Achievement: *The first peer-reviewed paper can be a small achievement to graduated students.*

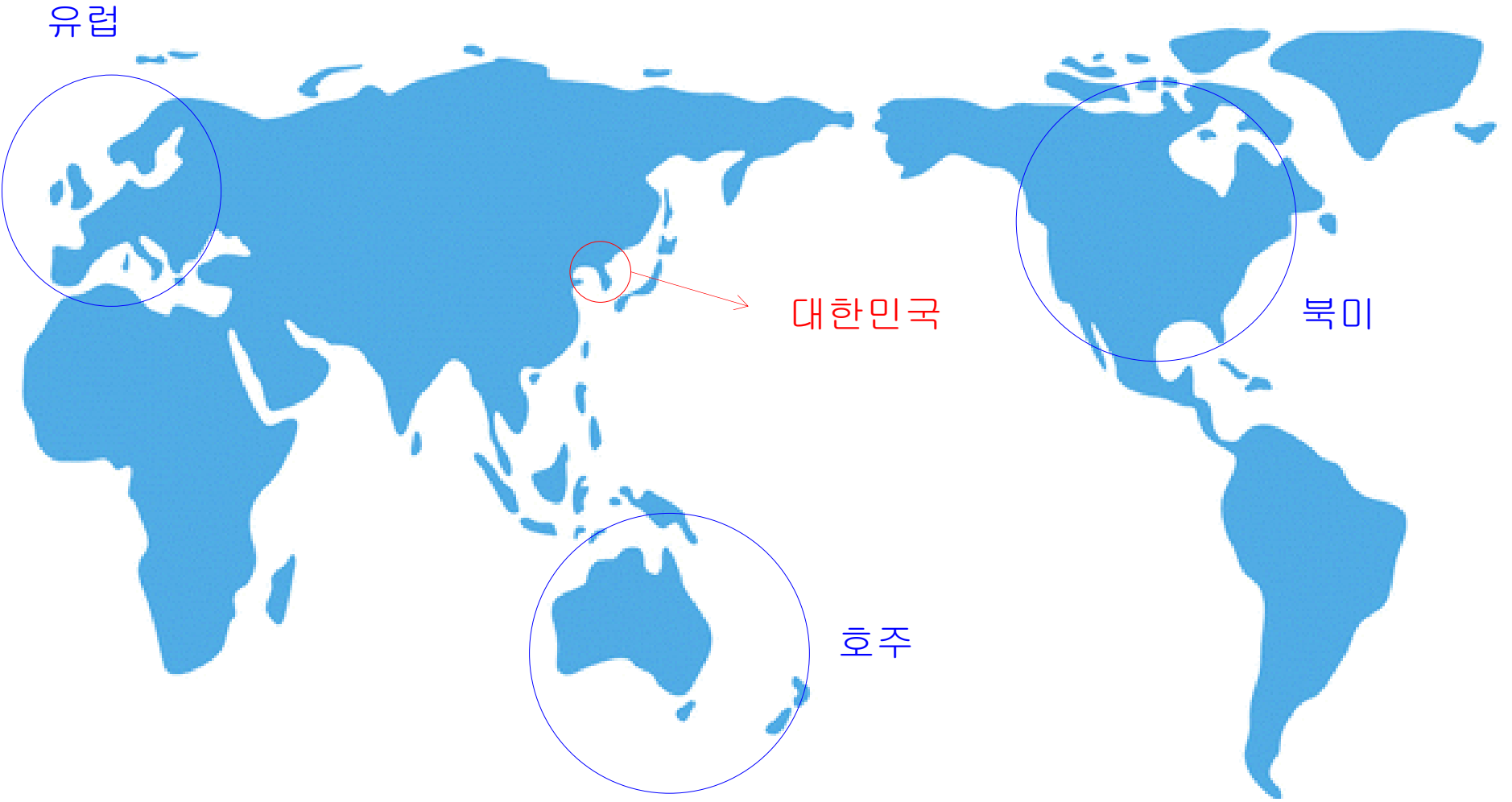
Step 3. Confidence: *From repetition of the above experiences, students gain self-confidence, and they eventually delight in it.*

Step 4. Creation: *Finally, they attempt to create something.*

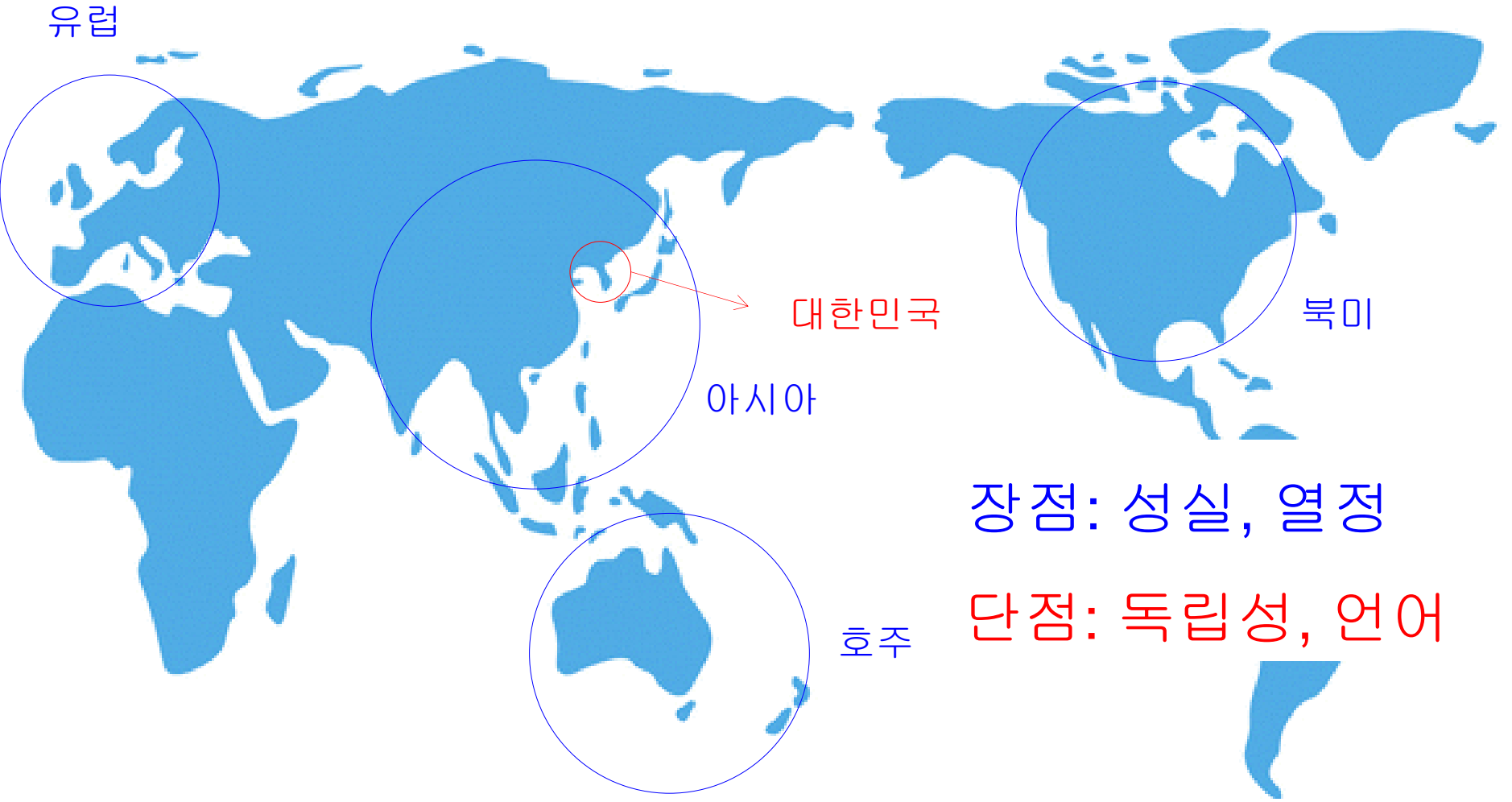
3.3 우물 안 개구리



3.3 우물 안 개구리



3.3 우물 안 개구리

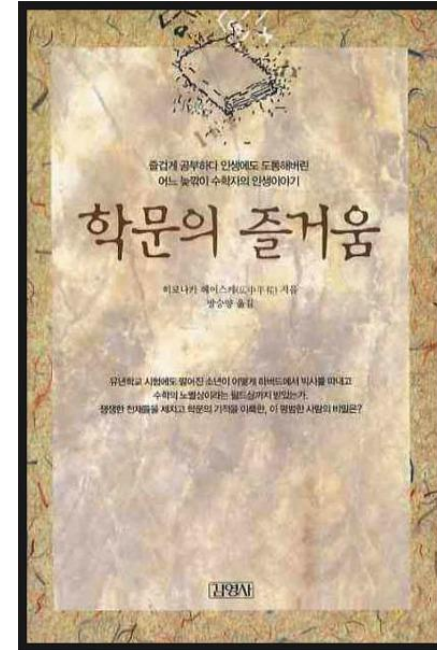


3.4 추천서적

히로나카 헤이
스케
ひろなかへい
すけ | 広中平祐



- ✓ 하버드 대학교 전 교수
- ✓ 교토 대학 수리해석 연구소 전 소장
- ✓ 일본인으로는 두 번째의 필즈상 수상자



이 세상에는 주어진 조건이 모두 자기에게 불리하다고 생각하는 사람들이 있다. 머리가 나쁘게 태어났기 때문에 재수가 없다고 불평하는 사람이 있는가 하면 부모에게서 우수한 두뇌를 받았기에 인생을 망쳤다고 후회하는 사람도 있다. 혹은 부유한 집안에서 자랐음에도 공부를 못했을 경우 가난한 집안에서 태어났다면 틀림없이 공부를 잘했을 것이다. 라고 생각하는 사람 등이다.

반대로 주어진 조건을 모두 자기에게 유리하게 생각하는 사람들이 있다. 마쓰시타 고노스케씨였다고 생각되는데 그는 언젠가 “**호황도 좋고 불황도 좋다**”라는 말을 했다. 이 말을 인생에 적용하면 “**행운도 좋고 역경도 좋다**”라는 뜻이다.

-중략-

성공한 사람들은 대부분 역경을 자기 인생에 플러스로 만드는 능력을 갖추고 있는 것 같아 보인다. **본문중**

Questions!

Email: mingeunkim@kimm.re.kr