

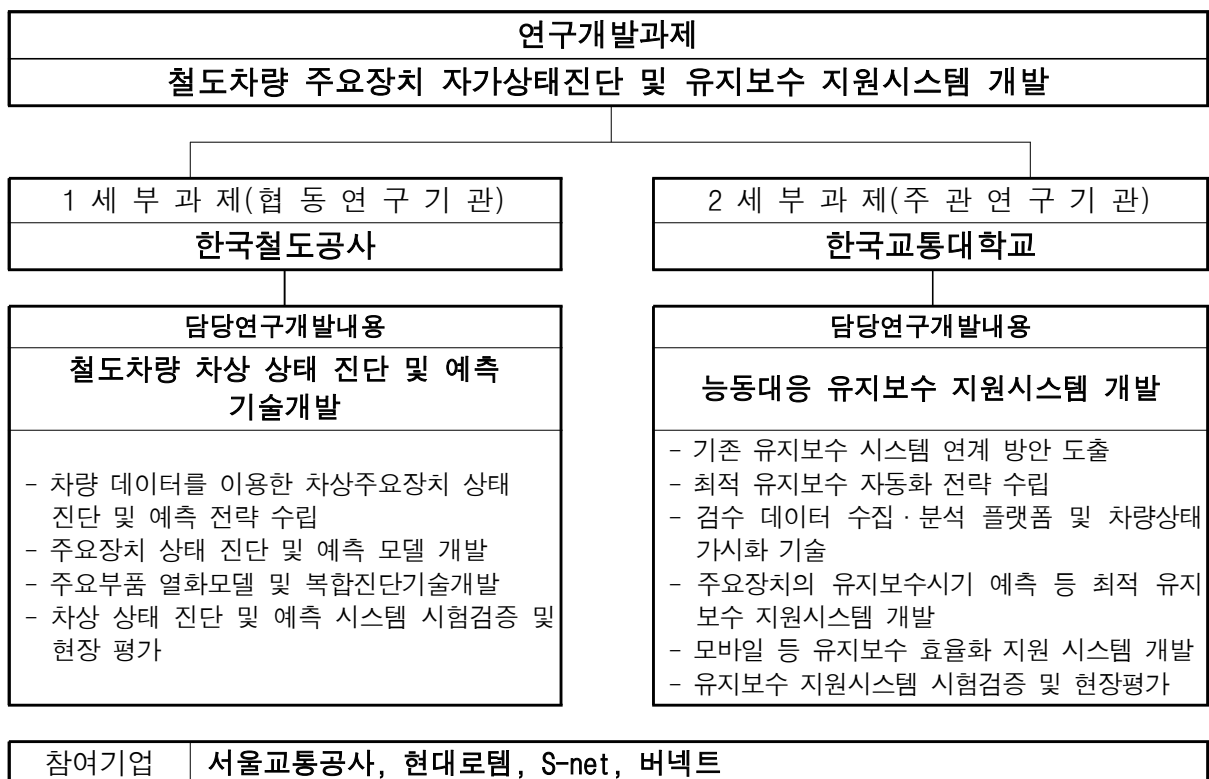
## □ 과제개요

- 연구기간 : '19.04~'23.12
- 연구비 : (총연구비) 21,040백만원(정부 10,520백만원/민간 10,520백만원)

[단위 : 백만원]

구분	총연구비	'19	'20	'21	'22	'23
정부투자 실적·계획	10,520	480	2,389	2,869	2,391	2,391

- 연구수행체계 : 연구단



## □ 연구 배경(필요성)

- 정부정책 및 법정계획, 부처방침
  - (국정과제) 국정과제 32 「국가기간교통망 공공성 강화 및 국토교통산업 경쟁력 강화」, 국정과제 55 「안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축」 관련한 철도의 안전향상을 위한 과제
  - 「제3차 철도안전종합계획('16~'20)」 주요추진과제인 '철도차량 점검·정비 체계 강화'와 연계하여 추진 필요
  - 4차 산업혁명 관련 첨단기술을 철도안전관리에 활용하기 위해 수립한 「스마트 철도안전관리시스템 구축 기본계획('17.12, 국토부)」의 주요 추진과제\*를 지원하는 과제임

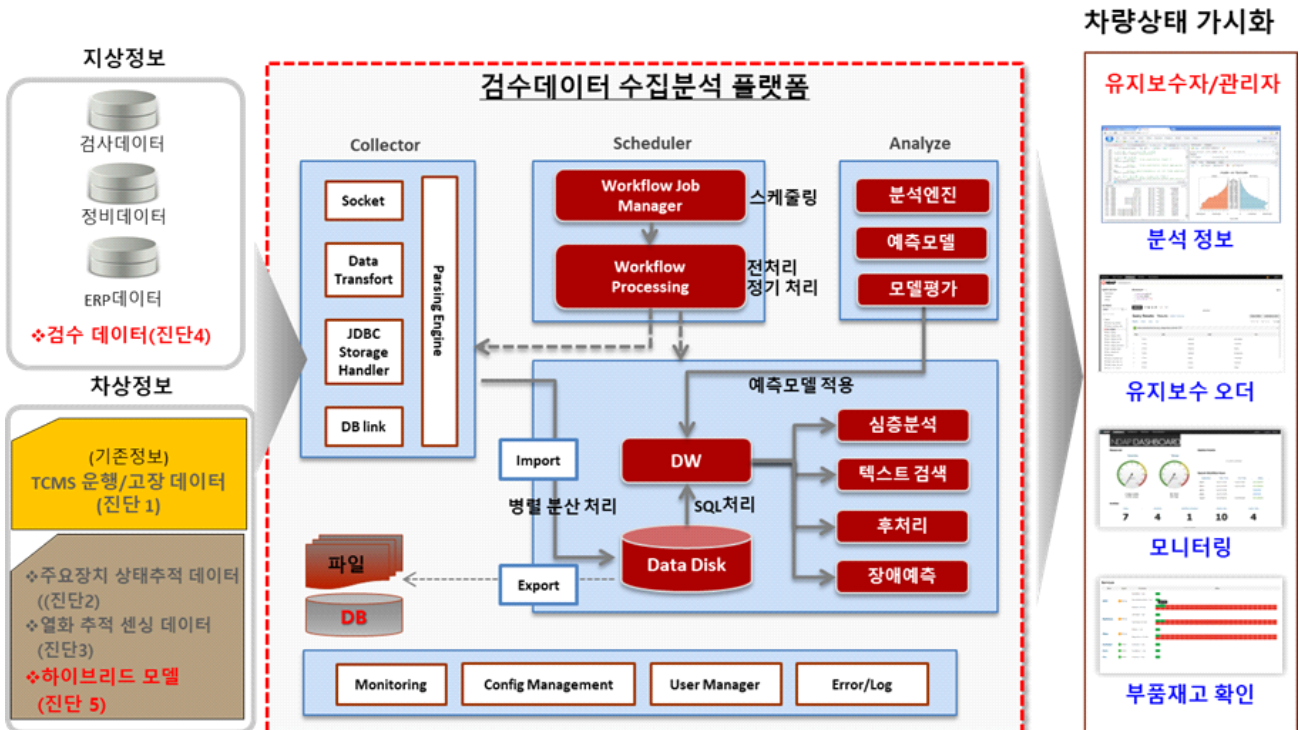
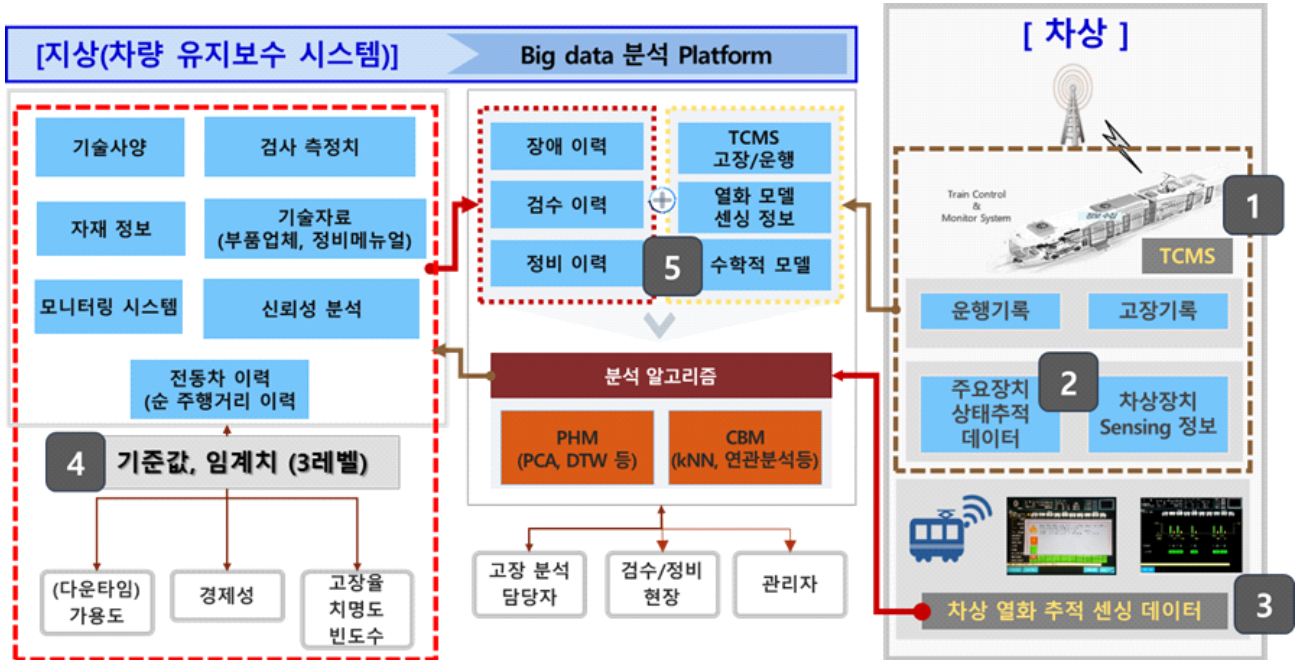
- \* 철도차량 실시간 감시시스템 고도화, 결합허용 및 예지수명기반 유지보수 플랫폼 구축 등
- '18.12.27, 철도안전 강화대책(KTX강릉선 탈선 및 오송역 단전사고 등 재발방지 중심)에서 **현장종사자 책임성 강화**, 자발적 동참, 감독체계 개선, 처벌 강화
  - 책임 유지보수 및 차량정비를 위한 기록관리(사진,영상)를 제도화, 점검 실명제 도입
  - 차량정비 품질 확보 및 안전과 직결되는 부품 적기교체 등 부품관리 강화
- '19.11.\*, 도시·광역철도 안전대책[안]
  - 철도차량 관리강화 → 전동차량 품질조직 신설 및 정비프로세스 개선

- (철도운영기관) 철도차량의 이상 징후를 차기 정비주기까지 선제적 대응 어려움
  - 차량과 부품의 유지보수 이력과 운행 노선별 고장 상관분석 필요
  - 운행중인 열차의 각종 안전 빅데이터(OBCS, TDCS 등) 실시간 대응 방안 필요
  - 기존 TCMS는 기관사 관점으로 시간에 따른 동작 유무에 대한 고장정보로 국한되며, 정비원은 계층화 (Hierarchy)에 따른 각 장치의 세부 고장정보(취약개소, 고장등급)와 이의 의사결정 필요
    - (문제점) 데이터 저장용량의 제약(저장불가 또는 2주 후 소멸)으로 시계열 차량상태정보 분석이 불가하고, 하위계층 개념의 부품/구성품에 대한 고장 분석 어려움 (예: 공기압축기 고장 원인 誤認)
  - 저가의 전동차 낙찰로인하여 차량 부품 품질저하 우려 → 상태진단 모니터링 필요
  - 모바일 등 지원시스템을 통한 철도차량의 유지보수 효율화 필요
    - 무거운 도면집을 휴대하지 않고 모바일로 동영상 중정비작업전에 학습 필요
      - \* 동영상(애니메이션과 그래픽)을 통한 학습효과는 교재(책)보다 약 90% 증대
    - (고급기술 안정적 확보) 유지보수인력의 고령화로 인한 경험전수의 차단을 지양

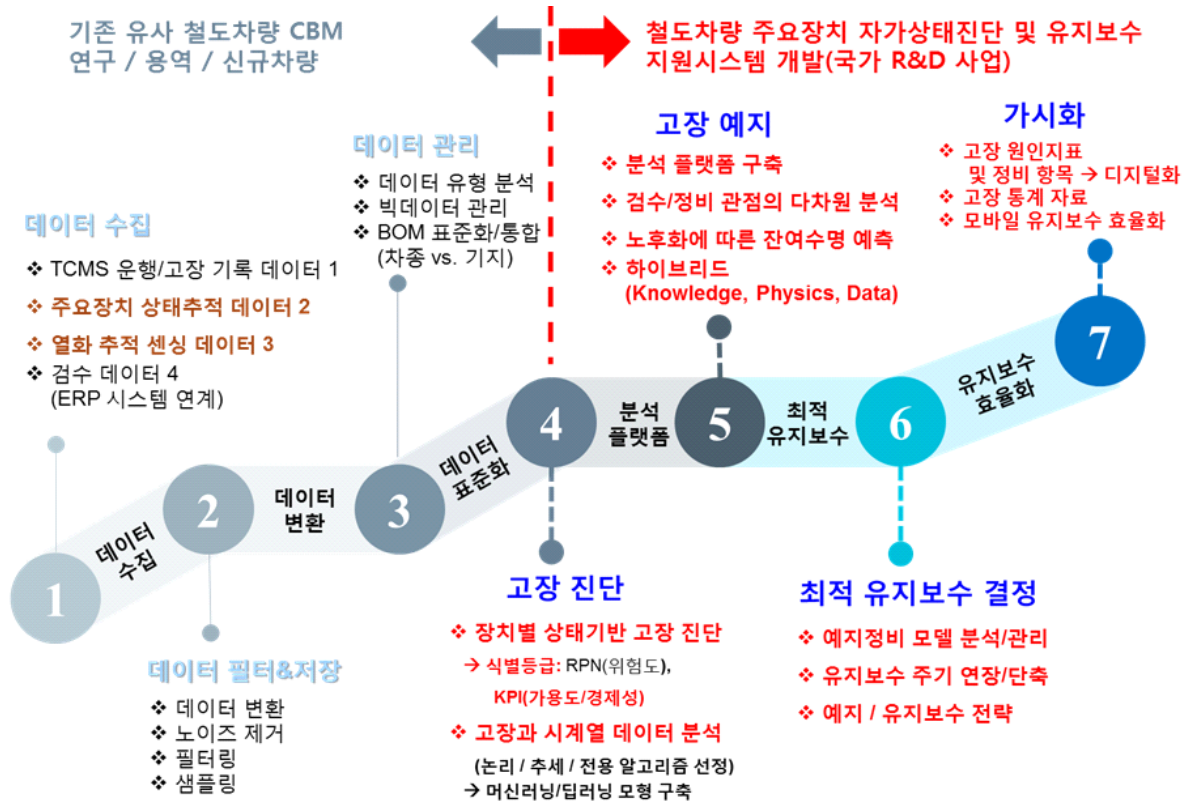
## □ 연구 개요

최종 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유지보수 효율화·자동화를 위한 철도차량 차상 상태 진단 및 예측 기술개발           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 도시철도차량 2종, 일반철도차량 1종(ITX-새마을)</li> <li>- 차상주요장치(BOU, DCU, HVAC, Air compressor, SIV, CI 등)와 주요 열화부품 (전력용콘덴서, 축상베어링, 전장품류(배터리/배전반/케이스 내부 최소 1종) 등)</li> <li>- 사용연수(1 / 7 / 20년)에 따른 3개 노선(4호선, ITX-새마을, 8호선) 차량기지</li> <li>- 운용 중 기능확인과 빅데이터 분석 수명예측(각 2편성, 연간 5만km이상)</li> </ul> </li> <li>○ 예지정비를 위한 능동유지보수 지원시스템 개발           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최적 유지보수 지원시스템 개발: 능동형 유지보수 관점에서 플랫폼 연계 차량 상태 가시화(S/W) 탑재하고, 빅데이터 기반 예지정비 주기 지원시스템 개발(H/W)</li> <li>- 모바일 등 유지보수 효율화 지원 시스템 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>: 팬터그래프, 윤축, 출입문, 주공기압축기, 제동장치, 냉방방기, 추진장치, 보조전원장치, 축전지, 주변압기</li> <li>: 영상기반 유지보수 지원시스템과 콘텐츠 개발</li> <li>: 2D/3D모델 기반 유지보수 교육 콘텐츠 개발</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
----------	---

4호선	시흥차량사업 (76.1km)	국내 제작, 신규 차량, AC 25kV	- 다양한 차종/사용연수를 고려한 CBM기반의 고장 진단/예지 모델 기술 개발의 상용화 - 노선별 운용환경에 따른 유지보수 교체 주기 연장, 불필요한 분해정비 감소
8호선	모란차량사업소 (18km)	해외 제작(GEC, Hitachi), 사용연수 20년 이상(단종된 노후 차량), DC 1,500V	



# ※ 연구과제 목표

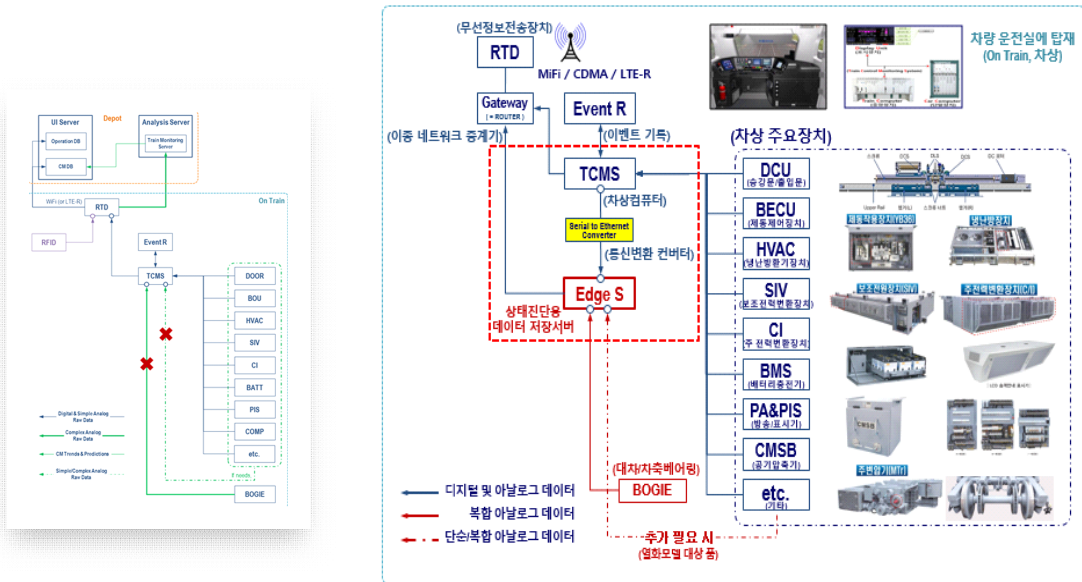


□ 주요 연구내용(1세부): 철도차량 차상 상태 진단 및 예측 기술개발

○ 차상 주요장치 상태진단 및 예측시스템 개발

- TCMS와 차량상태 진단시스템 간 I/F

- 기술개발의 차별성 및 연계성 - 기존 차량의 TCMS의 용량 및 데이터 처리 속도가 빠르지 않음(대차 및 추가적인 센싱 데이터 수집 어려움)
- 기존 TCMS와 『차상주요장치 상태 진단 및 예측 시스템』 과의 I/F



[As - is]

[To - Be]

[TCMS와 차상 주요장치 상태진단 및 예측시스템과의 I/F 구성안]

○ 주요 부품 열화모델 및 복합진단 기술 개발

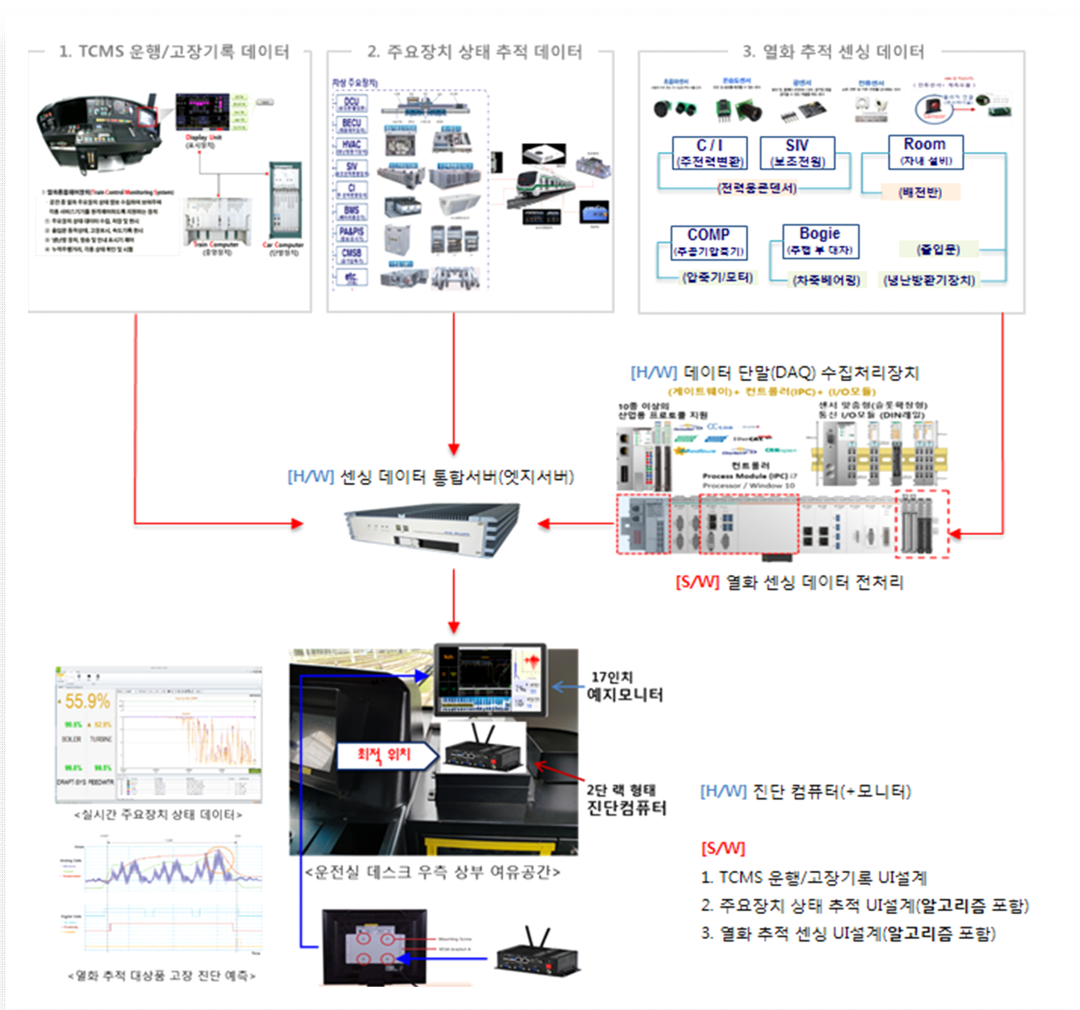
- 열화모델 복합진단 기술 개발을 위한 주요부품 선정

- 노후 철도차량의 잔존수명은 '철도안전법 - 철도안전관리체계 기술기준 별표 4'에서 기계공학 관점의 피로강도 평가에 국한되므로, 전장품의 노후화에 따른 전기적 특성에 따른 잔존수명평가는 아직 미흡함
- 전동차 기대수명에 영향을 미치는 핵심부품은 축상베어링으로써, 이의 유지보수 체계 정립시 주행장치 분해정비 주기의 정책적 방향성을 제시(예, 특수설명서 KRCS 15110, 16055, 16026)

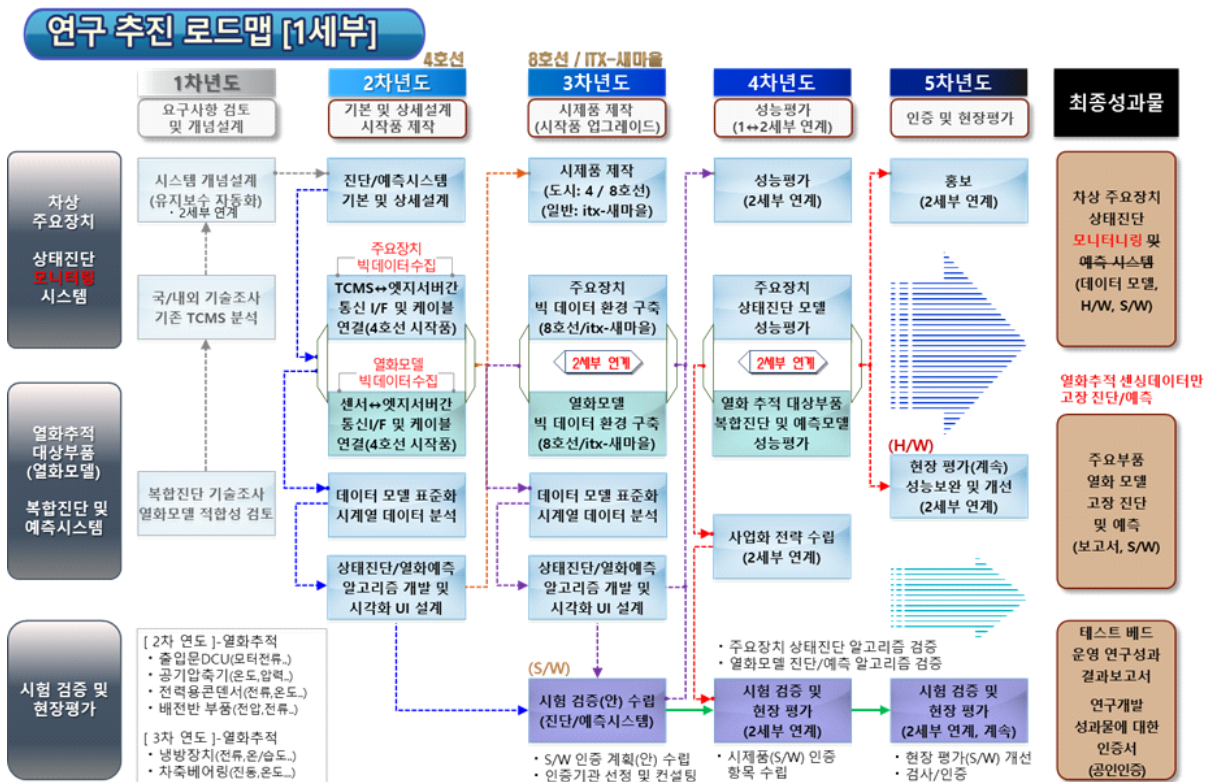
∴ 열화모델 및 복합진단 대상 구성품은 운영기관(코레일, 서울교통공사) 철도차량계획처와 협의 → 주공기압축기, 축상베어링, DCU, HVAC, 전력용콘덴서, 전장품류(배터리/배전반/케이스 내부 최소 1종)

- 차상 상태 진단 및 예측 시스템과 센싱데이터 수집

- 상태정보를 분석하여 결함 정도에 따른 고장 원인/등급/빈도/치명도를 분류하고, 임계값 결정을 통한 주요장치의 고장코드 체계 수립

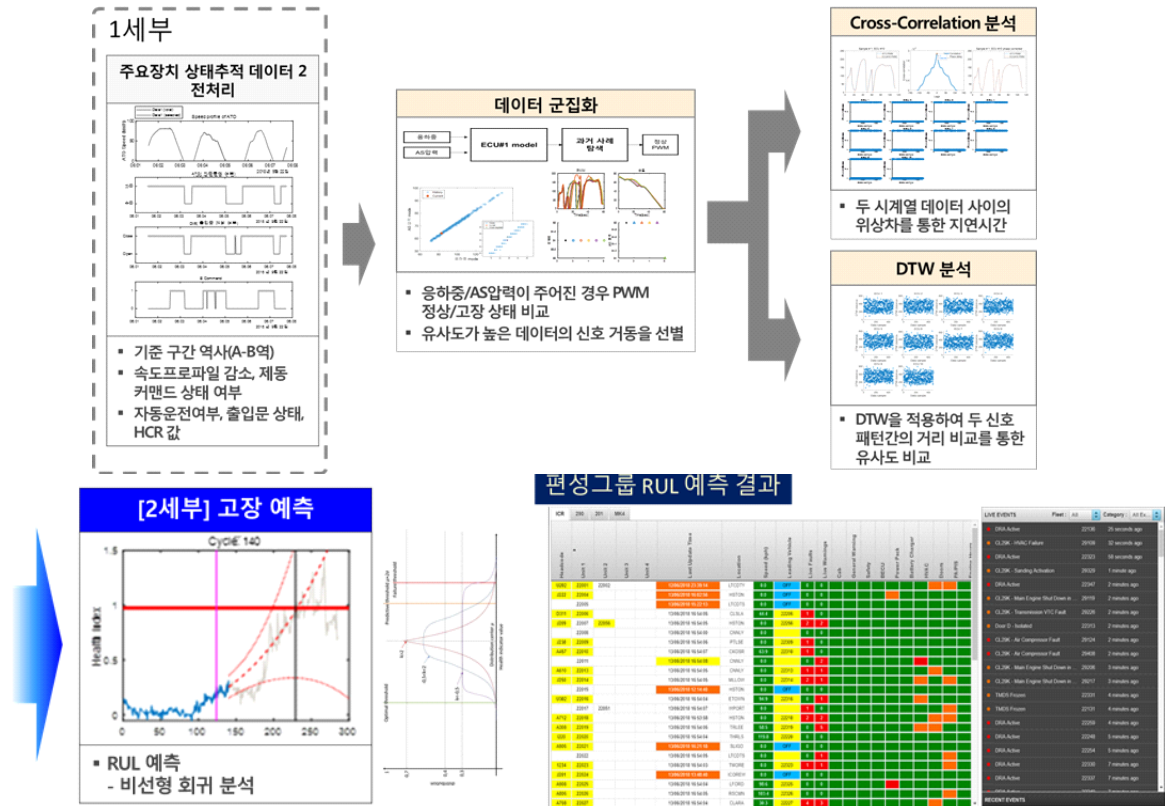


[ 1세부 :차상(TCMS, 주요장치, 열화 센서)데이터 차상 상태진단 개발]

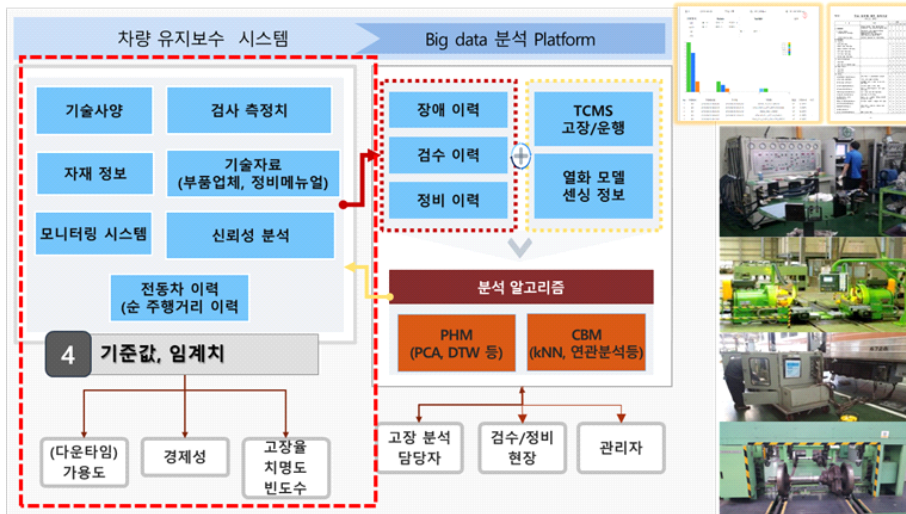




- 주요장치 상태추적 데이터 2 : 고장 진단/예측(안) - 제동장치



- 검수데이터의 디지털화를 수행함으로써, 지상 검수 데이터로부터 진단 4 도출

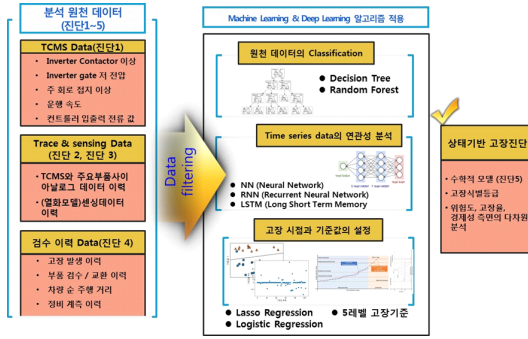


- 차상 TCMS 운영/고장기록 데이터와 주요장치 상태추적 데이터(진단1, 진단2) 및 차량기지의 지상데이터 임계값(진단4)을 이용한 고장 진단과 1세부에서 수행한 열화 추적 센싱 데이터(진단3)의 결과를 통합하여 잔여수명(RUL)을 예지하도록 하이브리드 모델 개발(진단 5) 도출
- 장치별 Threshold/limit의 3 수준(level)값은 분석 알고리즘의 분석 결과에 따라 변동되는 값이므로, 데이터를 수집하여 분석 후 장치에 대한 임계치는 적용

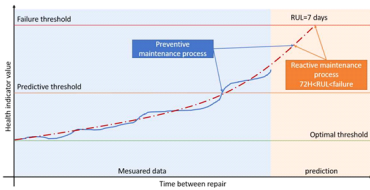
1, 2, 3, 4,

5 이론적/수학적 모델식

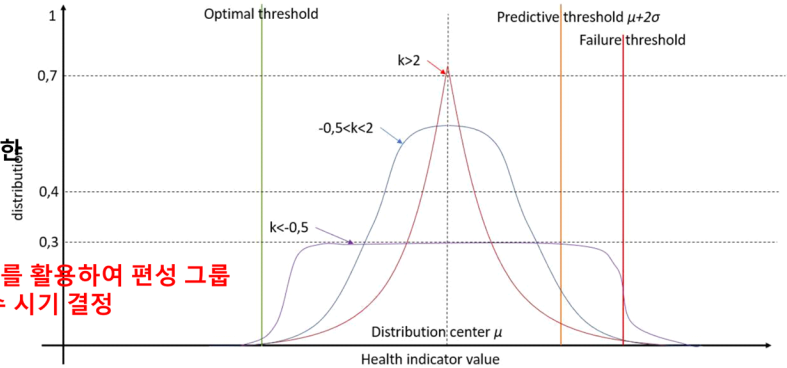
- ✓ 상태기반 고장 진단
- ✓ 고장 신호 분석
- ✓ 고장 분석 알고리즘 개발
- ✓ 머신러닝/딥러닝 모형 구축



진단 1~4를 통하여 편성그룹(동일 제작년도, 차종)에 대한 주요장치의 수명 예측을 통한 최적 유지보수 시기를 결정하는 시작품(플랫폼) 제작



(1세부) 열화 추적 센싱 데이터를 이용한 편성 단위 부품 고장 예측



(2세부) 진단 1~4 결과를 활용하여 편성 그룹 최적 유지보수 시기 결정

- 검수 데이터, 차상상태진단 데이터 및 주요부품(열화) 데이터의 통합 플랫폼 구축
- 빅데이터로부터 '능동형 유지보수 지원시스템' 플랫폼에서 가시화하고, 고장/장애 구성품에 대하여 모바일 기반의 정비작업지침과 도면을 검수자에게 현시
- 철도운영기관의 ERP시스템과 연동 → 부품재고 확인

## ○ 모바일 유지보수 효율화 지원시스템 개발

- 경정비(일상(3M, 5M), 주간(2W, 3W), 월간(1M, 3M) 및 반년(6M) 주기) 항목을 대상으로 음성/영상 인식 기법을 이용한 유지보수 지원
  - 음성인식 기술을 적용하여 정비작업 호출, 데이터 입력 수행
  - 영상기반 유지보수 지원시스템 S/W
  - 유지보수 교육 콘텐츠 개발: 2D/3D교육 콘텐츠 제작

선정구성품	
상부 주요장치	팬터그래프
	냉방방기
하부 주요장치	주공기압축기
	제동장치
	윤축
	추진장치
	보조전원장치
	축전지
차체	주변압기
	출입문



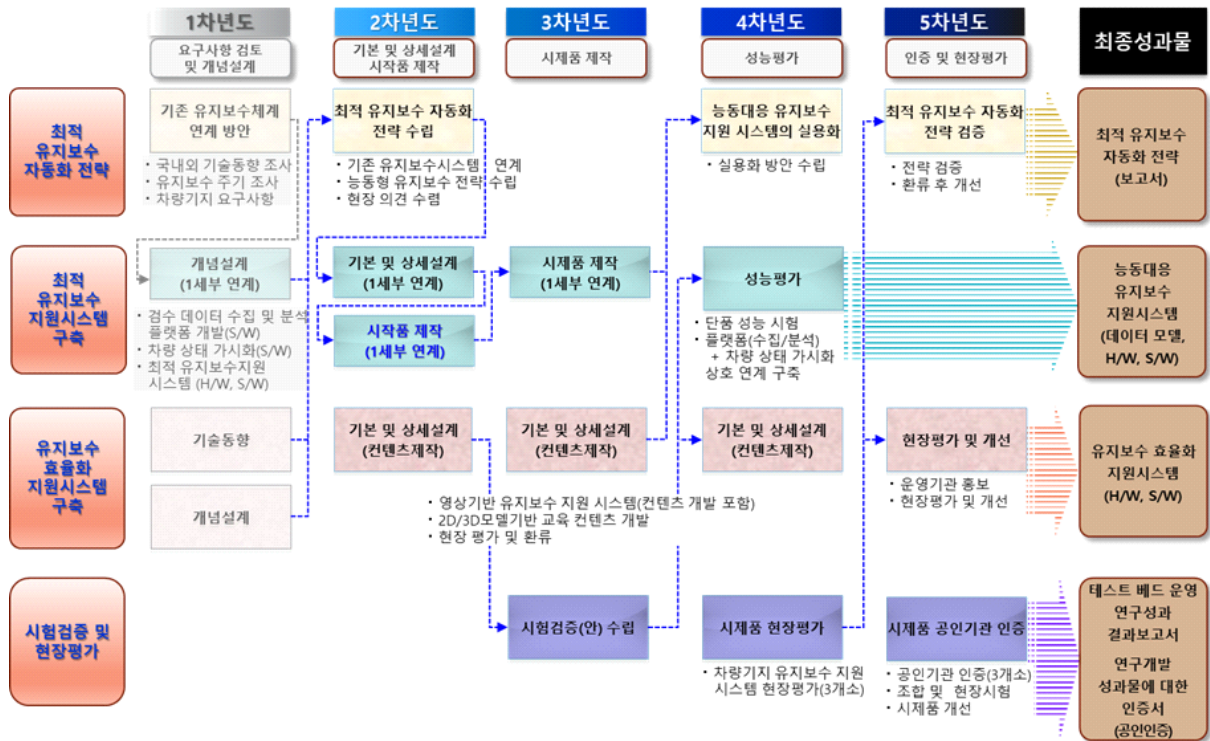
음성/영상 인식 기법을 이용한 유지보수 지원

관리자/정비원용 정비 지원 모바일 플랫폼



2D/3D 모델링을 활용한 유지보수 교육 콘텐츠

## 연구 추진 로드맵 [2세부]



※ (2세부)능동대응 유지보수 지원시스템과 본 공고대상 신규과제 연계 요구사항 :

- 도시전동차 지상기지에서 일상/월상 자동화 검사장비의 디지털화
- 인적 오류 감소를 위한 상·하부 주요장치의 경정비 자동검사결과 DB로부터 모바일 유지보수 플랫폼 연계
- 차량 가용도 최대화(신속 정비를 통한 정비시간 최소화와 정비일정 관리/최적화)를 위한 차량 스캔 정보(차호인식, 상·하부 주요장치의 경정비 정보)를 모바일 화면에 공유