

## 제 3회 철도차량 기술세미나

# 상대기반유지보수시스템 구축 활용방안

2023. 5. 31



# 목차

I 상태기반 유지보수(CBM) 개요

---

II 상태기반 유지보수(CBM) 구성 및 기능

---

III 수집데이터 및 통신연계방안

---

IV 데이터 활용 알고리즘 구현방안

---

V 상태기반 유지보수 운영방안

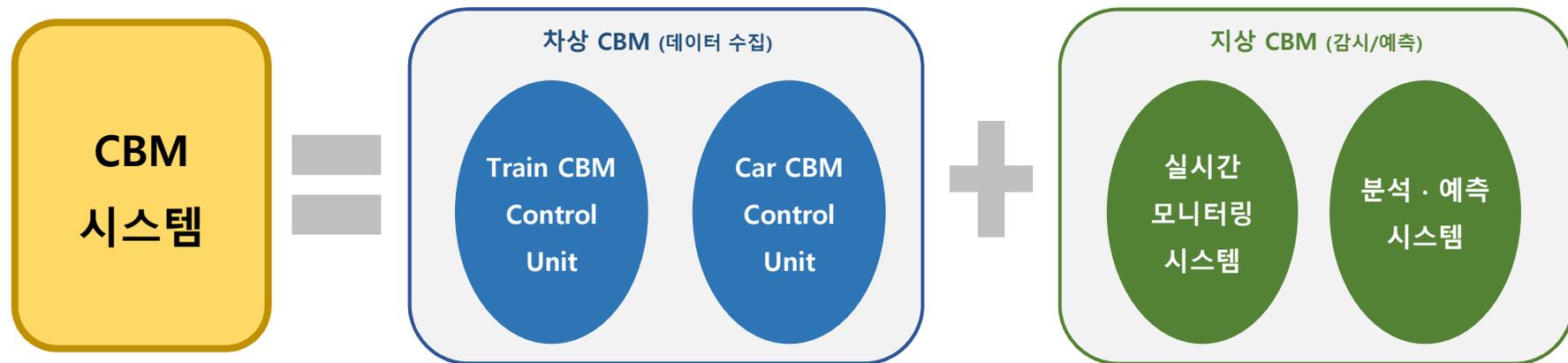
---

VI 기대효과

---

# I. 상태기반 유지보수(CBM) 개요

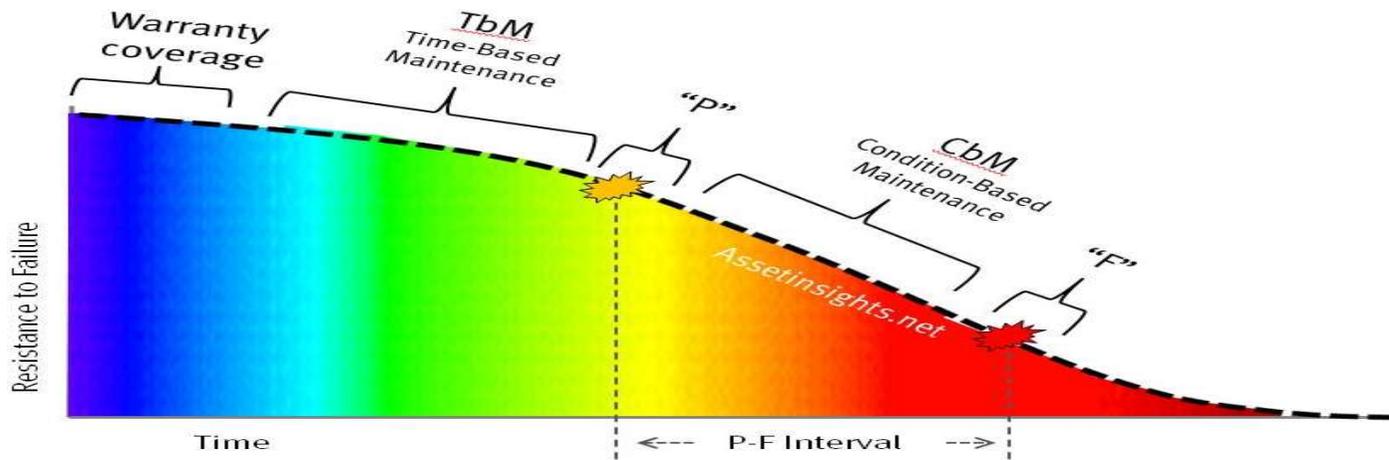
## ● CBM 개요



- 상태기반 유지보수(CBM) 시스템은 **차상 CBM**과 **지상 CBM**으로 구성
- 차상 CBM은 모든차량의 원시 데이터를 생성 및 수집 전송
- 지상 CBM은 데이터를 **수집, 저장 분석 알고리즘 구현**
- **최적의 유지보수**를 예측하여 효율성 극대화
- **고장 예측**을 통한 미연에 사고 방지

# I. 상태기반 유지보수(CBM) 개요

## ● 유지보수 체계 전환

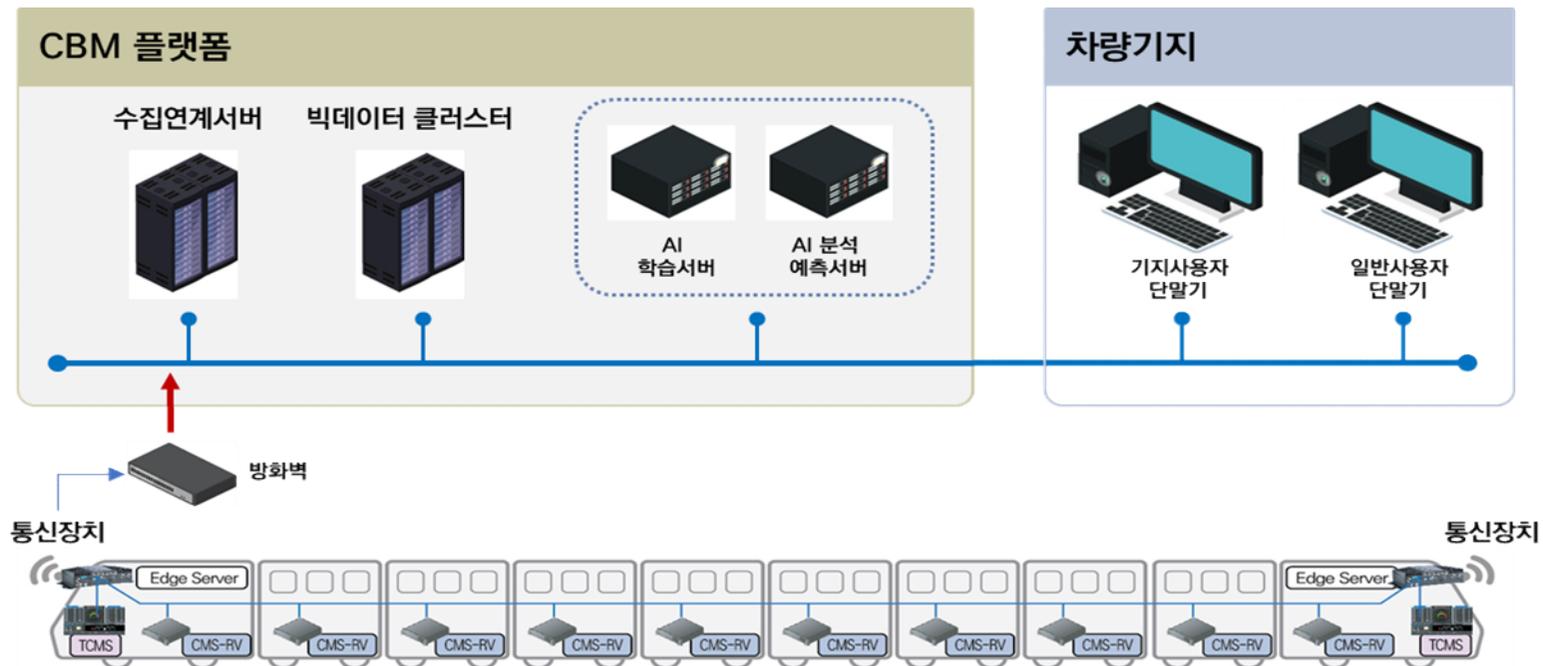


- 시간기반 유지보수는 적용이 편리하다는 장점이 있지만, **고장을 원천적으로 예방**하기에 **한계**가 있음
- 상태기반유지보수는 차량의 유지관리를 최적화하여 **최소한의 개입**만으로 높은 서비스 품질을 보장하여 **가장 효과적인 유지보수체계**로 사용되고 있음.
- 상태기반 유지보수(CBM) 는 해외에서 가장 주목받고있는 철도 기술로 이미 프랑스철도공사, 알스톰, 지멘스 등에서 적용 연구개발 진행중이며 국내는 2019년 노후 전동차 교체부터 상용화 적용.

## II. 상태기반 유지보수(CBM) 구성 및 기능

### ● 상태기반 유지보수(CBM) 시스템 구성

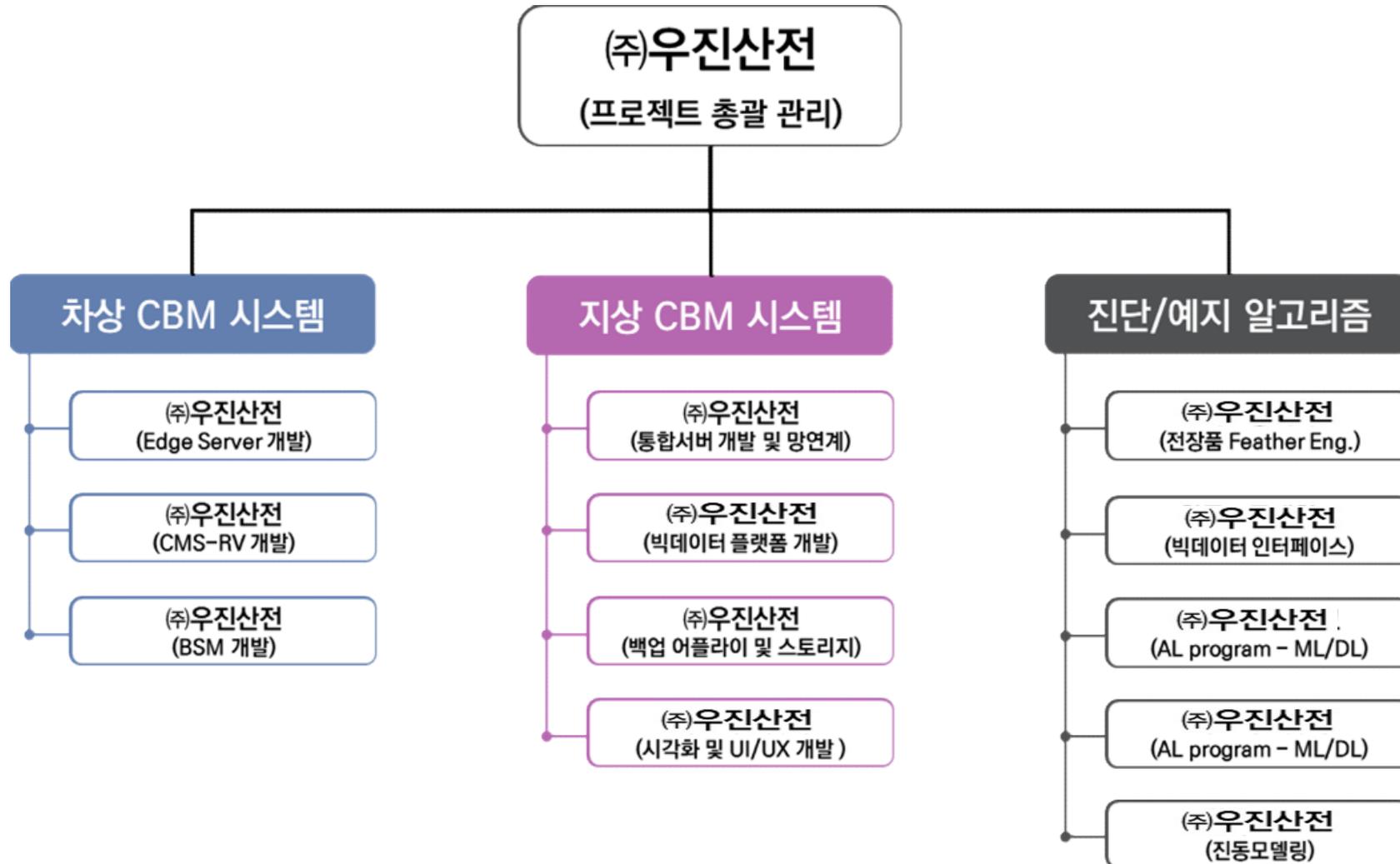
- 상태기반 유지보수(CBM) 시스템은 **차상 CBM**과 **지상 CBM**으로 구성
- 차상 CBM은 모든차량의 원시 데이터를 생성 및 수집 전송
- 지상 CBM은 데이터를 수집, **핵심 유지관리 지표(KMI)**를 생성 알고리즘을 구현



★ CBM : Condition Based Maintenance // KMI : Key Maintenance Indicator

## II. 상태기반 유지보수(CBM) 구성 및 기능

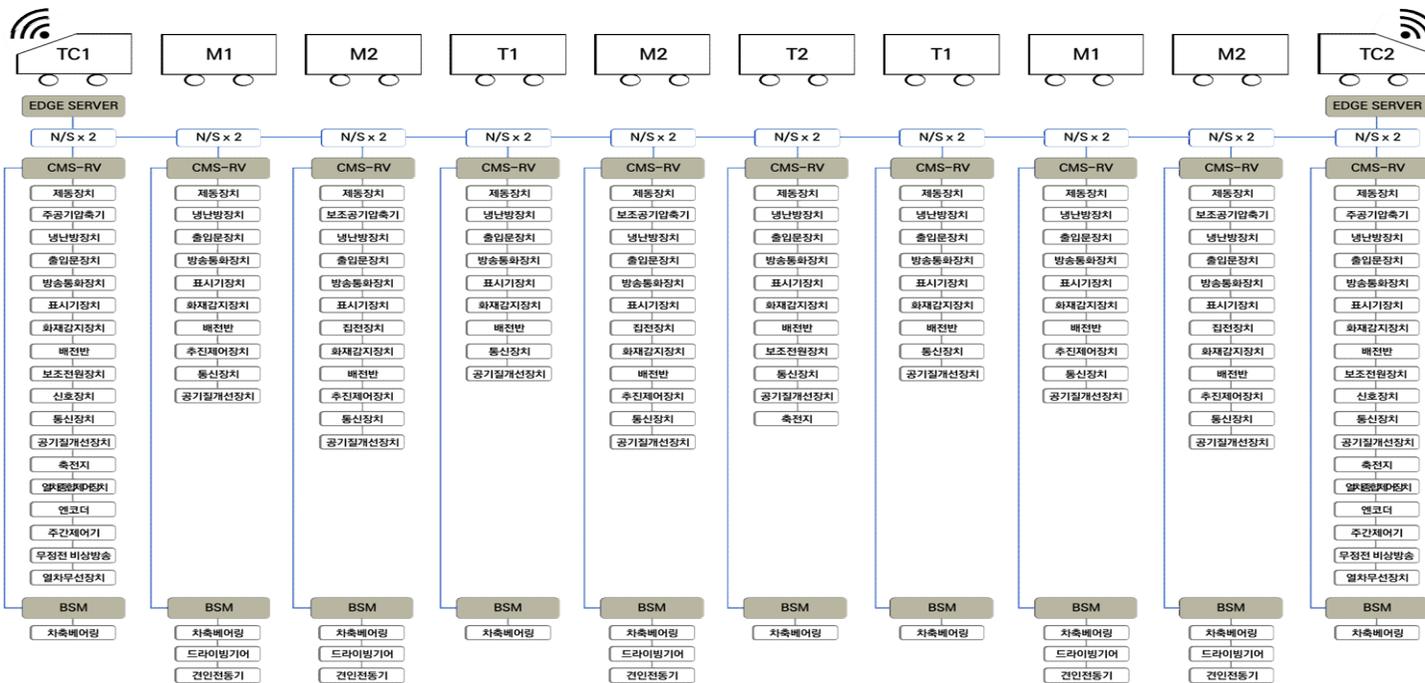
### ● 상태기반 유지보수(CBM) 시스템 조직도



# II 상태기반 유지보수(CBM) 구성 및 기능

## 차상 CBM 시스템 구성(차상시스템)

- 서울교통공사 차상 CBM 시스템은 엣지서버(Edge Server), 상태데이터 수집장치(CMS-RV), 대차데이터 수집장치(BSM)로 구성



★ BSM : Bogie System Module // CMS-RV : Condition Monitoring System - Railroad Vehicle  
 CBM: Condition Based Maintenance // KMI : Key Maintenance Indicator

# II 상태기반유지보수(CBM) 구성 및 기능

## ● 차상 CBM 구성품 기능

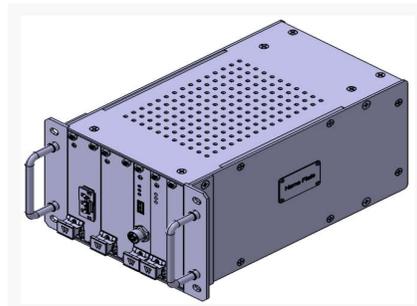
### 엣지서버 (Edge Server)

- 별도의 네트워크를 통하여 차량에 설치된 상태데이터 수집장치, 대차데이터 수집장치로부터 데이터를 수집/저장
- 열차종합제어장치와 연동하여 화면장치에 현시하며 통신장치를 통해 지상 CBM으로 전송



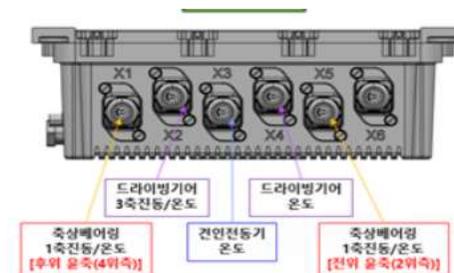
### 상태데이터 수집장치 (CMS-RV)

- 차량의 장치를 모니터링하기 위해 설치되는 온도 및 압력센서, I/O 등의 정보를 별도의 네트워크망을 구성하여 수집
- 수집된 데이터를 가공 및 필터링 하여 엣지서버로 전송



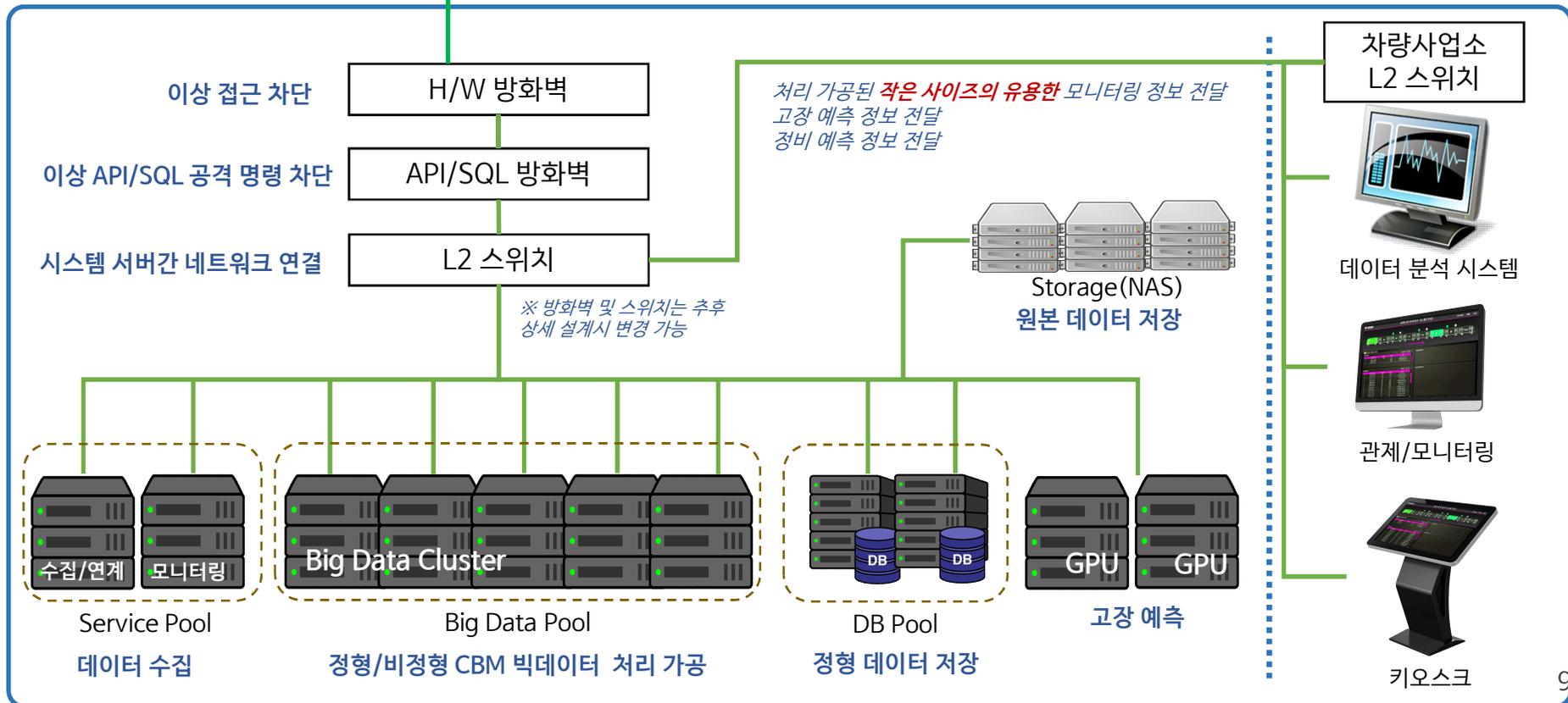
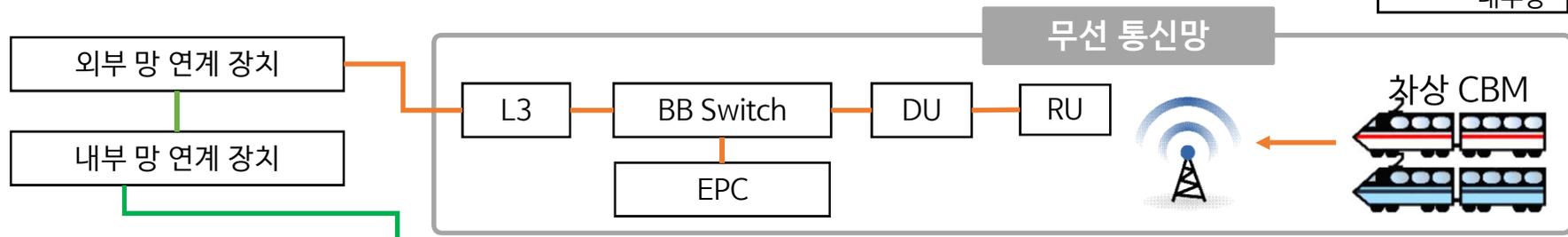
### 대차데이터 수집장치 (BSM)

- 대차의 장치를 모니터링하기 위해 설치되는 온도 및 진동센서 등을 이용하여, 장치의 상태 정보를 수집
- 수집한 데이터를 가공 및 필터링 하여, 차량의 상태데이터 수집장치로 전송



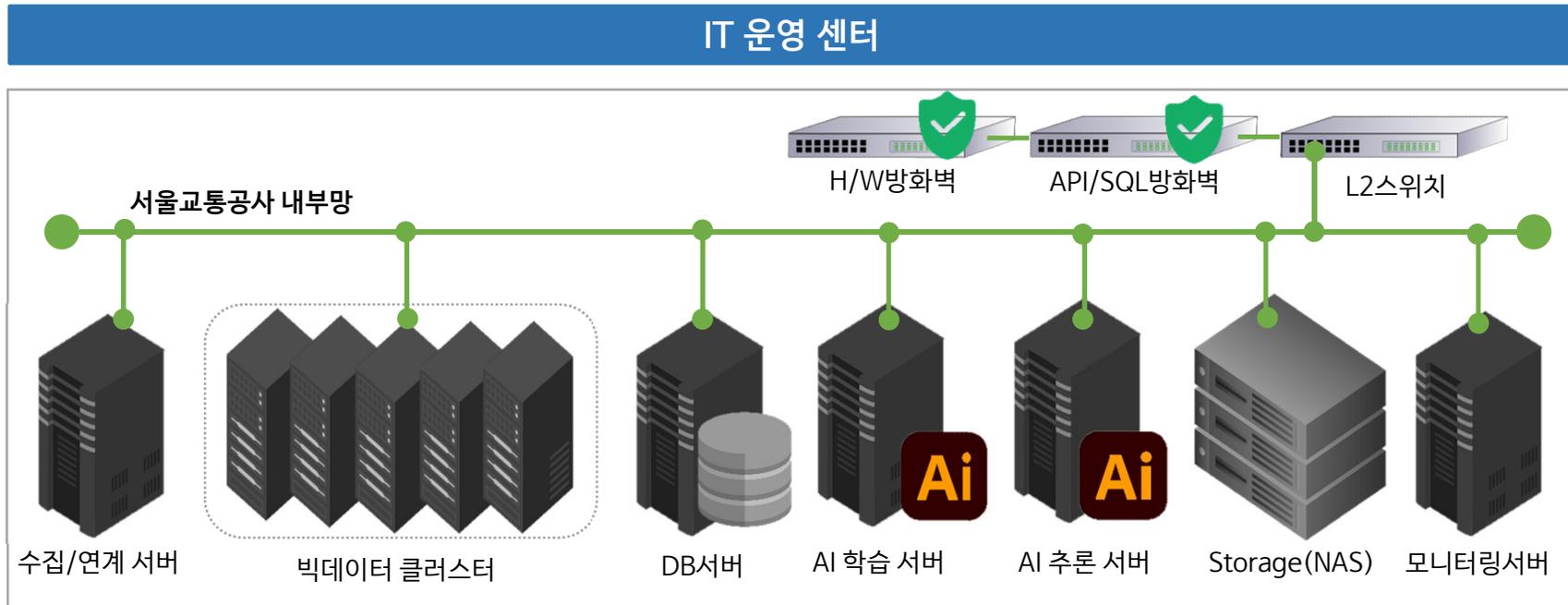
# II 상태기반 유지보수(CBM) 구성 및 기능

## ● 지상 CBM 시스템 구성 (하드웨어 및 네트워크)



# II 상태기반유지보수(CBM) 구성 및 기능

## 지상 CBM 서버 기능



구분	수집/연계 서버	빅데이터 클러스터	DB 서버	AI학습/예측 서버	모니터링 서버	Storage(NAS)
주요 동작	차상 데이터 저장 데이터 분석 시스템 정비 이력, 고장 이력, 정비 매뉴얼 연계	분산 데이터 저장 분산 데이터 처리 분산 데이터 가공 AI 학습데이터 가공 모니터링 데이터 가공	모니터링 중요 정보 체계화된 저장 및 제공 AI 학습 데이터 체계화된 저장 및 제공	AI 고장/정비 예측 학습 AI 고장/정비 예측 서비스 제공	열차 상태 정보 전달 고장 예측 정보 전달 정비 예측 정보 전달 정비 이력 정보 전달 정비 매뉴얼 정보 전달	자주 사용되지 않는 원본 데이터 압축 저장 복구 프로그램을 통해 빅데이터 클러스터에 데이터 복구

# II 상태기반 유지보수(CBM) 구성 및 기능

## Client 모니터링 플랫폼

- 대시보드 화면

-> 실시간 차량의 운행정보, 차량상태, 위치정보 및 대상장치 상태 및 고장이력 등 현시

The dashboard displays the following information:

- Vehicle Status Overview:** A map showing the locations of vehicles 113001 through 113006. Vehicle 113002 is highlighted in orange, indicating a status change.
- Mileage Summary:**
  - 113001: 10,567 km
  - 113002: 12,260 km
  - 113003: 9,270 km
  - 113004: 17,138 km
  - 113005: 9,810 km
  - 113006: 11,502 km
- Incident Occurrence (Weekly):** A bar chart showing incident counts from 2021-06-28 to 2021-07-04. The highest count is on 2021-07-03.
- Recent Incident History:**

발생 일시	차량번호	차호	장치	고장코드	고장명
2022-11-11 11:22:33	113001	1호차	주공기압축기	A11300	모터 과전류
2022-11-11 11:22:33	113001	2호차	송강문	B1300	공기압축기 과동작
2022-11-11 11:22:33	113001	3호차	송강문	A1300	모터 과부하 및 과전류
2022-11-11 11:22:33	113001	8호차	냉난방기	1V300V	사이클의 적정 고압 초과
2022-11-11 11:22:33	113001	9호차	냉난방기	1V300	이상 온도 감지
- Overall Vehicle Status:**

차량 번호	차량 상태
113001	●
113002	●
113003	●
113004	●
113005	●
113006	●
113007	●
113008	●
113009	●
113010	●
113011	●
113012	●
- Selected Vehicle "113001" Status:** A detailed schematic diagram of the vehicle's internal components, including TC1, M, M', T, M', T1, T, M, M', and TC2, with various sensors and actuators labeled.
- Incident History (Selected):**

발생 일시	장치	고장 내역	조치 내역
2022-11-11 11:22:33	주공기압축기	모터 과전류	공기압축기 크랭크축이 정상적으로 회전하는지 점검
2022-11-11 11:22:33	송강문	모터 과부하 및 과전류	DUC 교체
2022-11-11 11:22:33	주공기압축기	공기압축기 과동작	공기압축기 크랭크축이 정상적으로 회전하는지 점검

# II 상태기반 유지보수(CBM) 구성 및 기능

## Client 모니터링 플랫폼

- 임계치 진단 결과 화면

-> 대상장치의 실시간 데이터 및 임계치 판정기준을 통해 상태 판정

-> 데이터 정합성 및 알고리즘 최적화로 인한 임계치 판정기준 변경 적용

The screenshot shows the WOOJIN monitoring platform interface. At the top, there is a navigation bar with '대시보드', '이벤트', '분석', '현황', '유지보수', '시스템', and '설정'. Below this, there are filters for '차량' (113003), '차호' (1호차), '장치' (운전실공기조화장치 (HVAC)), and '데이터' (CH2A\_VTEMP). A status bar shows '정상', '경고', and '위험' indicators. The main table displays a list of equipment with columns for '차량번호', '발생 일시', '역', '운영회사', '편성번호', '차호', '발생 일시', '데이터명', '데이터수치', '판정구분', and '임계치 판정기준' (Danger and Alert). The table shows various equipment with their respective status and critical values.

차량번호	발생 일시	역	운영회사	편성번호	차호	발생 일시	데이터명	데이터수치	판정구분	임계치 판정기준	
										Danger	Alert
113001											
113002	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	운전실공기조화장치(HVAC)	CH2A_VTEMP	13000	정상	30000	20000
113003	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	13000	정상	30000	20000
113004	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	13000	정상	30000	20000
113005	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	13000	정상	30000	20000
113006	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	13000	정상	30000	20000
113007	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	23000	경고	30000	20000
113008	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	33000	위험	30000	20000
113009	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	13000	정상	30000	20000
113010	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	13000	정상	30000	20000
113011	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	13000	정상	30000	20000
113012	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	13000	정상	30000	20000
113013	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	23000	경고	30000	20000
113014	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	13000	정상	30000	20000
113015	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	13000	정상	30000	20000
113016	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	13000	정상	30000	20000
113017	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	13000	정상	30000	20000
113018	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	13000	정상	30000	20000
113019	2022-12-30 22:22:22	역명	999	#1001	1호차	차축 베어링	Overall_RMS	13000	정상	30000	20000

# II 상태기반 유지보수(CBM) 구성 및 기능

## Client 모니터링 플랫폼

- 진단 결과 상세화면

-> 이상 징후가 감지된 장치를 선택하여 상세 진단 결과를 확인



# II 상태기반 유지보수(CBM) 구성 및 기능

## Client 모니터링 플랫폼

- 유지보수 결정 화면

-> 대상 장치별 상태 등급 진단 결과 및 유지보수 필요 현황을 현시하여 유지보수 작업자의 조치활동 지원

**WOOJIN**  
Industrial System Co., Ltd.
대시보드   이벤트   분석   현황   **유지보수**   시스템   설정
홍길동 님   로그아웃   ☰

차량 113011   기간 2022-12-11 12:59:59 ~ 2022-12-11 12:59:59   조회

**유지보수 결정 내역**

장치명	1호차	2호차	3호차	4호차	5호차	6호차	7호차	8호차	9호차	10호차	예지보수	장치 수
주변압기			1		5				1		1	39
주공기압축기	1					2				2	2	14
보조공기압축기			1		1				1		3	0
견인전동기		1	2		1			5	1		4	4
드라이빙 기어		1	1		2			2	1		5	6
차축 베어링	1	1	1	1	2	1	1	1	1	6	6	9
배전반	1	2	1	1	1	1	2	2	4	6	7	2
승강문	1	8	1	1	1	1	2	1	6	6	8	2
운전실공기조화장치(HVAC)	2	7	7	5	5	5	1	5	5	6	9	0
화재감지장치	6	1	1	2	8	2	1	4	4	1		
방송장치	1	6	1	1	2	2	1	6	4	6		

**긴급 유지보수 필요 현황**

- ! 113011차량 9호차 HVAC 입고검사 후 수리 필요
- ! 113011차량 9호차 HVAC 입고검사 후 수리 필요
- ! 113011차량 9호차 HVAC 입고검사 후 수리 필요
- ! 113011차량 9호차 HVAC 입고검사 후 수리 필요
- ! 113011차량 9호차 HVAC 입고검사 후 수리 필요

### III. 수집데이터 및 통신방안

#### ● CBM 대상장치 모니터링 항목 선정

- CBM 대상장치의 모니터링 항목 선정은 **주요 고장 유형, 원인 및 차량 전체의 영향 분석을 통해 모니터링 항목, 목적 및 검지 방안 수립**

장치명	주요고장유형	모니터링항목	모니터링 목적	검지센서명	센서검지범위	수집장치	통신방식	전송주기	샘플링주기
차축 베어링	과온	온도	차축베어링의 온도 확인	피에조타입 1축진동/온도 복합센서	0~120℃	BSM	직접	10s	10s
	전체 과진동	진동 (Overall RMS)	전체 진동량 확인 (진동진폭 전체값; 차륜, 베어링 결함포함)		0~500G	BSM	직접	1s	Fmax 7kHz (Sampling rate 14kHz=샘플링주기(0.00007s))
	차축 회전 과진동	진동 (Shaft_1X)	차축의 회전진동확인 (축휨, 언발란스, 크랙, 조립불량등)						
	2차 회전 과진동	진동 (Shaft_2X)	2차 회전진동확인 (차축의 정렬 불량, 조립불량 느슨함 등)						
	복합결함과진동	진동 (KTM_Band)	복합결함확인 (내외륜 및 롤러 마모, 조립불량, 느슨함, 리테이너 파손, 윤활부족 등)						
	내륜결함 과진동	진동(BPFI)	내륜결함 확인						
	외륜결함 과진동	진동(BPFO)	외륜결함 확인						
	롤러결함 과진동	진동(BSF)	롤러결함 확인						
	리테이너 과진동	진동(FTF)	리테이너결함 확인						
	진동첨예도 과진동	진동 (Crest factor)	차축베어링 및 차륜의 결함확인 (충격량 기준 진단결과)						
	진동복조상태 과진동	진동 (Demodulation)	차축베어링의 조기결함확인 (초고주파 대역의 패턴진단)						
	레일 탈선 (탈선 후 감지)	진동 (Derailment)	차축베어링의 진동량확인 (진동진폭 전체값)						

### III. 수집데이터 및 통신방안

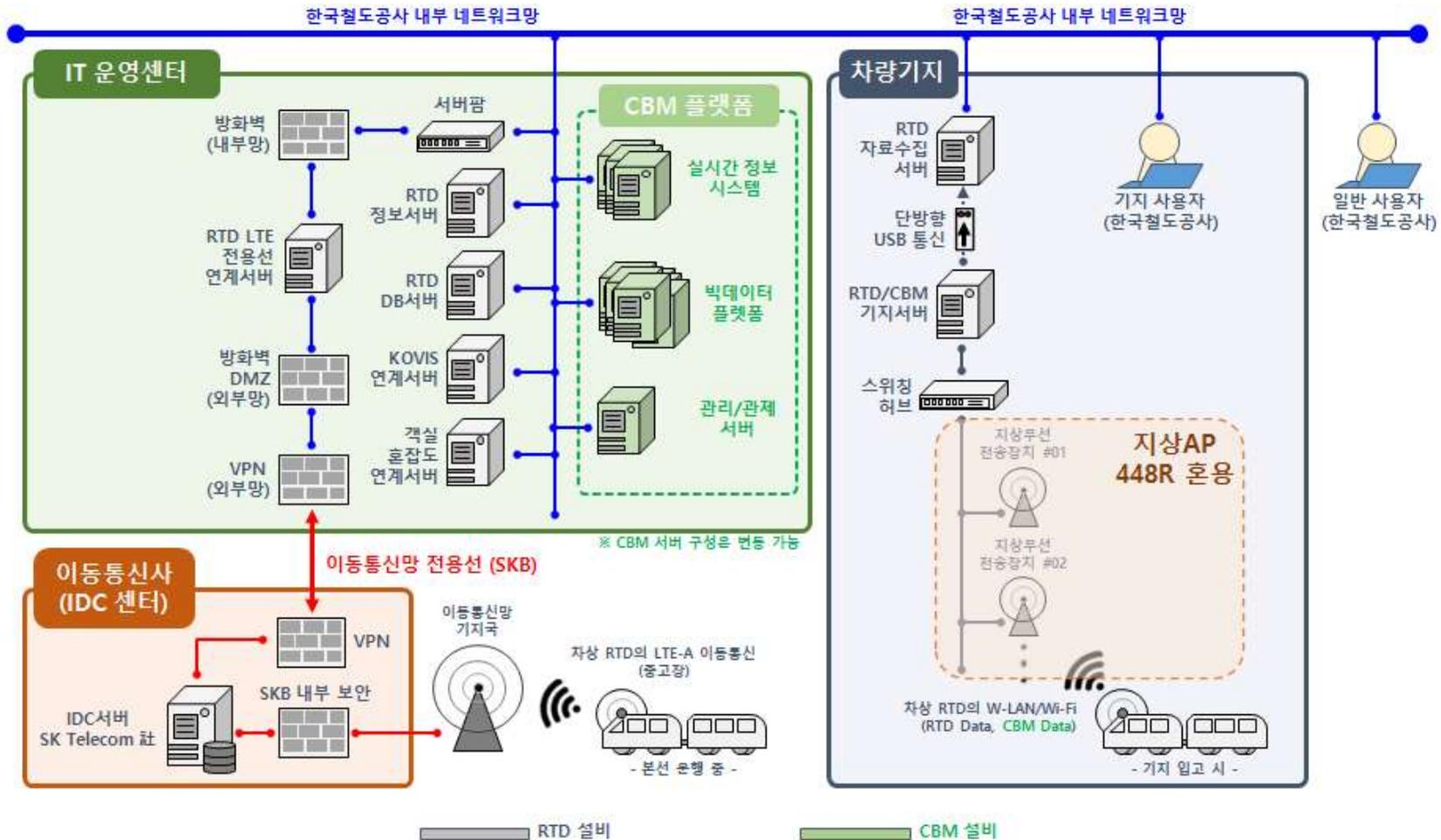
● CBM 대상장치 모니터링 항목 선정

- CBM 대상장치의(23개 장치) 온도 및 압력센서, 입출력 데이터(I/O) 등의 **상태정보를 수집, 분석하여 유효데이터 필터링**

장치명	모니터링항목	검지방법	전송장치	수집장치	통신방식	전송주기	샘플링주기
보조전원장치	인버터 중고장 (INVFR)	상태데이터 (bit)	SIV Controller	CMS-RV	RS-485	500ms	500ms
	SV-INV기동지령(INRUN)	상태데이터 (bit)					
	SIVK ON (DI_SIVK)	상태데이터 (bit)					
	CHK ON (DI_CHK)	상태데이터 (bit)					
	LK ON (DI_LK)	상태데이터 (bit)					
	DSK ON (DI_DSK)	상태데이터 (bit)					
	Pan Down(109)	상태데이터 (bit)					
	MCB ON (114b)	상태데이터 (bit)					
	DC 입력전압 (DCIV)	전압센서					
	DC 입력전류 (DCIC)	전류센서					
	FC1 전압 (FC1V)	전압센서					
	FC2 전압 (FC2V)	전압센서					
	FC3 전압 (FC3V)	전압센서					
	AC 출력전압 (ACOV)	전압센서					
AC 출력전류 (ACOC)	전류센서						
제동장치	AS압력	압력스위치	ECU	CMS-RV	RS-485	500ms	100ms
	AC압력	압력스위치					
	BC압력	압력스위치					
	응하중	상태데이터					
	회생제동력요구	상태데이터					
	회생제동력 달성	상태데이터					
	공기제동감쇄지령	상태데이터					

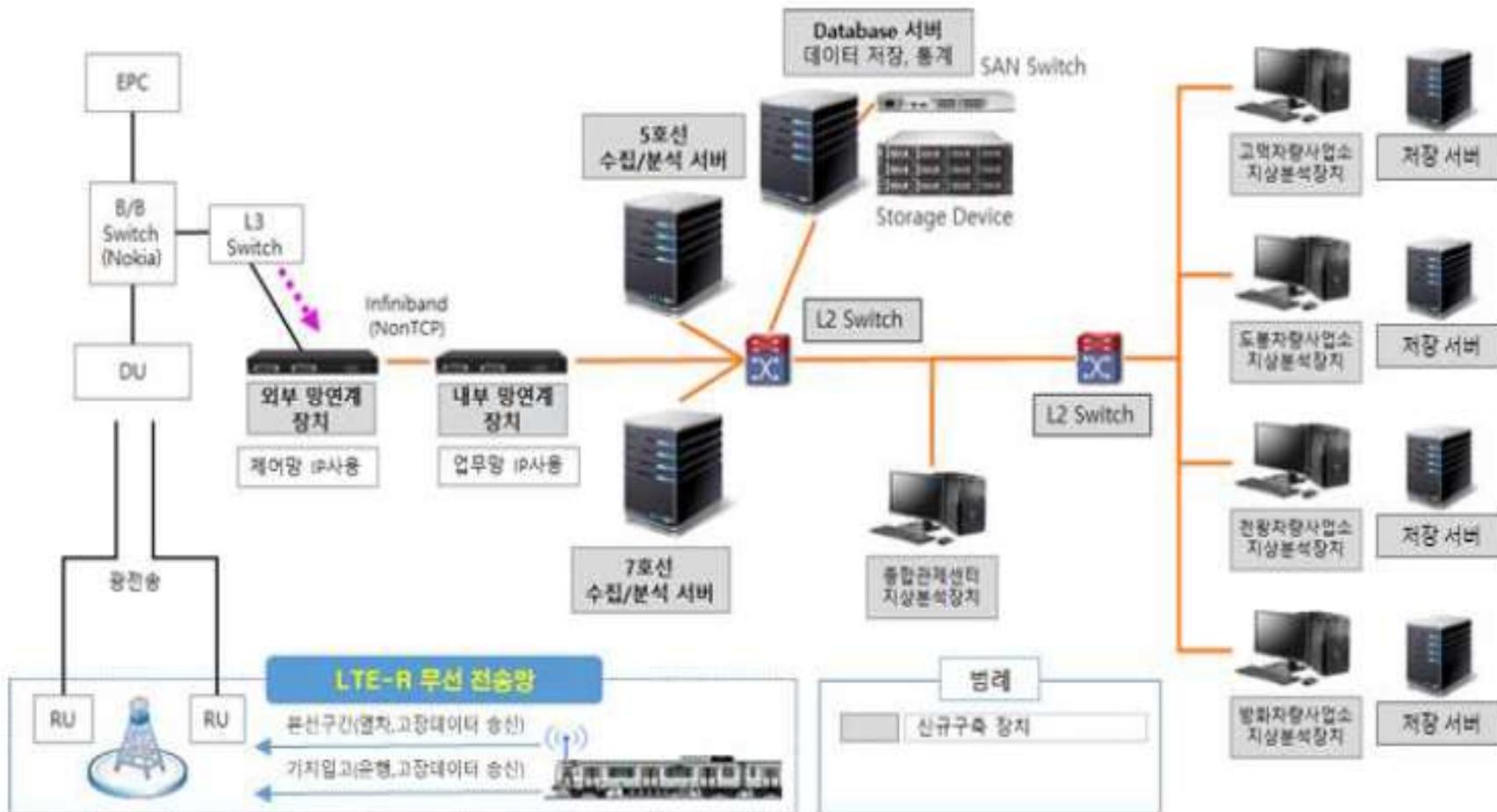
# III. 수집데이터 및 통신연계방안

## ● CBM 수집데이터 통신방식 (내부망 서버구축)



# III. 수집데이터 및 통신연계방안

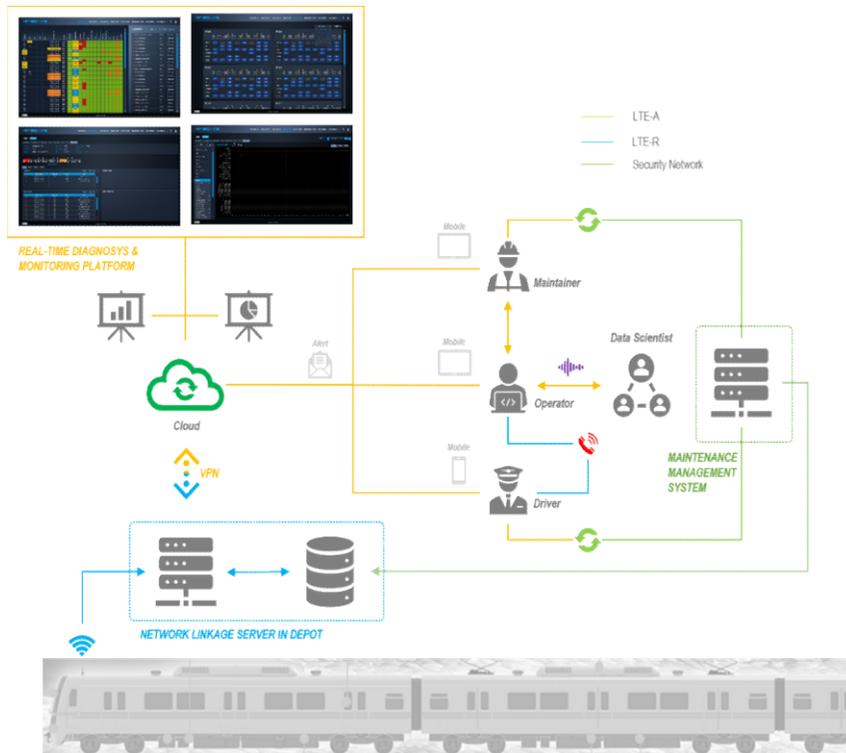
## ● CBM 수집데이터 통신방식 (LTE-R 사용서버구축)



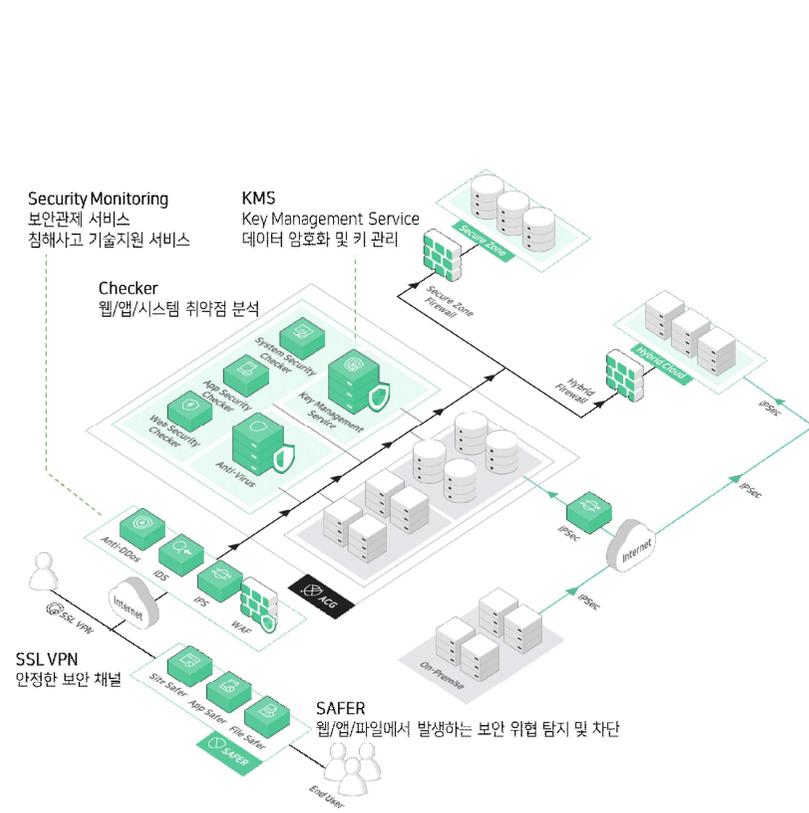
# III. 수집데이터 및 통신방안

## ● CBM 수집데이터 통신방식 (LTE-A 사용 클라우드방식)

- 클라우드 서버 전송



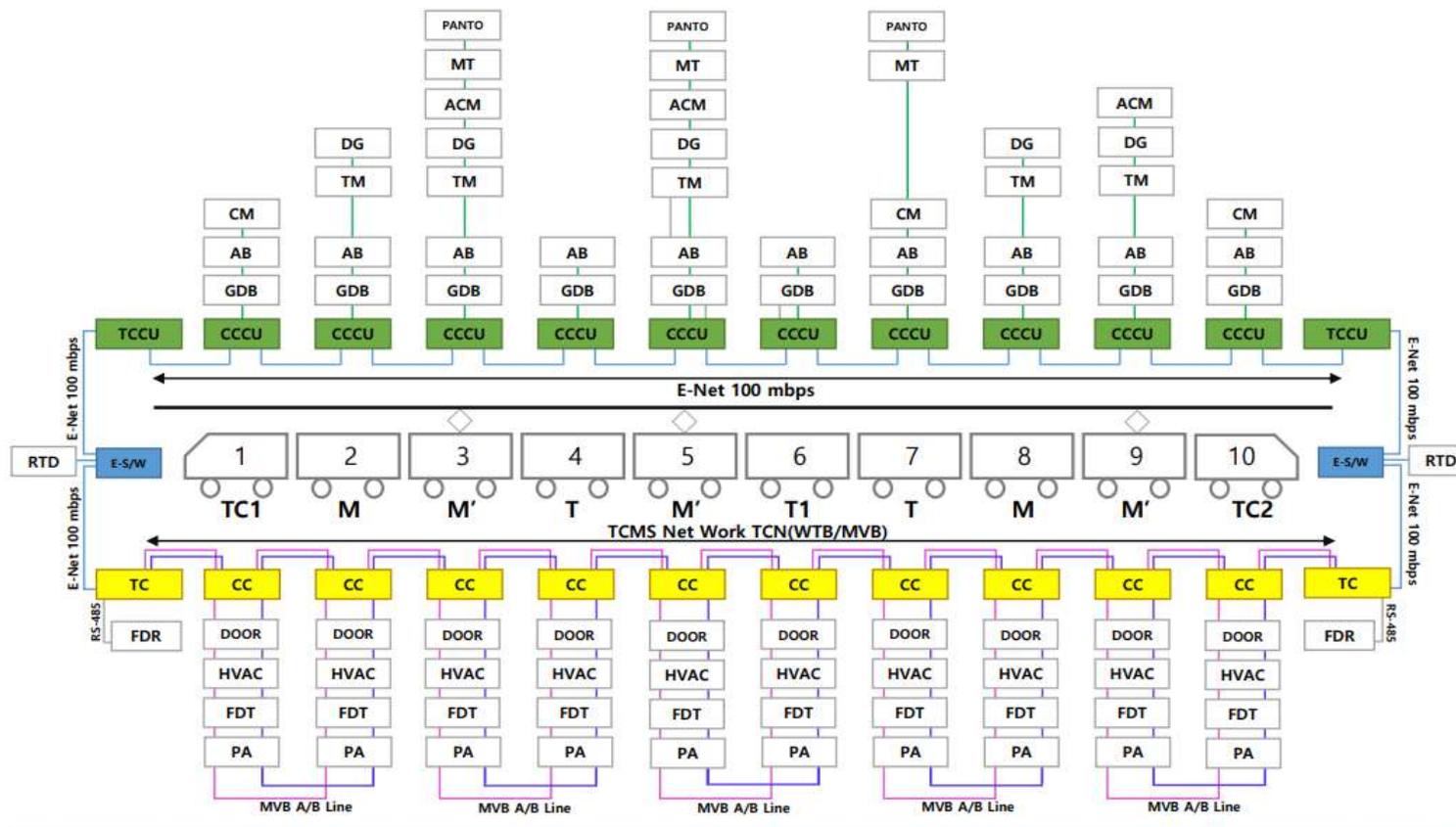
- 클라우드 플랫폼 보안서비스



# III. 수집데이터 및 통신방안

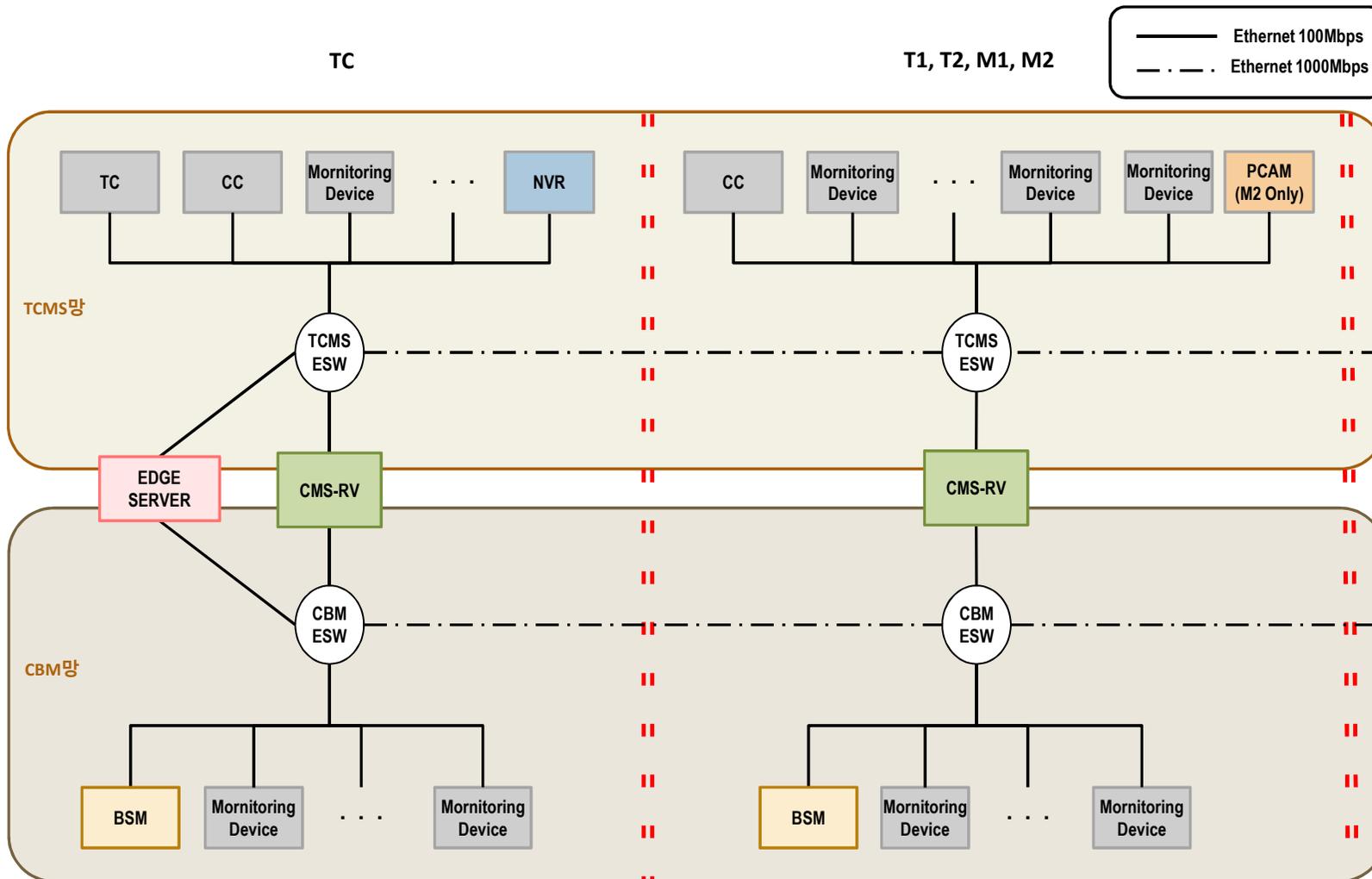
## ● CBM 대상장치 수집 통신방안 (차량 네트워크 구성)

- 독립적인 망구성



# III. 수집데이터 및 통신방안

## ● CBM 대상장치 수집 통신방안 (차량 네트워크 구성)



# IV. 데이터 활용 알고리즘 구현 방안

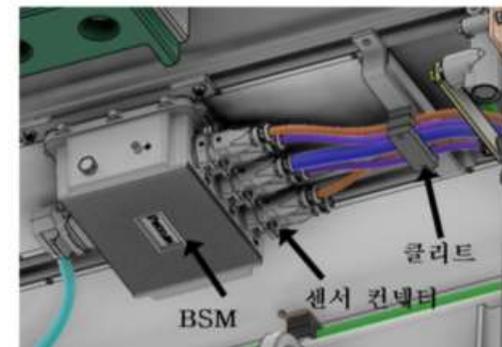
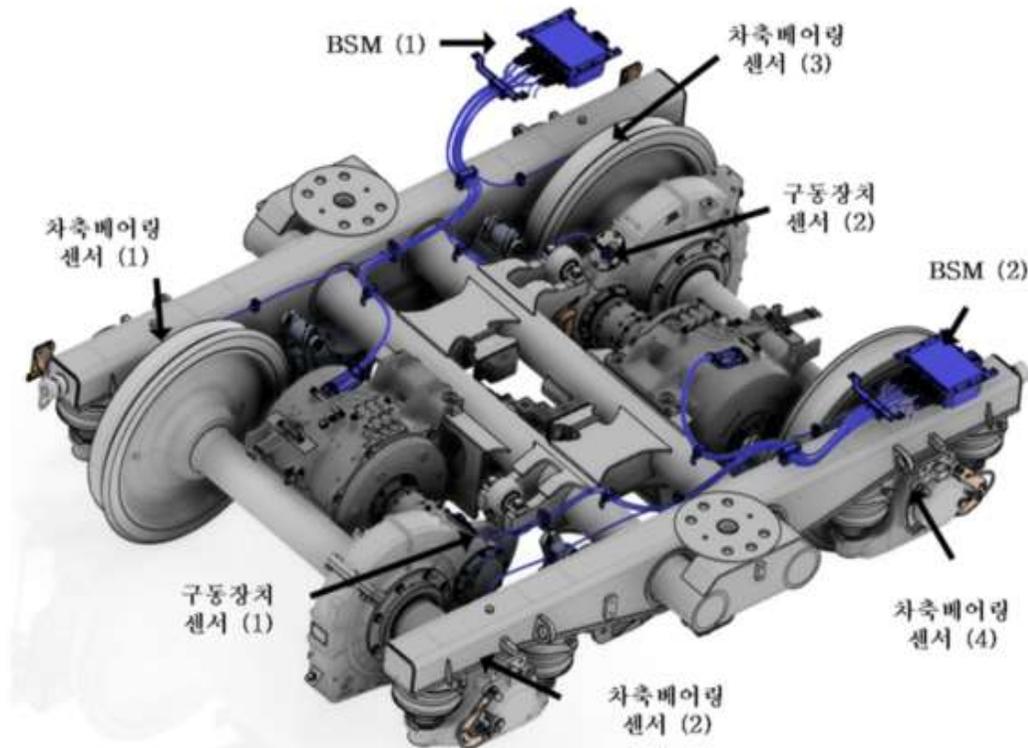
## ● 대차장치 CBM 알고리즘 개발

- 진단/ 예지 알고리즘 개발 프로세스는 데이터 수집단계, 데이터 SET 단계, 특징연구 단계, 고장 진단 단계, 결정지원/인터페이스 단계로 구성



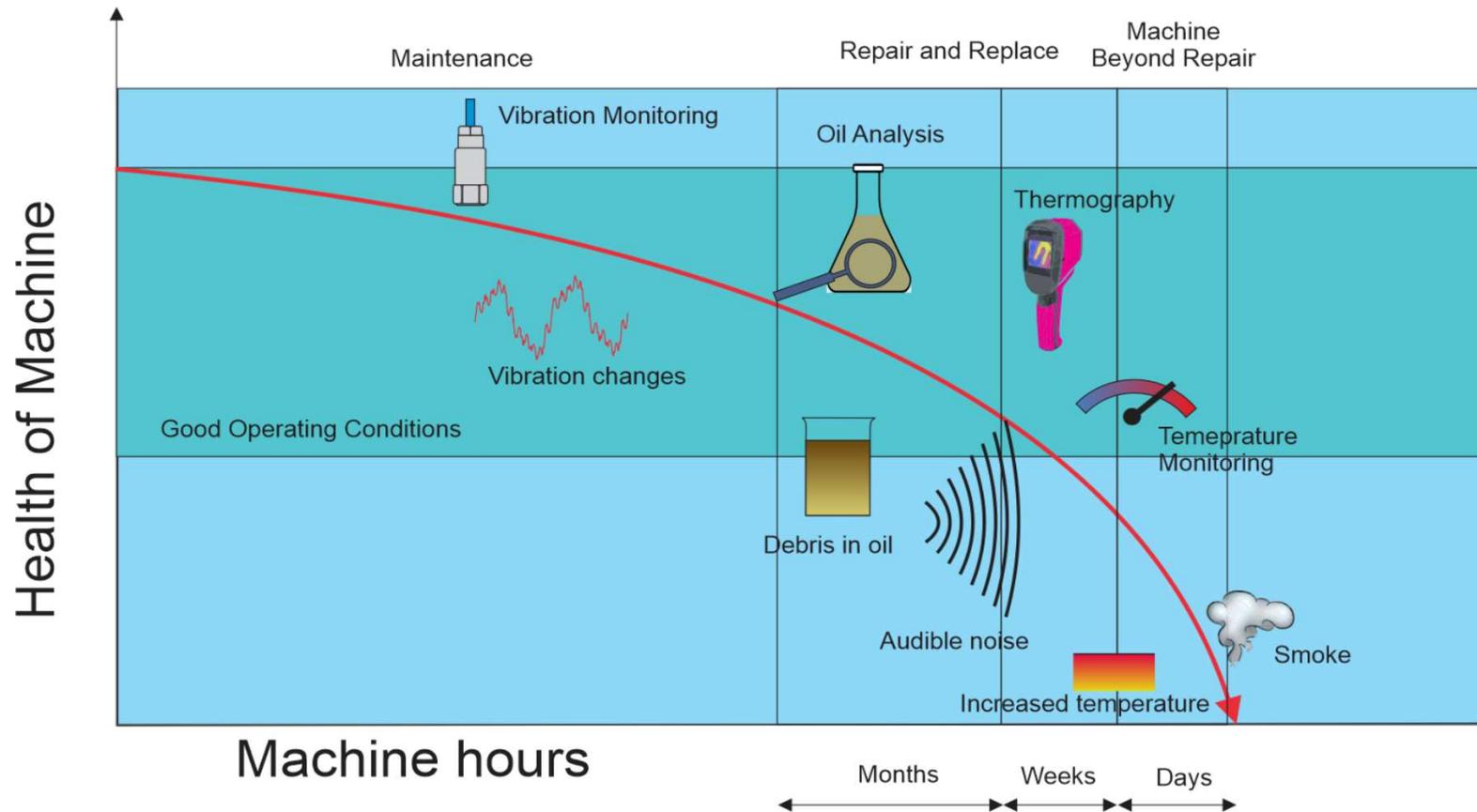
## IV. 데이터 활용 알고리즘 구현 방안

- 대차장치 CBM 알고리즘 개발 (데이터 추출)
  - 진동과 온도를 효과적으로 검지할수있는 위치 선정
  - 오결선 방지 및 충격에 손상 방지 고려 및 유지보수 고려



# IV. 데이터 활용 알고리즘 구현 방안

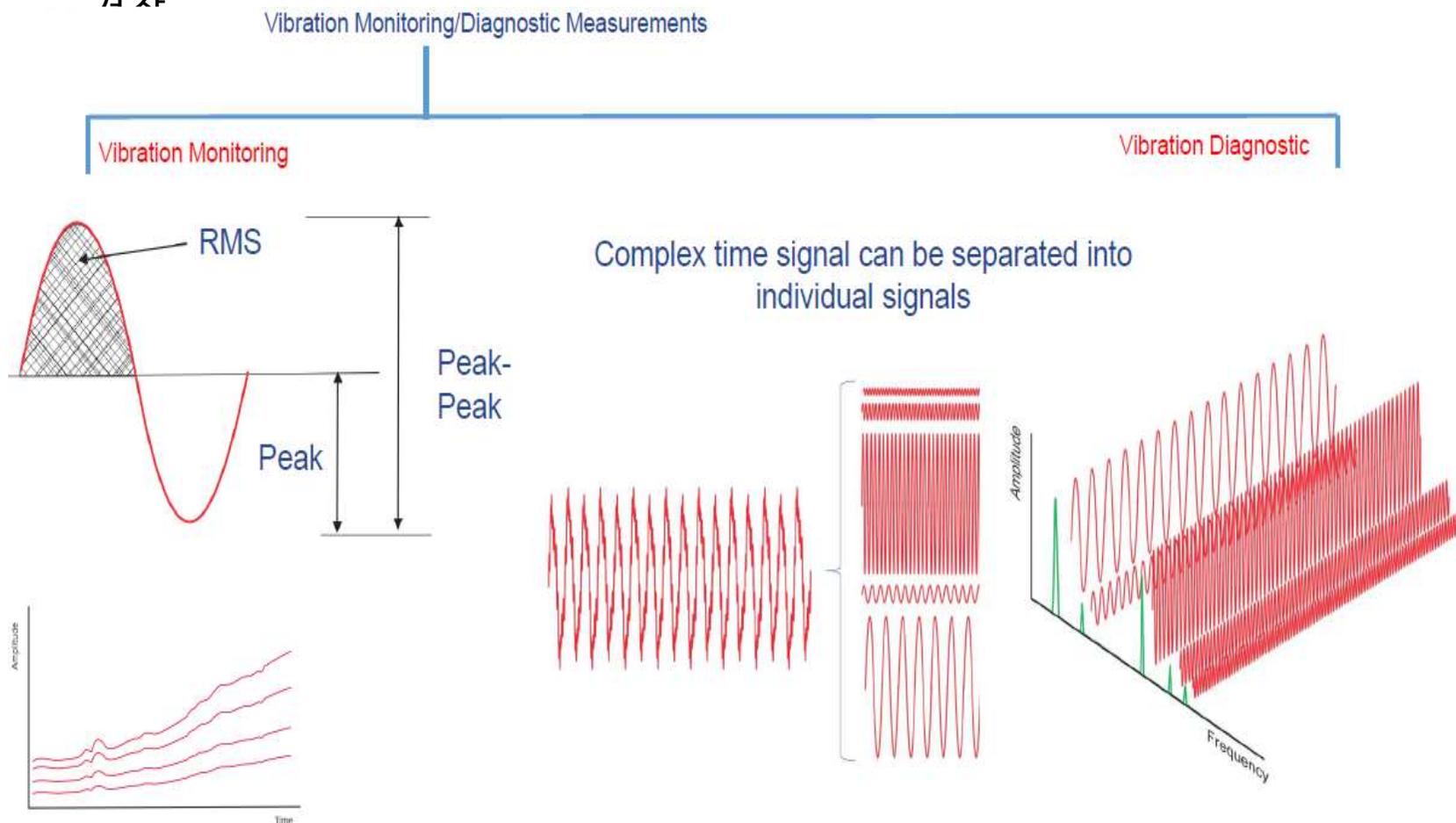
- 진동센서를 이용한 고장발생 요인 조기경고



# IV. 데이터 활용 알고리즘 구현 방안

## ● 대차장치 CBM 알고리즘 개발 (데이터 SET, 특징추출)

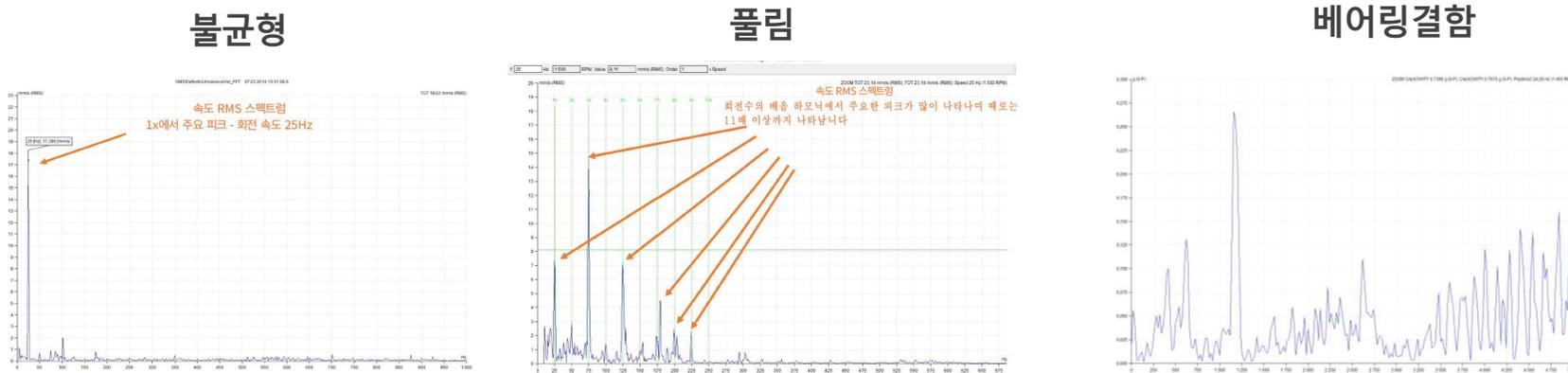
- 신호를 FFT(Fast Fourier Transform) 처리하여 특성화된 파라미터로 변환 전송,  
기 자



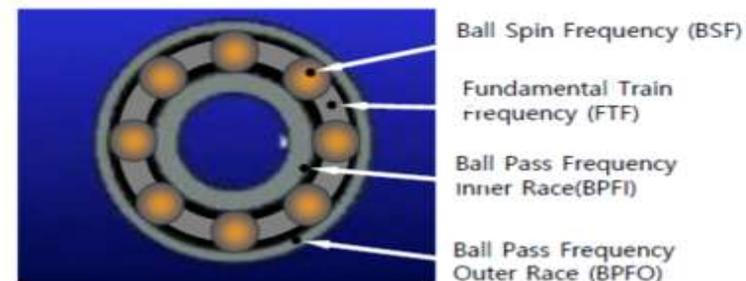
# IV. 데이터 활용 알고리즘 구현 방안

## ● 대차장치 주파수 분석 및 위상해석

- 전체 과진동, 차축 회전 과진동, 불균형, 풀림, 탈선, 베어링 결함 등

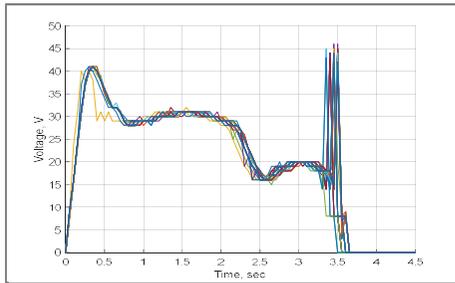


- 베어링 볼 결함 주파수 (BSF) : 베어링 볼의 이상상태 감지
- 베어링 리테이너 결함 주파수 (FTF)
- 베어링 내부 결함주파수 (BPFI)
- 베어링 외륜 결함주파수 (BPFO)

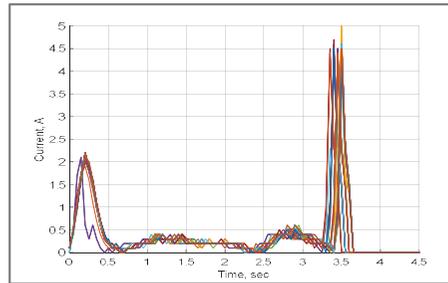


# IV. 데이터 활용 알고리즘 구현 방안

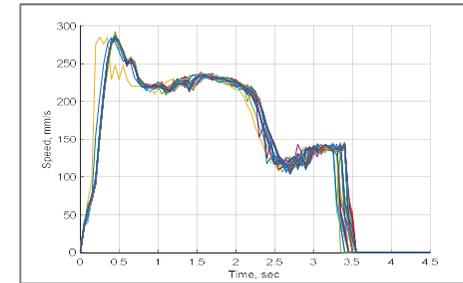
- 출입문 CBM 알고리즘 개발 (데이터 추출 - SET-특징연구)



전압



전류

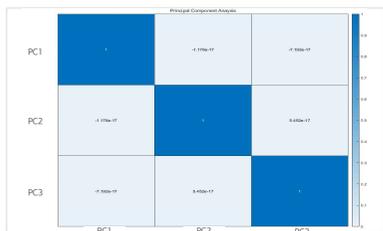


이동속도

상관 행렬



주성분 분석



	PC1	PC2	PC3
T_P	0.9244		
A_M		0.9892	
A_R		0.9298	
A_S	0.8650		
A_ShF	0.9565		
A_K	0.7110		
A_Y	0.7996		
A_P	0.8158		
A_IF	0.9315		
A_CrF	0.8666		
A_CIF	0.9652		
A_SNR	0.7389		
A_SINAD			
A_SUM			
V_M	-0.7136		
V_R		0.7956	
V_S			
V_ShF	0.9721		
V_K			0.7857
V_Y	0.7134		
V_P		0.9133	
V_IF	0.9496		
V_CrF	0.9317		
V_CIF	0.9545		
V_SNR	0.7175		
V_SINAD			
V_SUM	0.7572		

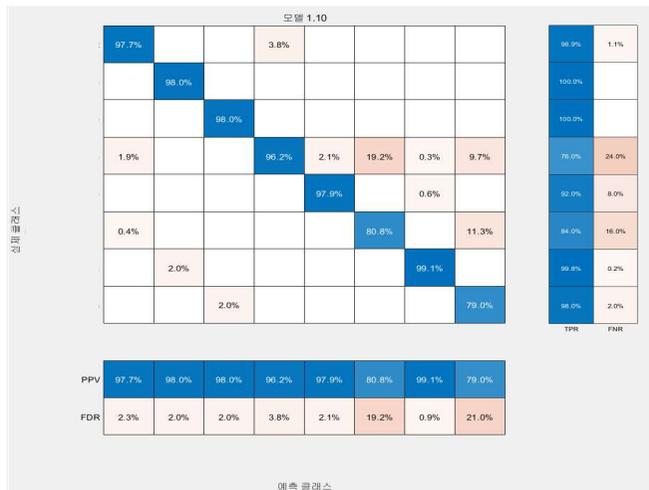
Positive	T_P	A_M	
	A_ShF	A_R	
	A_IF	V_P	
	A_CIF		
	V_ShF		
	V_IF		
	V_CrF		
Negative	V_CIF		
	A_VR		
	A_P		
	A_C		
	A_SNR		
	V_M		
	V_Y		
Name	Motor force	Waveform values	Voltage Kurtosis
	Continuous	Continuous	Continuous

PC1 : [Motor] Force  
 PC2 : [Current/Voltage]  
 Wave form values  
 PC3 : [Voltage] Kurtosis

# IV. 데이터 활용 알고리즘 구현 방안

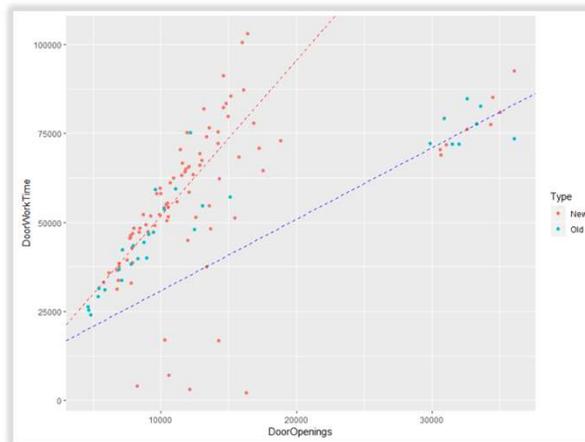
## 출입문 CBM 알고리즘 개발 (알고리즘 적용)

SVM - 3차 SVM

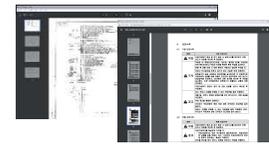


1.1	출입문	정확도: 94.5%	출입문
1.2	출입문	정확도: 82.1%	출입문
1.3	출입문	정확도: 81.3%	출입문
1.4	출입문	정확도: 84.0%	출입문
1.5	출입문	정확도: 86.5%	출입문
1.6	출입문	정확도: 82.3%	출입문
1.7	출입문	정확도: 84.0%	출입문
1.8	출입문	정확도: 82.9%	출입문
1.9	출입문	정확도: 80.4%	출입문
1.10	출입문	정확도: 88.7%	출입문
1.11	출입문	정확도: 86.5%	출입문
1.12	출입문	정확도: 86.8%	출입문
1.13	출입문	정확도: 82.0%	출입문
1.14	출입문	정확도: 80.4%	출입문
1.15	출입문	정확도: 84.3%	출입문
1.16	출입문	정확도: 83.4%	출입문
1.17	출입문	정확도: 83.4%	출입문
1.18	출입문	정확도: 84.2%	출입문
1.19	출입문	정확도: 80.4%	출입문
1.20	출입문	정확도: 84.1%	출입문
1.21	출입문	정확도: 80.9%	출입문
1.22	출입문	정확도: 84.7%	출입문
1.23	출입문	정확도: 85.2%	출입문
1.24	출입문	정확도: 86.4%	출입문

출입문  
잔여 수명 예측

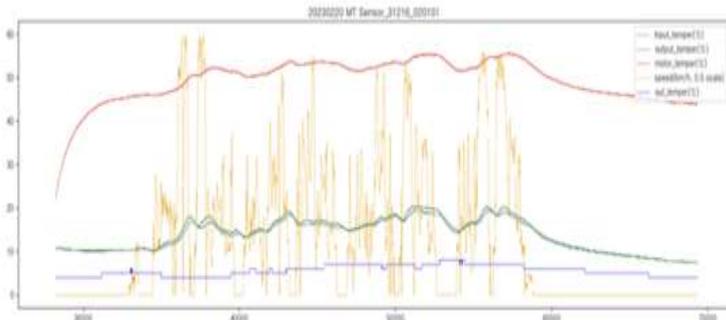


결정 지원

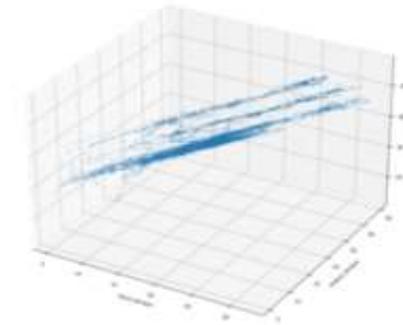


# IV. 데이터 활용 알고리즘 구현 방안

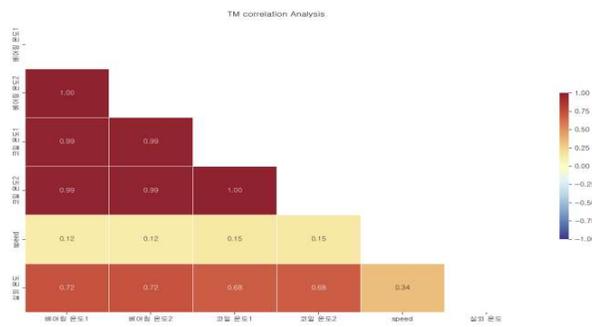
- 출입문 CBM 알고리즘 개발 (데이터 추출 - SET-연관성분석-이상진단)



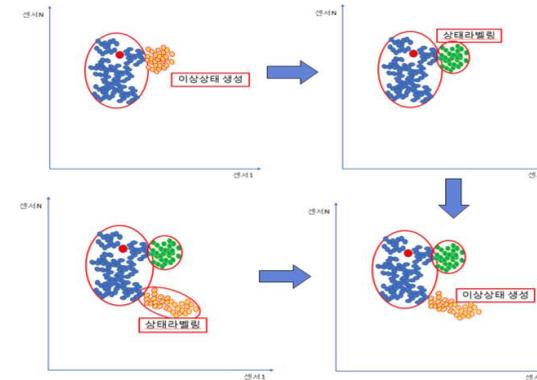
데이터 추출



특성 파악



연관성 분석

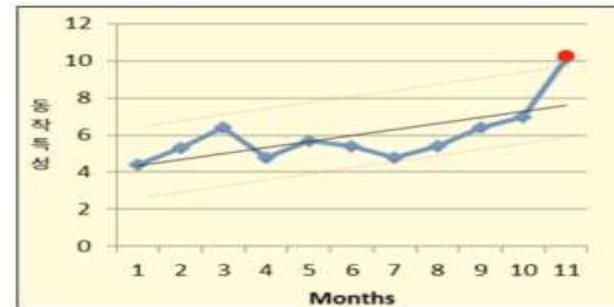
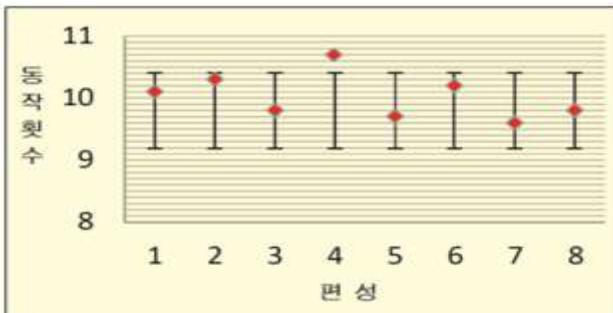


이상진단 라벨링

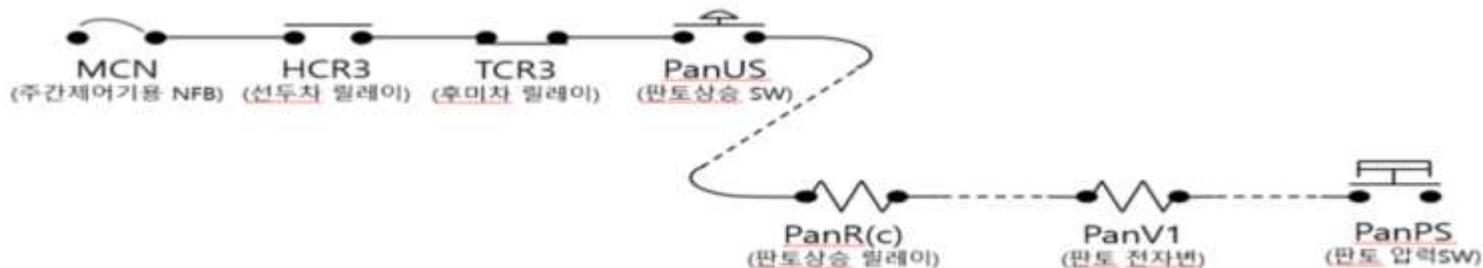
# IV. 데이터 활용 알고리즘 구현 방안

## ● 수직,수평,연관성 분석 기법

- 수평적 분석
  - 이상데이터 식별
  - 동종차량,동일장치
- 수직적 분석
  - 특정차량
  - 특정장치



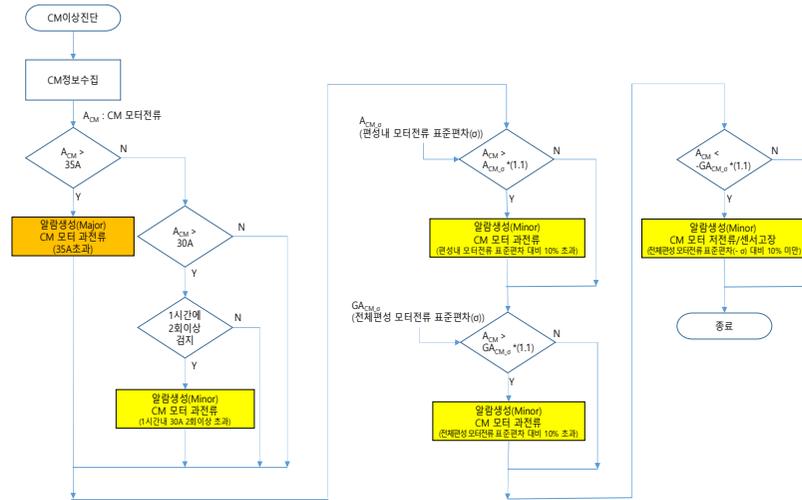
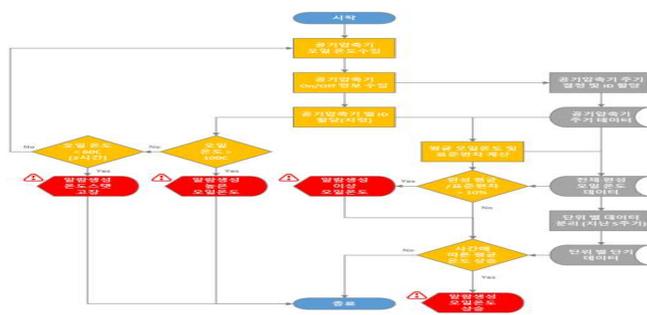
## • 연관성 분석



# IV. 데이터 활용 알고리즘 구현 방안

## RUL 기반 연관성 분석기법

- 동작 차트에 따른 이상 진단



- 연관성기반 이상진단

| 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |    | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 | 구분 |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|    |    |    | 구분 | 구분 |    |    |    |    |    | 구분 |
| 구분 |
| 구분 |
| 구분 |
| 구분 |
| 구분 |

# V. 상태기반유지보수 운영방안

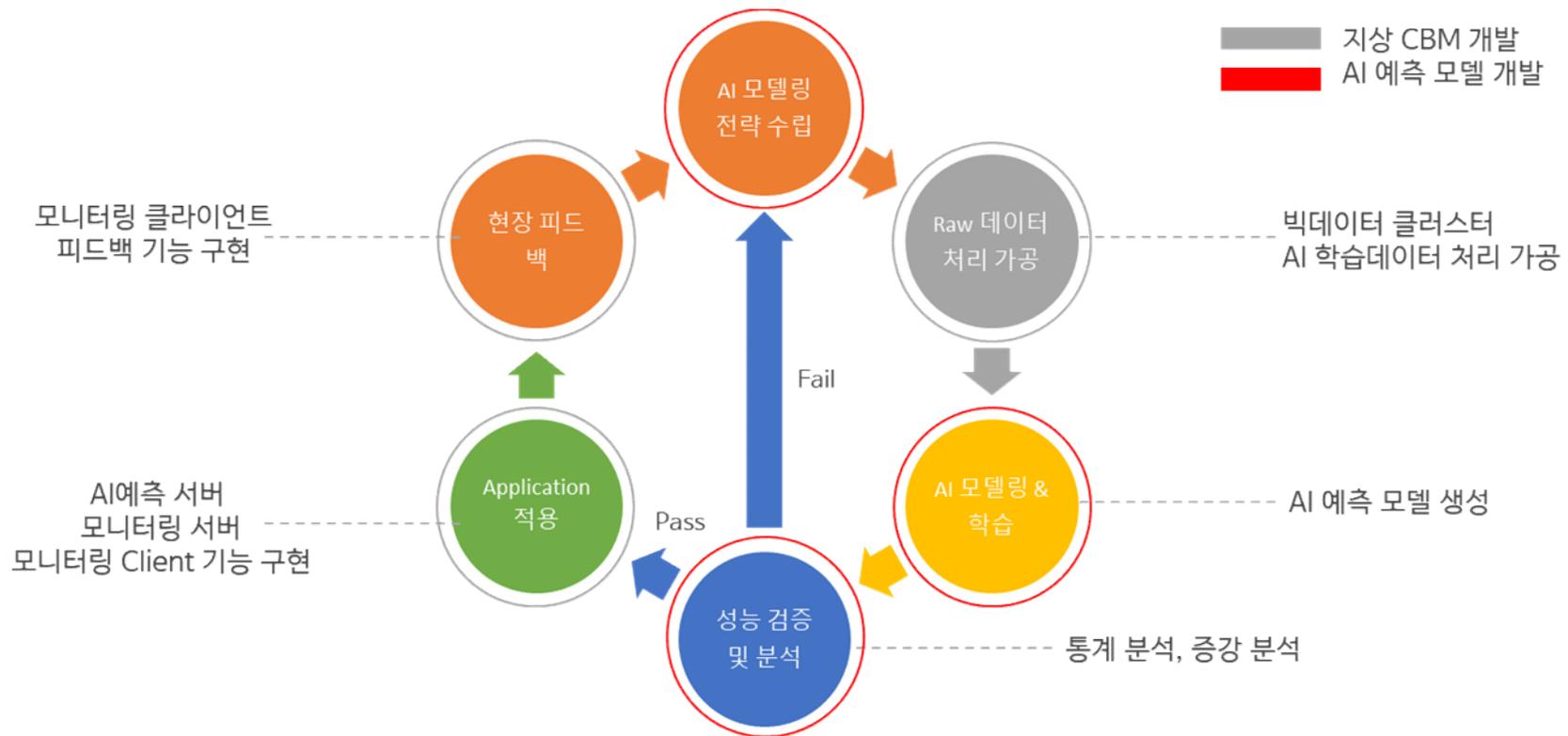
- CBM 시스템은 아래의 6단계 Flow를 통해 구축
- 데이터 정합성(DB분석 알고리즘 튜닝) 및 시스템 최적화를 위한 소요 기간이 필요

단계	단계명	설명	비고
1	시스템 구축 데이터 검증	- CBM 대상장치 선정 및 데이터 수집 방안 도출 ( 온도 및 압력센서, 입출력 데이터(I/O) 등) - 기준 데이터 생성을 위한 데이터 검증(결함재현, 데이터 가변시험, 시뮬레이션 등)	
2	데이터 수집	- 운행 중에 발생하는 차량의 실시간 상태데이터 - 대상장치 고장데이터 - 고장 발생 전/후의 Trace Data - 정비이력, 교체이력, 유지보수 매뉴얼 등 유지보수 데이터 - 운행 전 자가검사 결과 데이터 (PDT 검사)	
3	데이터 분류	- 예측 모델 분석 및 생성을 위한 차량 상태 데이터 분류, 정렬, 가공 및 병합	
4	상태 검출	- 데이터 전처리를 통한 특징 값을 추출, 분석 모델링 적용하여 상태를 판별 - 데이터 처리 및 이상영역(경고/경보) 감지	
5	상태 평가 / 예측평가	- 생성된 예측 모델을 적용하여 임의의 고장진단 → 장치의 상태 등급 - 상태평가와 예측결과를 기반으로 고장모드 결정	
6	결정지원 / 인터페이스	- 상태진단 결과와 상태예측 결과에 따라 점검시기 결정, 데이터분석시스템과 연계하여 점검대상 부품들에 대한 유지보수 활동 생성. - 기지의 단말기와 인터페이스를 통해 전 단계에서 발생한 데이터에 대해 사용자에게 현시	

# VI. 기대효과

## 알고리즘 최적화 시스템 구축

- 알고리즘 현장 적용 후 지속 발전 시키기 위한 최적화 시스템 체계 구축



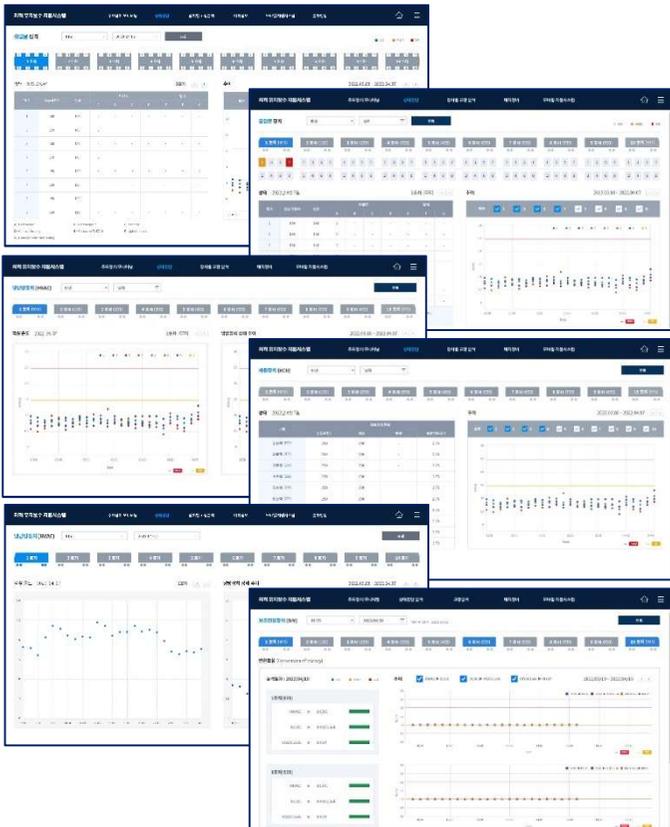
구분	AI 모델링 전략 수립	Raw 데이터 처리 가공	AI 모델링 학습	성능 검증 및 분석	Application 적용	현장 피드백
작업	현장 피드백 및 성능 검증 및 분석 결과를 바탕으로 필요한 데이터 가공 및 모델링 전략 수립	Hadoop/Spark로 구성된 빅 데이터 클러스터를 이용하여 필요한 데이터를 가공 처리	데이터를 이용한 AI 모델 학습	Validation Data를 기준으로 성능 검증	실제 관제 시스템에 적용	현장에서 문제가 발생하거나 예측이 틀린 환경을 피드백

# VI. 기대효과

## ● 차상 주요장치 최상 상태 진단 및 조치 방안 수립

- 진단 알고리즘을 통해 주요 장치의 하위 부품에 대한 상태를 진단
- Regression 분석을 통하여 유지보수 시기 결정
- 이상 상태 발견 시, 정비원에게 고장코드에 따른 조치방법, 정비매뉴얼, 도면 등을 제공(필요 시 다자간 원격지원)

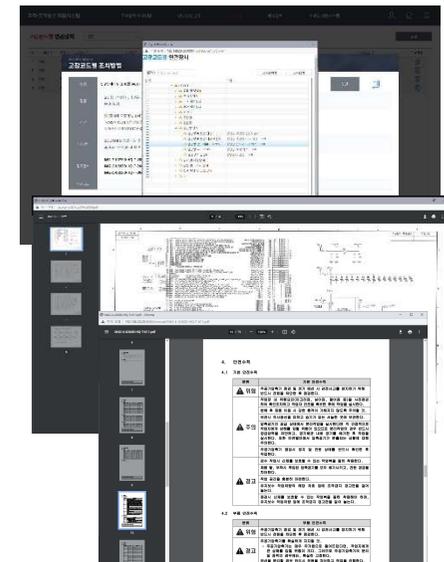
[주요 장치별 상태 진단 및 상태 추이 분석]



[이상상태 감지 시 조치 방법]



[정비원에게 정비매뉴얼, 도면 등 제공]

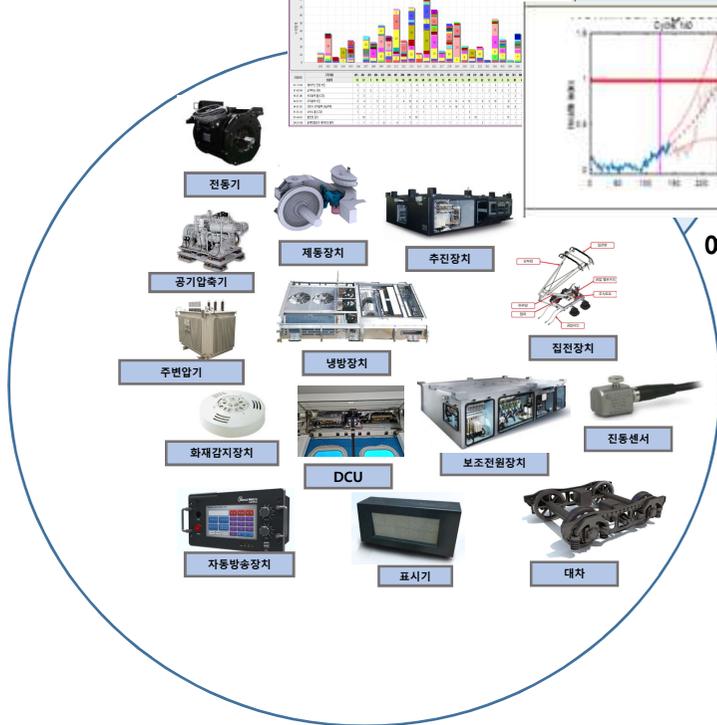


# VI. 기대효과

## ● 향후 시스템 방향

데이터 분석과 예지분석을 통해  
지속적인 상태모니터링이 필요한 장치 선정

고장 분석



예지 분석



CBM 적정 알고리즘 개발  
자체 진단 알고리즘 라이브러리 적용

## 제 3회 철도차량 기술세미나

# 감사합니다

