

//

AI 시대의 LNG 수급관리 전략

//

GA!S

90043169 강혜성

90043179 김상현

90043274 조다영

목차

- Part 1. LNG 수급관리 개요
- Part 2. LNG 수급 현황 및 특성
- Part 3. LNG 수요 예측
- Part 4. AI를 활용한 거래량 예측
- Part 5. 결론
- Q&A

Part 1. LNG 수급관리 개요

LNG의 중요성

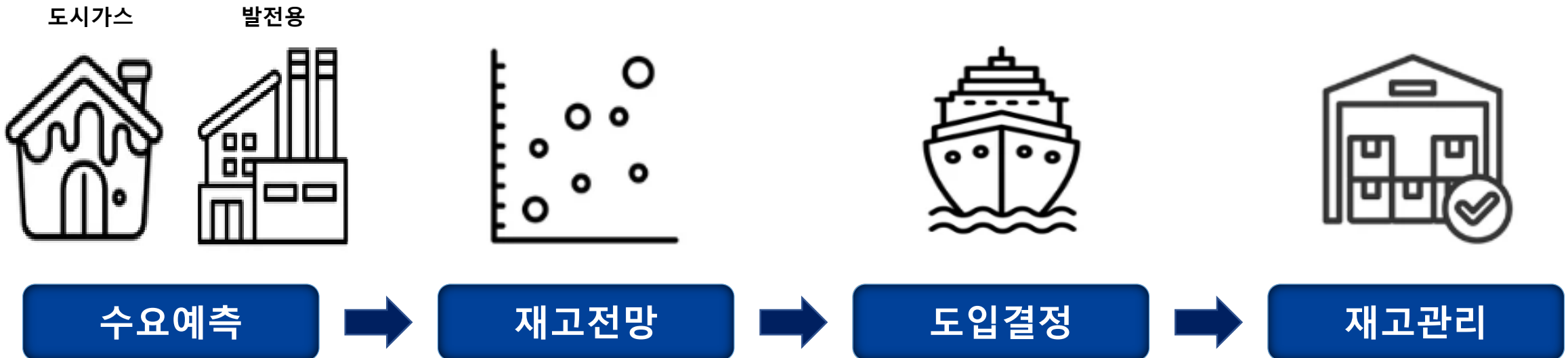
- 우리나라는 에너지 수입 의존도가 90% 이상
- 1차 에너지원의 19%, 발전원의 27% 담당
- 필수분야인 난방용 에너지원의 77% 담당

 안정적인 LNG 수급관리는 에너지 안보의 핵심



Part 1. LNG 수급관리 개요

수급관리란?



Part 1. LNG 수급관리 개요

천연가스 이용 소개

- 천연가스는 국내의 에너지 소비 중 10% 수준을 차지하고 있는 에너지
- 도시가스 배관망을 통해 공급하며 가정용, 산업용 및 발전용 등 이용분야가 다양함

가정용	산업용	발전용
냉난방	보일러	LNG 복합화력
급탕	요업/철강	지역난방
취사	냉난방	열병합
건조	수송	연료전지
	냉열이용	
	C1 화학	

*요업/철강 : 가열 및 열처리

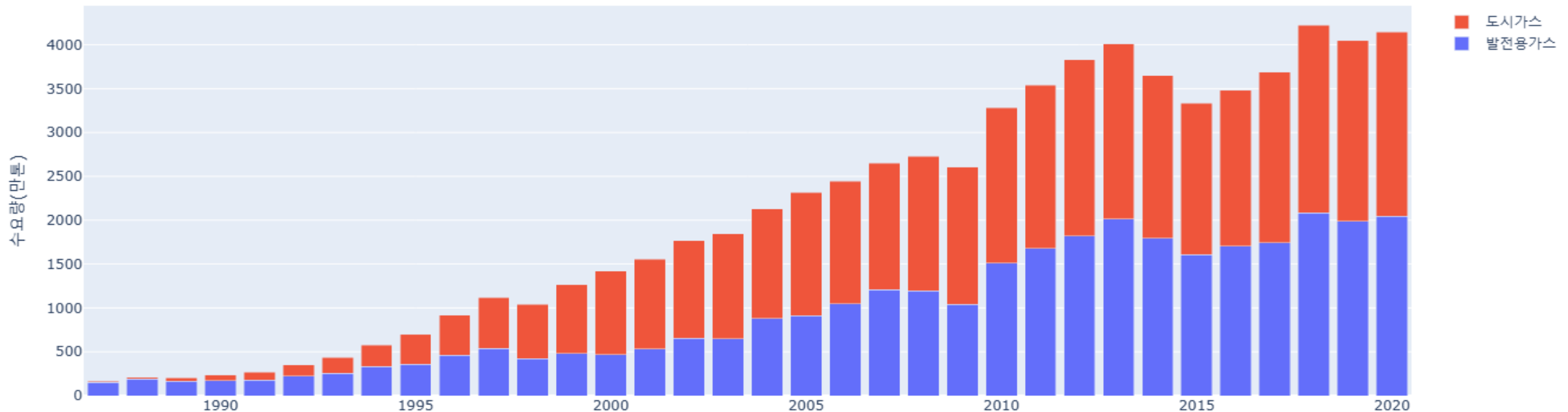
*C1화학 : 천연가스의 주성분인 메탄을 연료로 하여,
고부가물질(DME, 메탄올, 수소 등)을 만드는 기술



Part 2. LNG 수급 현황 및 특성

천연가스 수요 추이

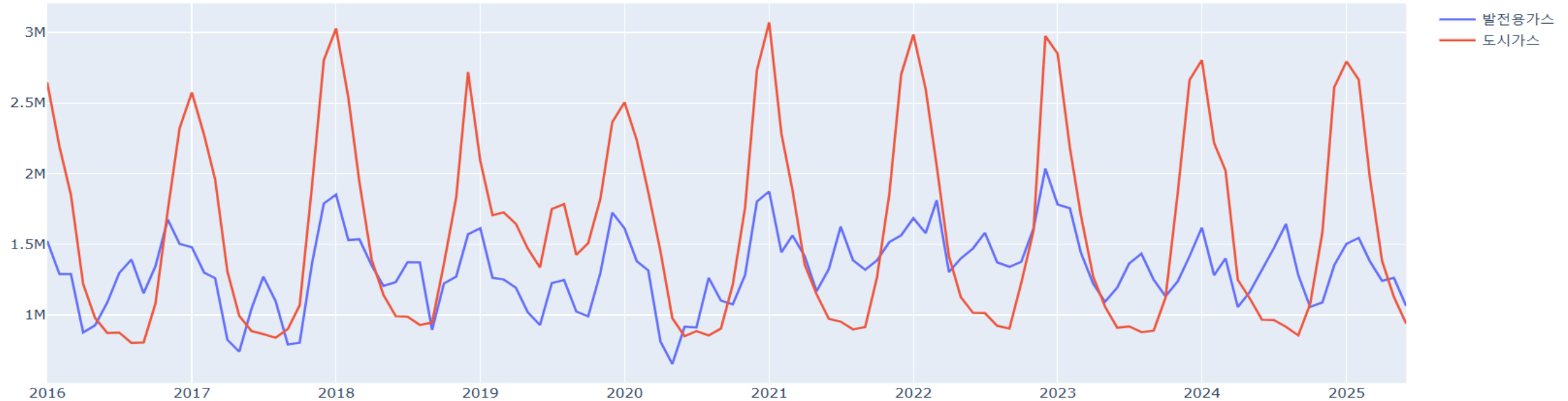
- 국내 천연가스 수요는 86년 첫 공급 개시 이후 87년 161만톤 -> 23년 4383만톤으로 연평균 9.6% 증가
- 87~02년까지 초기 도시가스 보급확대로 총수요 연평균 17.3% 증가
- 03~23년 도시가스 증가율은 둔화되었으나, 발전용 수요가 연평균 6.3% 증가하여 연평균 총 4.4% 증가



Part 2. LNG 수급 현황 및 특성

천연가스(도시가스용) 수요 추이

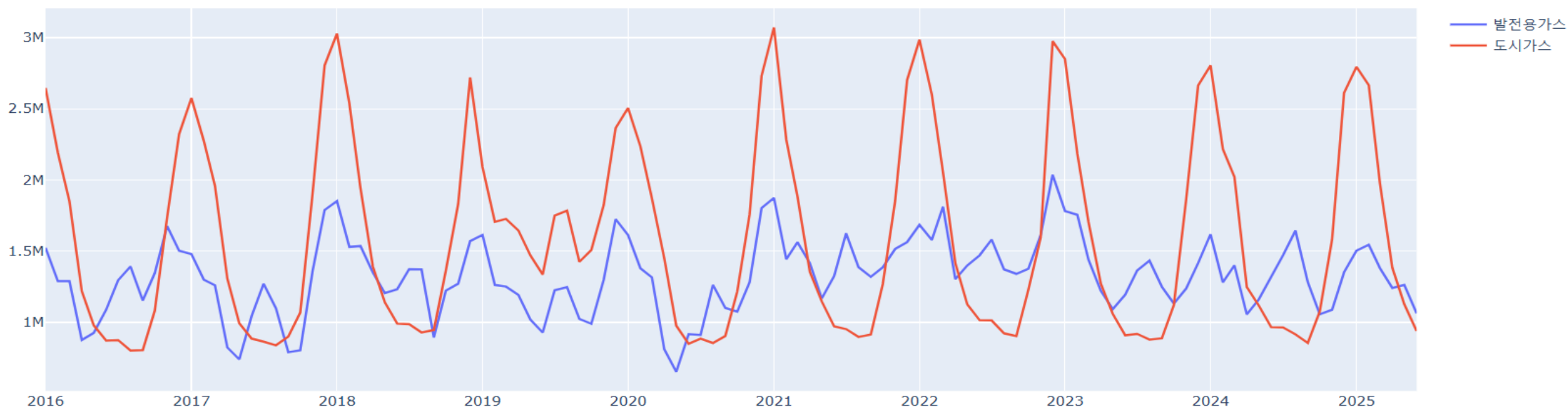
- 도시가스용은 가정용, 일반용, 산업용으로 분류
- 수요의 대부분이 난방용을 담당하여 동고하저의 계절성이 뚜렷



Part 2. LNG 수급 현황 및 특성

천연가스(발전용) 수요 추이

- 발전용은 열병합발전소(열과 전기 생산)와 발전전용발전소(전기 생산)로 분류
- 열병합발전은 겨울에 열수요 증가로 발전량이 많고 극하절기(7~8월) 냉방용 전력 수요 증가 시 조금 증가
- 발전전용발전 또한 여름과 겨울에 발전량이 크게 증가하지만 변동성이 심하여 발전량이 매우 불규칙



Part 3. LNG 수요 예측

LNG 수요에 영향을 미치는 요소

용도	도시가스	전력 발전
주요 영향변수	기온	기온
	요금(상대적, 절대적)	경제 상황
	경기 변동	공휴일 여부
	공휴일 여부	원자력, 석탄 등 타 발전 원료의 가격/가동력
		데이터 센터

세계 가스 수요를 이끌 4가지 특별한 신규 수요

1. 중국(LNG 트럭연료용)

→ 2024년 100만대의 트럭·버스가 가스 250억㎥를 소비

2. 인도(도시가스용)

→ 도시가스 보급을 가정용 수요 10배, 충전소 수요 3배 증가(2030년 목표)

3. 미국(데이터센터의 전력 수요 충족을 위한 발전용)

→ 현재 데이터센터 전력의 40% 이상을 가스발전으로 충당

4. 해상 수송(LNG 선박용)

→ LNG선박 연료 2024년 대비 70% 증가(2030년 기준)

*출처: 국제에너지기구(에너지경제연구원 재구성)

- 데이터센터 수요 증가로 인한 전력 사용량 증가 등 산업의 흐름에 따라 추후 영향변수 변동 가능



LNG 수요 예측의 중요성

- 산업통상자원부의 장기천연가스 수급계획을 근거로 도입계약과 생산·공급 설비 신·증설 등 수행
- 수급계획에서 제시된 수요를 초과해서 도입 계약을 체결하거나 설비를 건설할 수 없음

제15차 장기 천연가스 수급계획
(2023~2036)

2023. 4.

□ 장기 천연가스 수급관리수요 전망 (단위: 만톤)

$$\text{수급관리수요} = \text{도시가스 수요 (변동성 반영)} + \text{발전용 수요 (변동성 반영)}$$

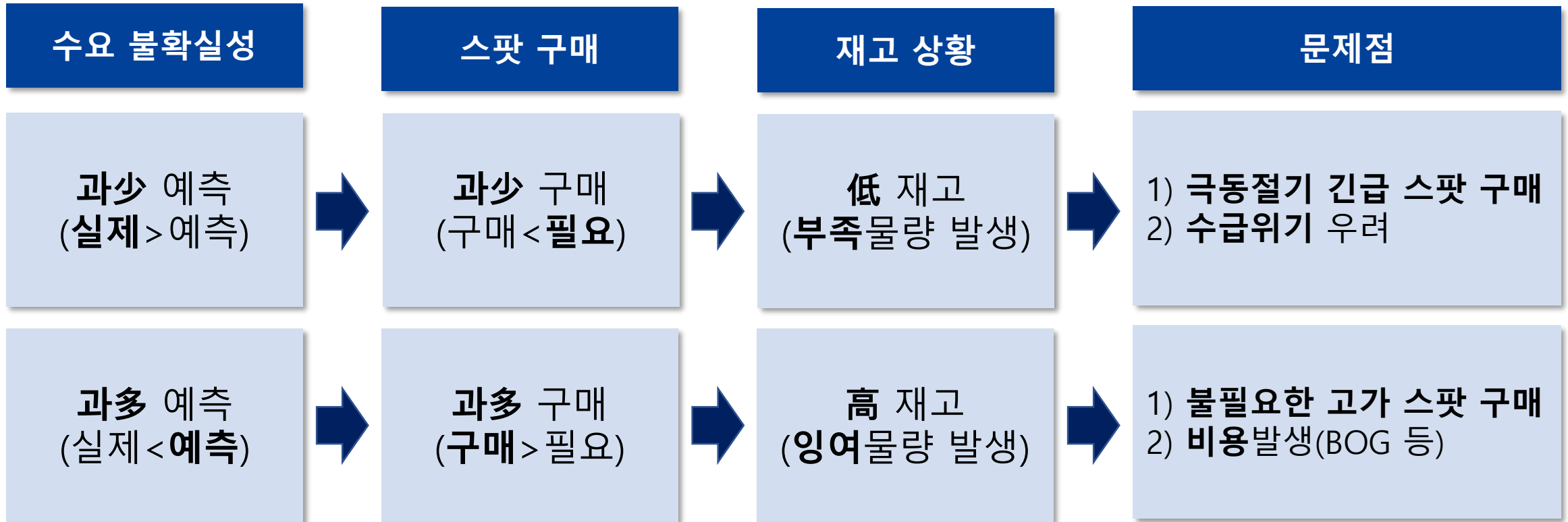
구 분	도시가스용 (A)			발전용 (B)	합 계 (A+B)
	가정·일반용	산업용	소 계		
'23년	1,275	968	2,243	2,419	4,662
'30년	1,420	1,281	2,701	2,178	4,879
'36년	1,453	1,460	2,913	1,667	4,580
연평균 증가율	1.01%	3.21%	2.03%	△2.82%	△0.14%

※ 천연가스 수요는 탄소중립 이행 및 에너지가격 변동 등 대내외적 환경 변화에 따라 변동 가능하며, 필요시 간년도 계획으로 보완



Part 3. LNG 수요 예측

LNG 수요 예측의 중요성



LNG 수요 예측 방법론

□ (도시가스용) 제13차~제14차 장기 천연가스 수급계획과 동일한 총 에너지패널 모형 사용하여 전망

○ 182개국의 GDP와 총 에너지소비 간 실적을 분석하고 우리나라의 총 에너지소비량을 예측, 도시가스 소비비중을 추정하여 소비량 도출

- 총에너지패널모형을 주모형으로 사용하되, 수요전망의 정확성과 객관성을 높이기 위해 5개 보조모형*을 활용하여 타당성 검증

* 가스패널모형, 시계열모형, 구조변화모형, 미시모형, SUR모형

□ (발전용) 제10차 전력수급기본계획과의 정합성을 위해 **전원별 전원 구성***, **온실가스 감축 정책**** 등을 고려한 천연가스 발전 수요 전망

* 원자력, 석탄, 신재생, LNG 등 연도별 전원 구성 전망 반영

** 온실가스 감축을 위한 석탄발전 설비 폐지 및 잔여 석탄발전 설비의 연간 발전량 제약, 미세먼지 계절관리제 시행 등

□ (신규 수요) LNG 병커링*, 냉열 등 가스분야 신규 수요 반영

* 전 세계 LNG 병커링 수요 전망(23.2월, IHS) 중 국내 수요 반영

□ (수급관리수요) 전기본을 토대로한 **기준수요**에 GDP, 기온, 기저 발전 이용률, 수소발전 등 **변동성을 고려한 「수급관리수요」** 전망

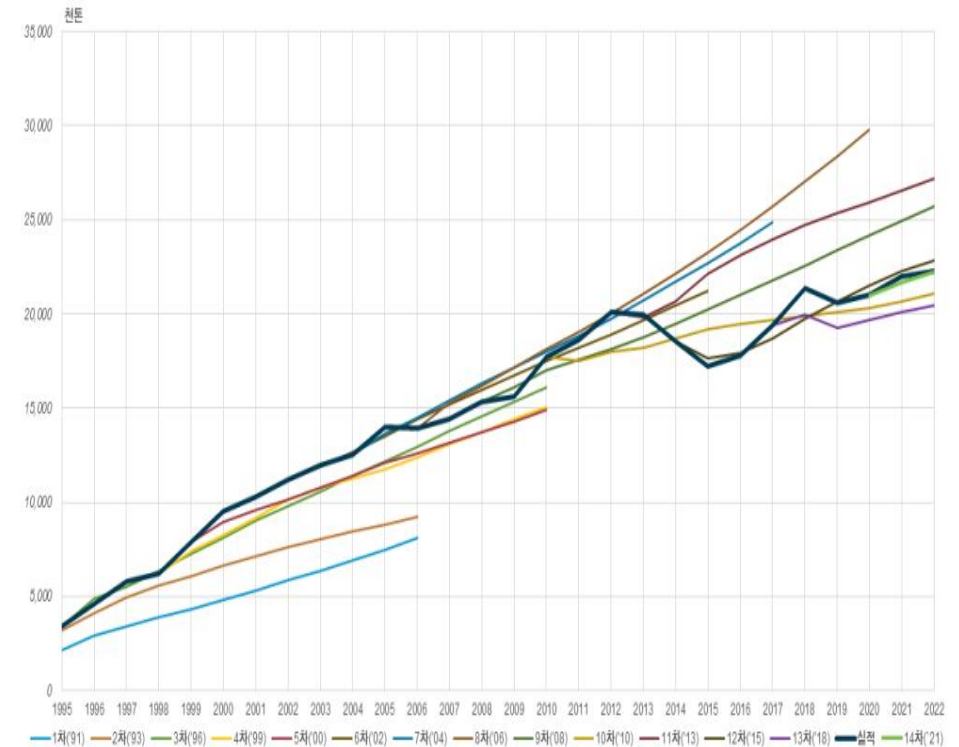
※ 수급관리수요는 천연가스 인프라 확충 및 필요시 장기 도입계약 등에 활용



Part 3. LNG 수요 예측

LNG 수요 예측 추이 - 도시가스

- 기온·산업 활동 등 외부 변수에 의해 연중 **변동성이 매우 큼**
- 2014년 국제유가 파동·폭락 등의 특수요인으로 인해 수요가 크게 증감한 때를 제외, 상당히 정확히 수요가 예측되고 있음



장기 천연가스 수급계획의 차수 별 도시가스 수요예측과 실적



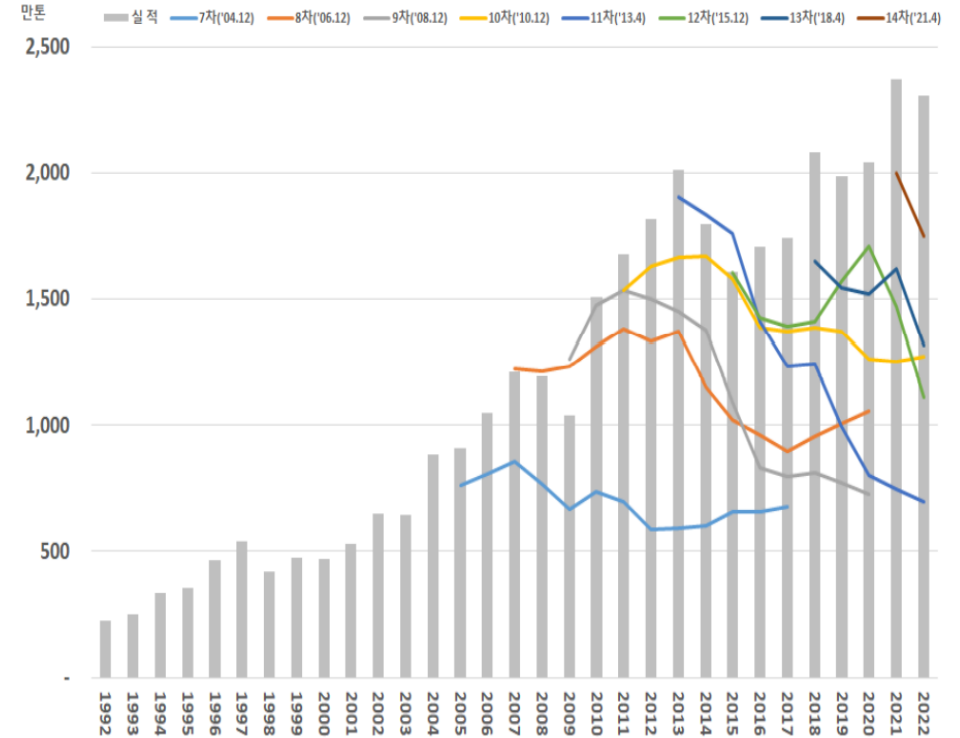
Part 3. LNG 수요 예측

LNG 수요 예측 추이 - 발전용 가스

- 전반적으로 실제 수요에 비해 **과소예측되는 경향**
- 불확실성이 높아 기존 통계 기반 방식으로는 한계가 존재
- LNG 수요를 정확히 예측하기 위해선 발전용 수요를 정확히 예측하는 것이 필요



**예측 고도화를 통해 발전용 수요 정확도를 높여야
전체 LNG 수급 안정성 확보 가능**



장기 천연가스 수급계획의 발전용 수요예측과 실적



//

AI를 활용하여 변동성이 큰 발전용 LNG 수급을 보다 **정확하게 예측**하고,
안정적·효율적 에너지 공급체계 구축

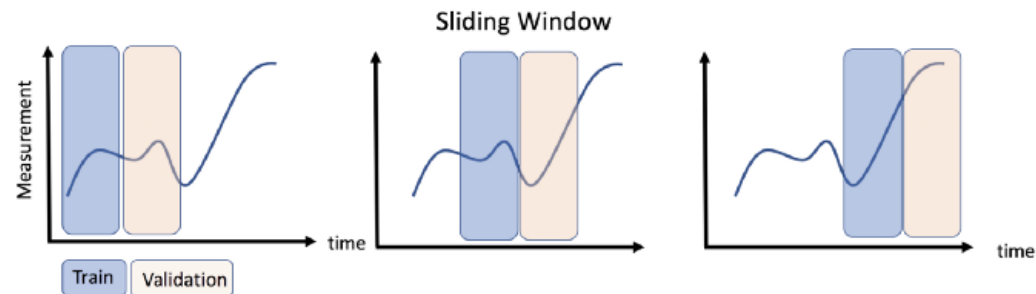
//



Part 4. AI를 활용한 거래량 예측

1. 시계열 예측의 문제점

- 예측 시점의 time step이 길어질수록 정확한 값과 예측값 사이의 편차 $\uparrow \rightarrow$ 예측 정확도 \downarrow



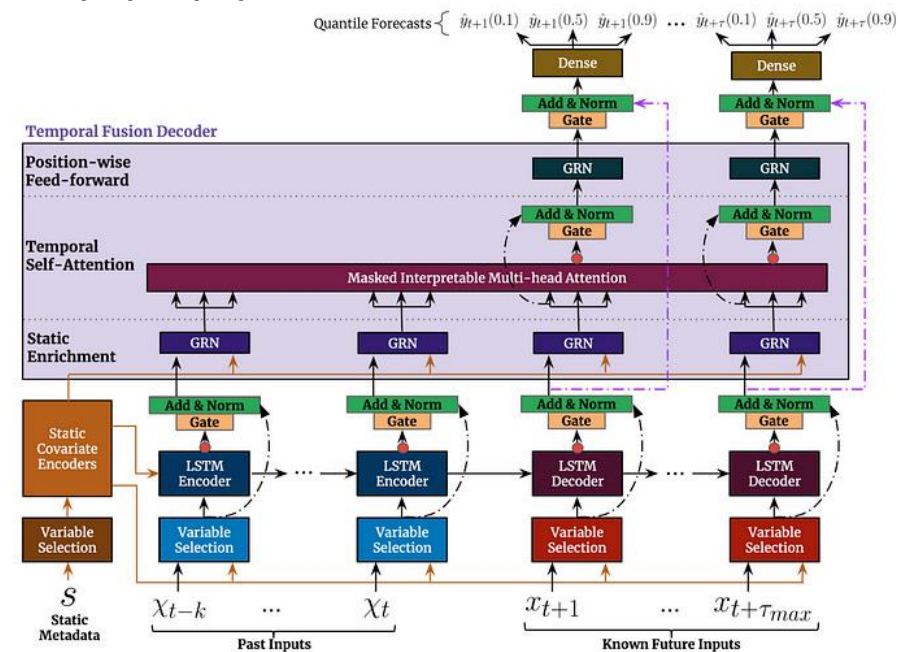
2. Transformer 모델

- 텍스트, 시계열 등 **순차적인 데이터의 예측**에 사용(e.g. chat GPT)
- 'attention'이라는 매커니즘을 이용해 시점들 간의 관계를 학습
 \rightarrow 예측에 중요한 '시점'에 집중하여 정확도가 높은 예측값을 도출
- 변하지 않는 정보(예: 매장의 위치)를 잘 활용하지 못한다는 단점**이 존재



3. TFT(Temporal Fusion Transformer) 모델

- 미래 시점에 미리 알 수 있는 정보를 활용해 예측과 설명을 동시에 하는 딥러닝 알고리즘
- 시간이 지나도 변하지 않는 정적 정보(Static), 과거에 관측된 데이터, 미래 시점에도 이미 알고있는 정보(요일, 공휴일 여부)를 활용해서 예측값 도출



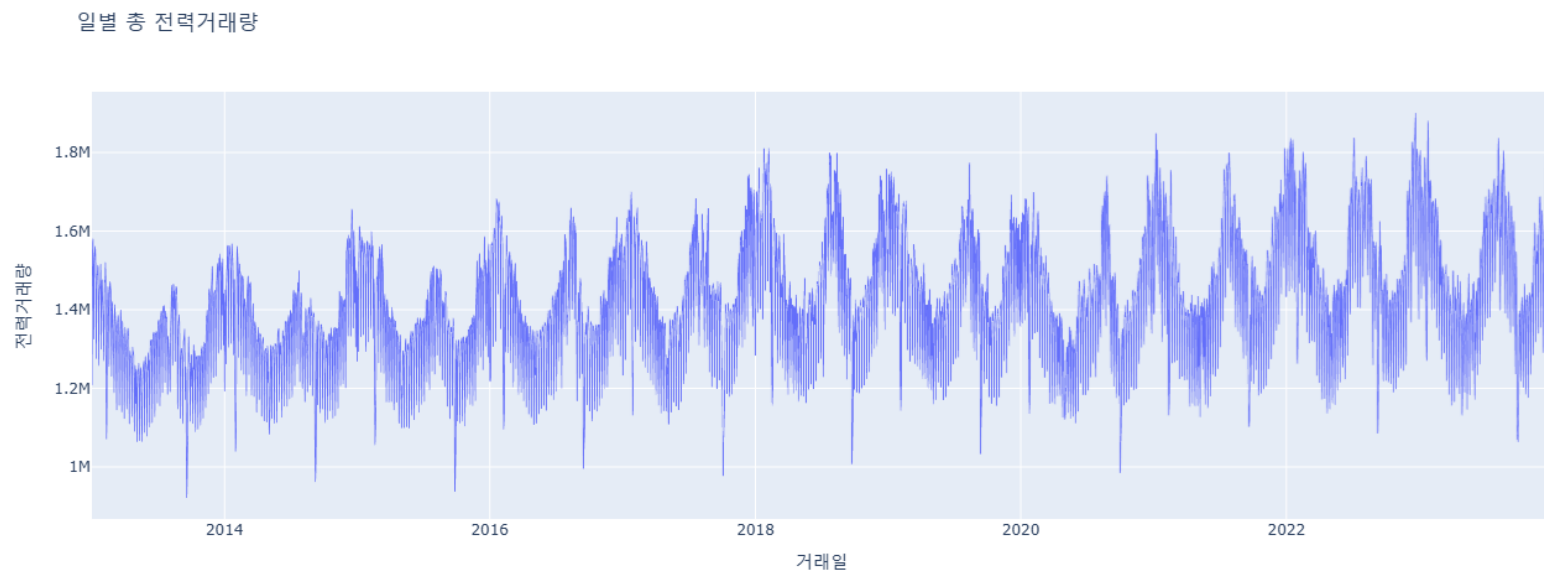
Part 4. AI를 활용한 거래량 예측

데이터 설명

한국전력거래소의 2013-01-01 ~ 2023-12-31 일별, 시간별, 연료원별 전력거래량 데이터

	거래일	거래시간	연료원	전력거래량
0	2013-01-01	0	원자력	16232.160050
1	2013-01-01	0	석탄	23638.589390
2	2013-01-01	0	LNG	13380.994560
3	2013-01-01	0	유류	697.044902
4	2013-01-01	0	양수	855.181596
...
1658011	2023-12-31	20	기타	42.000000
1658012	2023-12-31	21	기타	42.000000
1658013	2023-12-31	22	기타	41.000000
1658014	2023-12-31	23	기타	39.000000
1658015	2023-12-31	24	기타	38.000000

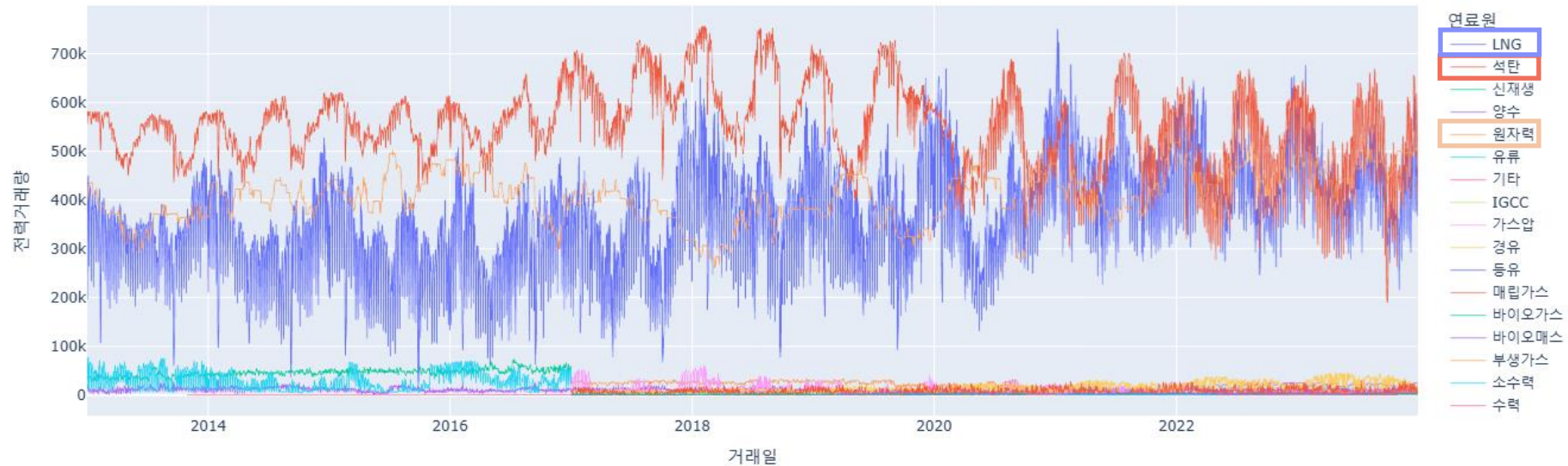
1658016 rows x 4 columns



Part 4. AI를 활용한 거래량 예측

데이터 설명

일별, 연료원별 전력거래량

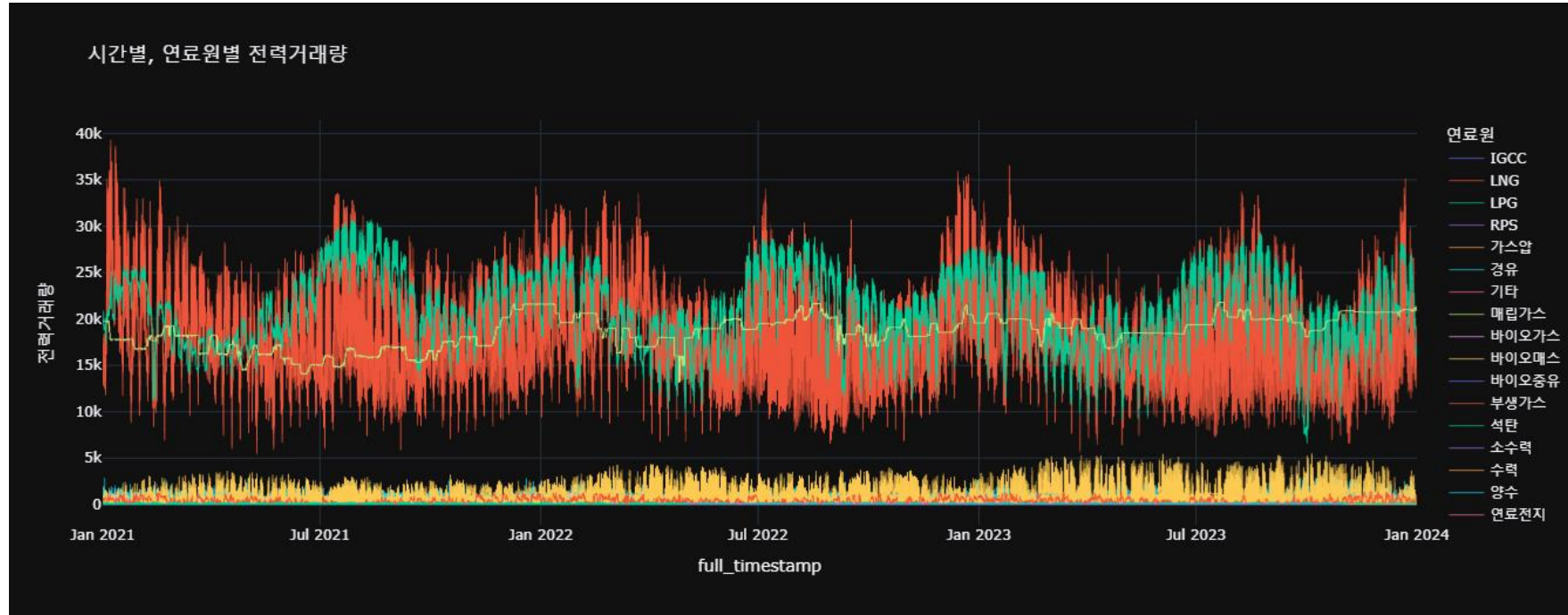


- 석탄, LNG, 원자력 발전 전력이 큰 비중을 차지
- 2020년대에 들어서 석탄 발전과 LNG 발전의 비중이 비슷해진 경향
- 원자력 발전의 경우엔 거래량이 비교적 일정함



Part 4. AI를 활용한 거래량 예측

데이터 설명



- 가을, 겨울에 거래량이 늘어나는 것을 더욱 뚜렷하게 관측할 수 있음



Part 4. AI를 활용한 거래량 예측

모델링 - 데이터 전처리

기존 데이터에서
요일, 공휴일 여부 정보를
추가적으로 추출



	date_original	hour	fuel_type	volume	full_timestamp	time_idx	month	day_of_week	is_holiday
0	2017-01-01	0	IGCC	0.0	2017-01-01 00:00:00	0	1	6	1
1	2017-01-01	1	IGCC	0.0	2017-01-01 01:00:00	1	1	6	1
2	2017-01-01	2	IGCC	0.0	2017-01-01 02:00:00	2	1	6	1
3	2017-01-01	3	IGCC	0.0	2017-01-01 03:00:00	3	1	6	1
4	2017-01-01	4	IGCC	0.0	2017-01-01 04:00:00	4	1	6	1
...
1658011	2023-12-31	19	해양에너지	188.0	2023-12-31 19:00:00	61339	12	6	0
1658012	2023-12-31	20	해양에너지	186.0	2023-12-31 20:00:00	61340	12	6	0
1658013	2023-12-31	21	해양에너지	146.0	2023-12-31 21:00:00	61341	12	6	0
1658014	2023-12-31	22	해양에너지	83.0	2023-12-31 22:00:00	61342	12	6	0
1658015	2023-12-31	23	해양에너지	17.0	2023-12-31 23:00:00	61343	12	6	0

1658016 rows x 9 columns

1. 정적 정보(Static): 연료원
2. 과거에 관측된 정보: 전력거래량(예측하려는 변수)
3. 미래 시점에도 알고있는 정보: 시간, 요일, 월, 공휴일 여부



Part 4. AI를 활용한 거래량 예측

모델 학습 - 단기 예측

- Google colab, NVIDIA A100 GPU 사용하여 모델 학습 진행
- 2021.1.1. ~ 2023.12.31. 사이의 시간별, 연료원별 전력거래량 데이터 이용
- 이전 2일(48시간) 데이터를 이용, 추후 1일(24시간) 동안의 **시간별 전력거래량을 예측**
- 약 61만개의 데이터로 학습 진행

```
tft = TemporalFusionTransformer.from_dataset(  
    training,  
    # [학습 파라미터]  
    learning_rate = 0.03, # 학습률: 학습 데이터로부터 얼마나 빠르게 또는 느리게 학습할지를 결정 (0.01~0.05 사이로 설정)  
    hidden_size = 64, # 모델의 크기(데이터가 적으면 16, 많으면 64~128)  
    attention_head_size = 1, # 어텐션 헤드 수(보통 1~4)  
    dropout = 0.0, # 과적합 방지(0.1~0.3)  
    hidden_continuous_size = 8, # 연속형 변수 처리 크기  
  
    # [손실 함수] -> tft는 확률적 예측을 하므로 QuantileLoss 사용  
    loss = QuantileLoss(),  
  
    # [로그 및 최적화 설정]  
    log_interval = 10,  
    optimizer = "Adam", # 최적화 함수  
    reduce_on_plateau_patience = 4, # 성능이 안 오르면 학습률을 줄임  
)  
  
print(f"모델 파라미터 개수: {tft.size()/1e3:.1f}k")
```

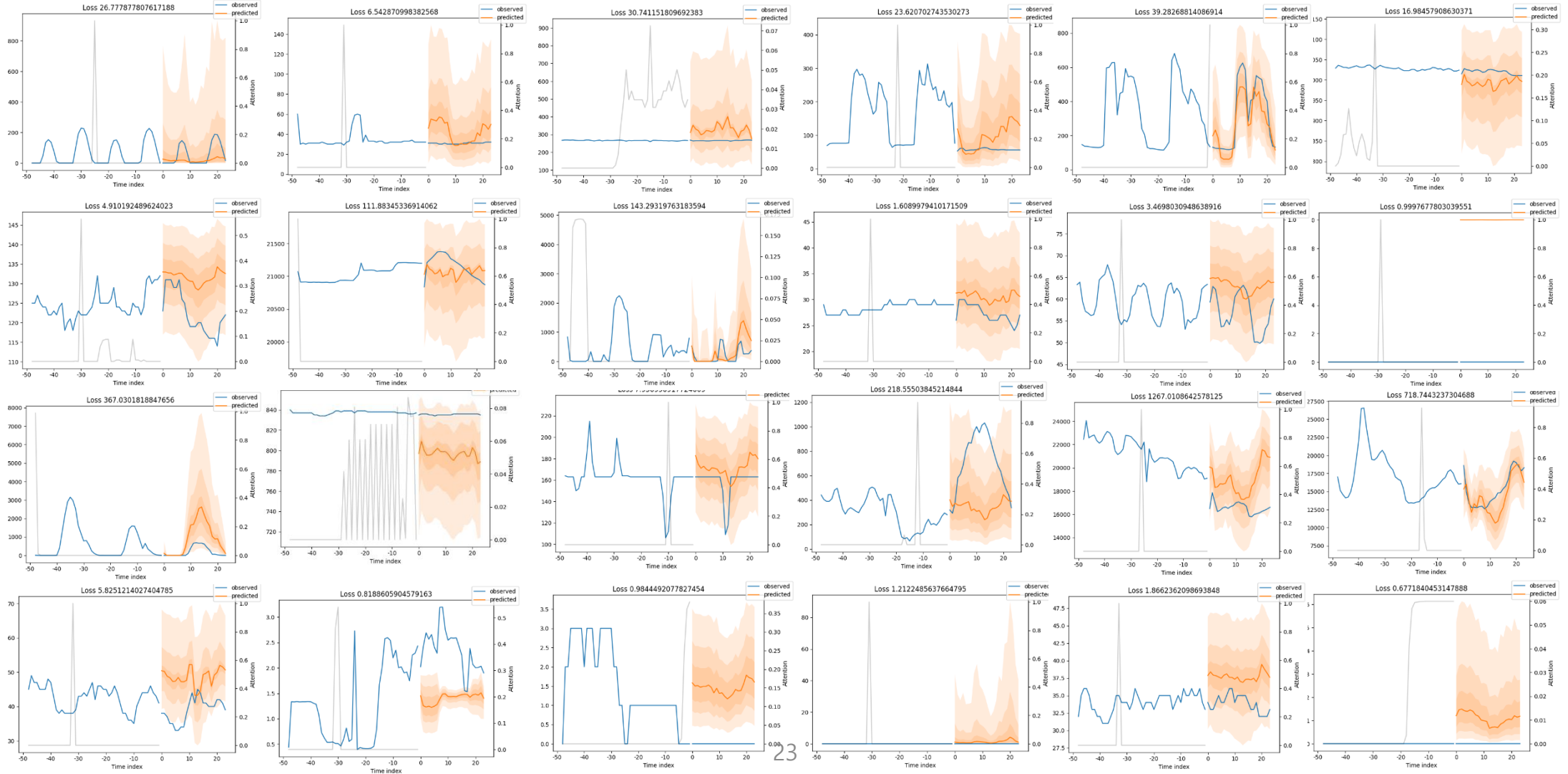
모델 파라미터 개수: 230.9k

- 시각화해본 결과 유연탄 & 무연탄이 석탄에 포함됨 -> 전처리해줌
- 자정의 거래시간이 0이랑 24로 중복 표기되어 있음 -> 0으로 통일
- batch_size = 64
- 과거 48시간 참조하여 향후 24시간 예측
- 학습 전 MAE 259.38
- 30 epoch
- earlystopping patience 5 -> 17 epoch에서 중단
- 학습 후 MAE: 231.99



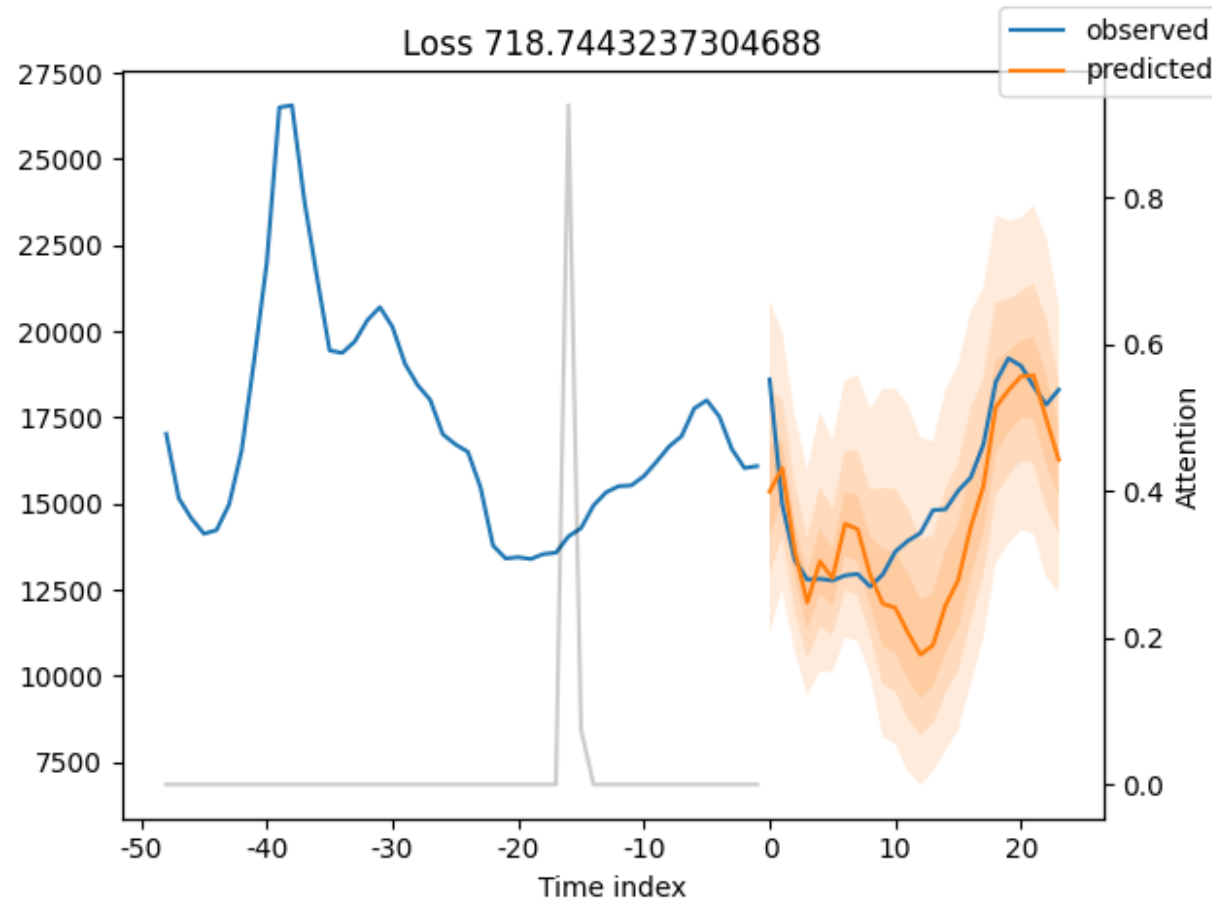
Part 4. AI를 활용한 거래량 예측

모델링 결과 - 단기예측



Part 4. AI를 활용한 거래량 예측

모델링 결과 - 단기예측



LNG 24시간 전력 거래량 예측



Part 4. AI를 활용한 거래량 예측

모델 학습 - 장기 예측

- Google colab, NVIDIA A100 GPU 사용하여 모델 학습 진행
- 2013.1.1. ~ 2023.12.31. 사이의 일별, 연료원별 전력거래량 데이터 이용
- 이전 72일 데이터를 이용, 추후 24일 동안의 **일별 전력거래량을 예측**
- 약 66000개의 데이터로 학습 진행

```
tft = TemporalFusionTransformer.from_dataset(  
    training,  
    # [학습 파라미터]  
    learning_rate = 0.002,  
    hidden_size = 96,  
    attention_head_size = 1,  
    dropout = 0.3,  
    hidden_continuous_size = 8,  
  
    # [손실 함수]  
    loss = QuantileLoss(),  
  
    # [로그 및 최적화 설정]  
    log_interval = 10,  
    optimizer = "Adam", # 최적화 함수  
    reduce_on_plateau_patience = 3,  
)  
  
print(f"모델 파라미터 개수: {tft.size()/1e3:.1f}k")
```

모델 파라미터 개수: 500.3k



모델링 결과 - 장기예측

- 일일 거래량이 1500GWh 미만인 연료원은 '기타'로 통일
- 1차 모델 학습에서 EarlyStopping으로 8 epoch만에 학습 종료
- optuna 모듈 활용하여 파라미터 최적화 후 다시 학습

```
▶ print("Best trial:")
  trial = study.best_trial

  print("Value: ", trial.value)
  print("Params: ")
  for key, value in trial.params.items():
      print(f"{key}: {value}")
```

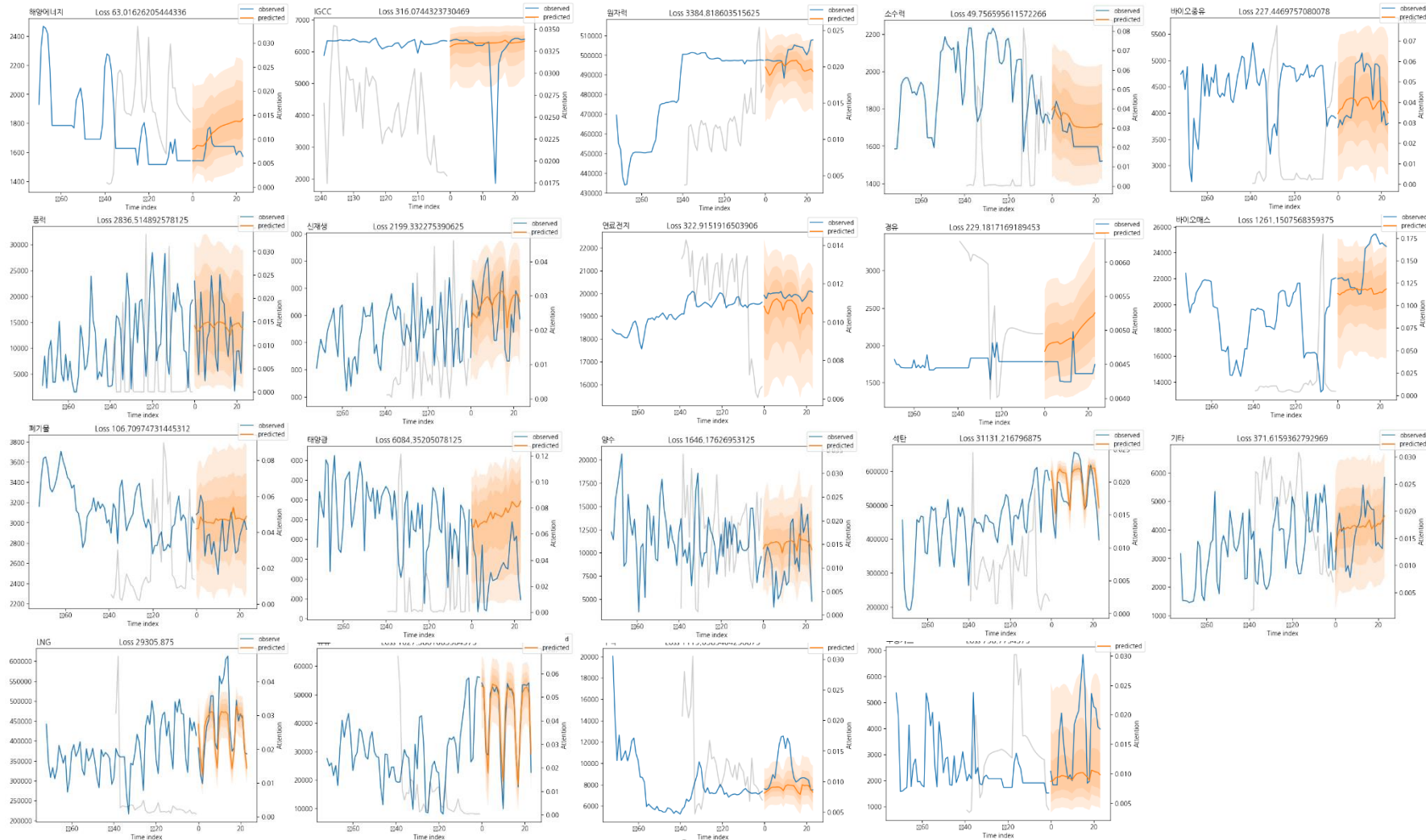
```
... Best trial:
Value: 6144.0966796875
Params:
num_units: 35
learning_rate: 0.0019388361059692655
hidden_size: 96
dropout: 0.30000000000000004
attention_head_size: 1
```

- 1차로 돌렸을 때 모델 성능이 이상, 지나치게 규칙적으로 예측하여 데이터에 문제가 있는 것 같아서 일일 거래량이 1500 미만인 연료원은 '기타'로 통일, 카테고리 종류를 줄여서 학습 재시행
- 재시행했을 때 얼리스타핑으로 8epoch만에 학습 종료, 학습 전 MAE 10296, 학습 후 9690
- 원가 문제가 있는 것 같아 optuna로 파라미터 최적화 후 다시 학습
- 최종 학습에서 early stopping으로 11 epoch만에 학습 종료, 최종 MAE 7157



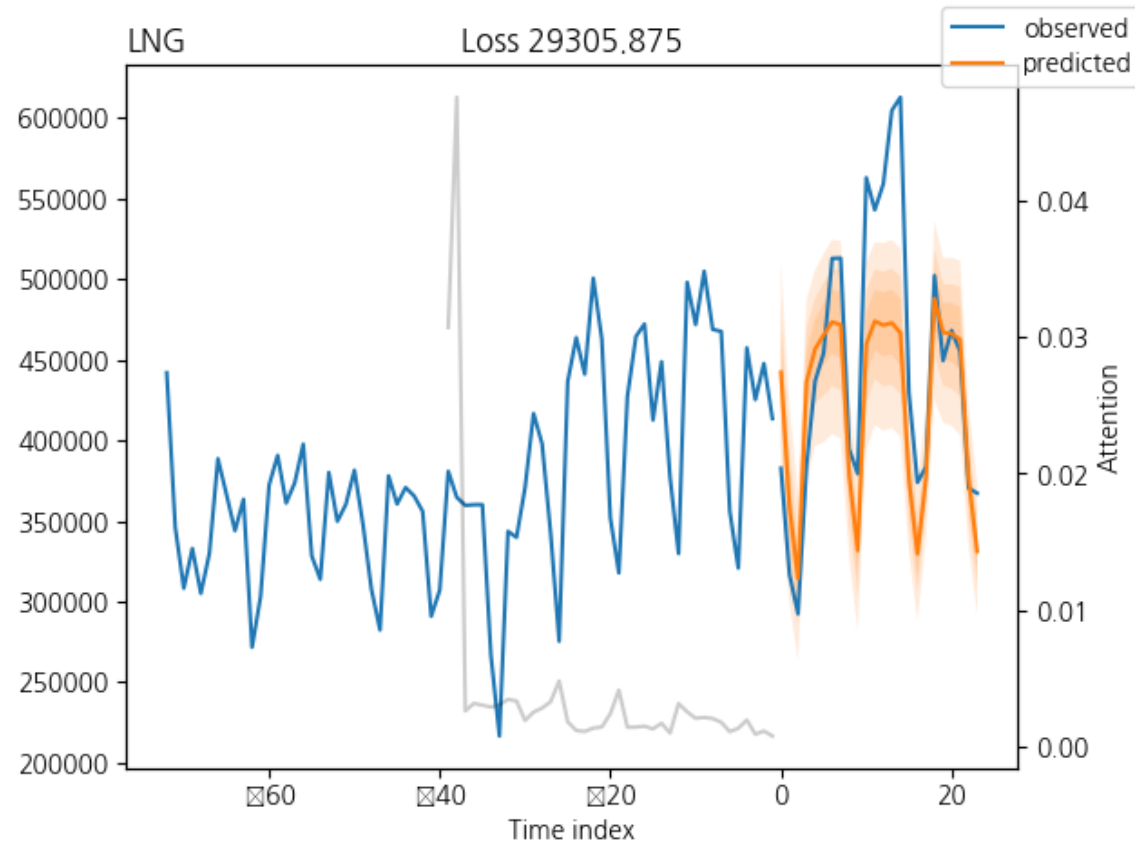
Part 4. AI를 활용한 거래량 예측

모델링 결과 - 장기예측



Part 4. AI를 활용한 거래량 예측

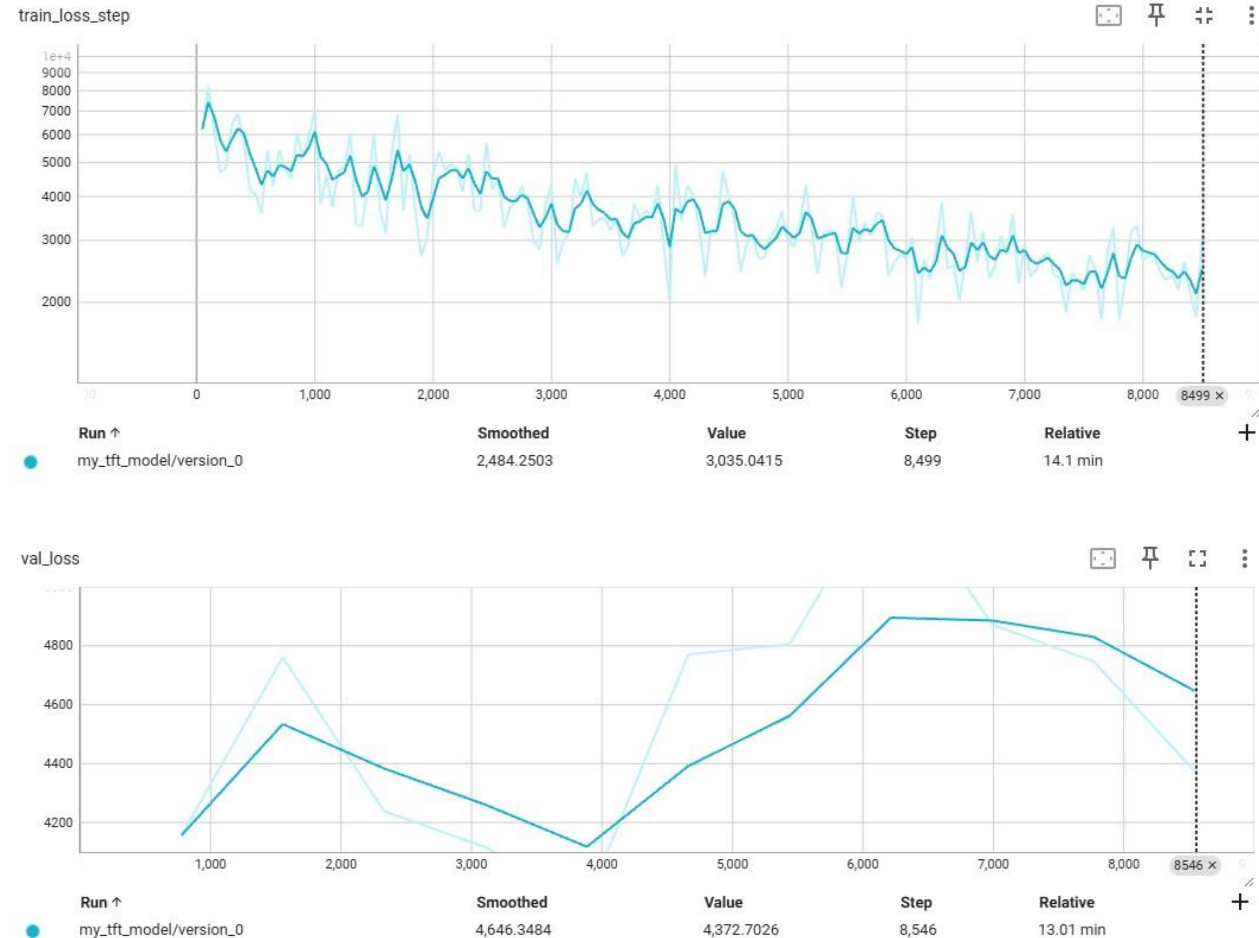
모델링 결과 - 장기예측



LNG 24일 전력 거래량 예측

Part 4. AI를 활용한 거래량 예측

모델링 결과 - 장기예측



총론

- 이익률과 부채 개선을 위해 정확한 수요 예측은 매우 중요
- 발전용 LNG 수요는 변동성이 커 수요 예측에 어려움이 있음
- TFT 모델을 활용하여 다양한 연료원의 장·단기적 전력거래량 예측 모델을 개발

한계점

- 시간, 컴퓨팅 단위(GPU) 부족하여 데이터를 충분히 학습시키지 못함
- 기온, 요금, 경제성장률, 배관 보급률 등 변수 추가 시 더 좋은 성능 기대
- 향후 모델 구조를 고도화한다면 신뢰성 더욱 높일 수 있을 것



- 국가에너지통계종합정보시스템, 2024 에너지통계연보(2025.07)
- 산업통상자원부, 제15차 장기 천연가스 수급계획(2023~2026)(2023.04)
- 한국가스공사, 천연가스 산업의 이해(2024.08)
- 한국가스공사, 2025 정책보고서, “전력계통제약을 반영한 발전용 수요전망 모형 개발”(2025.11)

Q&A

감사합니다