

글로벌 에너지 동향 이슈 보고서

KETEP에서는 글로벌 에너지 산업 및 정책의 주요 화두로 떠오르는 주제를 선정하여 매월 동향 이슈 보고서를 제공합니다.

IEA vs IRENA vs EIA

“Energy Outlook 비교”

- I. 에너지 전망 개요
- II. 에너지 전망 비교 사전 연구 (RFF 사례)
- III. 주요 기관별 에너지 전망 특징 및 시나리오 비교 (IEA, IRENA, EIA)
- IV. 주요 기관별 에너지 전망 지표 및 데이터 비교 (IEA, IRENA, EIA)
- V. 주요 기관별 에너지 전망 모델링 비교 (IEA, IRENA, EIA)
- VI. 결론 및 시사점

Highlight

에너지 산업 전문가, 정책 입안자들은 다수의 기관이 생산한 “에너지 전망 보고서”의 정보와 분석내용을 바탕으로 미래에 대한 의사결정과 계획을 수립합니다. 그러나, 에너지 전망 데이터는 모델링 방법론, 미래 경제에 대한 가정, 그리고 미래 예측에 사용하는 고유의 데이터베이스에 따라 기관별 에너지 전망의 결과에 차이가 조금씩 발생합니다. 에너지 전망은 미래에 대한 불확실성과 변동성을 이유로 미래를 예측하는 것이 아니라고 명시되어 있는 것처럼, 에너지 전망의 미세한 결과 값이 아닌, 미래의 변화 방향을 이해하기 위한 자료로 사용되어야 합니다. 그럼에도 불구하고 산업분석이나 정책 수립을 위해 에너지 전망을 참고해야 한다면, 각 기관별 에너지 전망에서 제공되는 데이터의 범위, 다양한 변수의 가정, 제시된 시나리오의 종류 등의 차이를 알고 있어야, 적합한 에너지 전망을 선택하고 활용할 수 있습니다. 본 보고서에서는 산업 및 정부 관계자가 에너지 전망 보고서를 참조하거나 활용시 도움이 될 수 있도록, 주요 기관별 에너지 전망에서 제공하는 데이터와 방법론 등을 비교한 결과를 제시합니다. (보고서 상의 비교 결과는 2021 년 1 월 기준으로 수집한 데이터에 기반하여 작성되었으며, 데이터 수집 시점에 따라 결과가 달라질 수 있음을 알려드립니다.)

I. 에너지 전망 개요

1. 에너지 전망 보고서 발표 기관

- 에너지 전망데이터는 다양한 분야에서 다양한 목적을 달성하기 위한 자료로 활용되고 있음
 - 산업계에서 시장성을 분석하고 미래 발전 영역을 예측하기 위한 자료로 활용
 - 정부에서 에너지계획 또는 정책 수립을 위한 근거나 참고자료로 활용
 - 학계나 연구소에서 미래 변화를 연구하고 학술자료를 만들기 위한 참고 자료로 활용
- 에너지 전망 자료는 국제에너지기구(IEA), 재생에너지기구(IRENA), 미국에너지관리청(US EIA), 석유수출국기구(OPEC), 글로벌에너지기업(ex. BP, Equinor, ExxonMobil 등), 시장분석회사 블룸버그 NEF 등의 다수의 국제기구와 민간기업에서 매년 발표하고 있음

<주요 기관별 에너지 전망 보고서 목록>

- International Energy Agency(IEA) : World Energy Outlook 2020 (2020 년 10 월 발표)
- International Renewable Energy Agency(IRENA) : Global Renewables Outlook (2020 년 4 월 발표)
- U.S. Energy Information Administration(EIA) : International Energy Outlook 2020 (2020 년 10 월 발표)
- Organization of the Petroleum Exporting Countries(OPEC) : World Oil Outlook 2020 (2020 년 10 월 발표)
- BP : Energy Outlook 2020 edition (2020 년 9 월 발표)
- Equinor : Energy Perspectives 2020 (2020 년 11 월 발표)
- ExxonMobil : Outlook for Energy: A perspective to 2040 (2019 년 8 월 발표)
- BloombergNEF : New Energy Outlook (2020 년 10 월 발표)

2. 에너지 전망의 의미와 한계점

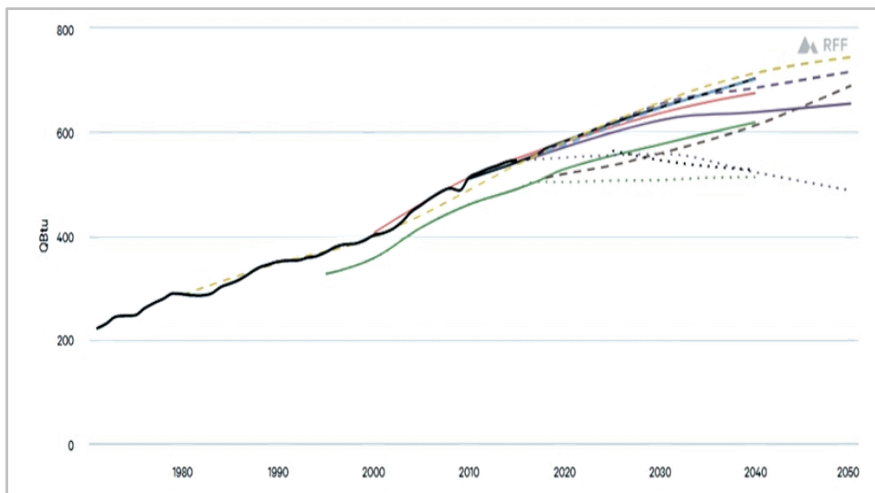
- 에너지 전망 보고서 발표 기관에서는 미래 예측 변수의 유동성 및 불확실성으로 미래 예측 정확성을 확신하지 않음
- 다만, 이러한 불확실성을 전제로 분석한 에너지시장의 변화에 대한 몇 가지 방향(시나리오)을 제시함
- 전망 보고서의 다양한 시나리오를 검토하여 시장분석이나 정책수립의 참고자료로 활용할 수 있음

- ✓ 파리 기후 협약 목표를 동일하게 가정하더라도, CO2 배출량 감축 목표치와 최종 에너지 소비에서 전기가 차지하는 비율 등 요구되는 기준치가 서로 다른 미래 비전을 보여준다. 이는 에너지 전환의 복잡성과 불확실성, 재생 에너지 개발과 관련된 다양한 접근 방식과 가정, 그리고 전기화와 배출량 감소 전략과 전체 탄소 예산의 다양한 조합을 반영하기 때문이다 (IRENA, **Global Renewables Outlook 2020**)
- ✓ 에너지 시장 전망은 미래 발전을 형성하는 기술, 인구통계학적 변화, 경제 동향, 자원 가용성 등이 유동적이기 때문에 불확실하다. IEO의 Reference Case는 일어날 가능성이 가장 높은 것에 대한 예측이 아니라, 다양한 가정이 투영된 결과이다. (EIA, **International Energy Outlook 2019**)
- ✓ 에너지 전망은 정확한 미래의 결과를 예측하려 하는 것이 아니다. 에너지 전망은 에너지 전환이 향후 30년 동안 취할 수 있는 다양한 경로를 고려하여 단기 및 장기적으로 미래의 불확실성을 이해하는 데 도움을 줄 수 있다. (BP, **Energy Outlook 2020**)
- ✓ 에너지 전망은 미래를 예측하지는 않지만, 미래에 발생 가능한 시나리오에 대한 정보를 합리적으로 검토하고 토론할 수 있는 방법을 제공한다. (Equinor, **Energy Perspectives 2020**)

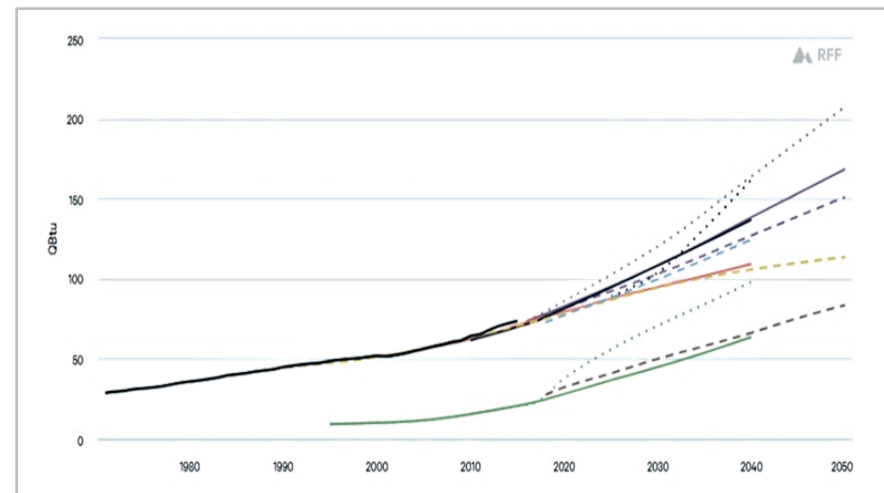
II. 에너지 전망 비교 사전 연구

- 에너지 분야의 비영리 연구기관인 RFF(Resources for the Future)에서는 글로벌 에너지 전망(GEO)을 통해 IEA, EIA, IEEJ, OPEC, BP, Equinor, ExxonMobil 등 국제 에너지기구와 글로벌 기업들의 에너지 전망을 비교할 수 있는 자료를 제공하고 있음

<기관별 1차 에너지 소비 시나리오 비교, 2019>



<기관별 신재생 1차 에너지 소비 시나리오 비교, 2019>



Outlooks & Scenarios

— EVOLVING POLICY SCENARIOS

- ✓ 2019 BP (Evolving Transition)
- ✓ 2019 Equinor (Reform)
- ✓ 2019 ExxonMobil (Reference)
- ✓ 2019 IEA (Stated Policies)

--- REFERENCE SCENARIOS

- ✓ 2019 EIA (Reference)
- ✓ 2019 Equinor (Rivalry)
- ✓ 2019 IEEJ (Reference)
- ✓ 2019 OPEC (Reference)

..... AMBITIOUS CLIMATE SCENARIOS

- ✓ 2019 BP (Rapid Transition)
- ✓ 2019 Equinor (Renewal)
- ✓ 2019 IEA (SDS)

Source : RESOURCES for the FUTURE, Global Energy Outlook (<https://www.rff.org/geo/>)

- 1차 에너지 소비와 관련한 RFF의 기관별 2019년 전망 데이터를 비교해보면, 다음과 같은 차이가 있음
 - 기후변화 대응 시나리오는 추세나 정책에 기초한 다른 시나리오와 달리, 지속가능 개발 목표 또는 기후변화 대응 목표를 상정하고 이를 달성하기 위해 나아가야 할 방향을 제시하는 목표 시나리오임
 - 기후변화 대응 시나리오(AMBITIOUS CLIMATE SCENARIOS)는 1차 에너지소비에서 다른 시나리오 대비 하향 곡선을 그림
 - 기관별로는 미국 에너지관리청 EIA와 민간기업 BP의 시나리오가 타 기관에 비해 보수적으로 성장을 예측함
 - 국제에너지기구 IEA와 일본에너지경제연구소 IEEJ가 1차 에너지 소비를 상대적으로 높게 전망하고 있는 것으로 나타남
 - 신재생부문의 1차 에너지 소비 예측에서도 미국 에너지관리청 EIA와 민간기업 BP의 시나리오가 타 기관에 비해 보수적 성장을 나타내고 있으며, 국제에너지기구 IEA와 민간기업 Equinor가 신재생 1차 에너지 소비를 상대적으로 높게 전망하고 있는 것으로 나타남

- RFF의 “Global Energy Outlook Comparison Methods”에서는 IEA, EIA, OPEC, BP, ExxonMobil 등의 기관에서 발표한 에너지 전망 보고서의 1차 에너지 소비량 예측 방법론을 비교하여 다음과 같은 차이가 있음을 발표함
 - 전망 데이터 설정의 서로 다른 기준 년도(baseline year) 사용
 - 석탄, 석유, 천연가스 등 화석 연료의 단위 변환시(ex. tcf→mtoe) 열량 환산 계수의 서로 다른 값 사용
 - 비가연성 에너지원(예: 원자력 및 재생 가능 전력)의 1차 에너지 전환 효율의 서로 다른 가정
 - 에너지원에 비시장적 재래식 바이오매스 연료의 포함 여부
 - 서로 다른 에너지원 분류(예: 바이오 연료, 석유, 석탄 합성 가스 및 재생 에너지)와 플레어 가스의 포함 여부
 - 서로 다른 과거 통계 데이터의 사용
 - 국가별/지역그룹별 서로 다른 전망

III. 주요 기관별 에너지 전망 특징 및 시나리오 비교 (IEA, IRENA, EIA)

1. 기관 에너지 전망 비교 개관

- 본 보고서에서는 에너지 전망을 발표하는 기관의 대표성 및 공신력을 고려하여 IEA, IRENA, EIA 3 개 기관에 대한 에너지 전망을 비교함
 - IEA WEO(World Energy Outlook) : 가장 잘 알려지고, 참고 자료로 많이 활용되며, 1 차 에너지 성장률을 높게 예측한 대표 사례로 선정
 - US EIA IEO(International Energy Outlook) : 가장 역사가 오래되고, 1 차 에너지 성장에 대한 보수적 전망의 대표 사례로 선정
 - IRENA GRO(Global Renewables Outlook) : 신재생 영역에 특화된 에너지 전망으로 IEA, EIA 의 신재생 영역 비교군으로 선정

<기관별 에너지 전망 개요 비교>

발행기관	보고서명 (약어)	연혁/발행주기	최근 보고서 (2020 ver.)		
			전망 년도	제공 시나리오	전망 데이터 지표
International Energy Agency (IEA)	World Energy Outlook (WEO)	2006 년 / 매년	2030	4 개	Fuel Production (Mtoe, mb/d, bcm) Total Primary Demand/Consumption (Mtoe) Total Final Consumption (Mtoe) Electricity Generation (TWh) Electrical Capacity (GW) CO2 Emission (Mt)
International Renewable Energy Agency (IRENA)	Global Renewables Outlook (GRO)	2014 년 / 매년	2050	3 개	Total Primary Energy Supply (EJ) Total Final Consumption (EJ) Electricity Generation (%) Electrical Capacity (GW) CO2 Emission (Gt)
U.S. Energy Information Administration (EIA)	International Energy Outlook (IEO)	1985 년 / 매년	2050	1 개	Fuel Production (bTons) Fuel Imports/Exports (bTons) Total Primary Demand/Consumption (Btu) Total Final Consumption (Btu) Electricity Generation (bKWh) Electrical Capacity (GW) CO2 Emission (bmTons)

Source : EIA(IEO,2020), IEA(WEO,2020), IRENA(GRO,2020) 자료 종합

- IEA, IRENA, EIA 에서 발표하는 에너지 전망을 비교하면, 다음의 몇 가지 특징을 가짐
 - EIA IEO 는 1985 년부터 발간하여, 가장 오랜 역사를 지님
 - IEA WEO 는 4 가지의 다양한 시나리오를 제공함(2020ver. 기준)
 - IRENA 는 신재생 에너지에 특화된 전망을 제공함
 - EIA, IEA 의 에너지 전망은 자원생산, 에너지소비, 전력설비 용량, CO2 배출 등의 다양한 데이터를 제공함
 - IEA, IRENA, EIA 의 전망 데이터 중 일부 지표는 서로 다른 단위(ex. Total Final Consumption : Mtoe, EJ, Btu)를 사용함
 - IEA WEO 는 다른 두 기관에 비해 단기 전망(2030)을 제공함

2. 기관별 에너지 전망 시나리오 구성 비교

- 기관별 에너지 전망 보고서에서 서로 다른 이름의 시나리오를 제시하고 있음
- 보편적으로 과거 추세 기반의 BAU 시나리오, 국가별 정책 기반의 시나리오, 기후변화대응 시나리오의 3 가지 유형으로 분류가 가능함
- 기후변화 대응 시나리오는 과거 추세나 정책 시행을 넘어 기후변화 목표, 지속가능 개발 목표를 상정한 "목표 시나리오"임
- 최근 코로나 19 사태에 따라 IEA WEO 에서 "Delayed Recovery Scenario"를 추가함

< 기관별 에너지 전망 시나리오 >

발행기관	*BAU scenario (과거 추세 시나리오)	**Planned scenario (정책 시나리오)	***Goal scenario (목표 시나리오)	****Covid-19 scenario (코로나 지연 시나리오)
IEA (WEO)	-	Stated Policies Scenario (STEPS)	Sustainable Development Scenario (SDS) Net Zero Emission by 2050 case (NZE2050)	Delayed Recovery Scenario (DRS)
IRENA (GRO)	Baseline Energy Scenario (BES)	Planned Energy Scenario (PES)	Transforming Energy Scenario (TES)	-
EIA (IEO)	-	Reference Case	-	-

Source : EIA(IEO,2020), IEA(WEO,2020), IRENA(GRO,2020) 자료 종합

*BAU scenario : 현재까지 지나온 과거의 추세를 기반으로 분석한 미래 예측 시나리오

**Planned scenario : 현재 수립된 정책 및 계획이 이행된다는 가정으로, 실현 가능성이 상대적으로 높은 미래 예측 시나리오

***Goal scenario : 지속가능 개발 또는 기후변화 대응 목표를 달성하기 위해 작성된 목표 시나리오

****Covid-19 scenario : 코로나19의 장기화로 경제 회복이 둔화된다는 가정의 미래 예측 시나리오

- IEA WEO의 시나리오는 국가/지역별 정책에 기반한 STEPS를 기준으로 하고 있으며, 지속가능개발을 위한 시나리오 SDS, 넷제로배출을 위한 시나리오 NZE2050, 그리고 코로나 19 회복이 지연된 시나리오 DRS의 4가지 경우를 제시함
 - **Stated Policies Scenario (STEPS)** : WEO의 중심 시나리오로, 2021년 이내에 코로나 19가 안정화되고, 경제가 이전 수준으로 회복한다는 가정으로, 2020년 중반까지 국가별로 채택되거나 계획된 정책 및 조치사항을 반영한 미래 예측 시나리오 (새로운 정책이 없는 경우는 파리협정에 제출한 국가별 NDC를 기준으로 전망 데이터를 제시함)
 - **Sustainable Development Scenario (SDS)** : 2030년까지 유엔 지속 가능한 개발 목표(보편적인 에너지 접근 SDG 7, 대기 오염의 건강 영향 감소 SDG 3.9, 기후 변화 대응을 위한 조치 SDG 13) 달성을 위한 시나리오로, 경제성장은 STEPS와 동일하게 적용되나, 코로나 상황에서 지속가능한 회복에 필요한 경기부양 패키지 도입을 가정함
 - **Net Zero Emission by 2020 case (NZE2050)** : SDS의 확장 시나리오로, 2030년 CO2 배출량을 약 20.1기가톤(Gt)으로 감소하는 것을 목표로 하며, SDS에서 2070년경 달성하게 되는 Net Zero 목표를 2050년에 달성하는 시나리오
 - **Delayed Recovery Scenario (DRS)** : STEPS와 동일한 정책적 가정을 바탕으로 하나, 코로나 19의 장기화로 글로벌 경제가 2023년이 되어야 코로나 이전 수준으로 회복한다는 가정의 시나리오로, 경제성장률이 시나리오 차이의 주요 변수임
- IRENA GRO의 시나리오는 국가/지역별 정책에 기반한 PES를 기준으로 하고 있으며, 과거 통계 기반으로 추정된 BES, 신재생에너지로의 에너지전환을 위한 시나리오인 TES의 3가지 경우를 제시함
 - **Baseline Energy Scenario (BES)** : 2015년 파리협정 당시 시행됐던 정책과 현재까지의 에너지 트렌드를 반영한 미래 예측 시나리오
 - **Planned Energy Scenario (PES)** : 최근 국가별 공약 및 계획에 따라 진행될 경우의 미래 예측 시나리오 (최근 기후 및 에너지 목표 또는 계획이 없는 국가의 경우 파리 협정 NDC를 기준으로 함)
 - **Transforming Energy Scenario (TES)** : 기후변화대응에 필요한(지구 온도 상승을 2 °C 이하로 제한) 에너지 전환 및 에너지 효율향상을 고려하여 작성된 목표 시나리오
- EIA IEO의 시나리오는 대표적으로 기준 케이스(Reference Case)에 대하여 상세히 기술하고 있으며, 에너지 소비량에 한정하여 원유가격에 따른 3가지 케이스와 경제성장률에 따른 3가지 케이스를 비교하여 제시함
 - **Reference Case** : 연간 3.0%의 글로벌 GDP 성장률, 연간 0.7%의 글로벌 인구 증가, 2050년 원유 가격 배럴당 100 달러, 현행 법규 및 정책의 이행, 알려진 기술 개선 사항 등의 가정이 종합적으로 반영된 미래 예측 시나리오

IV. 주요 기관별 에너지 전망 지표 및 데이터 비교 (IEA, IRENA, EIA)

1. 기관별 에너지 전망 지표 비교

- 각 기관별 에너지 전망에서는 다양한 데이터를 제공하고 있으며, 기관별로 제공데이터와 데이터 값의 계량 단위에 차이가 있음

< 기관별 에너지 전망 지표 >

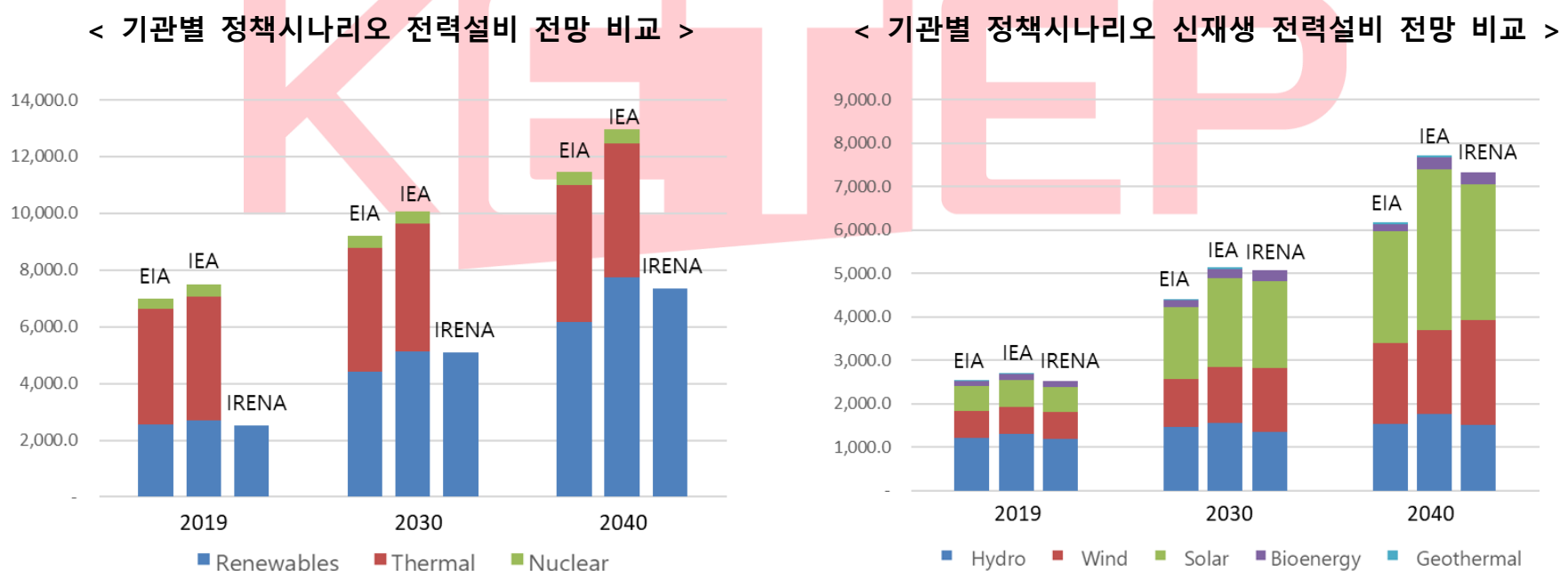
전망 데이터 지표 명	IEA (단위)	IRENA (단위)	EIA (단위)
Fuel Production (by fuel)	O (fuel)		O (bTons)
Fuel Production (by region)	O (fuel)		O (bTons)
Fuel Imports/Exports (by fuel)			O (bTons)
Fuel Imports/Exports (by region)			O (bTons)
Total Primary Demand/Consumption (Total)	O (Mtoe)		O (qBtu)
Total Primary Demand/Consumption (by fuel)	O (Mtoe)		O (qBtu)
Total Primary Demand/Consumption (by sector)			O (qBtu)
Total Primary Demand/Consumption (by region)	O (Mtoe)		O (qBtu)
Total Primary Energy Supply (Total)		O (EJ)	
Total Primary Energy Supply (by fuel)			
Total Primary Energy Supply (by region)		O (EJ)	
Total Final Consumption (Total)	O (Mtoe)	O (EJ)	
Total Final Consumption (by fuel)	O (Mtoe)		O (qBtu)
Total Final Consumption (by sector)	O (Mtoe)	O (EJ)	O (qBtu)
Total Final Consumption (by region)	O (Mtoe)	O (EJ)	
Power sector Energy Consumption (by fuel)			
Power sector Energy Consumption (by sector)		O (%)	O (qBtu)
Electricity Generation (Total)	O (TWh)	O (%)	O (tKWh)
Electricity Generation (by fuel)	O (TWh)		O (tKWh)
Electricity Generation (by region)	O (TWh)		O (tKWh)
Electrical Capacity (Total)	O (GW)	O (GW)	O (GW)
Electrical Capacity (by fuel)	O (GW)	O (GW)	O (GW)
Electrical Capacity (by region)	O (GW)	O (GW)	O (GW)
CO2 Emission (Total)	O (Mt)	O (Gt)	O (bmTons)
CO2 Emission (by fuel)	O (Mt)		O (bmTons)
CO2 Emission (by sector)	O (Mt)		
CO2 Emission (by region)	O (Mt)	O (Gt)	O (bmTons)
CO2 Emission (Power sector)	O (Mt)		

Source : EIA(IEO,2020), IEA(WEO,2020), IRENA(GRO,2020) 자료 종합

- 각 기관별 에너지 전망의 제공 데이터를 비교한 결과 다음과 같은 차이점이 발견됨
 - 에너지 자원 생산 및 소비량에서 3 개 기관별 서로 다른 단위를 사용하는 것으로 나타남
 - IEA 와 EIA 는 자원생산, 1 차 에너지소비, 최종 에너지소비, 전력 생산, 전력설비 용량, CO2 배출량 등 주요 지표에 대한 데이터를 에너지원별, 부문별, 지역별로 다양하게 제공하고 있음.
 - IRENA 의 경우 신재생 영역에 한정하여 1 차 에너지공급, 최종 에너지소비, 전력 생산, 전력설비 용량, CO2 배출량의 데이터를 제한적으로 제공하고 있음
 - 3 개 기관에서 공통적으로 제공하는 전망 데이터는 Total Final Consumption(by sector), Electricity Generation(Total), Electrical Capacity(Total, by fuel, by region), CO2 Emission (Total, by region) 등이 있음
 - 3 개 기관에서 공통적으로 제공하고, 동일한 단위를 사용하는 전망 데이터는 Electrical Capacity (GW) 과 CO2 Emission (Tons) 가 있음

2. 기관별 에너지 전망 데이터 비교

- 각 기관별 정책시나리오에 해당하는 Reference Case(EIA), STEPS(IEA), PES(IRENA)에서 공통적으로 제공하며, 단위표시가 동일한 Electrical Capacity 전망 데이터를 직접 비교함



Source : EIA(IEO,2020), IEA(WEO,2020), IRENA(GRO,2020) 자료 종합

- Reference Case(EIA), STEPS(IEA), PES(IRENA)의 전력설비 용량 전망을 비교한 결과 다음과 같은 차이점이 발견됨
 - IEA 와 EIA 의 2019 년 Renewables, Thermal, Nuclear 의 에너지원 영역별 데이터의 값이 6%~13%의 차이를 보였으며, 전반적으로 IEA 의 값이 높게 나타남
 - 전체 전력설비 설치 전망에서 2040 년까지 EIA CAGR 2.4%, IEA CAGR 2.8%로 IEA 가 성장 전망을 상대적으로 긍정적으로 전망하는 것으로 나타남
 - IEA, EIA 데이터에서 공통적으로 Coal 과 Oil 발전설비가 줄어들 것으로 예측하였으며, Oil 발전설비가 더 많이 줄어들 것으로 예측함

- 신재생에너지의 전력설비 용량 증설은 IRENA 가 가장 낮게 나타났는데, 이는 IRENA 데이터에서 태양열(CSP), 지열을 포함하지 않기 때문임 (에너지원 차이로 타 기관과 절대 비교는 어려움)
- 기준년도(2019 년) 기준으로 데이터 값이 서로 상이함 (기준년도의 전력설비 용량은 IEA 의 데이터가 높게 나타남)
- IEA, IRENA, EIA 3 개 기관에서 공통적으로 Solar 의 성장률이 가장 높은 것으로 예측함
- Solar 전력설비 용량 전망에서는 IEA 가 CAGR 9.0%로 가장 긍정적으로 전망하고 있으며, IRENA 8.4%, 그리고 EIA 가 7.2%로 가장 보수적으로 전망하는 것으로 나타남.
- Wind 전력설비 설치 전망에서는 IRENA 가 CAGR 6.7%로 가장 긍정적으로 전망하고 있으며, EIA 5.51%, 그리고 IEA 가 5.49%로 가장 보수적으로 전망하는 것으로 나타남

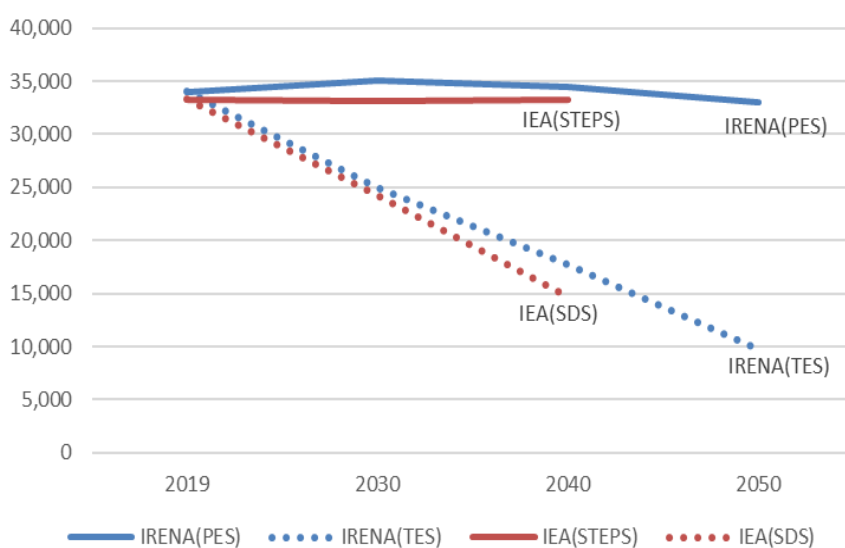
- 기관별 목표시나리오 중 데이터값이 제공되는 IEA(SDS), IRENA(TES)의 CO2 배출량 목표 및 신재생 발전량 데이터를 직접 비교함

< 기관별 목표시나리오의 설정 목표 >

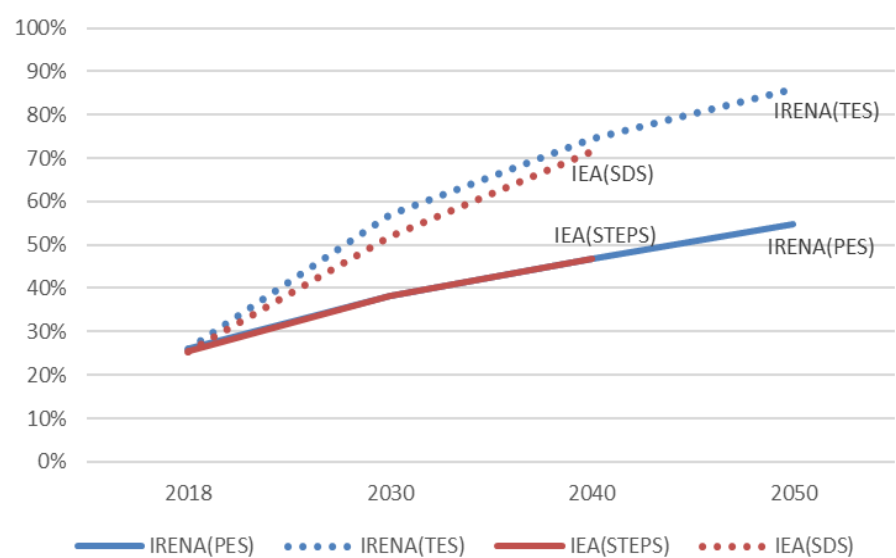
발행기관	시나리오	설정 목표
IEA (WEO)	Sustainable Development Scenario (SDS)	- 2030 년까지 유엔 지속 가능한 개발 목표(*SDG 7, SDG 3.9, SDG 13)를 달성 - CO2 배출량 감축 : 2030 년 24,261Mt, 2040 년 14,704Mt
IRENA (GRO)	Transforming Energy Scenario (TES)	- 에너지 전환 및 에너지 효율향상을 통해 지구 온도 상승을 2 °C 이하로 제한 - CO2 배출량 감축 : 2030 년 24,945Mt, 2040 년 17,757Mt, 2050 년 9,784Mt

* SDG 7 : 보편적인 에너지 접근, SDG 3.9 : 대기 오염의 건강 영향 감소, SDG 13 : 기후 변화 대응 조치 활동

< 시나리오별 CO2 배출량 전망 추이 비교 >



< 시나리오별 신재생 발전량 비중 전망 추이 비교 >



Source : IEA(WEO,2020), IRENA(GRO,2020) 자료 종합

< 시나리오별 CO2 배출량 및 신재생 발전 비중 CAGR >

발행기관	시나리오	연평균 성장률 CAGR (%)	
		2019~2040 CO ₂ 배출량	2019~2040 신재생 발전량 비중
IRENA	PES	0.06%	2.70% (신재생 비중 46.7%)
	TES	-3.05%	4.91% (신재생 비중 74.6%)
IEA	STEPS	0.00%	2.81% (신재생 비중 46.9%)
	SDS	-3.82%	4.81% (신재생 비중 71.5%)

- IEA(STEPS)와 IRENA(PES)의 정책시나리오와 IEA(SDS), IRENA(TES) 등의 목표시나리오는 CO2 배출 감소 목표와 신재생 발전 비중 증가에서 뚜렷한 차이가 나타남
- IEA와 IRENA의 목표시나리오에서 설정된 목표는 내용이 상이하여 직접비교가 어려우나, CO2 배출량 감소 측면에서 구체적인 값의 차이는 있더라도 정책시나리오 대비 급격한 감소를 목표로 하는 것으로 나타남
 - IEA SDS는 2030년까지 SDG 7, 3.9, 13 달성을 목표로 시나리오를 작성함
 - IRENA TES는 지구 온도 상승을 2℃ 이하로 제한하는 것으로 목표로 시나리오를 작성함
- 2040년 기준 IEA(SDS)와 IRENA(TES)의 목표시나리오의 CO2 배출량 감소 목표는 IEA가 높게 나타난 반면, 신재생 발전 비중은 IRENA가 높게 나타남
 - 2040년 CO2 배출량 전망 목표는 IEA SDS 14,704Mt, IRENA TES 17,757Mt로 나타남
 - 2040년 신재생에너지의 발전량(kWh) 비중은 IEA SDS 71.5%, IRENA TES 74.6%로 나타남
- IEA가 SDS에서 전기 접근성(공급) 확대, 에너지소비에서 전기 비중 증대, 에너지 효율, 에너지 전환 등 전체적인 방법을 제시하였다면, IRENA는 신재생 에너지 전환에 조금 더 비중을 두고 Transforming Energy Scenario를 개발하였기에 서로 다른 결과가 나타난 것으로 풀이됨

V. 주요 기관별 에너지 전망 모델링 비교 (IEA, IRENA, EIA)

1. 기관별 에너지 전망 모델링 방법론 및 주요 가정 비교

- IEA WEO 는 자체 개발한 에너지 시장 시뮬레이션 모델인 WEM (World Energy Model)을 사용하여 에너지 시장을 예측함
- IRENA GRO 는 영국 케임브리지 이코노믹스의 거시경제 예측 모델 E3ME(Energy-Environment-Economy Global Macro-Economic)을 활용하여 시나리오를 예측함
- EIA IEO 는 자체 개발한 통합 경제 모델인 WEPS+(World Energy Projection System Plus)를 사용하여 에너지 시장을 예측함

< 기관별 에너지 전망 모델링 방법론 >

구분	IEA WEO (STEPS)	IRENA GRO (PES)	EIA IEO (Reference Case)
모델링 방법론	<ul style="list-style-type: none"> ● 자체 개발한 에너지 시장 시뮬레이션 모델 WEM 사용 	<ul style="list-style-type: none"> ● 영국 케임브리지 이코노믹스의 거시경제 예측 모델 E3ME 사용 ● 전문가 의견 반영하여 조정 	<ul style="list-style-type: none"> ● 자체 개발한 통합 경제 모델인 WEPS+ 사용 ● 전문가 의견 반영하여 조정
주요 가정 변수 및 출처	<ul style="list-style-type: none"> ● 과거데이터 : IEA DB, S&P, IAEA 자료 활용 ● 인구 : UN 인구통계(medium variant) ● GDP : IMF world economic outlook ● 자원생산가능(매장량) : 자체 DB ● 연료 및 전기 가격 : 자체 Modeling ● 발전기술비용 : IEA 의 ETP (Energy Technology Perspectives) 모델 사용 ● 정책 : 자체 정책 데이터베이스 	<ul style="list-style-type: none"> ● 과거데이터 <ul style="list-style-type: none"> - IEA, World bank 등 외부 기관의 과거 통계 데이터 - REmap 의 국가별 에너지 밸런스 - REmap 의 전력 용량 및 발전량 ● 인구 : E3ME 예측값 ● GDP PPP : E3ME 예측값 ● Energy Price : E3ME 예측값 ● LCOE : IRENA 자체 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ● 과거데이터 : EIA 국제 에너지 통계 (IES) 데이터베이스 (IEA referred) ● 인구 : WEPS+ 예측값 ● GDP : 옥스퍼드 이코노믹스 Global Economic Model (GEM) ● Energy Price : WEPS+ 예측값 ● 발전기술비용 : 과거 데이터 기반의 기술 성능 향상 가정 ● 정책 : 수집된 국가별 인프라 계획
주요 가정 변수 값	<ul style="list-style-type: none"> ● 기준년도 : 2019 년 ● 전망년도 : 2040 년 ● 인구 : CAGR 0.8% (9,154 백만) ● GDP : CAGR 3.0% ● 원유가격 : 배럴당 85\$(2019\$) ● 발전원별 LCOE : IEA 자체 DB 참조 ● 정책현황 : IEA 정책 DB 참조 	<ul style="list-style-type: none"> ● 기준년도 : 2017 년 ● 전망년도 : 2050 년 ● 인구 : CAGR 0.6% (9,358.9 백만) ● GDP : CAGR 3.1%, 214,273b\$ (2015\$) ● 원유가격 : - ● 발전원별 LCOE : IRENA 자료 참조 ● 정책현황 : 2019 년 4 월까지 발표된 정책 목표 및 개발 사항 	<ul style="list-style-type: none"> ● 기준년도 : - ● 전망년도 : 2050 년 ● 인구 : CAGR 0.7%, (9,651.1 백만) ● GDP : CAGR 3.0%, 299,716b\$(2010\$) ● 원유가격 : 배럴당 100\$(2018\$) ● 발전원별 LCOE : EIA 자체 분석 ● 정책현황 : EIA 자체 수집 자료

- 에너지 전망 모델링 방법에서 서로 독자적인 모델링 기법을 사용하지만, 미래 예측을 위한 핵심 변수는 유사한 것으로 나타남.

- 기관별 에너지 전망 방법론에서 다음과 같은 차이점이 발견됨
 - 기관별로 에너지 전망을 위해 사용되는 방법론이 서로 상이함
 - 발전기술비용에 대한 예측 방법론이 서로 상이함
 - 에너지 전망의 기준년도 및 미래 예측을 위하여 사용하는 과거 에너지 통계 데이터가 서로 상이함
 - 미래 예측을 위한 인구전망, 경제성장전망, 원유가격전망 등 주요 거시경제 가정이 서로 상이함
 - 미래 예측에 전문가(개인) 의견이 반영되어 조정되는 값이 서로 상이함
- 결과적으로, 같은 변수를 사용하더라도 서로 다른 모델링 기법과 변수 값이 차이로 전망 데이터가 달라짐

2. 기관별 에너지 전망 지역 구분 비교

- IEA, IRENA, EIA 는 서로 다른 기준으로 국가/지역을 구분하여 지역별 전망 데이터를 제공함

< 기관별 에너지 전망 지역 세분화 >

구분	IEA WEO	IRENA GRO	EIA IEO	
세분화 수준	7 개 지역 구분	10 개 지역 구분	OECD 와 non-OECD 의 16 개 지역 구분	
세분 지역 (국가)	<ul style="list-style-type: none">• North America (US)• Central and South America (Brazil)• Europe (UN)• Africa (South Africa)• Middle East• Eurasia (Russia)• Asia Pacific (China, India, Japan, Southeast Asia)	<ul style="list-style-type: none">• East Asia• Southeast Asia• Rest of Asia• European Union• Rest of Europe• Latin America and the Caribbean• Middle East and North Africa• North America• Oceania• Sub-Saharan Africa	OECD regions	Non-OECD regions
			<ul style="list-style-type: none">• United States• Canada• Other OECD Americas (Mexico, Chile, Colombia)• OECD Europe• Japan• South Korea• Australia and New Zealand	<ul style="list-style-type: none">• Russia• Other non-OECD Europe and Eurasia (non-Russia)• China • India• Other non-OECD Asia (non-China, non-India)• Middle East• Africa • Brazil• Other non-OECD Americas (non-Brazil)

- IEA WEO 에서는 7 개 지역을 구분하여 지역별 전망 데이터를 제공하고 있음
 - 지역별 세분화 정도는 가장 낮지만, US, 브라질, 러시아, 중국, 인도, 일본 등 주요국에 대한 정보를 추가로 제공함
- IRENA GRO 에서는 10 개 지역을 구분하여 지역별 전망 데이터를 제공하고 있음
- EIA IEO 에서는 16 개 지역으로 세분화하여 전망 데이터를 제공하고 있음
 - EIA 에서 제공하는 지역별 전망 데이터가 가장 세분화되어 있으며, OECD 구분의 특징을 가짐

VI. 결론 및 시사점

1. IEA, IRENA, EIA 에너지 전망 비교 결과

- IEA, IRENA, EIA 3 개 기관의 에너지 전망을 비교한 결과, 다음과 같은 차이가 발견됨
 - IEA 와 EIA 의 발전 설비 용량 데이터 비교 결과, IEA 의 기준년도 데이터(GW) 및 성장률(CAGR)이 높게 나타남
 - IEA, EIA 데이터에서 공통적으로 Coal 과 Oil 발전 설비 용량이 줄어든 것으로 예측하였으며, Oil 발전설비가 더 많은 비율로 줄어든 것으로 예측함
 - 3 개 기관의 신재생 발전 설비 용량 데이터의 연평균 성장률(CAGR) 비교 결과, IRENA, IEA, EIA 순으로 나타남
 - 기관별 신재생 발전설비 부문의 에너지원 구성에 차이가 있는 것으로 나타남
 - IEA, IRENA, EIA 3 개 기관의 Solar 발전 설비용량 전망 CAGR 값은 서로 다르게 나타났으나, 타 에너지원 대비 Solar 의 발전 설비용량 성장률이 가장 높은 것으로 예측함
 - 기관별 정책시나리오간 차이는 적으나, 정책시나리오와 목표시나리오의 발전방향은 뚜렷한 차이가 있는 것으로 나타남
 - 기관별 목표시나리오의 설정 목표는 서로 상이한 것으로 나타남
 - 2040 년 기준 IEA(SDS)와 IRENA(TES)의 목표시나리오의 CO2 배출량 감소 목표는 IEA 가 높게 나타난 반면, 신재생 발전 비중은 IRENA 가 높게 나타남
- 3 개 기관의 에너지 전망은 구체적인 전망 수치(값)에서 차이가 있지만, 전망 예측을 위해 사용한 핵심 변수와 전반적인 성장 방향, 그리고 성장 규모는 유사한 것으로 나타남
- IEA, IRENA, EIA 의 에너지 전망의 구체적인 결과값의 차이는 다음과 같은 이유로 발생하는 것으로 나타남
 - 기관별로 에너지 전망을 위해 사용되는 방법론(거시경제 예측 및 발전기술비용 예측 등)이 서로 상이함
 - 에너지 전망의 기준년도(baseline year)가 서로 상이함
 - 과거 데이터의 출처 및 값이 서로 상이함 (기준년도에 해당하는 데이터 값 및 과거 에너지 통계가 서로 상이함)
 - 신재생 부문의 에너지원 분류가 서로 상이함 (바이오, 지열, 해양에너지 포함 여부)
 - 에너지원별 포함 범위가 상이함 (수력발전에 Pumped Hydro 포함 여부, 태양에너지에 CSP 포함 여부 등)
 - 국가별/지역그룹별 구분이 상이하며, 지역별 인구/경제 변수의 서로 다른 예측값 사용
 - 미래 예측에 전문가(개인) 의견이 반영되어 조정됨

2. 기관별 에너지 전망 비교 시사점

- 에너지 전망 보고서 발표 기관에서는 미래 예측 변수의 유동성 및 불확실성으로 미래 예측 정확성을 확신하지 않음
 - 에너지 전망은 불확실성의 다양한 가정과 변수에 의해 데이터가 도출됨을 이해해야 함
- 다만, 이러한 불확실성을 전제로 에너지 시장의 변화에 대한 다양한 경로(시나리오)를 제시함
- 에너지 전망 보고서는 에너지 시장 분석 및 에너지 정책 수립에 참고 자료로 사용하는데 의미를 두고 있음
 - 에너지 전망이 미래를 예측하기 보다 미래의 다양한 경로의 발전 방향을 제시한다는 관점으로 접근이 필요함

- 특히, 국제에너지기구인 IEA와 IRENA의 경우 지속가능 개발 시나리오와 같이 더 바람직한 방향을 제시하고, 이를 달성할 수 있는 방법과, 그에 따른 일자리 및 복지 개선 등 긍정적 영향에 대해 강조하는데 중점을 두고 있음
- 에너지 전망 데이터를 활용해야 할 경우, 전망 보고서의 기반이 되는 모델링 방법, 미래에 대한 가정, 제공 데이터를 충분히 이해하고 있다면, 에너지 전망 보고서의 선택과 활용에 도움이 될 수 있음
- 에너지 전망 보고서를 취사선택해야 하는 경우, 어떤 기관에서 발표된 보고서가 더 정확한가를 고민할 것이 아니라, 각 에너지 전망 보고서에서 제공하는 시나리오, 지역구분, 데이터의 범위를 확인하고, 필요한 정보를 제공하는 보고서를 선택하는 것이 바람직함

에너지 전망 보고서 선택을 위한 체크 포인트

- ✓ 확인하고자 하는 에너지원에 대한 데이터가 포함되어 있는가?
- ✓ 확인하고자 하는 지표에 대한 데이터가 포함되어 있는가?
- ✓ 확인하고자 하는 지역에 대한 데이터가 구분되어 제공되는가?
- ✓ 필요한 시나리오가 제공되는가?
- ✓ 시나리오 달성을 위한 방법이 제공되는가?

KETEP

<참고자료>

International Energy Outlook 2020 (EIA, 2020)

World Energy Outlook 2020 (IEA, 2020)

Global Renewables Outlook : Energy transformation 2050 (IRENA, 2020)

Global Energy Outlook Comparison Methods : 2020 Update (RFF, 2020)

<참고사이트>

<https://www.eia.gov/outlooks/ieo/>

<https://www.eia.gov/outlooks/aeo/data/browser/>

<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>

<https://www.iea.org/reports/world-energy-model/documentation#world-energy-model>

<https://irena.org/remap>

<https://irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Energy-Transition/REmap-Energy-Generation-and-Capacity>

<https://www.rff.org/geo/>



글로벌 에너지 동향 이슈 보고서

발 행 처 | 한국에너지기술평가원 국제협력실
서울특별시 강남구 테헤란로 114길 14
Tel. 02-3469-8400 Fax. 02-555-2430
www.ketep.re.kr

연 구 진 | 한국능률협회컨설팅 김봉주, 김현수, 류경완