

전력 산업의 변화와 기회

- 제 4회 전력산업의 발전 방향 세미나 -

서울대학교 김희집 객원교수

2023. 5. 4.

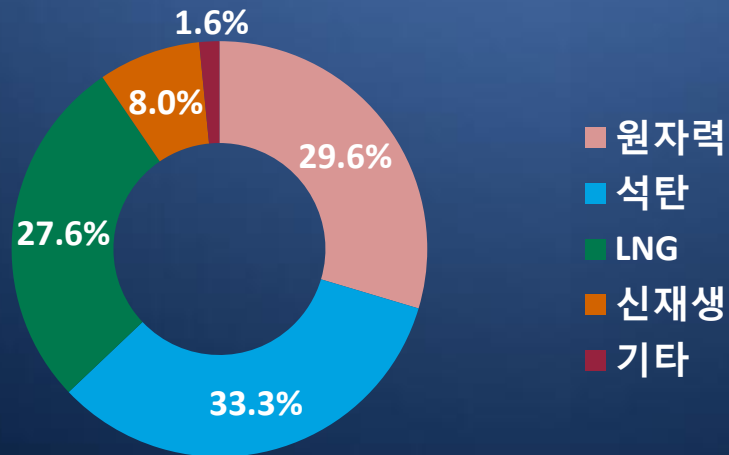
발표자 소개 - 김희집



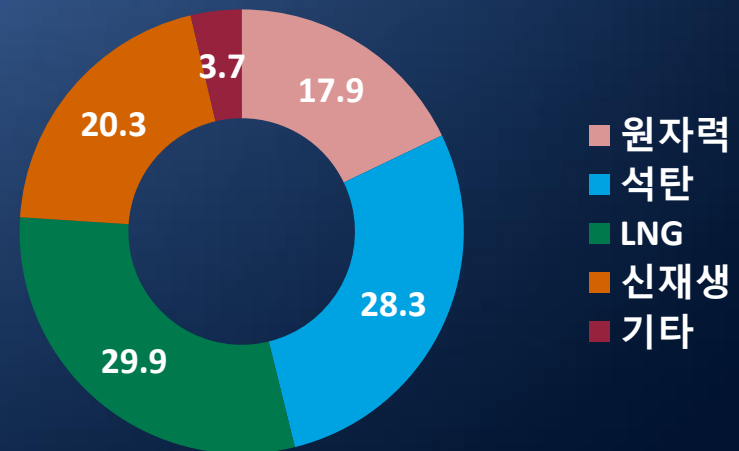
- (주)에너아이디어 대표 (에너지 신규 사업 컨설팅)
- 현 서울대학교 공학전문대학원 객원교수 (강의: 에너지의 미래)
- (前) Accenture 컨설팅 26년 근무 (뉴욕 10년, 서울 16년)
- (前) Accenture 한국사무소 대표 및 아시아태평양 에너지산업 대표
- 현 산업부 에너지위원회 위원
- 현 산업부 신재생에너지 계획 총괄분과 위원
- 현 산업부 분산에너지과 에너지저장장치 발전TF 위원
- 현 산업부 제 10차 전력수급계획위원회 분산에너지 위원
- 현 산업부 제 15차 가스수급계획위원회 위원
- 현 국무조정실 에너지 및 신소재 규제개선 분과위원장
- 현 원전수출전략 추진위원회 위원
- 현 에너지미래포럼 사무총장
- (前) 산업부 에너지 신산업 추진협의회 민간 위원장
- (前) 녹색성장위원회, 국가경제자문회의의 위원
- 서울대학교 경영학 학사, 미국 University of Texas (Austin) MBA

2022년 대한민국 에너지 개요

발전량 비중



설비용량 비중



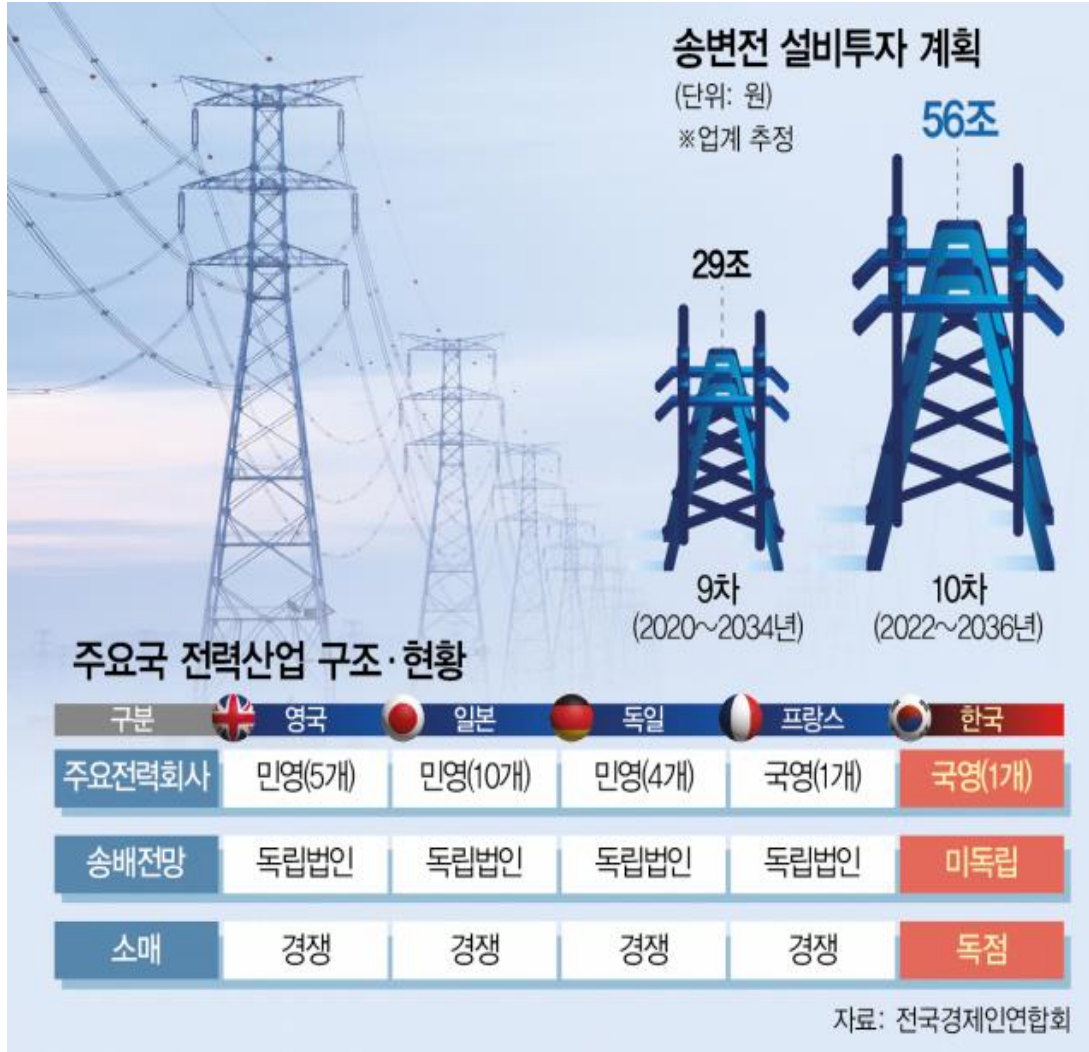
2022년 대한민국 에너지 주요 현황

- 발전량 594 TWh
- 피크수요 94.5 GW
- 재생에너지 발전량 비중 8%
- 화석연료 발전량 비중 61%

대한민국 에너지 주요 이슈

- 지난 몇 년간 높아진 원가를 소매 가격에 제대로 반영하지 않아 많은 에너지 기업들이 어려움을 겪고 있음
- 전력과 가스 요금 상황과 도매가격이 소매가격보다 높은 상황을 어떻게 해소할지가 가장 큰 과제임
- 늘어나는 원자력과 재생에너지를 감당할 수 있도록 송배전 계통 보완이 필요함
 - 경직성 전원인 원자력과 재생에너지의 확충은 타 전원 대비 더 많은 계통 인프라를 요구함
 - 송전선 건설은 투자 재원을 떠나 민원이 많아 제때 건설하기 어려움
- 40% NDC 목표 달성을 위해서 정부 정책과 관련 제도의 빠른 입법이 선행되어야 함

향후 송변전망 확충이 대한민국 에너지 전환에 가장 중요한 과제입니다



- 지역별 전력 수급 불균형이 심한 상태
 - 데이터센터 반도체 등이 집중된 수도권은 전력 수요가 크게 늘고 있음
 - 호남·영동지역은 발전량이 과다
- 무탄소 전원(재생에너지, 원전 등) 사용을 위해서도 송변전망 확충이 선행되어야 함
- 송변전 설비투자 계획안(2022-2036년)의 투자비만 56조원 이상이 될 것

에너지 산업은 다음의 변화가 확실히 됩니다 - What we know for sure..

재생에너지의 폭발적인 증가

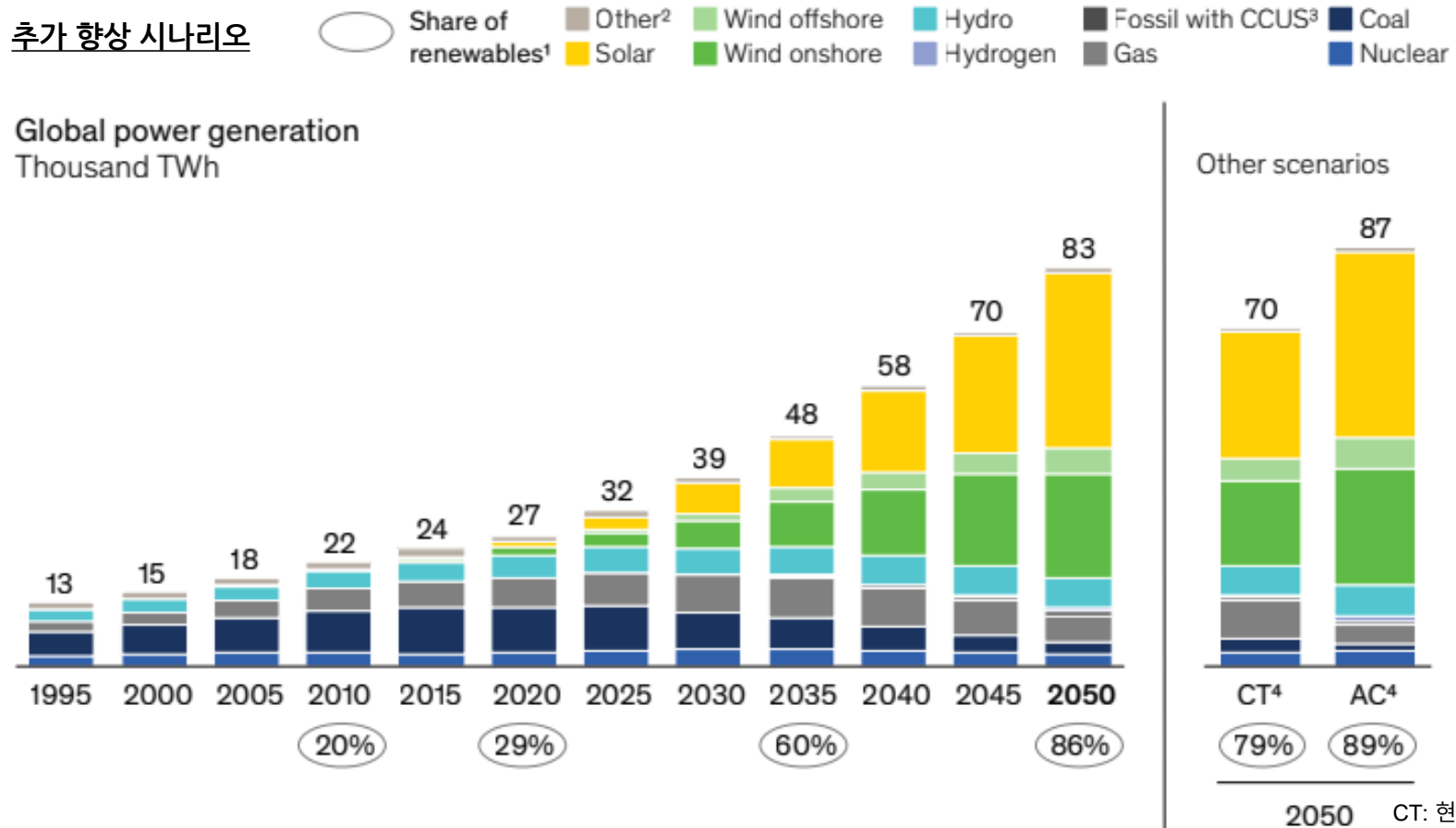
전기화 및 전기수요의 증가

유연성자원의 중요성 증대

전력시장의 재편

맥킨지는 2050년에 재생에너지가 전 세계 발전량의 상당부분을 차지할 것으로 예측하였습니다 - What we know for sure..

추가 향상 시나리오



- 예상 가능한 모든 시나리오에서 재생에너지가 발전 믹스를 주도하여 2050년에는 80-90%에 도달할 것으로 예상

제10차 전력수급 기본계획에서 재생에너지와 원자력의 경직성 전원 발전비중을 늘리기로 하였으며 유연성 분산자원의 필요성에 대하여 강조하였습니다

2022.8 현황

- **발전량 비중**
 - 원자력 27%
 - 재생에너지 7.5%
- **총 RE설비 27GW**
 - 태양광 20GW
 - 풍력 1.7GW

9차 전력수급 기본계획

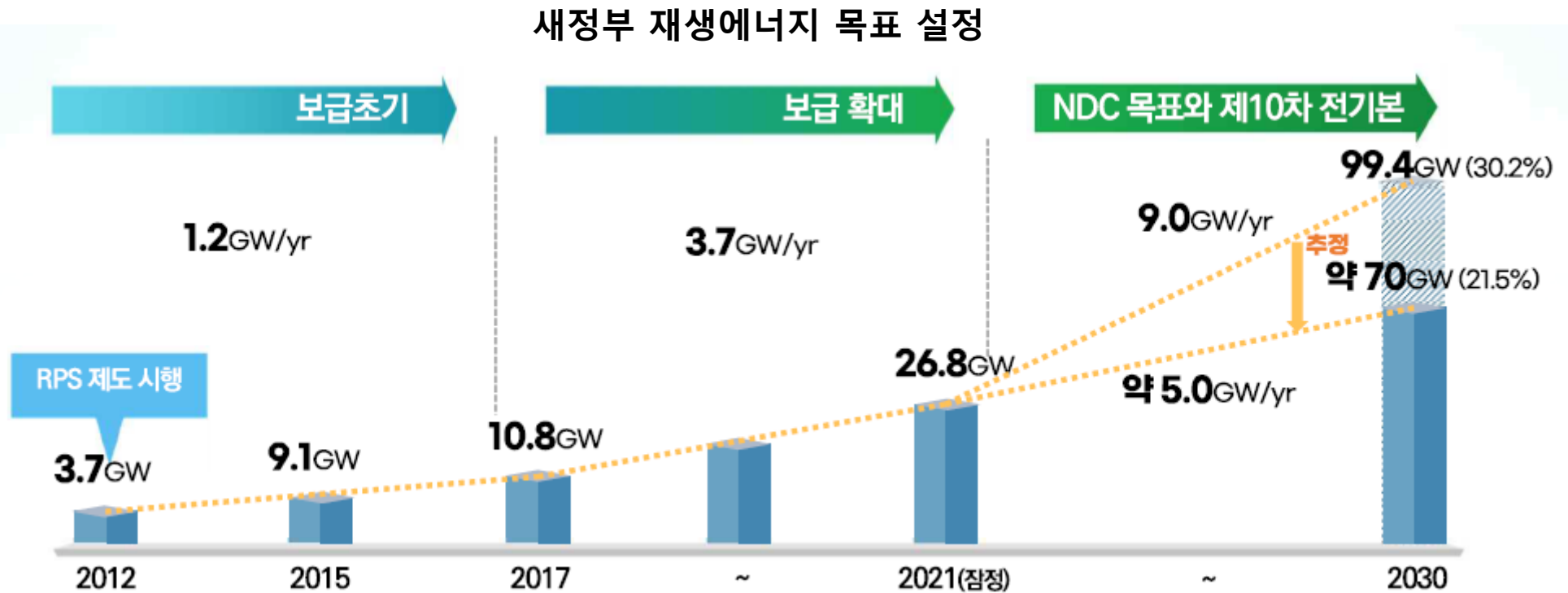
- **2030 발전량 비중 목표**
 - 원자력 25%
 - 재생에너지 20.8%
- **2030 설비목표**
 - 원자력 20.4 GW
 - 재생에너지 58 GW
- **2034 설비목표**
 - 원자력 19.4GW
 - 재생에너지 78GW

10차 전력수급 기본계획

- **2030 발전량 비중 목표**
 - 원자력 32.8%
 - 재생에너지 21.6%
- **2030 설비목표**
 - 원자력 28.9GW
 - 재생에너지 72GW
- **2036 설비목표**
 - 원자력 31.7GW
 - 재생에너지 107GW

- 제 10차 전기본을 통해 재생에너지 확대 수용성을 위한 저장장치 등 유연성 백업설비 및 계통안정화 설비의 신규 확충 필요 제시

10차 전력수급 기본계획에 따르면 2030년까지 매년 5GW, 2036년까지 매년 7GW의 재생에너지 신규설치가 필요합니다



자료: 에너지공단

- 2030년까지 총 70GW(태양광 42GW, 풍력 28GW)의 재생에너지 설비의 확보가 필요할 것으로 예상됨

제10차 전력수급 기본계획 - 발전량 전망

☑ 원전과 신재생 발전량 비중은 확대, 석탄, LNG 발전량 비중은 감소 전망

- ▶ 원전은 '30년 32.4% → '36년 34.6%, 신재생은 '30년 21.6% → '36년 30.6%로 증가 전망
- ▶ 석탄은 '30년 19.7% → '36년 14.4%, LNG는 '30년 22.9% → '36년 9.3%로 감소 전망
- ▶ 무탄소 전원인 수소·암모니아 혼소 발전량은 '30년 2.1% → '36년 7.1%로 증가 전망

<전원별 발전량 및 비중 전망(단위: TWh)>

		원자력	석탄	LNG	신재생 (출력제어後)	수소 암모니아	기타	합계
'30년	발전량	201.7	122.5	142.4	134.1	13.0	8.1	621.8
	비중	32.4%	19.7%	22.9%	21.6%	2.1%	1.3%	100%
'36년	발전량	230.7	95.9	62.3	204.4	47.4	26.6	667.3
	비중	34.6%	14.4%	9.3%	30.6%	7.1%	4.0%	100%

제10차 전력수급 기본계획 - 전력계통 확충방안

☑ 계획된 송·변전설비 적기 건설 및 신규 전력망의 선제적 대폭 보강

- 원전·신재생 확대 등 발전설비 계획 변화와 전력수요 증가 반영하여 전력망 건설 확대

☑ 계통혼잡 완화와 망 수요 감축을 위한 발전과 수요의 분산 유도

- 전원개발과 계통계획을 통합하여 종합·고려하는 재생에너지 계획입지제도 도입 검토
- 계통 여유지역으로 수요 분산을 유도하기 위한 전력계통영향평가 도입

☑ 제10차 전력수급기본계획 확정 이후 장기 송·변전설비계획 수립 추진('23년 상반기)

제10차 전력수급 기본계획 - 전력시장 개선 방안

☑️ 재생에너지 확대 및 무탄소 新전원 도입에 대응하여 전력시장 다원화

- 원전 등 저원가 기저발전원의 과도한 수익방지를 위해 정부승인차액계약 추진
- 수소, ESS 등 저탄소전원은 장기계약을 체결하는 전용거래시장 개설 추진
- 실시간·보조서비스 시장 도입 등 현행 하루전 현물시장 개선

☑️ 가격기능이 작동할 수 있도록 단계적으로 가격입찰제(PBP)로 전환

☑️ 재생에너지 PPA 활성화, 전력정책 거버넌스 개선 등 시장 경쟁 여건 조성

- 제3자 및 직접 PPA 제도의 수요측 규모·용도 제한 점진적으로 완화
- 전력시장·요금 및 규제 거버넌스의 독립성 및 전문성 강화

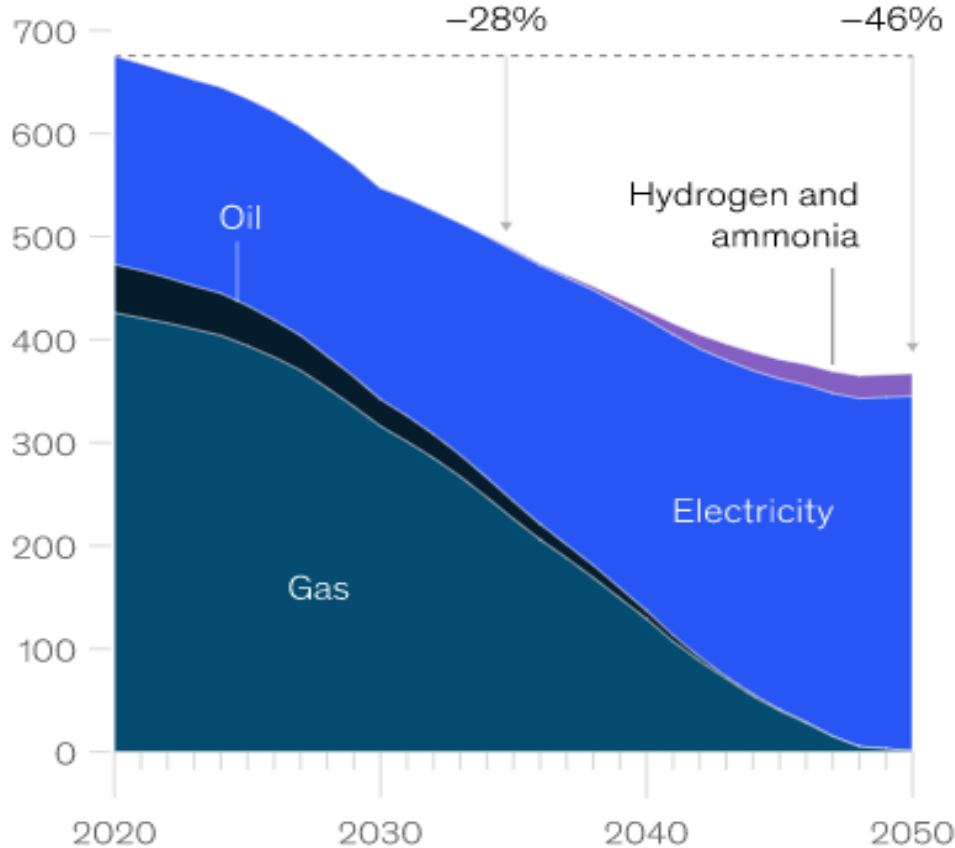
추세 5. 재생에너지 전력을 무탄소 에너지로 전환하는 P2X(섹터커플링) 상용화가 최근 주목 받고 있습니다

➤ Power-to-X(섹터커플링) 기술로 재생에너지 잉여 전력을 다양한 무탄소 에너지로 전환

- **Power-to-Heat:** 냉난방부문에서의 섹터커플링은 잉여전력으로 물을 가열한 후 열에너지를 생산하여 공급하는 것을 의미하며, 유럽에서는 히트펌프 기술이 빠르게 보급되면서 상용화가 이미 되어 확산되고 있는 방안
- **Power-to-Gas:** 전력의 가스화는 재생에너지로 생산된 잉여 전력을 수전해하여 수소를 생산, 저장하는 기술을 의미하며, Power-to-Hydrogen은 잉여 전력을 저장할 수 있는 기술로 Power-to-X 시스템에의 핵심기술 (그린 수소) 방안
- **Power-to-Oil:** 재생에너지로 생산된 전기를 이용하여 수전해로 수소를 생산한 후 탄소와 결합하여 합성석유를 만드는 방안 (e-Fuel)
- **Power-to-Methane:** 재생에너지로 생산된 전기를 이용하여 수전해로 수소를 생산한 후 탄소와 결합하여 합성 가스를 만드는 방안으로 일본 도시가스 업계에서 추구 (e-메탄 합성가스)
- **Power-to-Mobility:** 재생에너지로 생산된 전기를 전기차에 공급하는 것, 그리고 전기를 수전해하여 수소를 생산한 후 수소차에 공급하는 방안

영국은 2050 탄소중립 전략에서 건물 에너지의 경우, 가스를 대부분 전력으로 대체할 계획을 수립하였습니다

Buildings' consumption of energy, by source, terawatt-hour



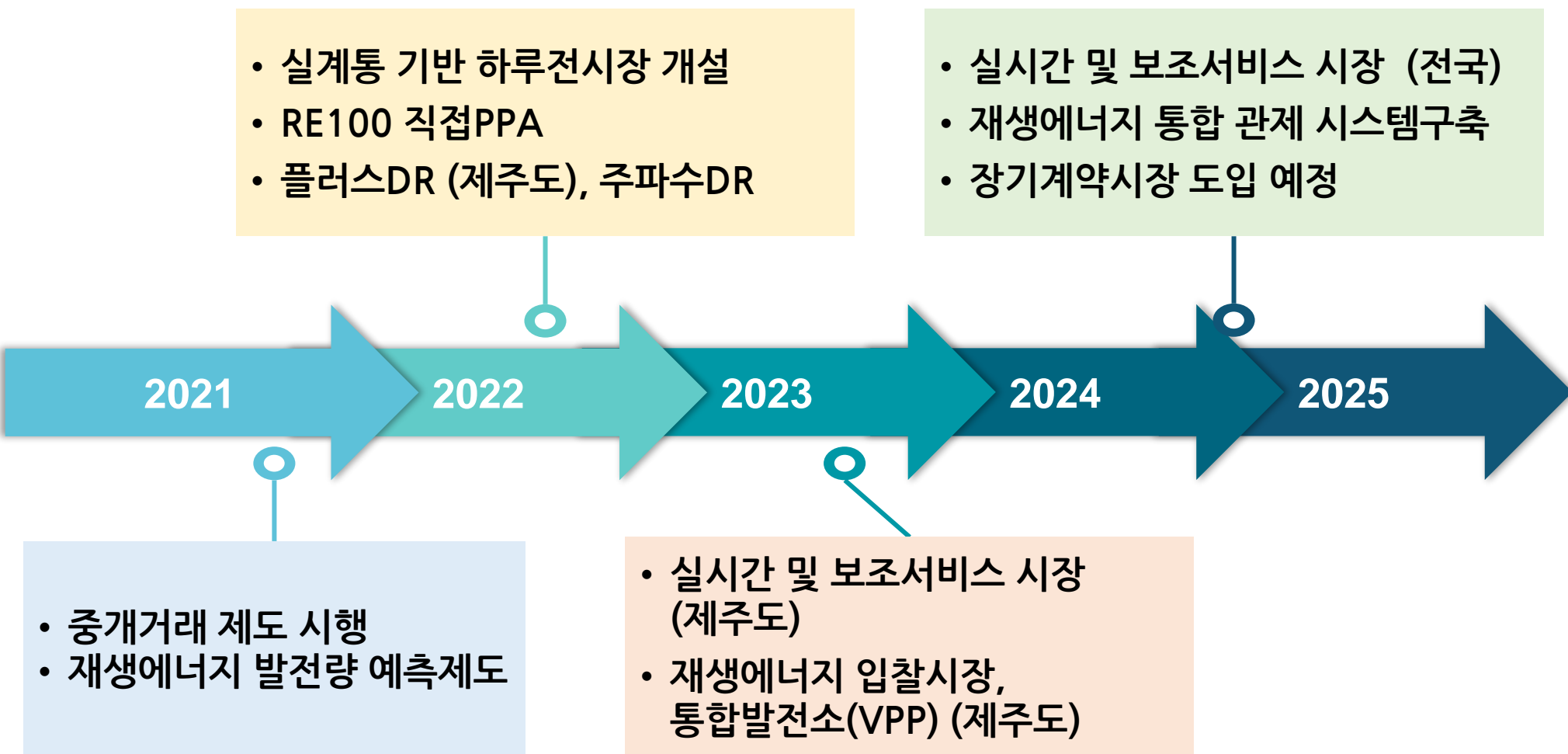
출처 1: 맥킨지 "Facing the Future: Net zero and the UK Electricity Sector"

출처 2: 영국정부 "The Sixth Carbon Budget: The UK's path to Net Zero"

영국의 건물 탈탄소화 계획

- 2025년부터 모든 신규 건물은 탄소중립 건물로 건설 (난방은 저탄소 연료 또는 히트펌프 사용)
- 2030년까지 모든 상업 및 산업용 시설의 에너지효율화 전환 달성
- 2033년까지 일부 시설을 제외하고 난방용 가스 사용 금지

대한민국 전력 시장은 재생에너지 변동성을 수용하기 위하여 제주도를에서 부터 새로운 제도를 많이 시행할 것입니다



제주도 CFI 2030 의 신재생 에너지 설비 도입 계획은 제주도의 현재 상황과 큰 괴리가 있어 새로운 공감대 형성과 대폭 수정이 필요합니다

CFI 2030 수정.보완 용역 보고서 핵심지표

		2017	2020	2022	2025	2030
신재생 에너지 설비 도입	설비용량(MW)	605	1,137	1,821	2,490	4,085
	발전량(GWh)	1,488	2,522	3,720	5,055	9,268
	전력수요 대비 발전비중(%)	30	44	59	67	106
전기차 보급	전기차 대수(대)	9,206	39,951	92,726	227,524	377,217
	전기차 비중(%)	2.5	10	23	52	75
	충전기 기수(기)	8,284	22,419	34,603	59,167	75,513
최종에너지 원단위	최종에너지소비(천TOE)	1,510	1,594	1,621	1,603	1,581
	전력수요(GWh)	5,014	5,694	62,900	7,600	8,723
	에너지원단위(TOE/백만 원)	0.096	0.088	0.085	0.078	0.071
융·복합 신사업 선도	생산유발(억 원)	-	5,838	8,688	7,534	10,341
	취업유발(명)	-	4,989	7,369	6,459	8,951
	도민 수익 사업모델(개)	8	12	18	21	21

➤ 제주도의 2022년 신재생에너지 발전량 비중은 19.2%

Questions



에너아이디어 김희집
hjkimcello@gmail.com