

“2050년 온실가스 배출경로” 프로그램

2013년 1월

세종대학교 기후변화센터

목 차

- “2050년 온실가스 배출경로” 프로그램 개요
- 프로그램 개발
- 의의
- 구조
- 실행방법
- 계산기를 활용한 전문가 예시 시나리오
- 2050년 저탄소 경로, 핵심 메시지

2050년 온실가스 배출경로 프로그램 개요

- 세종대 기후변화센터는 정부 및 전문가, 일반시민, 청소년들이 온라인상에서 무료로 쉽게 이용할 수 있는 한국의 2050년 온실가스 배출 경로 분석 프로그램 국내 최초 개발 (<http://2050.sejong.ac.kr>)

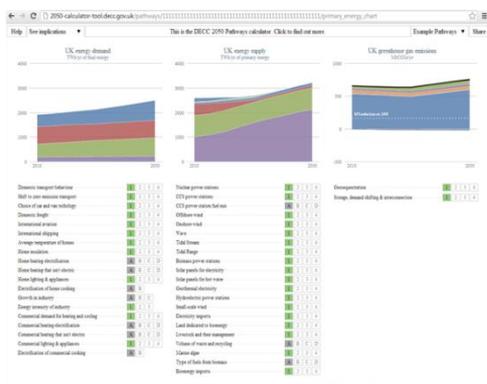
일반시민용

청소년용

정부 및 전문가용

한국, 2050년 온실가스 배출경로 프로그램 개발

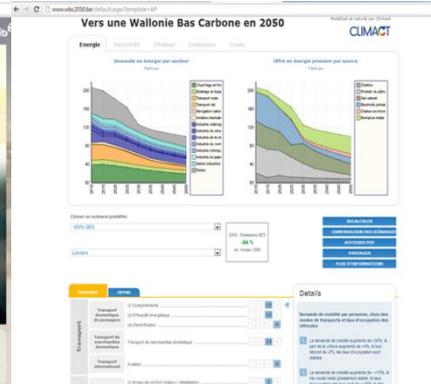
- 영국 에너지기후변화부(DECC)가 개발한 “2050 Pathways Calculator”를 기반으로 한국의 실정에 맞도록 새롭게 개발.
 - 벨기에, 중국, 인도, 브라질 등에서도 유사한 프로그램 개발 진행중
 - 영국에서는 정부의 에너지 정책 수립, 시민의 에너지 정책제안, 학생들의 에너지 및 기후변화 관련 교육 등에 다양하게 활용됨
 - 에너지 및 기후변화 관련 국내 전문가 40여명, 영국 DECC 등 자문 받음



영국 2050년 Pathways 계산기
<http://2050-calculator-tool.decc.gov.uk>



영국 My 2050
<http://my2050.decc.gov.uk/>



벨기에 월로니아 2050 Calculator
<http://www.wbc2050.be>



중국 2050 Calculator
<http://china-en.2050calculator.net/>

2050년 온실가스 배출경로 프로그램 의의

- 한국의 에너지 및 기후변화 정책 수립, 환경교육 등 다양하게 활용될 수 있을 것으로 기대
 - 전문가들이 사용하는 에너지기술시스템 분석모형(MARKAL, LEAP 모형 등)에 비해 사용하기 쉬우며, 신속한 결과 확인가능
 - 기존 이산화탄소 배출량 계산기에 비해 2050년까지 부문별 감축 노력 파악 용이
 - 온실가스 감축노력에 대해, 정부, 산업계, 시민단체, 시민, 청소년 등 다양한 사회구성원간 의사소통을 증진하는 도구



그린스타트, 탄소발자국



산림과학원, 탄소나무계산기



녹색연합, CO₂ 배출량 계산기

2050 온실가스 배출경로 프로그램 구조

- 온실가스 감축수단은 아래 40개로 구성됨
 - ① 에너지 수요 부분 : 교통(6개), 가정(6개), 상업(5개), 산업(2개)
 - ② 에너지 공급 부분 : 원자력(1개), CCS(2개), 신재생(14개)
 - ③ 비에너지 부분 : 토지, 축산, 폐기물
 - ④ 에너지 안보 부분 : 저장, 수요이동 및 외부연계
- 부문별 감축 노력 수준은 4개의 레벨 또는 옵션으로 설정
 - 레벨(1, 2, 3, 4) : 아무런 노력을 기울이지 않으면 1, 최대 노력은 4.
 - 옵션(A, B, C, D) : 4가지 가능한 옵션 중에서 택1
- 부문별 감축노력의 조합을 통해서, 온실가스를 감축하면서, 에너지수급 안정을 만족하는 다양한 경로(Pathways) 개발
- 본 프로그램은 최소 비용의 저감 경로를 도출하거나, 경로별 경제적 영향 또는 고용 효과를 분석하는 용도는 아님

2050년 온실가스 배출경로 Excel 프로그램 실행 방법

The image shows a screenshot of the 'pathway 0327_v10' Excel program interface. The interface includes a menu bar at the top with options like '파일', '홈', '삽입', '페이지 레이아웃', '수식', '데이터', and '검토'. The main area is divided into several sections:

- Left Panel:** A list of sectors and their corresponding energy levels, with a callout box stating '부문별 노력 수준 입력 후 F9 누름' (After inputting effort levels by sector, press F9).
- Top Center:** A callout box labeled '예시 시나리오' (Example Scenario).
- Center:** A large data table with columns for years (2000-2050) and various metrics. A callout box points to it, stating '레벨 1~4 의미' (Meaning of levels 1~4).
- Right Panel:** Several charts and tables.
 - 'Emissions (% of base year)' chart with a callout '1차에너지 공급 확인' (Check 1st energy supply).
 - 'GHGs 확인' (Check GHGs) callout pointing to a table.
 - 'Energy generation' chart with a callout '최종에너지 소비 확인' (Check final energy consumption).
 - 'Electricity generation' chart with a callout '발전량 확인' (Check electricity generation).
 - 'Biorenewable potential' table with a callout '바이오에너지' (Bioenergy).
 - 'Energy supply and imports' table with a callout '에너지 수출입' (Energy export/import).
 - 'Biorenewable contextual data' table with a callout '백업 설비' (Backup facilities).

At the bottom, a large callout box states: '75개 시트 (시나리오 설정, 단위 변환, 결과 시트, 분석 전제, 에너지 밸런스, 현재 통계 등)' (75 sheets (Scenario setting, unit conversion, result sheets, analysis assumptions, energy balance, current statistics, etc.)).

"2050 우리나라" 청소년용 프로그램 실행방법

2050 우리나라 / 2050년 x
2050.sejong.ac.kr/page_my2050

2050 우리나라

저감 노력에 따라 달라지는 온실가스 배출량 확인

5단계
온실가스 2152 MT

4단계
레벨에 따라 가정, 도시, 국가의 변화하는 모습 확인

자신의 시나리오를 공유하기

전기와 에너지의 공급 안정 확인

6단계
시나리오 보내기

3단계
에너지공급 버튼은 위,아래로 움직여 공급부문 레벨 설정

2단계
에너지수요 버튼은 위,아래로 움직여 수요부문 레벨 설정

1단계

감축수단 제목 클릭하여 세부 내용 파악

The screenshot displays the main interface of the '2050 우리나라' program. At the top, a progress bar shows '5단계' (Step 5) with a '100' indicator and '온실가스 2152 MT' (Greenhouse Gas 2152 MT). Below this, a 3D visualization shows three levels: 'Home' (a house), 'City' (a cityscape), and 'Country' (a coastal city). A '4단계' (Step 4) callout points to this visualization. Below the visualization, a '6단계' (Step 6) callout points to a '시나리오 보내기' (Send Scenario) button. At the bottom, there are two sets of sliders: '에너지공급' (Energy Supply) on the left and '에너지수요' (Energy Demand) on the right. A '3단계' (Step 3) callout points to the supply sliders, and a '2단계' (Step 2) callout points to the demand sliders. At the very bottom, a row of buttons for '감축수단' (Reduction Measures) is visible, with a '1단계' (Step 1) callout pointing to it. A 'Help' button is also present in the center of the interface.

부문별 저감노력 수준 (1/3)

	Level 1 or 옵션 A	Level 2 or 옵션 B	Level 3 or 옵션 C	Level 4 or 옵션 D	
발전	원자력	2009년도 총 원자력 발전 설비인 17.7GW에서 유지됨. 더 이상의 추가 건설 없음.	2050년 32.4GW 원자력 설비용량 건설	2050년 50.5GW 원자력 설비용량 건설	2050년 81.4GW 원자력 설비용량 운영
	CCS 발전소	CCS 보급 없음	2050년에 5.25W 설비용량	2050년까지 14.5GW 설비용량	2050년까지 31GW 설비용량
	CCS 발전소 연료타입	100% 석탄/바이오매스, CCS 시범시설 이후에도 0% 가스/바이오가스	시범시설 이후 석탄/바이오매스 67%, 가스/바이오가스 CCS 33%	시범시설 이후 석탄/바이오매스 33%, 가스/바이오가스 CCS 67%	시범시설 이후 0% 석탄/바이오매스, 100% 가스/바이오가스 CCS
	해상풍력	수명 종료된 설비를 교체할 경우 2025년까지 3.0 GW 용량보급	2030년에 4.4GW 용량 보급 후 보급 없음	2050년까지 15.9GW 용량 보급	2050년까지 41.47GW 용량 보급
	육상풍력	수명 종료된 설비를 교체할 경우 2025년 1.3 GW 용량 보급	2030년에 2.9GW 용량 보급 후 보급 없음	2050년까지 5.9GW 용량 보급	2050년까지 15.87GW 용량 보급
	파력	파력발전 보급 없음	2015년까지 0.0005GW 용량 보급. 추가 보급 없음	2050년까지 3.25GW 보급	2050년까지 6.5GW 용량 보급
	조류	조류발전보급 없음	2020년까지 용량을 0.49GW까지 건설	2050년까지 0.64GW 보급	2050년까지 1.0GW보급
	조력	2015년까지 용량은 0.254GW유지. 추가 보급없음	2030년까지 1.58GW까지 건설. 추가보급없음	2030년까지 4.05GW까지 건설	2050년까지 6.5GW 보급
	석탄/바이오매스 혼소발전	이미 건설된 발전소와 건설 중인 발전소 (0.0336GW)	2050년까지 2.8GW 발전소 건설	2050년까지 7.8GW 발전소 건설	2050년까지 12.9GW 발전소 건설
	태양광 발전	태양광 발전 설치량을 늘리지 않음	2050년까지 1인당 4m ² 의 태양광패널 설치, 50GW 용량 보급	2050년까지 1인당 5.4m ² 의 태양광패널 설치, 68GW 용량 보급	적용가능한 모든 지붕과 건축물 전면을 활용하여 2050년까지 1인당 9.5m ² 의 태양광패널 설치, 100.5GW 설치
	태양열 온수	2050년까지 태양열활용 건축물 비율은 미미한 수준	1가구당 1.9m ² (9가구 : 1대)	1가구당 3.9m ²	1가구당 5.7m ²
	지열발전	지열발전 보급 없음	2050년까지 용량을 4.1GW까지 건설	2050년 까지 용량을 19.6GW까지 건설	2050년까지 용량을 56GW까지 건설
	수력	수력발전 보급 없음	2030년까지 용량을 2.253GW까지 건설	2050년까지 용량을 13GW 까지 건설	2050년까지 용량을 23.821GW 까지 건설
	소형풍력	2010년 이후 소형풍력 보급 없음	세계시장으로부터 한국시장점유율 반영하여 2050년까지 0.3GW 건설	2050년까지 0.6GW 건설	2050년까지 0.9GW 건설
	전기수입	수급균형 용도 외 전기 수입 없음	수급균형 용도 외 전기 수입 없음	수급균형 용도 외 전기 수입 없음	수급균형 용도 외 전기 수입 없음

부문별 저감노력 수준 (2/3)

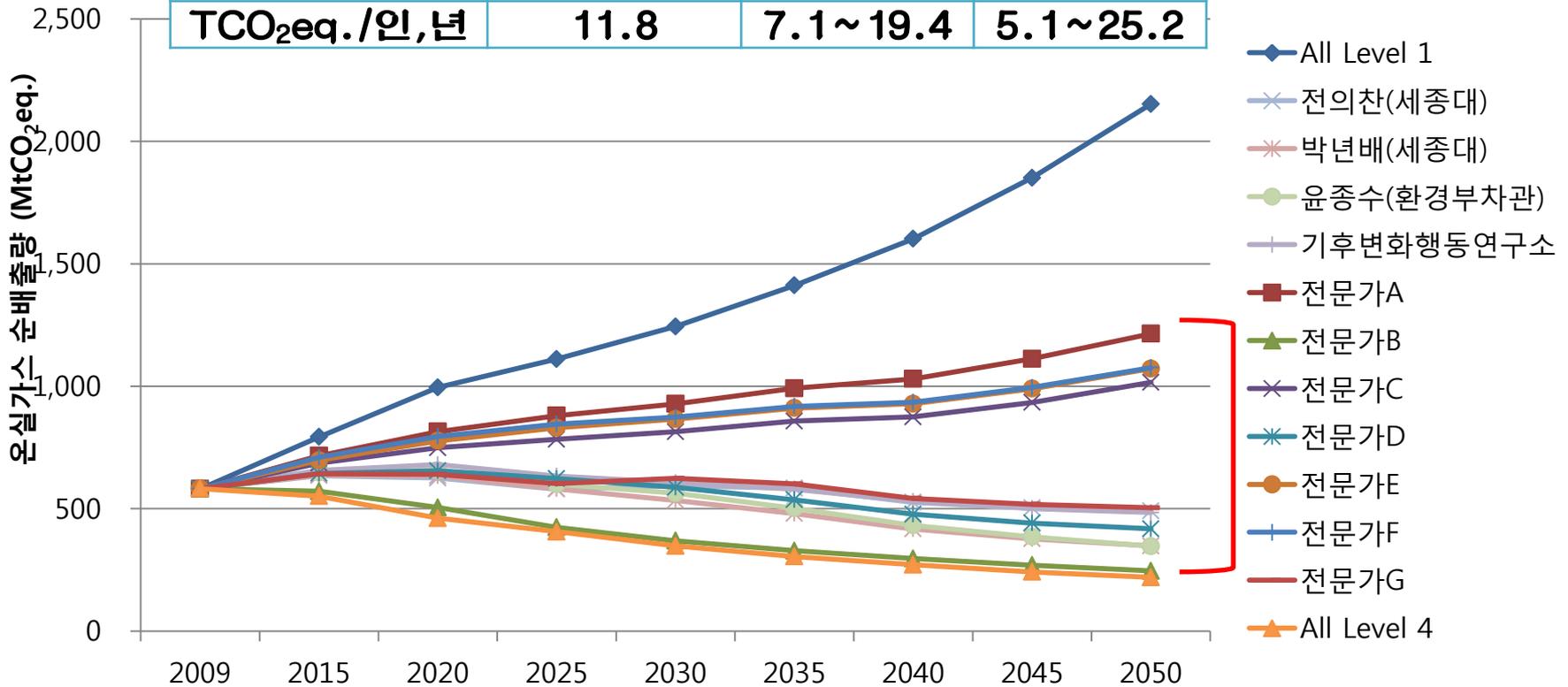
		Level 1 or 옵션 A	Level 2 or 옵션 B	Level 3 or 옵션 C	Level 4 or 옵션 D
바이오에너지 공급	바이오에너지용 토지	에너지작물생산 현재수준, 2009년도 토지이용비용 적용	에너지작물생산 현재 수준, 전답과 목초지는 감소, 임야와 대지는 증가	2009년 휴경농지와 초지의 50%를 에너지작물생산에 활용.	2009년 휴경농지와 초지의 100%를 에너지작물생산에 활용.
	가축관리	2009년 대비 연 평균 소는 1.6% 증가, 닭은 2.8% 증가, 돼지는 3.9% 증가할 것으로 가정.	2009년 대비 연 평균 소는 1.15% 증가, 닭은 0.79% 증가, 돼지는 2.05% 증가할 것으로 가정.	2009년 대비 연 평균 소는 0.98% 증가, 닭은 0.01% 감소, 돼지는 0.42% 증가할 것으로 가정.	2009년 대비 연 평균 소는 0.82% 증가, 닭은 0.81% 감소, 돼지는 1.22% 감소할 것으로 가정.
	폐기물 발생량과 재활용	폐기물발생량 및 재활용+소각, 매립, 해역배출의 비율은 현재수준과 동일.	폐기물 발생량은 현재 수준과 동일, 재활용+소각 비율 증가, 2020년부터 매립 비율 감소, EFW 비율 증가.	폐기물 발생량은 증가 추세, 재활용+소각, 매립, 해역배출의 비율은 현재수준과 동일.	폐기물 발생량 증가 추세, 재활용+소각 비율 증가, 2020년부터 매립 비율 감소, EFW 비율 증가.
	해조류	해조류 2050년까지 1100Km ² 양식(서울 면적의 2배)	해조류 2050년까지 5000Km ² 양식(서울 면적의 8배)	해조류 2050년까지 6000Km ² 양식(서울 면적의 10배)	해조류 2050년까지 7000Km ² 양식(서울 면적의 12배)
	바이오매스 연료타입	바이오매스에서 고품, 액상, 가스형 바이오에너지로 고르게 분산 활용	바이오매스를 주로 고품 바이오연료로 전환	바이오매스를 주로 액상 바이오연료로 전환	바이오매스를 주로 바이오가스로 전환
	바이오에너지 수입	2050년까지 고체 바이오에너지 929.5ktoe, 액체 바이오에너지 4.1ktoe 수입 가정.	2050년까지 고체 바이오에너지 4182.8ktoe, 액체 바이오에너지 18.3ktoe 수입 가정.	2050년까지 고체 바이오에너지 7436.2ktoe, 액체 바이오에너지 32.5ktoe 수입 가정.	2050년까지 고체 바이오에너지 10689.5ktoe, 액체 바이오에너지 46.7ktoe 수입 가정.
수송	국내교통 행태	개인 이동거리가 2009년 대비 약 60% 증가, 주목할 만한 양식의 변화 없음	개인 이동거리가 2009년 대비 46% 증가, 버스와 철도가 주행의 56%를 담당, 자전거가 5% 차지	개인 이동거리가 2009년 대비 약 37% 증가, 버스와 철도가 58% 차지, 자전거가 6% 차지	2050년 개인 이동은 오늘날과 같고, 버스와 철도가 약 60% 차지, 자전거가 7% 차지.
	무배출차량 이용	2050년까지 현행 수준으로 유지	2050년까지 30%의 플러그인 하이브리드 차량; 50%의 무배출 차량, 모든 버스는 하이브리드로	2050년까지 25%의 플러그인 하이브리드 차량; 65%의 무배출 차량, 하이브리드 버스 88%, 무배출 버스 22%	2050년까지 80%의 무배출 차량, 버스의 50%는 하이브리드, 50%는 무배출버스로, 모든 열차를 전기화
	차량연료전지와 배터리 선택	2050년까지 100% 배터리	2050년, 80% 배터리; 20% 수소연료전지	2050년, 20% 배터리; 80% 수소연료전지	2050년, 100% 수소연료전지
	국내화물 수송	기존 엔진을 이용하는 대형트럭수송이 주행거리가 약 70% 증가, 기차의 에너지 소비 중 전력이 약 50%, 연안해운의 에너지 소비는 현수준 유지	기존 엔진을 이용하는 대형트럭수송의 주행거리가 현 수준 유지, 기차의 에너지 소비 중 전력이 약 60%, 연안해운의 에너지 소비는 85% 증가	기존 엔진을 이용하는 대형트럭수송의 주행거리가 30% 감소, 기차의 에너지 소비 중 전력이 약 80%, 연안해운의 에너지 소비는 90% 증가	기존 엔진을 이용하는 대형트럭수송의 주행거리가 50% 감소, 기차의 에너지 소비 중 전력이 100%, 연안해운의 에너지 소비는 2배 증가
	국제 항공	2009년 온실가스 배출량 대비 약 4배 증가 (BAU)	Level 1의 2050년 온실가스 배출량 대비 30% 감축	Level 1의 2050년 온실가스 배출량 대비 35% 감축	Level 1의 2050년 온실가스 배출량 대비 40% 감축
국제 해운	2009년 온실가스 배출량 대비 31% 증가	Level 1의 2050년 온실가스 배출량 대비 7% 감축	Level 1의 2050년 온실가스 배출량 대비 10% 감축	Level 1의 2050년 온실가스 배출량 대비 16% 감축	

부문별 저감노력 수준 (3/3)

		Level 1 or 옵션 A	Level 2 or 옵션 B	Level 3 or 옵션 C	Level 4 or 옵션 D
가정	가정 실내온도 조절	2009년 겨울철 실내온도에서 2°C 높은 22°C 설정	2009년 겨울철 실내온도에서 1°C 높은 21°C 설정	2009년 겨울철 실내온도에서 1°C 낮은 19°C 설정	2009년 겨울철 실내온도에서 2°C 낮은 18°C 설정
	주택단열	350만 주택 단열, 평균 열손실율 25% 감소	400만 주택 단열, 평균 열손실율 33% 감소	900만 주택 단열, 평균 열손실율 42% 감소	1,200만 주택 단열, 평균 열손실율 50% 감소
	주택용 전기난방	주택용 전기난방 비율을 0~10%	새로운 주택용 전기난방시스템 비율을 20%	새로운 주택용 전기난방시스템 비율을 30-60%	새로운 주택용 전기난방시스템 비율을 80-100%
	주택용 기타난방	지배적인 비전기용 난방원은 가스나 가스열병합 (가능하면 바이오가스)	지배적인 비전기용 난방원은 석탄이나 석탄화력열병합 (가능하면 바이오매스)	지배적인 비전기용 난방원은 발전소의 폐열활용	가스/바이오가스와 석탄/바이오매스의 혼합. 발전소의 열 활용
	주택 조명 및 가전	가정용 조명 및 가전제품 에너지 수요를 2009년 수요대비 30% 증가	가정용 조명과 가전제품 에너지 수요 현행 유지	가정용 조명과 가전제품 에너지 수요를 10%까지 감축	가정용 조명과 가전제품 에너지 수요를 20%까지 감축
	가정용 전기취사	1% 전기, 99% 화석연료	가정용 취사에 이용되는 에너지 전체의 전력화	B와 같음	B와 같음
산업	산업성장	한국의 산업생산 2050까지 3배 증가	한국의 산업생산 2050까지 2배 증가	한국의 산업생산 2050까지 1.7배 증가	C와 같음
	산업 에너지 원단위	산업공정의 전력화와 에너지 원단위의 개선이 미미함.	일부 전력화, 공정상 배출 원단위 완전한 개선, CCS기술 도입	높은 전력화, 공정상 배출량의 38%를 CCS기술을 이용하여 포집	3과 같음
산업	산업용 냉난방 수요	난방수요 15% 증가, 온수수요 35% 증가, 냉방수요 80% 증가	현재수준	난방수요 30% 감소, 온수수요 5% 감소, 냉방수요 15% 감소	난방수요 60% 감소, 온수수요 10% 감소, 냉방수요 30% 감소
	산업용 전기난방	산업용 난방 전력화 비율 0-10%	산업용 난방 전력화 비율을 20%	산업용 난방 전력화 비율을 30-60%	산업용 난방 전력화 비율 80-100%
	산업용 기타난방	지배적인 비전기용 난방원은 가스나 가스열병합 (가능하면 바이오가스)	지배적인 비전기용 난방원은 석탄이나 석탄화력열병합 (가능하면 바이오매스)	지배적인 비전기용 난방원은 발전소의 열활용	가스/바이오가스와 석탄/바이오매스의 혼합. 발전소의 열 활용
	산업용 조명, 가전	조명과 가전제품에 대한 에너지 수요가 40% 증가. 취사용 에너지는 80% 증가	조명과 가전제품에 대한 에너지 수요, 취사용 에너지 현행 유지	조명과 가전제품에 대한 에너지 수요가 5%감소; 취사용 에너지는 15% 절감	조명과 가전제품에 대한 에너지 수요가 10%감소; 취사용 에너지는 25% 절감
	산업용 전기취사	53% 전기, 47% 화석연료	100% 전기	B와 같음	B와 같음
지질학적격리	지중 격리 없음	지중격리 없음	지중격리 없음	지중격리 없음	
저장, 수요이동 및 외부연계	현재 수준과 비슷한 4.7GW 양수 및 수급균형을 위해 외부와 0GW 전력망 연결	5.1GW 양수용량 및 수급균형을 위해 외부와 4 GW 전력망 연결	7.0GW 양수용량 및 외부와 7 GW 연결, 일부 수요의 이동	9.4 GW 저장, 외부와 10 GW 연결 및 상당한 규모의 수요 이동	
국내 화석연료 생산	중간	낮음	매우낮음		

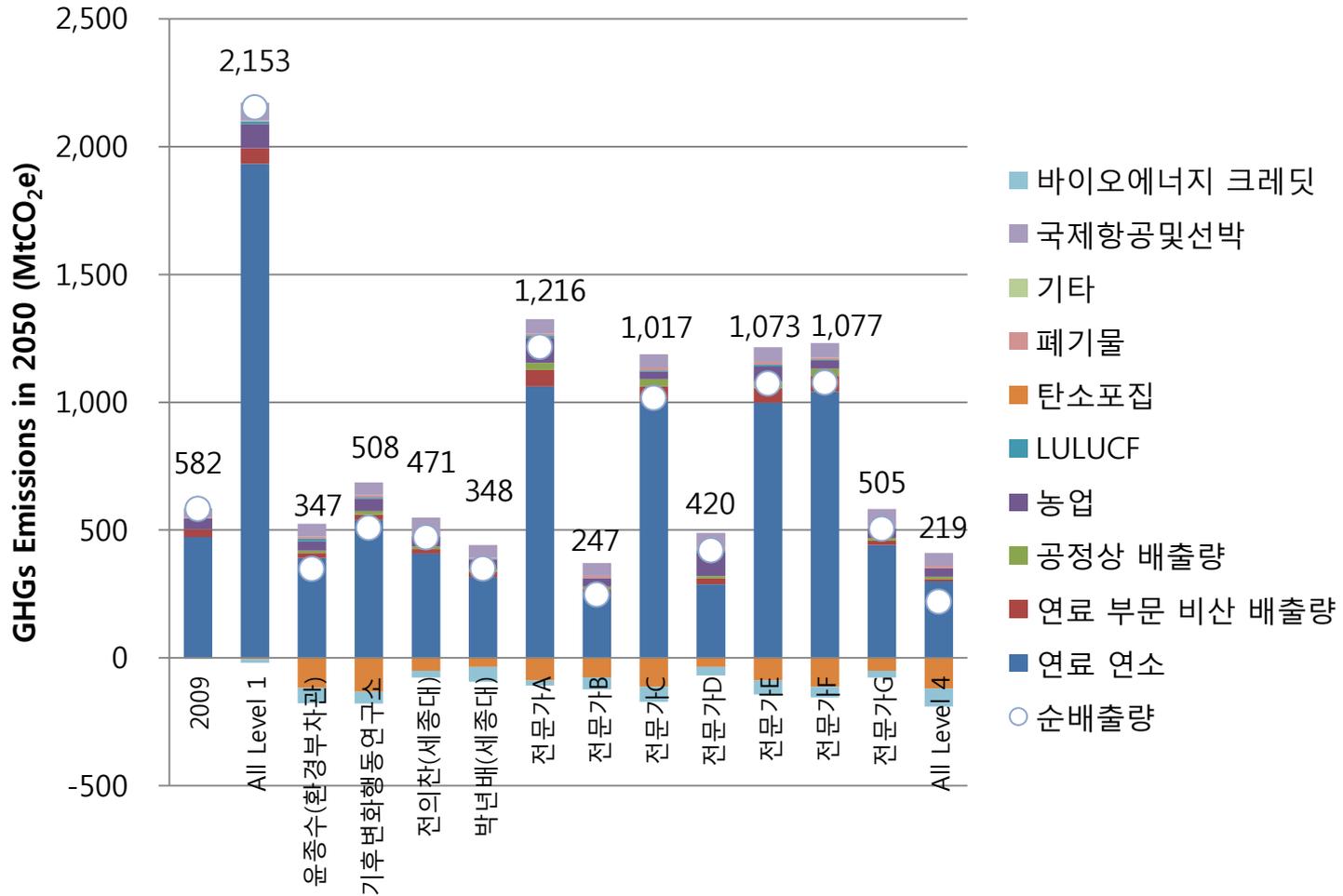
시나리오 비교 분석 : 온실가스 배출량 경로

	2009	2030	2050
인구 (만명)	4,918	5,216	4,812
1인당 GDP (2005\$, PPP)	26,460	52,244	84,147
TCO ₂ eq./인,년	11.8	7.1~19.4	5.1~25.2

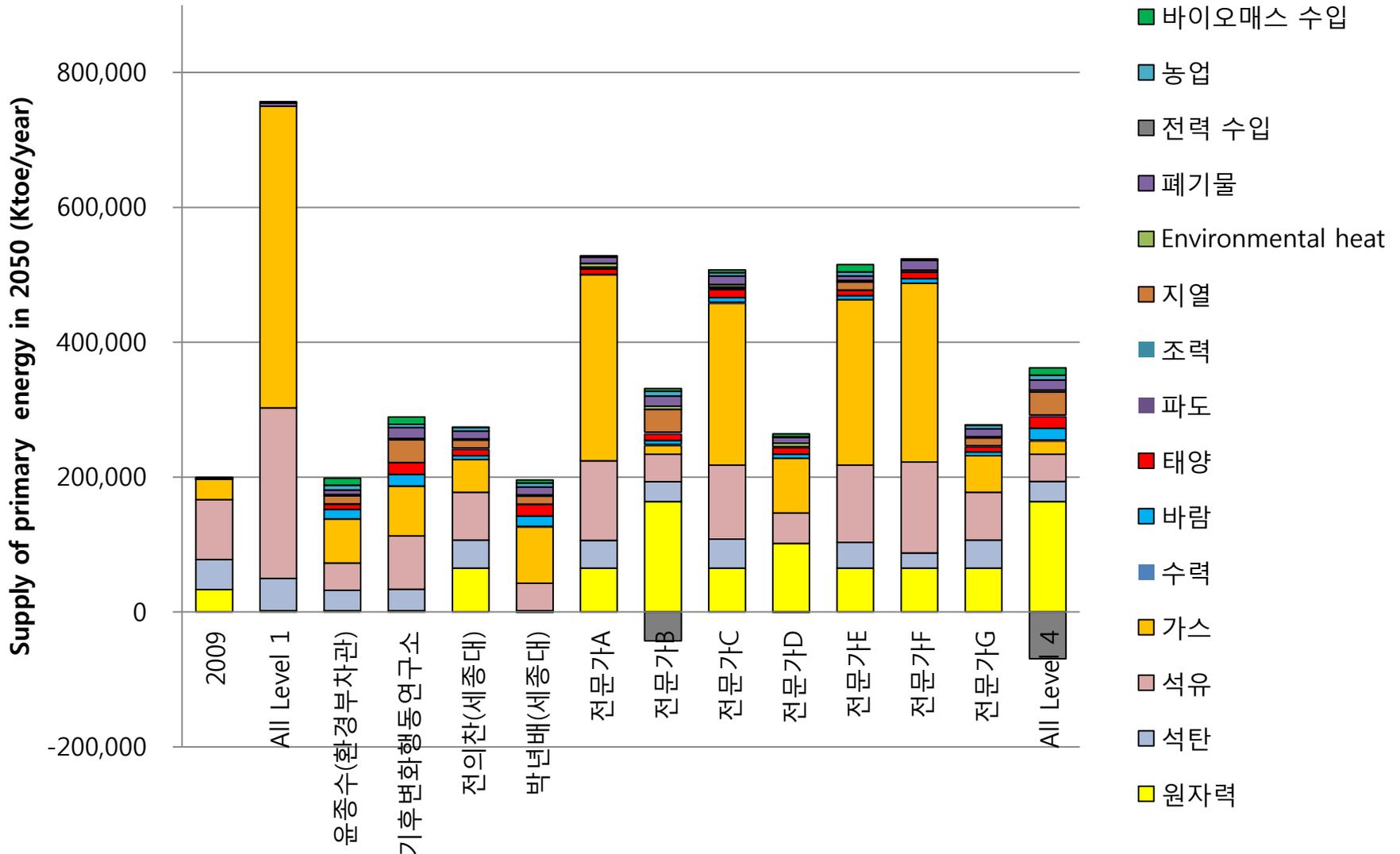


* All level 1이 BAU를 의미하지는 않음

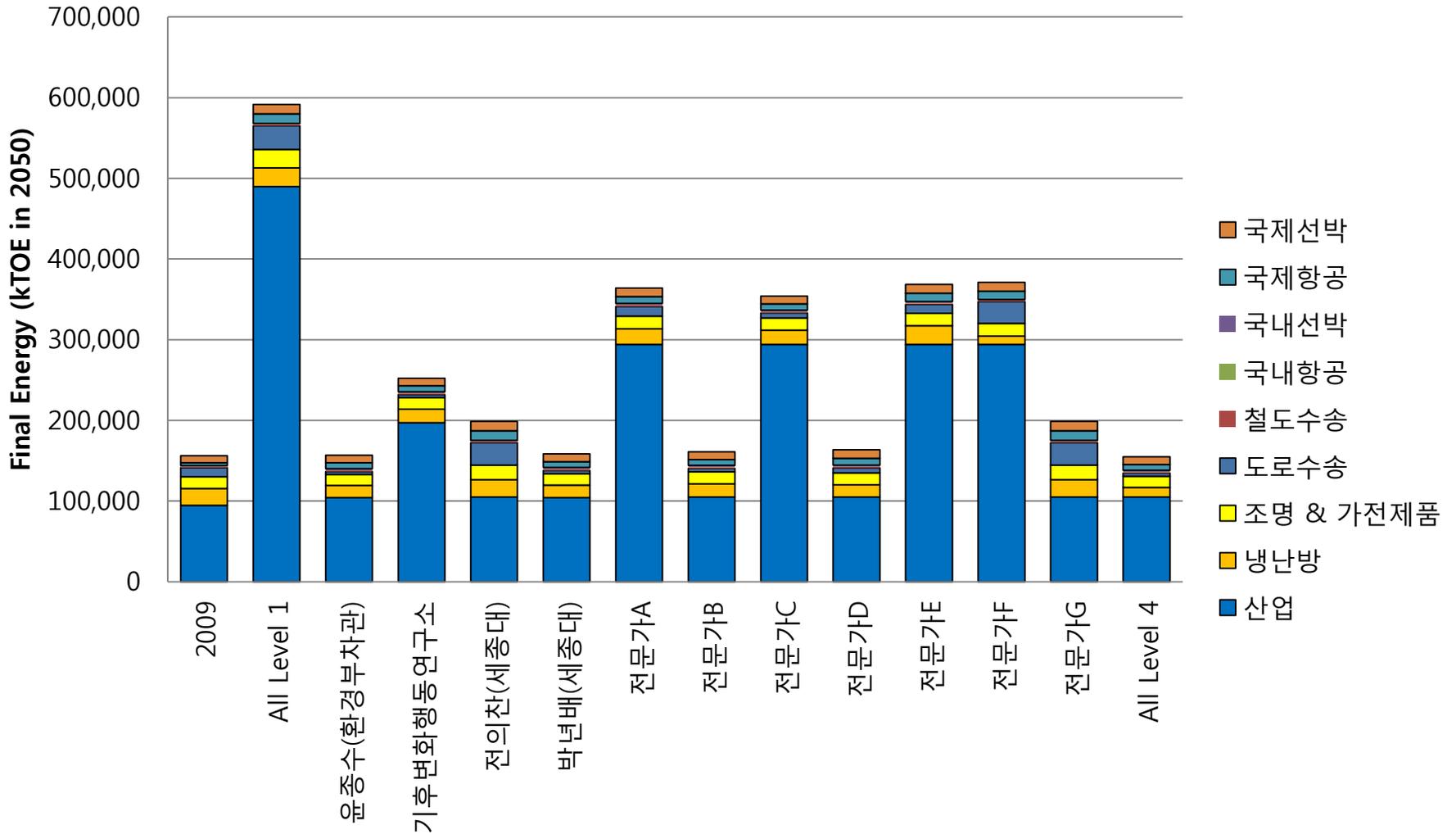
시나리오 비교 분석 : 2050년 온실가스 배출량



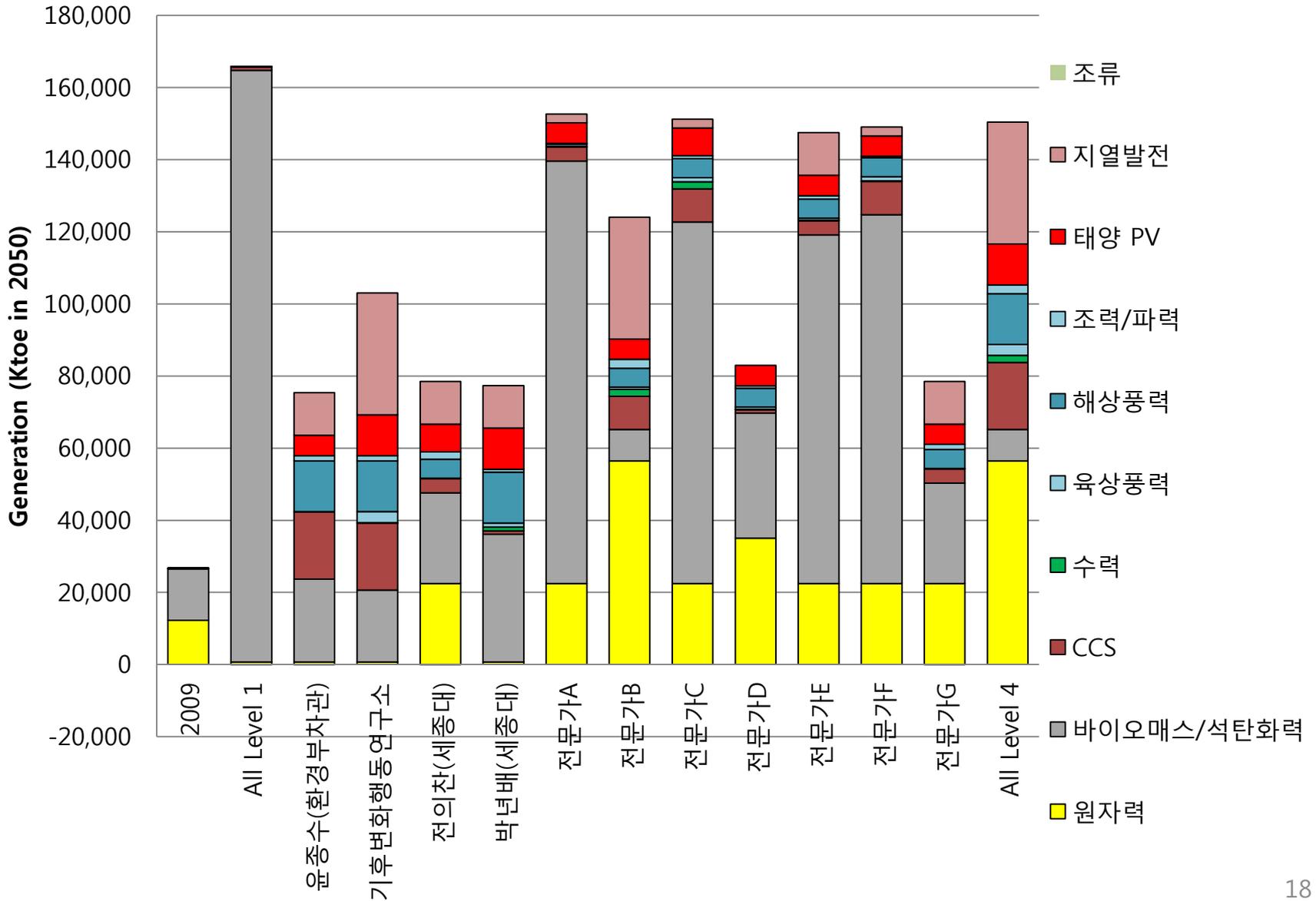
시나리오 비교 분석 : 2050년 일차에너지 공급



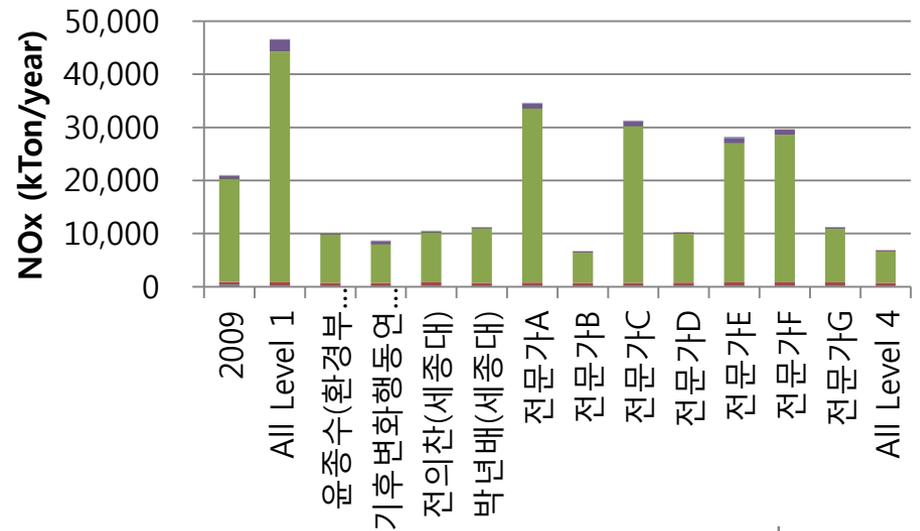
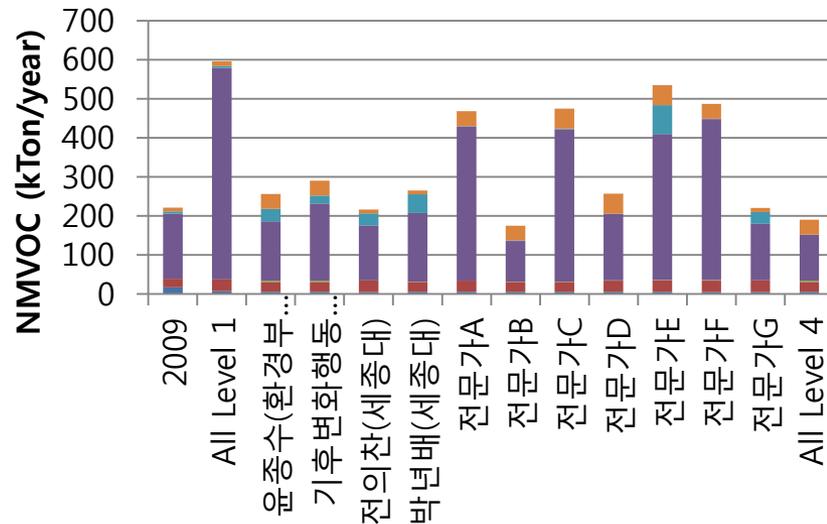
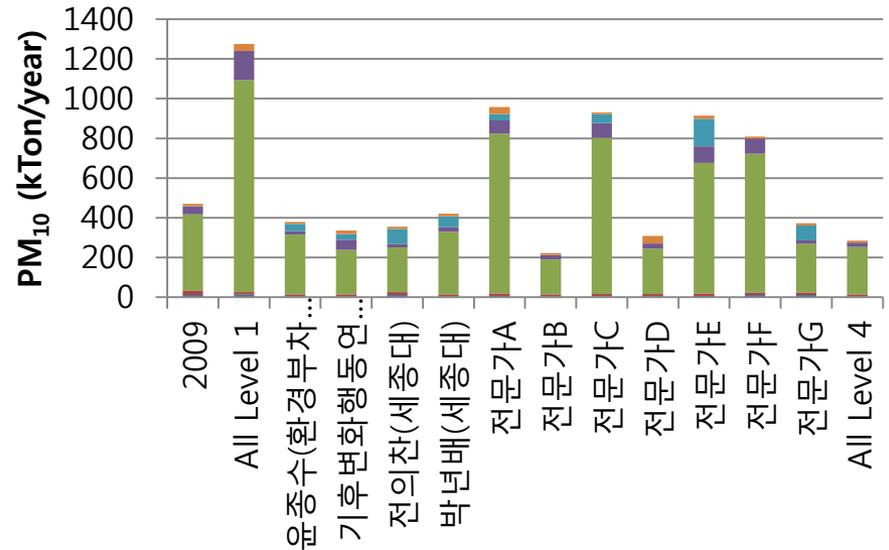
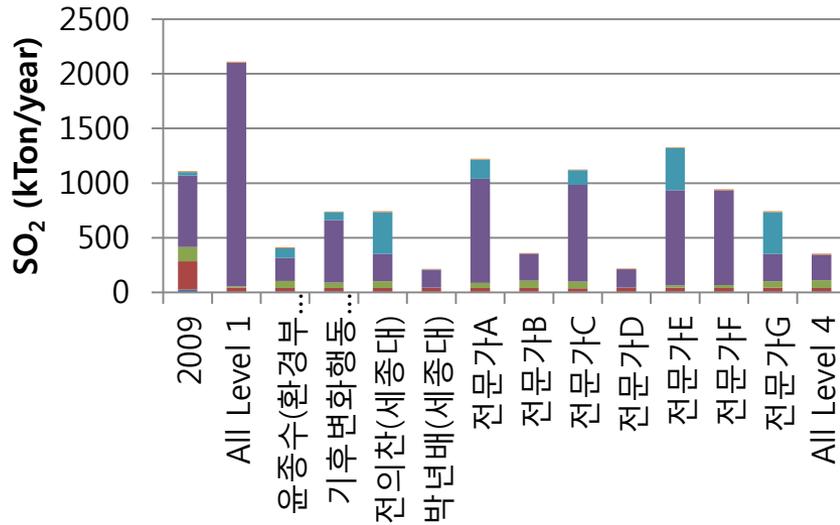
시나리오 비교 분석 : 2050년 최종에너지 수요



시나리오 비교 분석 : 2050년 전력생산량



시나리오 비교 분석 : 2050년 대기오염물질 배출



■ Transport
 ■ International Shipping
 ■ ESI
 ■ Industrial
 ■ Domestic
 ■ Rural

2050년 저탄소 경로, 핵심 메시지

- 온실가스 감축을 위한 노력을 기울이지 않을 경우, 온실가스 배출량 급격히 증가
- 1인당 온실가스 배출량을 절반 수준으로 저감하기 위해서는 수요 부문 뿐만 아니라 공급 부문 저감 노력 중요
- 산업, 건물, 교통 부문 등 수요 부문에서 최종에너지 수요는 증가하지 않더라도 전력 수요는 증대 예상
- 국가 배출량에서 산업 부문이 절반 이상 차지함에 따라, 산업 부문 온실가스 감축 노력 중요
- 발전 부문 온실가스 감축을 위해 저탄소 전력의 대규모 생산 중요. 원자력은 안전과 시민수용성, 이산화탄소포집및저장기술은 저장부지, 재생에너지는 전력계통의 안정성 문제 해소 필요
- 저탄소 사회로 전환하기 위해서는 농업, 폐기물, 공정상 배출 등 에너지 연소 이외 부문의 감축노력도 중요

감사합니다.

2050.sejong.ac.kr/page_videomnds

The screenshot shows a web page with a header banner for 'Manual & Documents' and '관련자료 다운로드'. Below the banner are two tabs: '자료 다운로드' and '> 동영상 매뉴얼'. The video player displays a presentation slide with three charts and a table. The first chart is a blue area chart showing an upward trend. The second chart is a stacked area chart with green, red, and blue layers. The third chart is a blue area chart showing a slight upward trend. The table below the charts has multiple columns and rows of data, with a yellow callout box highlighting a specific cell. The video player controls at the bottom show a progress bar at 0:28 / 4:28.

<http://2050.sejong.ac.kr>