

국토이슈리포트

제62호

2022년 4월 27일

| 발행처 | 국토연구원 www.krihs.re.kr | 발행인 | 강현수 | 주 소 | 세종특별자치시 국책연구원로 5

우리나라 2050 탄소중립 실현을 위한 국토·도시 공간정책 방향

요약

■ 삶터를 위협하는 기후변화 위기 극복을 위한 국제사회의 본격적 대응이 시행됨

- 파리협정의 본격적 시행을 앞둔 2020년, 산업화 이전 대비 지구 평균기온 상승폭을 1.5°C로 제한하기 위해 국제사회에서는 자율적 이행계획을 수립하기 시작함
- 세계 각국의 탄소중립 선언과 감축목표 상향에도 불구하고 여전히 지속적인 탄소배출이 예상되고(CAT 2022), 배출량조차 축소 집계(연합뉴스 2021)되는 등 탄소중립을 달성하기에는 아직도 미흡한 것으로 지적됨

■ 배출이 불가피한 탄소배출량 30%에 대한 탄소흡수·포집과 소비패턴 개선을 통한 탄소상쇄 수단이 중요해짐

- 탄소중립이 실현되는 2050년의 에너지 구조는 70%가 태양광과 풍력에서 기인하며 관련 기술 성숙도도 높아 누적 배출량의 기대효과가 높을 것으로 전망(IEA 2021)
- 그러나 배출이 불가피한 탄소배출량 30%를 수소에너지로 전환하거나 환원하는 기술의 성숙도는 매우 낮고, 탄소포집(CCUS)기술도 기초기술 개발수준으로 기대효과가 낮을 것으로 전망됨
- 이와 같은 이유로 수목과 토양, 해양 등과 같은 자연 탄소흡수원의 확충 및 회복 방안이 주요한 상쇄수단으로 대두됨

■ 탄소중립 구현을 위한 국토·도시 공간정책은 기후위기 속에서도 안전하고 지속 가능한 국토 성장관리의 공간적 해법이 포함되어야 함

- 기존 탄소 과소비도시의 공간적 압축과 도시기능 집약화, 전용된 토지용도의 신기능 도입 등 탄소배출 저감을 위한 도시기반 시설과 서비스 시설의 공간재편 및 지원정책 필요
- 다양한 생활기능이 집약된 압축도시와 탈탄소 에너지 생산거점 기능이 강화된 지역과의 에너지 공생체계를 구축하기 위한 도시-지역 간 탄소중립화 전략 필요
- 기후위기를 극복하는 탄소중립 국토·도시는 지속가능한 안전한 삶터 구현을 위하여 ‘자연 회귀’, ‘자원순환’, ‘에너지 자립’의 세 가지 정책 추진이 필요

강명수 LH토지주택연구원
수석연구원



1

2050 탄소중립 실현을 위한 국제사회 동향

국제사회는 파리협정 체결을 통해 기후위기 극복을 위한 자율적 노력을 약속하고, 지구온도 상승을 1.5°C 이내로 제한하기 위한 자율적 이행계획 보고를 2020년에 시행

❶ 우리나라는 제26차 유엔기후변화협약 당사국 총회(COP26) 정상회의 기조연설을 통해 2030년 국가온실 가스감축목표(NDC)를 2018년 온실가스 총 배출량 대비 40% 감축으로 표명(대한민국 정책브리핑 2021)

- 2015년 체결된 파리기후변화협약에서 지구의 평균온도 상승을 1.5°C 이내로 제한하기 위한 전 지구적 노력을 천명한 이후, 2018년 IPCC(기후변화에 관한 정부 간 협의체)가 작성한 「지구온난화 1.5°C 특별 보고서」에서 이를 뒷받침할 과학적 근거를 마련하였음
- 세계 각국은 2016년부터 자발적으로 온실가스 감축목표를 제출하였고, 2020년까지 ‘파리기후변화협약 제4조 제19항’에 근거하여 국가온실가스감축목표(Nationally Determined Contribution: NDC)를 제출하기로 합의함
- 우리나라는 2020년 10월 문재인 대통령이 국회 시정연설에서 2050 탄소중립을 선언한 데 이어 같은 해 12월 2050 장기저탄소발전전략(LEDS)과 2030 NDC를 확정함
- 2021년 2050 탄소중립위원회는 2050 탄소중립 시나리오와 2030 NDC 상향안을 의결하였는데, 기존 26.3%였던 감축목표를 2018년 온실가스 총 배출량 대비 40% 감축으로 대폭 상향함

❷ 각국의 ‘탄소중립’ 선언과 ‘상향된 NDC’ 이행 약속에도 불구하고 지구온도 1.5°C 이하 상승 제한을 위한 목표 달성에는 여전히 미흡한 수준으로 평가

- IPCC는 산업화 이전 대비 지구 평균기온 상승폭을 1.5°C 이내로 제한하려면 2030년까지 탄소 배출량을 최소 45% 이상(2010년 기준) 감축하여야 하고, 2050년에는 탄소중립을 달성하여야 한다는 청사진을 제시함(대한민국 정책브리핑 2021)
- 기후행동트랙(Climate Action Tracker: CAT)의 기후목표 제출현황 자료에 의하면 2022년 2월 현재 EU, 미국, 캐나다, 한국, 일본 등 130개 국가가 2030년까지의 NDC를 제출함
- CAT는 각국에서 제출한 NDC의 총합이 전 세계 탄소배출량의 73% 수준으로 여전히 27%의 배출량이 남아 있음을 지적(CAT 2022)하였고, 워싱턴포스트지(WP)는 각국의 온실가스 배출자료가 최대 130억 톤 이상 축소 집계되었음을 지적함(연합뉴스 2021)
- 특히 田村 堅太郎(2021)는 NDC가 지구온도 1.5°C 이하 상승 제한을 위한 목표에 못 미치고 있으며, 그 원인은 각국의 NDC 실천의지 부족과 정책기반 미흡을 지적하고 선진 국가의 정보공유 및 기술지원 필요성을 강조함

❸ COP26의 NDC 추가 상향 재검토 합의에 따른 국내 NDC 상향 재논의 검토 필요

- 2020년 제출한 NDC의 감축목표 달성에도 불구하고 2030년 배출량의 경우 2010년과 비교하여 오히려 13.7% 증가할 것으로 분석됨에 따라 COP26에서 2022년까지 보다 강화된 NDC 재검토에 합의함(문진영, 이성희 2021)
- 우리나라의 경우 2021년 NDC 제출 당시 기존 목표보다 무려 13.7% 상향된 2018년 배출량 대비 40% 감축이라는 매우 도전적인 목표를 약속한 만큼, 재논의를 위한 매우 신중한 검토가 요구됨

2

2050 에너지 발전구조 및 에너지 넷제로(NET ZERO) 로드맵

**2050년의 에너지 발전전력구조는 태양광과 풍력이 70% 청정에너지로 전환되고
30%는 탄소포집과 수소, 바이오에너지 등 탈탄소기술로 대체될 전망**

❬ 국제에너지기구(International Energy Agency: IEA)는 2050년 에너지 발전전력구조를 예측하고 2050 탄소중립 실현을 위한 에너지 넷제로(Net Zero) 로드맵을 발표(IEA 2021)

- 온실가스 배출 저감을 위한 화석연료의 에너지 전환은 태양광과 풍력 등 자연환경에 의존하는 에너지 생산기반을 구축하면서 안정화될 것으로 예상
- 현재 기초 및 실용화기술 개발이 시작되고 있는 수소 기반의 원료, 화석연료와 연계된 탄소포집·저장(CCUS), 원자력 등이 각각 10% 전후를 점할 것으로 예측
- 기온 상승의 주된 요인으로 지적되는 석탄화력발전은 2050년까지 암모니아발전 설비로 전환되고, 잔여 석탄화력발전 설비는 CCUS 기능을 부착하여 탄소배출 제로를 실현하며 CCUS 없는 석탄화력발전 설비는 2040년 이후 단계적 감축을 촉구하고 있음

❬ CCUS와 수소 기반의 기초 및 실용화기술 개발수준이 미성숙하여 당장 탄소배출 저감에 기여하기에는 한계를 가짐

- 전기화기술에 기반하는 태양광, 풍력, 전기자동차 등의 누적 배출량 저감 비중이 매우 높은 반면, 수소차 연료화기술과 시멘트·화력발전 설비의 CCUS 도입기술은 실증단계이고, 대기 중 탄소포집·저장(DACCs) 기술과 바이오에너지를 활용한 탄소흡수·저장(BACCS)기술은 기초기술 개발단계로 누적 흡·배출량 저감에 대한 기여도가 매우 낮음(有野 洋輔 2021)
- 특히, 우리나라의 주요 감축부문인 교통과 산업부문의 기술 성숙도는 2050 개발수준 대비 각각 20%와 15% 수준(田村 墾太郎 2021)으로 진단되어, 집중적 투자 지원과 기술 개발에 대한 관련 정책 추진이 요구됨
- 또한 수소 및 CCUS 기반의 기초 및 실용화기술이 중장기 감축수단으로 활용될 가능성이 있으므로, 대체부문의 단기 감축수단 발굴 등 대안적 검토가 필요함

**탄소배출 저감의 한계 극복을 위한 상쇄수단으로 탄소의 자연 흡수기능과 포집기술,
개인의 에너지 소비행태 개선 등에 주목**

❬ 2050년 잔여 탄소배출부문의 상쇄수단으로, 육지와 해양의 탄소흡수 기능, 바이오에너지와 공기 중의 탄소포집·저장 및 활용 기술이 대두됨

- 탄소흡수기술은 주로 화석연료, 석유, 가스를 사용하는 철강, 운송, 전력·산업부문에서 2050년 이후에도 부득이하게 배출되는 최소 20% 이상의 탄소배출량을 처리하기 위한 상쇄기술의 일환임(田村 墾太郎 2021)
- 상쇄기술은 기술의 성격에 따라 자연 흡수·저장기술¹⁾과 인공 포집·저장·활용기술²⁾로 구분되고, 자연 흡수·저장기술은 저장 소재의 특성에 따라 그린카본(육지탄소)과 블루카본(해양탄소)으로 세분 가능

❬ 에너지 소비패턴의 변화는 거주·이동·고용·휴식·소비 등 사회 전 분야에 깊이 관여하고 있어 개개인의 지속적 지원과 참여가 중요함

- IEA는 주택의 냉난방 온도 조절과 친환경 자동차의 선택, 카 셰어링(Car sharing)과 보행 중심의 생활 선호, 에코 드라이빙의 생활화 등 탈탄소 소비패턴의 변화에 따른 에너지 저감을 통해 2050년까지 누적 배출 저감량을 4% 수준으로 진단

1) 자연 흡수·저장기술은 육지와 해양의 토양과 바이오매스를 활용한 탄소흡수기능과 바이오매스의 에너지화 기술 등이 포함되며, 자연 탄소흡수원의 종량은 국토 토지이용과 토지이용 변화에 따라 크게 영향을 받는다는 특징을 가짐.

2) 인공 포집·저장·활용기술은 탄소가 포함된 공기에서 직접 탄소를 포집(회수)하여 저장·활용하는 기술로, 대규모 산업시설 등 에너지 소비가 큰 시설에서의 활용이 효과적임.

- 소비패턴 변화는 변화요인에 대응하는 직접적 효과를 정량적으로 도출하기는 어렵지만 올바른 시민의식 정착 및 행동 유도, 정착 수준을 진단하기 위한 모니터링 기반을 구축하고 소비자가 선택할 수 있도록 신속한 정책 기반이 마련되어야 함(田村 墾太郎 2021)

탄소중립이란? 탄소중립은 무조건적인 탄소배출 의무를 강요하는 것이 아니다. 탄소역량에 따른 책임 있는 활동을 규정한 개념이다. 결국 2050년은 탄소역량에 따른 배출권리가 중시되는 사회가 된다는 의미다.

① '탄소중립'이란 탄소의 배출과 흡수가 균형을 이루어 그 총량이 실질적으로 평형, 제로가 되는 상태를 의미함

- 이는 배출량이 많더라도 흡수량이 많다면 중립이 될 수 있다는 의미이기도 하고, 흡수량이 적다면 배출량도 적어야 한다는 의미를 가짐
- 탄소중립을 지향하는 국제사회는 국가와 지자체, 그리고 국민 개개인의 탄소저리 능력에 따른 최종 결과로 평형, 즉 중립을 인류 생존의 마지노선으로 합의한 것이고, 이에 대한 이행을 위해 개개의 책임 있는 활동을 강력하게 요구하고 있음
- 결국 미래의 탄소중립사회는 탄소흡·배출 관리역량이 새로운 경제 패러다임의 주도권을 가지게 될 것이며, 역량에 따른 탄소배출 권리가 중시되는 사회로 전환하게 될 것임

② 그렇다면, 우리는 탄소중립을 어떻게 실현할 수 있을까?

- 원칙적인 전략은 배출을 감축하여 '제로'를 만드는 전략, 혹은 흡수를 증대하여 '제로'를 만드는 전략이 있음. 두 가지 모두 이론적인 전략이며 현실의 중립전략은 '줄이고' '늘리는' 전략을 병행하는 방법임
- 초기에는 배출량을 '빠르게' '많이' 저감할 수 있는 분야에 우선 집중함과 동시에, 장기 누적효과가 기대되는 흡·배출기술의 빠른 추진전략이 효과적임. 대기 중 고농도 탄소의 효과적 감축전략과 과(過) 배출 메커니즘에 대한 전환전략이 이에 해당함
- 반면, 2050년 전후의 장기적 전략은 또 다른 접근이 필요한데, 탄소배출의 안정화가 예상되는 시점의 전략은 '지속적으로' 배출량을 '적게' 유지하는 '기술과 성능의 고도화'임. 특히 탄소를 원료로 하는 기술의 대체 재원(탄소) 활용기술을 개발하는 전략도 고려해야 할 것임

3

2050 국토·도시 탄소중립 실현을 위한 정책방향

탄소중립정책은 기후위기를 극복하고 지속가능한 국민의 삶터 확보를 위한 장기적 국토·도시 체질 개선전략이 최우선

▣ 급격한 기후변화로 인한 정주환경 위기 극복을 위한 안전하고 지속가능한 탄소중립적 국토·도시공간전략 수립이 시급

- 양적 성장을 목표로 한 지금까지의 국토·도시는 거주하는 지역(정주지역)과 소비·생산활동을 하는 지역(생활권)이 분리되어 성장한 결과, 도시활동을 위한 이용접근성의 격차가 발생하고, 이는 도시 간 높은 이동의존성과 광범위한 인프라 구축 부담을 갖는 국토공간구조로 악착됨
- 탄소중립적 국토·도시공간전략은 인구감소, 저출산·고령화, 1인 가구 증가 등 현 시기 인구·사회학적 문제와 삶터 조성, 생산활동 등 탄소소비와 관련된 미래의 기후학적 문제 해결을 목적으로 하여야 함

▣ 에너지 소비가 큰 국토·도시의 공간재편을 위한 도시 서비스 공급기준 검토 필요

- 국토·도시의 탄소중립을 위해서는 정주지역과 생활권의 통합을 고려하여 정주지역을 중심으로 도시기능이 공정하게 분배되도록 생활권 재편이 필요함
- 도시기능 분배는 도시 서비스 기능에 따라 다시 일상 생활권³⁾과 거점 생활권⁴⁾으로 구분하고 서비스 위계에 따른 다층적 연계구조로 최적화할 수 있음

3) 일상 생활권이라 함은, 주중의 일상적인 정주 및 소비 활동을 위해 이동하는 범위로 통상적으로 보행 중심의 근거리 생활권역을 지칭함.

4) 거점 생활권이라 함은, 주말과 휴가 등 문화, 레저, 쇼핑, 휴가 등 광역적 도시서비스시설 이용을 위하여 이동하는 생활범위로, 대중교통 중심으로 지역 거점시설을 이용하는 권역을 의미함.

 **② 탄소중립 관점에서 에너지 전환에 따른 토지계획적 전략이 포함된 도시지역 기능 재편을 위한 중장기적 공간계획 수립이 필요**

- 도시 집중화, 지역 쇠퇴 및 소멸화 등 도시·지역 현안과 산림과 녹지, 지역 에너지산업시설 등 탄소흡·배출 현안을 종합하여 토지용도와 토지이용 등 토지계획적 관점에서의 장기적 탄소중립전략이 수립되어야 함
- 특히 수목과 토양 등 토지이용 변화와 관련성이 높은 탄소흡수원의 관리를 위한 중장기적 국토관리가 요구되며, 이는 탄소소비가 큰 도시의 탄소회복력을 도모하는 탄소중립도시로서의 공간 재편효과도 기대됨
- 탄소중립도시는 시간 도시주의⁵⁾ 등과 같이 접근성 중심으로 도시시설을 재편·집약화하여 탄소소비를 효율화하고, 에너지와 경제기반 인적·물적 자원, 지역 간 강력한 공생관계 구축을 통해 탄소소비의 중립(상쇄)을 추구하는 전략이 필요함
- 탄소중립도시의 정주 형태는 ① 문화, 교통 등 다양한 도시기능 집약화에 따른 직주 근접과 보행 중심의 생활권이 형성되는 도심형 거주와, ② 녹지, 친환경 교통 등 자연성이 큰 지역 잠재력을 최대 활용한 탄소흡수원 확충 및 신재생에너지 생산거점 형성, 무탄소 교통중심의 생활권이 형성되는 자연 회귀형⁶⁾ 거주가 있음

2050년 국토·도시 공간구조는 생활기능을 중심으로 집약된 압축도시와 탈탄소 에너지 거점으로 역할이 강화된 지역과의 강력한 네트워크로 연결된 공생구조 구축

 **③ 도시공간의 압축과 도시기능의 집약화를 통한 탄소저감도시 구현**

- 기존 도시의 건물과 수송, 폐기물 등 일회성 분산식 소비방식에서 에너지 단위 소비효율을 고려한 다회성 (多回性) 집중식(공유형) 소비방식으로의 공간과 생활패턴 전환이 필요함
- 도시이동수단의 탄소배출 감축을 위하여 보행 범위 내 직주근접 공간개편을 통한 직장-주거 연계전략이 필요
- 에너지 소비의 단위효율 극대화를 위하여 다양한 도시기능을 종합된 형태로 기능을 복합화한 도시공간의 집약화 전략 필요
- 지속 가능한 도시 성장관리를 위하여 토지용도의 입체적 압축활용전략을 통한 탄소중립적 토지이용계획 수립이 필요
- 도심과 교외의 무정차 이동수단을 통한 물류 및 수송의 저탄소화를 실현하여야 함
- 기존 도시공간과 기능의 재편으로 만들어지는 도심의 유휴지를 탄소흡수원으로 환원하는 토지이용계획 수립이 중요함

 **④ 농산어촌의 지역 재생에너지 생산 잠재력과 탄소흡수원 관리를 통한 국토의 탄소중립 구현**

- 우수한 자연여건을 활용한 재생에너지 생산시설 집약화로 지역 에너지 생산거점을 구축하고, 도시와 기능적 네트워크를 구축하여 지역 간 탄소중립계획 수립이 필요함
- 지역의 수목과 토양 등 풍부한 자원을 탄소흡수원으로 자원화하고 탄소흡수·저장량의 확충 및 관리방안 발굴로 국가적 차원에서 탄소상쇄 역량을 제고하여야 함
- 이와 같은 지역의 탈탄소 사업은 그간 소외된 지역에 탄소관련 신사업과 일자리 창출, 신경제활동 등에 따른 지역경제 활성화로 국토균형발전 효과가 기대됨

5) 시간도시주의는 '1분 도시'에서 '45분 도시'에 이르기까지 다양한 이름을 가지고 세상에 등장하고 있음. 그 도시들은 살고 있는 집을 중심으로 멀리 이동하지 않아도 가까운 곳에서 기본 생활이 가능함. 먹고, 자고, 쉬고, 놀 수 있으며 일하기도 가능함. 멀리 몸을 움직이지 않아도 살 수 있기 때문에 자동차 이용을 줄일 수 있어서 건강한 환경을 가꾸는 데도 도움을 줌. 이와 같이 다양한 도시생활 서비스가 집 가까운 곳에 잘 만들어져 삶의 질이 높은 도시를 사람들은 '크로노피아(Chronopia)'라고 부르기도 함(박상필 2022).

6) '자연회귀형'이라 함은, '전원' 또는 '지역'으로 비도시지역의 거주를 의미함. 양호한 자연환경의 이점을 최대한 향유하며 친환경적 생활양식으로의 회귀를 통한 탄소흡수기반이 강력한 거주형태임.

기후위기를 극복하는 탄소중립 국토·도시는 지속가능한 안전한 삶터 구현을 위해 ‘자연 회귀’, ‘자원순환’, ‘에너지 자립’의 세 가지 정책 추진이 필요

▣ 무분별한 개발로 잃어버린 자연치유력 제고를 위한 도시의 생태기반 강화정책

- 이미 자연을 훼손하면서 조성된 도시지역의 경우, 수목과 토양 등 탄소흡수량 확충사업, 고사목과 유기물 등 탄소흡수능력 제고사업 등과 같은 자연성 회복을 위한 도시 탄소흡수원 기본계획 수립 및 관련 기술개발 지원이 중요
- 반면 관리가치가 높아지고 있는 비도시지역의 경우, 신규 사업 등에 의한 토지이용 변화 영향을 고려하여 일정 기간 내에 탄소중립을 목표로 하는 최소 탄소흡수원 확보기준을 사업계획 단계에서 검토하여 전용지역의 탄소회복탄력성을 확보하는 방안이 강구되어야 함

▣ 책임 있는 소비와 낭비 없는 도시의 자원순환정책

- 육류식단 개선, 잔반 줄이기 운동, 바이오매스 자원화 방안, 일회용품 사용규제 등 자원의 소비 절약 및 생산량 감소를 유도하는 기준 정책 강화
- 폐기 처리량 증가 및 중간자원재 활용기술 부재 등 폐기물 처리의 탄소배출 감축을 위하여 폐기물 중간처리기술 개발을 통한 재자원화기술 및 지원정책 추진이 필요함
- 장기적이고 지속적인 탄소의 흡수-저장 특성을 고려하여 목재 생산-공급계획, 목재품과 건축 외내장재 등 목재품 소비 확대정책, 목자재 가공기술 개발과 지원제도 개선을 통한 목재탄소순환체계를 구축하여야 함

▣ 자연 기반의 탈탄소 에너지 전환을 통한 건물과 도시의 에너지 자립정책

- 주거, 상업, 공업 등 건물용도별 에너지 자립이 가능한 건축물계획의 대전환 필요
- 지금까지의 건축물 구조와 재료의 범위를 넘어 태양광, 풍력, 지열, 수열, 그리고 연료전지 등 자연 에너지 시설과 일체화되는 에너지 자립형 탈탄소 모델 개발 및 표준화 작업 필요
- 조명의 LED, 냉난방과 열 공급의 전기화 등 시설 전환을 포함한 건물 에너지 소비의 효율화를 제고하기 위한 현행 건축물의 평면과 층고, 입면 등 새로운 건축평면 개발이 필요함
- 또한 옥상과 벽면 녹화, 목조와 외벽 목재 마감, 자연환기 등 적응 수단을 통한 에너지 자립 효과에 대한 검토와 정책화 방안의 지속적 논의가 필요함

▣ 참고문헌

- 그린피스. 2021. COP26의 성과와 과제, 11월 26일. <https://www.greenpeace.org/korea/update/20482/blog-ce-blog-ce-after-cop26-webinar/> (2022년 4월 20일 검색).
- 대한민국 정책브리핑. 2021. 정책위기 2050탄소중립, 11월 8일. <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148881562#L3> (2022년 4월 20일 검색).
- 문진영, 이성희. 2021. 2021년 유엔기후변화협약 당사국 총회(COP26) 논의 및 시사점. KIEP 오늘의 세계 경제 21, no.21. 세종: 대외 경제정책연구원.
- 박상필. 2022. 부산형 15분도시구상. 부산: 부산연구원.
- 아시아경제. 2021. 숙제 못 끝낸 COP26...결국 NDC 마감시한 1년 연장으로 가닥, 11월 12일. <https://view.asiae.co.kr/article/2021111210154918910> (2022년 4월 20일 검색).
- 연합뉴스. 2021. COP26 감축목표 근본 오류... 각국 배출자료 상당수 축소, 11월 9일. <https://www.yna.co.kr/view/AKR20211109004100071> (2022년 4월 20일 검색).
- 有野 洋輔. 2021. IEA(国際エネルギー機関)による 2050年ネットゼロに向けたロードマップの解説. 公益財団法人地球環境戦略研究機関(IGES). <https://www.iges.or.jp/jp/pub/iea-2050netzero/ja> (2022년 4월 20일 검색).
- 田村 増太郎. 2021. COP26直前 炭素中立に向けた世界の動向. 公益財団法人地球環境戦略研究機関(IGES). <https://iges.or.jp/events/20211021> (2022년 4월 20일 검색).
- Climate Action Tracker. 2022. CLIMATE TARGETS Status of the NDC update process. <https://climateactiontracker.org/climate-target-update-tracker> (2022년 2월 7일 검색).
- IEA. 2021. Net Zero by 2050, A Roadmap for the Global Energy Sector. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050> (2022년 4월 20일 검색).