IC-PBL 보고서 (2022년)

시장 메커니즘
(Market Mechanism)

2022. 12.

과 목 명: 기후변화협상전략

담당교수: 노동운

작 성 자: 김병호, 김진환

목 차

Chapter 1. 파리협정 제6조: 시장 메커니즘 ····· 3

1.1 교토의정서 (1977)와 파리협정 (2015) ····· 3

2.1 파리협정 제6조 ····· 4

1.3 파리협정 제6조 시범사업 ····· 8

Chapter 2. 청정 개발 체제 (Clean Development Mechanism) ····· 10

2.1 국외 CDM 사례 ····· 10

2.2 국내 기업 해외참가 CDM 사례 ····· 11

2.3 국내 CDM 사업 외부사업 승인 현황 ····· 12

Chapter 3. 양자 간 신용 제도 (Joint Crediting Mechanism) ····· 13

3.1 제도의 목적 ····· 13

3.2 일본의 JCM ····· 13

Chapter 4. 우리나라의 대응 방향성 및 활용 가능 방안 제시 ····· 15

4.1 우리나라의 대응 방향성 ····· 15

4.2 활용 가능 방안 제시 ····· 15

Chapter 1. 파리협정 제6조: 시장 메커니즘

1.1 교토의정서 (1977)와 파리협정 (2015)

1) 교토의정서와 파리협정 간의 차이점

□ 파리협정은 선진국과 개발도상국을 구분한 이원화 시스템이 아닌 하나의 시스템으로 보는 성격을 지닌다.

→ 교토의정서는 선진국과 개발도상국의 의미를 구분하였다.

→ 파리협정에서는 NDC (Nationally Determined Contribution)를 도입하면서 개발도상국에 과도한 법적 의무를 부여하지 않으며, 선진국과 개발도상국의 의무를 차등적으로 부여하였다.

□ 파리협정은 기후변화 적응, 재정지원, 기술 이전 등의 내용을 포괄적으로 규정하고 있다.

→ 교토의정서는 교토 메커니즘이라 불리는 시장 메커니즘에 3입각한 세 가지 조치인 공동이행제도 (JI), 청정개발체제 (Clean Development Mechanism, CDM), 배출권거래제 (Emission Trading Scheme, ETS)를 시행 중이다.

→ 파리협정에서는 기후변화 적응, 재원지원, 기술이전 등의 내용을 포괄적으로 규정하고 있다.

□ 교토의정서는 각 국가가 감축해야 할 분량을 협상을 통해 결정하는 하향식 접근 방식을 채택하였으나, 파리협정은 개별 국가들이 자발적으로 자국의 감축목표를 설정하는 상향식 접근 방식을 채택하였다.

2) 파리협정의 협상 과정과 내용

□ 파리협정은 기후변화에 대한 역사적 책임과 의무에 있어 선진국과 개발도상국의 입장 차이가 존재하여, 국가들의 다양한 입장차를 포괄하는 형태로 합의되었다.

→ 교토의정서에서 개발도상국은 감축의무가 발생하지 않아 효과적 대응이 어려웠다는 점을 고려하여 모든 국가에 감축의무를 부여하였다.

→ 개발도상국을 포괄하는 단일한 형태의 체제를 구성하기 위해 협정문 내용에 기술이전과 재정마련 등 개발도상국을 지원할 수 있는 장치를 마련하였다.

1.2 파리협정 제6조

1) 제6조 근거

□ 기후변화 관점에서 탄소 배출은 배출원의 지역을 불문하고 기후변화에 미치는 영향은 동일하다는 관점을 가진다.

→ 개별 국가가 직면하는 탄소배출 한계감축비용은 상이하기 때문에 전지구 대상 탄소시장이 존재한다면 시장 메커니즘을 활용해 전세계적인 수준의 탄소 감축 비용을 낮출 수 있다 (Mani et al., 2018).

→ 국제 배출권거래협회 (International Emissions Trading Association, IETA)가 모델링(modeling)을 통해 산출된 결과에 의하면 파리협정 제6조의 거래 방식을 통해 국가들의 협력을 통해 2030년경 NDC 달성을 위한 비용을 절반으로 줄일 수 있다는 연구 결과가 발표 되었다 (Edmonds et al., 2019).

2) 관련 쟁점

□ 파리협정은 제6조에 시장 메커니즘에 관한 내용을 담아 각 국가들이 감축, 적응 등에 대한 실적을 탄소사장에서 거래하는 것을 인정하여 개별 국가의 NDC 달성과 높은 수준의 기후변화 대응을 유도하고자 한다.

→ 개별 국가가 직면하는 탄소배출 한계감축비용은 상이하기 때문에 전 지구를 대상으로 시행되는 탄소시장 메커니즘을 활용하여 탄소감축 비용을 감소시키는 동시에 더욱 높은 수준의 감축량을 달성할 수 있다.

→ 선진국 및 개발도상국 구분 없이, 모두 법적의무를 가지는 체제로써 이중계산을 방지해야 한다.

□ 감축비용을 낮춰 궁극적으로 온실가스 감축 수준을 높이는 파리협정 제6조의 시장 메커니즘 도입 취지를 살리기 위해 환경건전성의 문제가 점점 중요해지고 있는 실정이다.

→ 환경건전성이란 시장 메커니즘을 활용한 결과로써, 전 지구적 온실가스 배출이 시장 메커니즘을 이용하지 않을 때 예상되는 온실가스 배출보다 높지 않아야 한다는 것을 의미한다.

→ 환경건전성 제고를 위해 국제적으로 통일된 회계 프레임 구축, 국가적으로 NDC 타겟 (target)의 과감한 설정, 개별 기업 차원에서는 사업의 베이스라인 (base-line)을 올바로 설정하려는 자세가 요구된다.

3) 주요 내용

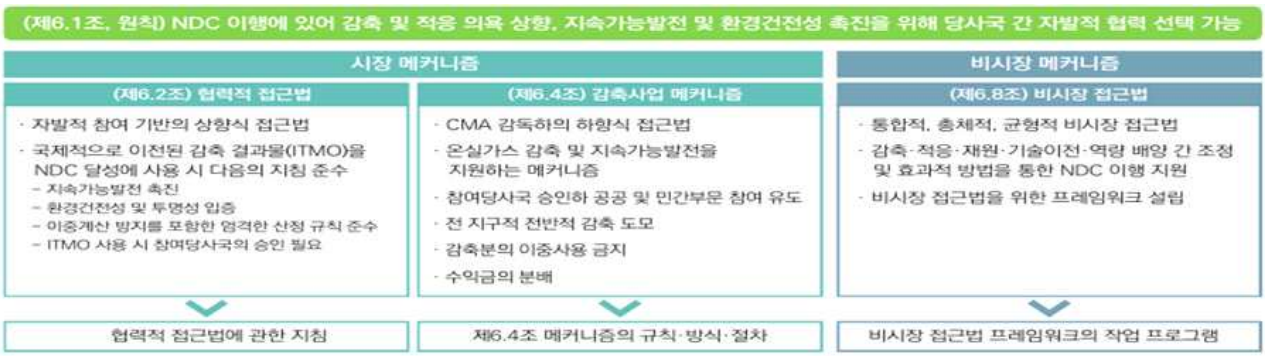


그림 1. 파리협정 제6조의 구조와 이행규칙 개발 사항 (환경부, 2019)

4) 제6조 제1항

□ 당사자는 일부 당사자가 완화 및 적응 행동을 행할 때 보다 높은 수준의 의욕을 갖을 수 있도록 가능하게 하며 지속가능한 발전과 환경건전성을 촉진하기 위하여, 국가별 정기적 이행에서 자발적 협력 추구를 선택하는 것을 인정한다.

→ 제1항은 제6조 전체 활용에 대한 기본 원칙을 규정하고 있다.

→ 파리협정 및 NDC 이행을 위한 자발적 협력의 일반적인 개념과 기존의 모든 협력, 미래에 나타날 수 있는 다른 협력에 관해 다루고 있다.

→ 당사국의 인정 (recognize)은 파리협정의 분권화와 상향식 (bottom up) 성격을 강화시키고 있다.

→ NDC 이행에서의 활용은 감축에 대한 높은 열망 (higher ambition)을 가지고 임해야 하며, 지속가능한 발전과 환경적 건전성을 촉진해야 함을 밝히고 있다.

5) 제6조 제2항

□ 국가결정 기여를 위해 당사자가 국제적으로 이전된 완화 성과의 사용을 수반하는 협력적 접근에 자발적으로 참여하는 경우, 당사자는 지속가능한 발전을 촉진하고 거버넌스 (governance) 등에서 환경건전성과 투명성을 보장하며, 본 협정의 당사자 회의 역할을 맡는 당사자 총회가 채택하는 지침에 따라, 이중계산 방지를 위한 엄격한 계산을 적용한다.

6) 제6조 제3항

□ 본 협정에 따라 국가결정 기여를 달성하기 위해 국제적으로 이전된 완화 성과는 자발적으로 사용되며, 참여하는 당사자에 의하여 승인된다.

→ 국제적으로 양도되는 감축결과 (internationally transferred mitigation outcomes, ITMO)를 당사국들이 자발적으로 NDC 달성에 이용할 수 있는 협력적 접근법 (cooperative approaches)에 대한 조항이다.

→ ITMO의 제한이 존재하지 않기 때문에 메커니즘, 절차, 프로토콜 (protocol) 등에서 발생할 수 있는 감축결과로 해석되고 있지만, 감축결과의 이중 계산 방지 등의 회계 및 기준 준수를 확인할 수 있는 거버넌스의 존재를 명시하고 있다.

→ 회계는 당사국 총회의 지침을 준수해야 할 필요를 언급하고 있지만, 당사국 총회의 권한 하에서 메커니즘, 절차, 프로토콜 등이 운영되는 것은 아니다. 또한, 감축결과의 '국제적'이전에만 국한시킨다. 따라서 JCM, REDD+ 등의 결과물 또한 ITMO로 인정될 가능성이 존재한다.

→ 당사국이 원하는 경우 국제 탄소시장을 창출할 능력을 제공하고 있지만, '시장'이라는 단어는 사용하고 있지 않다. 이는 ITMOs가 감축결과에서 나타난 개념으로써, '크레딧', '허용권' 등의 표현과는 다른 의미를 부여하기 위한 용어를 선택한 것으로 보여 진다. 혹은 제8-9항의 비시장 접근을 위한 중립적인 표현으로 사용되었다고 해석되기도 한다.

7) 제6조 제4항

□ 당사자가 자발적으로 사용할 수 있도록 온실가스 배출 완화에 기여하고, 지속 가능한 발전을 지원하는 메커니즘을 이 협정의 당사자회의 역할을 하는 당사자총회의 권한과 지침에 따라 설립한다. 이 메커니즘은 이 협정의 당사자회의 역할을 하는 당사자 총회가 지정한 기구의 감독을 받아야 하며, 다음을 목표로 한다.

(1) 지속가능한 발전 증진 및 온실가스 배출의 완화 촉진

(2) 당사자가 허가한 공공 및 민간 실체가 온실가스 배출 완화에 참여하도록 유인 제공 및 촉진

(3) 유치당사자 국내에서의 배출 수준 하락에 기여하며, 유치당사자는 배출 감축으로 이어질 완화 활동으로부터 이익을 얻고 이러한 배출 감축은 다른 당사자가 자산의 국가결정기여를 이행하는 데에도 사용됨

(4) 전 지구적 배출의 전반적 완화 달성

8) 제6조 제5항

□ 제4항에 언급된 메커니즘으로부터 발생하는 배출 감축을 다른 당사자가 자신의 국가결정기여 달성을 증명하는 데 사용하는 경우, 그러한 배출 감축은 유치당사자의 국가결정기여 달성을 증명하는 데 사용되지 아니한다.

→ SDM (Mechanism to contribute to mitigation and support sustainable development)은 교토의정서의 CDM (Clean Development Mechanism)과 비교되어 언급되는 메커니즘이다. 당사국 총회의 관리, 지휘, 권한, 인가 하에서 작동되며, 당사국의 승인을 받은 경우 민간단체, 공공 부문이 주체로 포함될 수 있다.

→ 국제 배출의 전반적 감축을 목표로 하는 점에서 (deliver an overall mitigation in global emissions) SDM이 CDM을 넘어선다고 평가되어 지기도 한다.

9) 제6조 제8항

□ 당사자는 지속가능한 발전과 빈곤퇴치의 맥락에서, 특히 완화, 적응, 금융, 기술이전 및 역량배양 등을 통해 적절히 조율되고 효과적인 방식으로 국가결정기여의 이행을 지원하기 위해 당사자가 이용 가능한 통합적이고, 전체적이며, 균형적인 비시장 접근의 중요성을 인식한다. 이러한 접근은 다음과 같은 목표를 가진다.

(1) 완화 및 적응 의욕 촉진

(2) 국가결정기여 이행에 공공 및 민간 부문의 참여 강화

(3) 여러 기제 및 관련 제도적 장치 전반에서 조정의 기회를 마련

→ 비시장 (Framework for non-market approaches)에 대한 조항이다.

→ 완화, 적응, 금융, 기술이전 등 다른 영역과의 시너지 창출 및 향후 논의에 따라 활용 가능성이 확장될 수 있는 메커니즘으로 평가된다.

1.3 파리협정 제6조 시범사업

□ 스위스 등 일부 국가는 산호세 (San Jose) 원칙을 기반으로 파리협정 제2항 시범사업을 추진 중이다.

□ 제6조 시범사업은 공동의 규칙이 부재한 가운데 기획 및 수행되고 있기 때문에 사업별 형태와 방식 등이 상이하지만 Greiner, S. et al.(2019)는 시범사업을 다음과 같이 4가지 이니셔티브 (initiative) 유형으로 구분하여 제시하고 있다.

유형	특징	예시
A. 제6조 시범사업으로서의 이니셔티브	- 파리협정 제6조를 염두에 두고 기획됨 - 대부분의 경우 6.2조 하의 협력 또는 6.4조와의 연계까지 고려한 'instrument neutral' 의 형태를 취함 - 대부분이 구상 단계에 있으나 이행단계 진입의 가능성을 내포함	- AfDB Adaptation Benefits Mechanism(ABM) - SEA Virtual Pilots - KliK Foundation Pilots(Senegal) - NEFCO Pilots
B. 파리협정 이전에 형성된 이니셔티브	- 파리협정 이전에 이미 시행중이던 이니셔티브 - 6.2조 하의 협력사업으로 전환할 가능성이 있음	- Joint Crediting Mechanism (JCM) - EU ETS
C. 탄소가격제 준비 차원의 이니셔티브	- 탄소가격 메커니즘에 필요한 시장 형성 및 제도 마련과 연계 - 다자금융 및 지역적 이니셔티브가 주를 이룸	- WB Warehouse Facility - WB Transformative Carbon Asset Facility(TCAF) - REDD+ - ADB Article 6 Support Facility
D. UNFCCC 외의 국제 탄소시장 이니셔티브	- UNFCCC 외의 조직에 의해 자발적으로 형성된 탄소 시장 레짐	- ICAO CORSIA - Gold Standard - Verra (VCS)

그림 2. 제6조 시범사업 이니셔티브의 구분 (Greiner, s. et al., 2019)

1) 아프리카개발은행: ABM 사업

□ 아프리카 지역은 감축보다 적응이 중요하지만, 국제적으로 절대적으로 부족한 적응사업에 대한 투자모델 확립과 파리협정 제6조 제8항의 비시장 메커니즘과 연계한 메커니즘 수립을 목표로 2019년도에 시작되었다.

□ ABM이 제시하는 주요 사업 유형에는 클린쿠킹, 물과 위생, 태양열을 이용한 관개, 미니그리드, 지속가능한 코코아생산 등이 있다.

2) 스웨덴 에너지청: 가상시범사업

□ 파리협정 제6조를 염두에 두고 가상의 시범사업 모델을 구축하여 제6조가 확정된 이후 실제 사업으로 연계하는 것을 목표로 한다.

□ 사업공모를 통해 2020년 초 7개 국가를 대상으로 9개의 가상시범사업이 선정되었다.

유치국	사업명	유치국	사업명
콜롬비아	넷제로 에너지 빌딩	케냐	지열 발전
	산업폐수 신재생에너지	몽골	지열원 열펌프
	교외지역 소형 태양광	필리핀	고효율 냉매를 활용한 냉방기술
칠레	신재생에너지 확산 방안	인도네시아	폐기물을 활용한 바이오가스
나이지리아	신재생에너지 미니 그리드		

그림 3. 스웨덴 에너지청 가상시범사업

→ 그 중에서도 콜롬비아의 '넷제로 에너지 빌딩'과 몽골의 '지열원 열펌프' 가상 시범사업은 각 사업의 개요, 방법론 적용을 통한 베이스라인 시나리오 및 감축효과 산출, 적용 기술, 사업 모델 등에 대해 비교적 구체적으로 제시되어 있다.

3) 스위스: Klik Foundation Pilots

□ 스위스 석유협회가 상쇄 의무 이행을 위해 2012년도에 설립한 Klik Foundation은 2022-2030년 사이 해외감축사업을 통해 35백만톤의 실적 확보가 계획 되어졌다.

□ 2019-2021년 사이 모집하여 5개 국가를 대상으로 8개 사업이 선정되었다.

유치국	사업명	유치국	사업명
페루	중소기업 에너지 효율개선	가나	청정에너지
	고효율 스토브	멕시코	축산분뇨 바이오가스 에너지
세네갈	바이오 소화가스	모로코	유기성 폐기물 바이오가스 에너지
	통합 폐기물 관리		에너지 효율

그림 4. 스위스 (Kilk Foundation Pilots) 시범사업

Chapter 2. 청정 개발 체제
(Clean Development Mechanism)

□ CDM 사업은 교토의정서 제12조에 규정되어 있다.

□ 동 조항 2항에 규정되어 있는 CDM사업의 주요목적은 개발도상국의 지속가능한 개발을 돕는 동시에 부속서 Ⅰ국가(선진국)의 온실가스 감축의무를 비용효과적으로 달성하는데 기여함으로써 기후변화협약의 궁극적인 목적을 달성하는데 있다고 규정하고 있다.

1. 국외 CDM 사례

연번	프로젝트명	등록일자	공동참여국	온실가스 저감분 ($MTCO_2e$)
1	Energy Efficiency Improvement Project at a Beer Brewery	2007.04.07.	일본	3,338
2	Xekaman 3 Hydropower Project	2011.12.21.	스위스, 베트남	499,481
3	Nam Lik 1-2 Hydropower Project	2012.05.04.	독일	207,512
4	Xeset II Hydropower Project	2012.05.30.	스위스	155,983
5	TBEC LIG Biogas Project	2012.11.16.	스웨덴	37,120
6	Nam Ngum 5 Hydropower Project	2012.12.22.	태국, 네덜란드	248,501
7	Nam Sim Hydropower Project, Huapanh Province	2013.01.17.	스웨덴	17,995
8	Nam Ngiep 3A Hydropower Project	2014.01.30.	스웨덴	85,604
9	Xenamnoy 1 Hydropower Project	2014.02.21.	스위스	47,558
10	Xe Namnoy 2 - Xe Katam 1 Hydropower Project	2014.03.24.	스위스	46,438
11	Nam Long Hydropower project	2014.09.30.	독일, 영국	24035
12	Nam Lik 1 Hydropower Project	2014.11.20.	-	122,145
13	Nam Sana Hydropower Project	2014.12.31.	영국	25,335
14	Rubber Based Agro-forestry System for Sustainable Development and Poverty Reduction	2015.06.18.	-	36,916
15	Nam Samoy Hydropower Project	2015.07.23.	스위스	15,666
16	Xenamnoy-6 Hydropower project	2015.07.23.	스위스	15,107
17	Nam Pha Gnai Hydropower Project	2015.12.31.	스위스	62,184
18	Nam Nga 2 Hydropower Project	2016.05.11.	스위스	35,019
19	Nam Ngiep II Hydropower Project	2017.02.09.	-	387,174
20	Nam Hinboun Hydropower Project	2017.05.23.	-	86,851
21	Nam Sor Hydropower Project	2017.06.15.	스위스	10,630
22	Nam Mang 1 Hydropower Project	2017.08.17.	네덜란드	125,775
23	Nam Ngao Hydropower Project	2017.12.27.	스위스	45,375
24	Nam Kap Hydropower Project	2019.05.27	스위스	30,252

그림 5. 라오스 청정 개발 체제 프로젝트 등록 현황

2.2 국내 기업 해외참가 CDM 사례

□ UNFCCC에 등록된 해외 CDM 사업 중 한국 기업이 사업 참여자로 추진된 사업은 총 20건이다.

연번	등록일	사업명	추진국가
1	2012.04.24	(PA) Datang Kazuo Shuangmiao Wind Farm*	중국
2	2012.12.07	(PA) Alu Kergin Q Balaqrude Wind Farm 45MW Wind Power Project*	중국
3	2012.11.26	(PA) Beipiao Xiaotazi Wind Farm Project*	중국
4	2012.12.24	(PA) Patrind Hydropower Project*	파키스탄
5	2012.12.27	(PA) Broadlands Hydropower Project	스리랑카
6	2013.12.23	(PA) Biogas Recovery in Siak	인도네시아
7	2012.09.09	(PoA) Municipal Waste Compost	스리랑카
8	2012.11.30	(PoA) Reduction of emission from non-renewable fuel from cooking at household level*	마다가스카르 외 18개국
9	2012.12.06	(PoA) Improved Cooking Stoves	케냐, 남아프리카
10	2012.12.06	(PoA) African Improved Cooking Stoves	가나 외 2개국
11	2012.12.19	(PoA) Distribution of ONIL Stoves - Guatemala*	과테말라
12	2012.12.19	(PoA) Cote d'Ivoire and Cameroon Efficient Cookstoves Program	코트디부아르 카메론
13	2013.04.25	(PoA) Distribution of Improved Cook Stoves in Sub-Saharan Africa*	세네갈 외 5개국
14	2013.08.06	(PoA) for Small Scale Hydropower CDM	스리랑카
15	2014.05.01	(PoA) Impact Carbon Global Safe Water*	르완다 외 3개국
16	2015.07.31	(PA) Grid connected natural gas based power project in Raigad District, Maharastra*	인도
17	2018.05.31	(PoA) Man and Man Enterprise Improved Cooking Stoves*	가나
18	2018.06.23	(PoA) Improved cookstove program in Bangladesh supported by the Republic of Korea*	방글라데시
19	2018.08.28	(PoA) Clean Energy Program Supported by Republic of Korea*	미얀마
20	2019.05.25	(PoA) Distribution of Improved Cookstoves	미얀마

그림 6. 한국 기업 해외 참가 CDM 사례

□ 재생발전 PA: 7건

사례 예시 (1): 한국서부발전의 인도 천연가스 발전사업 (2015년)

사례 예시 (2): 한국수자원공사의 파키스탄 수력 발전사업 (2012년)

사례 예시 (3): 한국전력공사의 중국 풍력 발전사업 (2012년) 등 5건

□ PoA: 13건

사례 예시 (1): 콕스토브 보급 사업 (10건)

사례 예시 (2): 정수기 보급 사업 (1건)

사례 예시 (3): 폐기물 퇴비화 사업 (1건)

사례 예시 (4): 소수력 발전 사업 (1건)

2.3 국내 CDM 사업 외부사업 승인 현황

□ 국내에서 추진되고 있는 UNFCCC 등록 CDM 사업은 2021년 4월 기준: 총 97건

연번	사업명	비고
1	LG 화학 나주 공장 연료전환 사업	-
2	SF_6 회수 및 재생사업	-
3	광주광역시 광역위생매립장 LFG 발전 CDM 사업	메탄 회피
4	대구 방천리 매립가스 사업	메탄 회피
5	목포시 매립가스 자원화 사업	메탄 회피
6	수도권매립지 매립가스 자원화 사업(50MW 발전사업)	메탄 회피
7	시화호 조력 발전사업	RPS, FIT 미적용
8	㈜한화 울산 소재 질산공장 N_2O 감축 프로젝트	-
9	지역난방용 온수보일러 연료전환 사업	-
10	진주권 광역 쓰레기 매립장 매립가스 발전 및 CDM 사업	메탄 회피
11	카프로 N_2O 저감 사업	-
12	한국지역난방공사 대구지사 목질 바이오매스 열병합발전 프로젝트	-
13	한국토지주택공사 국민임대주택 태양광 발전 번들링	RPS, FIT 미적용
14	휴켐스 질산공장 N_2O 감축사업(tail gas)	-
15	휴켐스(주) 신설 5질산에서 발생하는 N_2O	-
16	김천 태양광 발전 사업 1	RPS 미적용
17	김천 태양광 발전 사업 2	RPS 미적용

그림 7. 국내 CDM 사업 외부사업 승인 현황 (2021년 4월 기준)

□ PA: 90건

사례 예시 (1): 포스코 광양제철소 소수력 (2008년)

사례 예시 (2): 김천 태양광 발전사업 (2009년)

사례 예시 (3): 제주특별자치도 풍력 발전사업 (2010년)

사례 예시 (4): 한국수자원공사 펌프 효율 개선 (2012년)

사례 예시 (5): 원주 LFG 회수 및 전기 생산 (2017년)

□ PoA: 7건

사례 예시 (1): 제주도 재생에너지 도입 프로그램

사례 예시 (2): 서울시 태양광 발전 프로그램 CDM (2012년)

□ 국내에서 추진 중인 CDM 사업의 약 4분의 3이 재생에너지 분야로 분류된다.

→ 태양광 (52%), 풍력(21%), 수력 (24%), 기타 발전 (바이오매스, 조력 등 3%)

□ 국내 CDM으로 등록된 총 97건의 사업 중 외부사업으로 등록 및 승인된 사업은 17건

→ 국내 등록 CDM 사업을 상쇄배출권(KCU)으로 활용하려면 사업 전환 기준을 고려하여 외부사업으로 등록해야 한다.

Chapter 3. 양자 간 신용 제도 (Joint Crediting Mechanism)

3.1 제도의 목적

□ JCM은 파리 협정 제6조 시장메커니즘으로 실시되었으며, 지구 규모의 온실가스 배출 삭감 및 흡수, 지속가능한 개발을 촉진함으로써 전 지구적 탈탄소화를 위한 노력에 공헌하기 위한 목적의 제도를 말한다.

3.2 일본의 JCM

□ 일본은 교토매커니즘 체제 하 일본 정부와 수원국(ex: 개발도상국) 정부가 양자협정을 체결하여, 수원국에서 추진된 NDC 사업에 대한 배출권(credit)을 양국 정부가 분배하는 JCM을 추진 중이다.



그림 8. **일본 JCM out-line (출처: JCM 홈페이지 https://www.jcm.go.jp/about)**

□ 2025년 목표: 파트너국 30개국 확대 (2022년 9월 기준 JCM 파트너국: 22개국)

※파트너국: Mongolia, Bangladesh, Ethiopia, Kenya, Maldives, Vietnam, Laos, Indonesia, Costa Rica, Cambodia, Mexico, Saudi Arabia, Chile, Myanmar, Thailand, Phillippines, Senegal, Tunisia, Azerbaijan, Modova, Georgia 등

1) 추진 경과

□ 17개국과 협약, 65건의 프로젝트 추진 (2021년 4월 기준)

53	케냐	2018	9년 (2027)	재생에너지	마이크로 수력 발전에 의한 사회 전기 프로젝트	수력 시스템을 이용한 에너지 생산	676
54	코스타리카	2017	17년 (2034)	재생에너지	Belen 시의 5MW 태양광 발전 프로젝트	태양광 발전(PV) 시스템을 이용한 에너지 생산	29,559
55	태국	2016	7년 (2023)	에너지 효율	직물 공장에 에너지 절약형 직기 도입 프로젝트	에어 제트 직기를 이용한 온실가스 감축	2,025
56	태국	2017	8년 (2025)	에너지 효율	반도체 공장에 고효율 공조 시스템 및 냉각기 설치	터보 냉동기 설치로 에너지 소비 절감	29,950
57	태국	2017	8년 (2025)	에너지 효율	고효율 원심 냉동기 및 압축기로 반도체 공장의 에너지 절약	터보 냉동기 설치로 에너지 소비 절감	2,918
58	태국	2018	15년 (2033)	에너지 효율	시멘트 산업의 폐열 회수에 의한 발전	폐열 회수 설비 도입으로 전력 생산	379,689
59	태국	2016	10년 (2026)	재생에너지	공장 및 사무실 건물 옥상에 태양광 PV 시스템 도입	태양광 발전(PV) 시스템을 이용한 에너지 생산	2,200
60	태국	2017	10년 (2027)	재생에너지	에어컨 부품 공장에 3.4MW 옥상 태양광 발전 시스템 도입	태양광 발전(PV) 시스템을 이용한 에너지 생산	11,790
61	태국	2018	17년 (2035)	재생에너지	대형 슈퍼마켓에 30MW 옥상 태양광 발전 시스템 도입	태양광 발전(PV) 시스템을 이용한 에너지 생산	165,088
62	태국	2020	17년 (2037)	재생에너지	태국 산업 저수지에 5MW 수상 태양광 발전 시스템 도입	태양광 발전(PV) 시스템을 이용한 에너지 생산	27,939
63	팔라우	2014	20년 (2034)	재생에너지	섬 주에서 상업 시설을 위한 소규모 태양광 발전	태양광 발전(PV) 시스템을 이용한 에너지 생산	1,590
64	팔라우	2016	20년 (2036)	재생에너지	섬 주 학교를 위한 소규모 태양광 발전소	태양광 발전(PV) 시스템을 이용한 에너지 생산	543
65	팔라우	2016	20년 (2036)	재생에너지	도서 지역 상업 시설을 소규모 태양광 발전소 II	태양광 발전(PV) 시스템을 이용한 에너지 생산	1,579
					총 계		1,910,868

그림 9. **일본 JCM 추진 사업 (일부)**

□ 총 939,140톤 온실가스 감축 (2020년 기준)

2) 개선 필요 사항 (한계점)

□ 원칙적으로 기업 간 JCM 배출권 거래는 가능하지만, 다자가 동시다발적으로 시장에 참여할 수 있는 “배출권 시장 " 이 형성되지 않아 배출권의 가격 설정 및 거래가 어려운 실정이다.

□ 정부 주도 추진 시 발행된 배출권에 대한 분배가 양국 정부 정상이 주체가 되어 협상 및 대응이 용이하나, 민간 주도 추진 시 배출권 분배 협상 및 대응 절차가 마련되어 있지 않은 단점이 존재한다.

Chapter 4. 우리나라의 대응 방향성 및 활용 가능 방안 제시

4.1 우리나라의 대응 방향성

1) 정부주도형 국외 감축

2) 양자 협력 투자 프로젝트의 지속가능한 발전과 환경적 건정성 지향

3) 저탄소 기술의 경쟁력 확보

4) 조속한 제도 수립

4.2 활용 가능 방안 제시

□ NDC 달성 및 전 지구적 탄소배출감소를 지향하기 위해 우리나라는 양자협력투자(JCM)을 활용할 수 있으며, 이 프로젝트는 지속가능한 발전과 환경적 건전성을 지향해야 할 것이다.

1) SDM (Sustainable Development Mechanism) 참여

□ 최근 CDM 체제, SDM로 전환되는 추세

→ CDM 기반 교토의정서: 2020년 만료, 현재 진행 중인 CDM 사업은 모두 2023년 까지 SDM 사업으로 전환될 예정이다.

→ 기존 CDM 사업은 감축 목표 불이행 시 불이익이 없었기 때문에 CDM을 통해 발급된 탄소배출권 (CERs)을 실제로 NDC에 사용하는 경우는 드물었다.

□ 개도국에서만 온실가스 감축 사업을 할 수 있었던 CDM과 달리, SDM은 선진국 포함 모든 국가에서 사업 추진 가능

→ SDM의 탄소배출권은 기업 및 국가 까지 거래가 활발해질 것으로 기대된다.

→ 우리나라와 JCM 협정을 맺은 베트남, 칠레와 같은 host 국가는 기업간 거래 시 정부를 탓할 가능성이 있기 때문에 사업의 성공하는데 있어 선진국과 비교하여 상대적으로 큰 불확실성이 존재한다.

□ 우리나라는 2022년 3월부터 시행된 탄소중립기본법을 통해 SDM에 필요한 법적, 제도적 지원에 대한 근거를 수립하고, 각종 대책들을 수립하고 있다.

2) 국제 정치 및 경제상황을 고려한 사업 투자

□ 사할린(Sakhalin) 제도 사업 참여

→ 러시아와 우크라이나 전쟁 종료 시 러시아 연방의 해체 가능성을 염하는 것이 필요하다.

→ 극동 러시아 지방은 천연자원이 풍부하고 모스크바 중앙 정부와 지리적으로 멀리 떨어져 있는 특성 상 러시아 전쟁 패배 시 분리독립 요구가 일어날 수 있다.

→ 사할린 쿠릴열도 4개섬에 대해 러시아 정부는 경제특구 지정을 하였으며, 향후 경제 관련 인프라 성장이 기대된다.

→ 사할린 섬에서 러시아인의 인구는 감소하는 추세이나, 19세기 말부터 한국인 인구가 폭증 하였다. 많은 한국인들이 거주하는 이점을 살려 사업 진행 가능.

→ 사할린과 최대 무역국가는 대한민국(2021년 기준)

→ 본 지역은 어류가공 공장부지와 같은 제조업이 발달 해 있으며, 제조업 강국인 대한민국의 강점을 살릴 수 있는 사업 고려 가능.

→ 중국 연해주-사할린 철도 연결 가능성. 이처럼 지리적 이점이 있는 사할린 제도에서의 경제적 영향권을 확보 한다면, 경제 및 탄소저감 사업에 있어 많은 활용이 가능할 것으로 기대됨.



그림 10. 사할린 제도 위치(사진; Google Earth)

□ 몽골 울란바토르(Ulan Bator) 사업 참여

→ 최근 미국과 중국의 세계 패권 경쟁이 심하되고 있다. 중국은 상하이 협력 기구를 설립하여 중국의 경제권에 타 국가를 귀속시키려 하고 있으며, 미국은 대만, 한국, 일본 등의 동아시아 국가들과의 협력을 통해 중국을 압박하고 있다.

→ 몽골은 중립적 입장을 밝히고 있으나, 향후 미국과 중국 어느 쪽으로 협력 할 지는 미지수이다. 우리나라는 실리 외교를 추구하여 향후 몽골과의 탄소감축 관련 사업 및 경제 관련 수 많은 사업을 진행 할 경우 큰 이익을 기대할 수 있음.

→ 몽골은 국토 대부분이 건조한 사막지역으로 형성 되어 있다. 따라서 수자원 확보는 국가의 사활이 걸린 사업이라고 할 수 있다.

→ 우리나라는 수자원 관련 운영 노하우(know-how)와 댐건설 등 다양한 선도적 경험을 하였으며, 이를 활용한 울란바토르 수자원 인프라 확충 사업에 참여할 수 있을 것이다.

→ 정부와 민간이 협력하여 TF를 구성하여, 전략적으로 접근할 필요가 있을 것으로 사료된다.

→ 댐건설, 수로 확보, 수자원 운영 방안, 이를 통한 수력발전 등 다양한 분야의 진출 가능성 검토 필요.

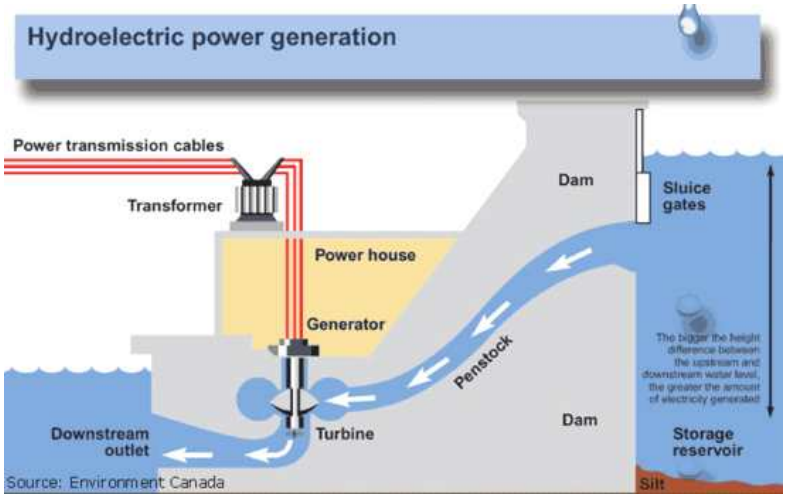


그림 11. 수력발전 모식도(출처: Environment Canada)

□ 동남아 아시아 국가 수요에 따른 협력 사업 추진

○ 미얀마 협력방안

→ 최근 미얀마에서는 에야와디주, 바고주, 사가잉주는 소득과 소비수준이 상승에 따라 쓰레기도 증가하고 있지만, 이를 뒷받침할 효율적인 폐기물 처리 방법 및 관리정책과 인프라가 부족함

→ World Bank에서는 미얀마의 쓰레기 발생량이 2012년 5,616 톤/일에서 2025년 22,012 톤/일로 급증할 것으로 전망하고 있으며 이를 해결하기 위한 폐기물 관리 방안 마련이 시급한 상황임.

→ 미얀마는 2019년의 국가환경정책(NEP), 2017년 발표된 국가폐기물관리전략 및 행동계획(National Waste Management Strategy & Action Plan 2018-2030, 이하 NWMSAP) 등을 비롯한 다수 국가 정책 및 계획을 통하여 환경문제 저감과 이를 위한 폐기물관리 방향과 계획을 밝힌 바 있음.

→ 미얀마는 우리나라 CPS 중점협력국으로 기존에는 기후 변화대응을 위한 환경개선사업 지원강화로 인해 최근에는 폐기물 및 물관리 분야 환경 협력사업이 증가하고 있음. 또한, 우리나라 제3차 녹색성장 5개년 계획에 의하면 Green ODA 비중 목표를 11%에서 19%로 상향 설정하여 상하수도·폐기물 처리 등 수원국의 수요가 높은 분야를 중심으로 ODA 사업 발굴 추진을 명시한 바 있음

→ 2022년 미얀마 사업대상지를 대상으로 폐기물관리 개선 마스터플랜을 실시 → 마스터플랜을 통해 발굴된 사업의 내용, 사업대상지 그리고 국내 환경기업의 설계 규격을 반영하여 주정부와 사업(안) 협의 → 2023년 PCP 작성 → 주정부의 Chief Minister 승인요청 → 미얀마 자연환경

부 산하 환경청에 PCP 제출 → DACU에 PCP 제출하여 승인검토 요청 → 투자대외경제관계부를 통해 미얀마 외교부에 PCP 제출 → 주미얀마 한국대사관에 PCP, 수원요청서 제출 → 2024년 이후 본 사업을 추진하는 전략을 제시함

○ 미얀마 협력방안

→ 재원이 확보된 WB의 'Solid Waste and Plastic Management Improvement'나 ADB의 'Livable Cities Improvement' 사업에 참여를 추진하거나 재원은 미확보되었으나 유사 추진사업 선례가 확보된 EDCF 연계 추진 제안사업인 '캄보디아 하폐수처리시설 구축'사업, 그리고 협력국의 요청사항을 최대한 반영한 캄보디아 ICT 기반 수자원관리 및 개발 마스터플랜 사업 추진을 제안함.

→ 캄보디아의 유역은 총 39개의 하천으로 이루어져 있으며 유역의 지리적 위치에 따라 5개로 유역 그룹이 구분됨. 유역기반 물관리 기술에 대한 수요는 높을 것으로 예상됨. 또한, 홍수 등 재난에 대응하기 위한 기존 시설물들의 노후화와 더불어 기설치된 수력 발전 인프라 시설들이 열악하고 신규 설치되는 발전소 인프라와의 전력을 분산·공급하는 대책이나 수력에너지 관련 거버넌스 또한 미흡한 것으로 파악됨. 수력에너지 및 수자원 활용에 대한 통합적인 관리가 가능한 시스템 도입 및 거버넌스 개선이 시급함. 특히, 캄보디아의 수자원 및 관개수로, 방류 및 저류지는 노후화되어 개선이 필요함.

→ 캄보디아 정부는 국가개발계획으로 제 4기 사각전략을 추진중이며, NSDP에 SDGs를 반영해 물 분야 목표를 제시하였음. 물·분야 세부 실행계획으로 수자원 및 기상부문 전략개발계획을 별도 수립하여 수자원 관리, 수자원 개발과 지속 가능한 물 관리 등에 대한 실행계획을 발표하였음. – 특히 세부적인 목표로 현재 수자원 공급에 대한 효율성 향상과 미래 수자원 확보를 위해 채수 및 대수층 변화를 시나리오적으로 고려해 하천 유역 개발에 대한 목표를 제시하였는데, 해당 목표를 달성하기 위해서는 ICT기반 기술을 적용하여 시나리오 분석을 수행하는 등 선진 기술이 필요할 것으로 판단됨.

→ 제 3차 녹색성장 5개년 계획에 따르면 Green ODA 비중을 11%에서 19%로 설정하여 상하수도·폐기물 처리 등 수원국의 수요가 높은 분야를 중심으로 ODA 사업발굴 추진을 명시한바 있음. 캄보디아는 우리나라 CPS 중점협력국으로 물관리 및 보건위생 하 세부지원목표로 수자원 관리 역량강화 지원, 홍수 등 재해 대응 강화 지원 등이 포함되어 있어 물·환경분야 ODA 사업 추진 대상국으로 적합함.

→) 2022년 캄보디아 사업대상지 대상 ICT 기반 수자원관리 및 개발 마스터플랜 수립 → 마스터플랜을 통해 발굴된 사업의 내용, 사업대상지 및 국내 환경기업의 설계 규격을 반영하여 수자원 기상부와 사업(안) 협의 → 2023년 PCP 작성 → 캄보디아 CDC에 PCP 제출하여 승인검토 요청 → 주캄보디아 한국대사관에 PCP, 수원요청서 제출 → 2024년 이후 본 사업 추진하는 전략을 제시함

3) 저탄소 기술 경쟁력 확보

→ 탄소중립을 위한 기술경쟁력 분석결과를 기반으로 활동력 및 기술적 측명에서 22개 탄소중립 기술 분야의 기술경쟁력 종합 점수를 산출하였음. 그 결과 태양광, 수소제조, 연료전지, 전력저장, 종배전시스템, 전기지능화기기, 산업효율화, 건축효율화 CCUS 분야가 상위권에 위치한 것으로 파악하였음. 또한, 최근 정부에서 추진하고 있는 국가기본계획 및 전략 등에서 우선순위로 설정하고 있는 분야를 살펴봤을 때, 태양광, 풍력, 바이오에너지, 수소제조, 연료전지, 전력저장, 수소저장, 송배전시스템, 산업효율화, 건축효율화 및 CCUS 분야로 나타났음.

번호	유망산업
1	태양광
2	풍력
3	바이오에너지
4	수소(제조/저장)
5	연료전지
6	전력저장
7	송배전시스템
8	산업효율화
9	건축효율화
10	CCUS

→ 유망 기술 선정을 위해 '기술성', '시장성', '환경성', '정책성' 4가지 기준을 마련하고 총 12개의 평가 지표를 구성하였다. 10대 핵심 분야별 산·학·연 전문가 50여명이 참여하여 1차 스크리닝을 실시하였으며, 이를 통해 도출된 109개 기술을 대상으로 최종 평가를 실시하여 50대 유망 기술을 선정하였음.

분야	기술명
태양광	다중접합 결정질 페로브스카이트-실리콘 탠덤 태양전지 기술
	효율 30% 이상 초고성능 무기박막-페로브스카이트 탠덤 태양전지 기술
	세대한계 돌파형 차세대 페로브스카이트 태양전지 및 상용화 기술
	차세대 초고효율 탠덤 태양전지 적용을 위한 양면 전하선택형 하부 태양전지 기술
	탄소중립 도시형 건물 에너지 자립을 위한 고효율 반투명 박막 태양전지 기술
풍력	LCoE 저감 및 안정성/신뢰성 향상을 위한 혁신적 개념의 초대형 부유체 및 무어링 기술
	미래시장 진입을 위한 부유식 풍력발전시스템 설계/해석 및 제어 통합 기술
	초대형 블레이드 실현을 위한 경량화·최적화·고출력·저하중 구조·공력 설계/해석 기술
	초대형화 및 가동률/신뢰성 향상을 위한 직접구동방식 영구자석 발전기 및 전력변환기 기술
	초대형화를 위한 신개념 (차세대) 블레이드 구조형식 및 하이브리드 소재/공정 기술
바이오에너지	도로용 고탄소/고성능 바이오경유 생산 기술 개발
	유지 생산 효모 기반 수소 저소비형 바이오항공유 생산 기술 개발
	합성생물학 기반 도로용 고탄소 바이오휘발유 생산 기술 개발
	수열분해 및 업그레이딩을 통한 고품질/고에너지 바이오항공유 생산 공정 개발
	유기산 유래 n-Alkane 기반 탄소 네거티브형 바이오항공유 생산 기술 개발
수소	수소발생효율 고도화 기술
	AEM 수전해 기술
	화학적(유기/무기화합물) 수소저장 기술
	광촉매 반응 기반 수소 생산기술
	수소터빈 기술

분야	기술명
연료전지	폐MEA 핵심부품 재활용 고도화 기술
	고분자전해질형 연료전지의 작동 예측 모델 개발에 관한 기술
	연료전지 시스템 진단 및 신뢰성 평가 기술
	금속지지체형 고체산화물 연료전지 생산 기술
	재생에너지 그리드 연계 복합 연료전지 시스템 기술
전력저장	신규 고에너지밀도 고체전해질 기술을 활용한 실용 전고체 전지 기술
	미래수요 대응형 고성능 리튬이온전지용 혁신소재 및 성능 고도화 기술
	리튬금속음극 한계돌파를 위한 장수명화 기술 및 대면적 구현기술
	폐 이차전지 자원 재활용 고도화 기술
	스마트모빌리티용 고에너지밀도 리튬-황 전지 기술
송배전시스템	전력망 연계 및 상용운전을 위한 전력-수소 간 변환 시스템
	VPP 기반의 재생에너지, 수요자원, 전기차 연계를 위한 통합 운영 및 RE100 거래 플랫폼
	재생에너지 수용성 극대화를 위한 능동 배전망 핵심 기술
	하이브리드 전력공급 시스템 기술
	디지털트윈 기반의 분산전원 이상진단 및 O&M 서비스 관리 플랫폼
산업효율화	모니터링 기반의 저감 공정 배출량 측정 원천기술
	제철 슬래그 활용 친환경 건설소재 제조기술
	산업 폐자원 고청정 공정을 통한 업사이클링 기술
	PFC 대체 공정가스의 신규 도출· 합성 및 기초공정 원천기술
	탄소저감형 F-gas 분해기술
건축효율화	Edge-intelligence 기반 개방형 건물 에너지 및 환경 통합 관리 플랫폼
	지능형 분산 에너지관리 플랫폼
	Cyber Physics & Social System 기반 Digital Twin 구축 기술
	설비 효율 향상 기술
	설비/시스템 효율 향상 시스템 및 제어기술
CCUS	BECCUS 수소 및 바이오에너지 연계 CCUS기술
	토양 탄소저장(soil C sequestration) 평가 및 저장능 향상기술
	CO_2 전환 전기화학기술
	냉열을 이용한 드라이아이스 제조 및 활용 기술
	ICCU (Integrated Carbon Capture and Utilization) 기술

→ 탄소중립 10대 핵심 분야별 50대 유망기술이 충분히 성숙되어 산업으로 연계되어 파급력을 일으킬 때 활성화될 것으로 예상되는 산업분야를 도출하였음.

번호	유망산업
1	다변화 맞춤형 이차전지산업
2	해상풍력발전 연계기반 그린수소 생산산업
3	청정 메탄올 기반 수소·연료전지 모빌리티 산업
4	무탄소 업사이클링 산업
5	도시형 건물적응 태양광 산업
6	탄소제로 도전형 첨단신소재 산업
7	Carbon-negative 바이오 연료 및 화학제품 산업
8	디지털 트윈 기반 지능형 분산 에너지관리 플랫폼 산업
9	친환경 탄소저감 및 저전력 지능형 반도체 산업
10	자율주행 기반 공유형 전기자동차 산업

→ 상기와 같은 기술 분야들의 경쟁력확보를 위한 로드맵을 수립하고 구체화하면서 동시에 이웃 국가의 사례를 분석하여 현지 유망국가를 도출하고 현지에 진출하는 방안이 필요함.