국민의 평생 금융파트너

2018. 8. 27
(18-67호)

KB 지식 비타민

: 탄소배출권 시장과 블록체인 기술

□ 탄소배출권 및 거래 시장 현황

□ 탄소배출권 시장과 블록체인 기술의 결합

□ 금융산업의 활용 방안

KB금융지주 경영연구소
www.kbfg.com/kbresearch

< 내 용 요 약 >

❑ **탄소배출권 거래제(ETS)는 기업들에게 배출할 수 있는 온실가스 허용량(cap)을 부여하고, 남거나 부족한 배출 허용량을 자유롭게 거래(trade)할 수 있도록 하는 제도**

- 배출권거래제는 시장 메커니즘의 장점을 활용, 사회적 비용이 최소화되도록 온실가스를 감축하는 방식으로 평가, 한국을 포함해 전 세계에서 도입이 확대되는 추세 (현재 39개국이 시행 중)

❑ **블록체인(Blockchain) 기술은 공인된 제3자 없이도 다수의 이해관계자간 신뢰 네트워크 구축을 가능하게 해, 거래의 효율성·보안성·투명성을 제고하는 글로벌 배출권 거래 플랫폼 구현에 적합한 기술로 평가**

- 전 지구적 관점에서 온실가스 감축의 효율성을 달성하기 위해 배출권 거래시장간의 국제적 연계가 중요함에도 불구하고, 전 세계 21개 배출권 거래시장 중 단 3개만이 탄소배출권을 상호 인정
- 디지털 통화(암호화폐)를 활용한 가치의 전달, 블록체인 구조와 암호화 기술에 기반한 높은 보안성 등 블록체인 기술의 강점이 탄소배출권 플랫폼의 효율성 및 신뢰성 제고 가능

❑ **각국 정부 중심의 논의 확대와 함께, 환경/에너지 기업 및 블록체인 기술 전문기업 등이 전략적 파트너십을 형성, 배출권 거래 플랫폼 구축, 관련 코인 ICO 등 다양한 사업모델 추진**

■ 탄소배출권 및 거래 시장 현황

○ 탄소배출권(Carbon emission permits)은 지구 환경에 부하(負荷)를 주는 물질 중 하나인 온실가스(Greenhouse gases)[1]를 배출할 수 있는 권리

- 인류가 이산화탄소(CO_2)를 배출하면 자연이 이를 흡수해 대기 중 CO_2 농도를 일정 수준으로 유지하나, 지구가 자체적으로 환경을 보존할 수 있는 능력 이상으로 배출할 경우 CO_2 농도가 점차 상승 → 지구온난화 및 기후변화를 야기하는 온실가스 발생

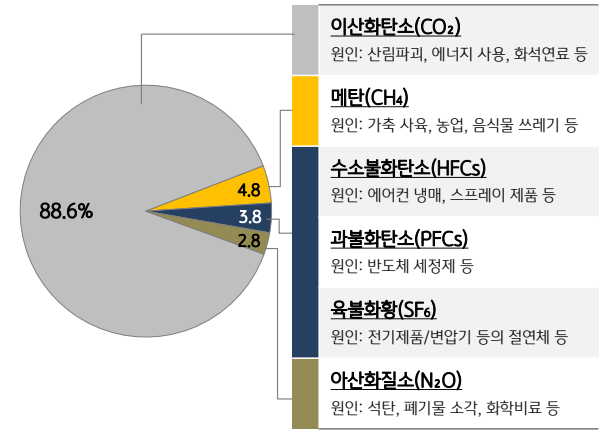
- 글로벌 CO_2 배출량은 2014~2016년 감소 추세로 바뀌면서 온실가스 발생이 정점에 도달했다는 희망 섞인 예측이 나왔으나, 2017년 들어 전년대비 1.4%(4.6억톤) 증가한 325억톤으로 사상 최고의 배출량 기록 (IEA, 2018. 3)

- 자연이 처리 가능한 수준으로만 온실가스를 배출할 수 있는 권리를 허용함으로써 지구 환경을 최적 상태로 회복 → 2005년 발효된 교토의정서(Kyoto Protocol)[2]는 선진국의 온실가스 배출 한도량(배출권)을 1990년 배출량 대비 약 5.2% 감축된 41.8억톤으로 설정

[1] 이산화탄소/메탄/수소불화탄소/과불화탄소/육불화황/아산화질소 등 적외선 복사열을 흡수하거나 재방출하여 온실효과를 유발하는 대기 중의 가스 상태의 물질 → 온실가스 배출량은 '이산화탄소 환산량'(tCO_2e)으로 관리되므로 '탄소배출권'으로 명칭 통일

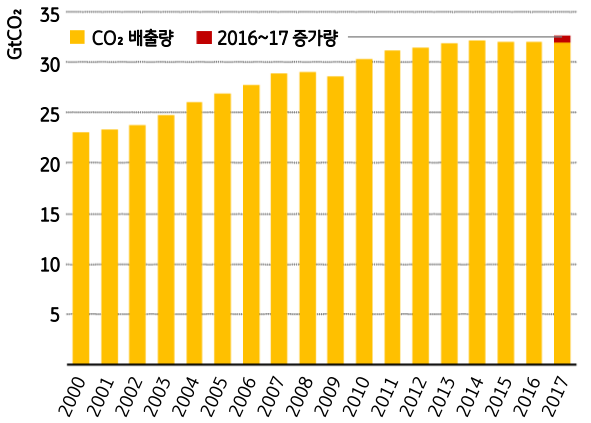
[2] 지구온난화 방지를 위한 국제협약인 '유엔기후변화협약(UNFCCC)'의 구체적 이행방안으로, 1997년 12월 일본 교토에서 채택

[그림 1] 온실가스 발생 요인별 비중



자료: 국토환경정보센터

[그림 2] 세계 이산화탄소(CO_2) 배출량



자료: IEA(2018. 3), $GtCO_2$=Giga(10억) ton

○ 배출권거래제(Emission Trading Scheme)는 시장 메커니즘의 장점을 활용, 사회적 비용이 최소화되도록 온실가스를 감축하는 방식으로, 한국을 포함해 전 세계에서 도입이 확대되는 추세

- 배출권거래제는 기업들에게 배출할 수 있는 온실가스 허용량(cap)을 부여하고, 남거나 부족한 배출 허용량을 자유롭게 거래(trade)할 수 있도록 하는 제도
  - 온실가스의 감축비용이 상대적으로 큰 기업(또는 국가)은 자체적으로 온실가스를 감축하는 것보다, 작은 비용으로 감축이 가능한 기업(또는 국가)으로부터 배출권을 매입함으로써 전체 사회적 비용의 절감 가능

[표 1] 탄소배출권 거래에 따른 사회적 비용 절감 효과

항목	배출권거래제가 없는 경우			배출권거래제가 있는 경우		
	A사	B사	합계	A사	B사	합계
단위감축비용	20만원	10만원	-	20만원	10만원	-
필요 감축량	2톤	2톤	4톤	2톤	2톤	4톤
실제 감축량	2톤	2톤	4톤	1톤	3톤	4톤
총 감축비용	40만원	20만원	60만원	20만원	30만원	50만원
배출권 매입비용	-	-	-	15만원	-15만원	0원
배출량 준수비용	**40만원**	**20만원**	**60만원**	**35만원**	**15만원**	**50만원**

주: 탄소배출권의 가격은 A사와 B사의 단위당 감축비용 사이(10~20만원)에서 결정

- 2005년 배출권거래제를 최초로 도입한 EU(32개국, 11,000개 이상 기관 참여)를 시작으로 활용 국가 및 지역이 지속적으로 확대되며, 전 세계 온실가스 배출량의 약 20%를 차지하는 중국 등 현재 약 39개국이 시행 중[3]

[3] 'Emissions Trading Worldwide' (ICAP Status Report 2018)

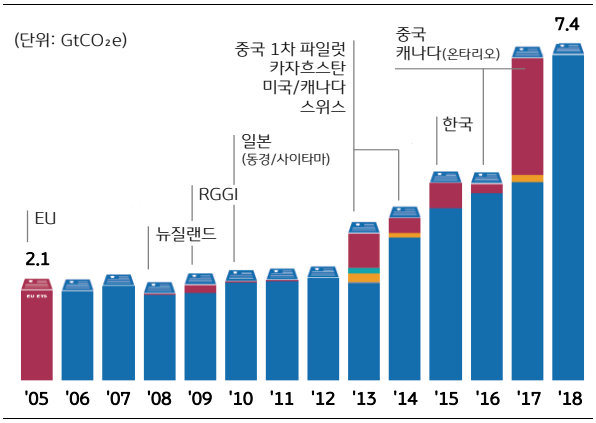
- EU/뉴질랜드/한국/중국은 전국 단위의 배출권거래제가 시행되고 있으며, 미국(RGGI(동부)·WCI(서부))[4]/일본(도쿄·사이타마)/캐나다(퀘벡·온타리오)는 지역 단위로 시행 중 → 배출권 거래 규모는 2005년 21억톤(전 세계 온실가스 배출량의 5%)에서 2018년 74억톤(전 세계 배출량의 15%)까지 증가
- 시장의 수요·공급에 따른 배출권 가격 설정, 시장 참여자들의 자율적인 감축 선택권(방식/시점 등) 보장, 배출권 유상 할당(경매) 시 정부의 추가재원 확보 가능 등 배출권거래제의 긍정적 효과가 많은 국가에서 현실화[5]

[그림 3] 배출권거래제(ETS)의 개념



자료: 한국거래소

[그림 4] 세계 온실가스 배출권 거래 규모



자료: ICAP Status Report 2018

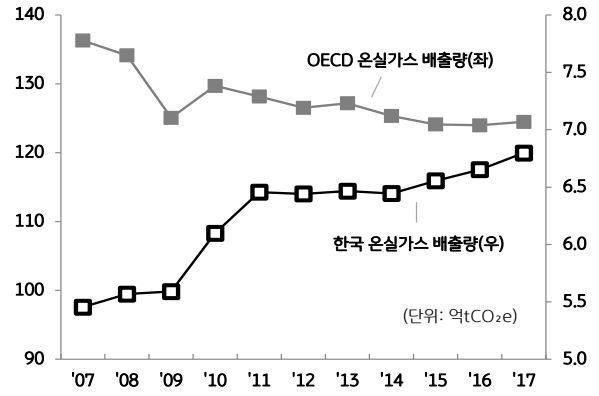
- 한국은 '저탄소 사회'로의 전환 및 기후변화 대응을 위한 국제협력(신기후체제) 강화를 위해, 2015년부터 아시아에서 3번째(일본/카자흐스탄)로 배출권거래제 도입
  - OECD 국가들의 온실가스 배출량은 최근 10년간 평균 0.9%의 감소 추세를 보이는 반면, 한국은 중국/캐나다 등과 함께 오히려 평균 2.2% 증가 → 2020년 온실가스 배출 전망치(776.1백만톤) 대비 30% 감축을 목표로 배출권거래제 출범
  - 배출권거래제는 「①정부의 배출권 할당 → ②한국거래소의 배출권 거래시장에서 거래 및 정산 → ③온실가스종합정보센터(GIR)에 배출권 이전 등록」 프로세스를 통해 운영 → 5대 부문(전환/산업/공공·폐기물/건물/수송) 23개 업종을 대상으로 국내 전체 온실가스 배출량의 약 80%('15년 기준 540백만톤 대상)를 거래
  - 하지만 1차 계획기간('15~'17년) 중 배출권 수요 대비 공급 부족, 정부의 시장안정화 정책[6] 등의 영향으로 가격 급등락이 발행하는 등 운영상의 개선이 필요한 부분도 존재

[4] RGGI(Regional Greenhouse Gas Initiative) 가입 주: Maine/Maryland/Massachusetts/New Jersey/New York
WGI(Western Climate Initiative): Arizona/British Columbia/California/Manitoba/New Mexico/Oregon/ Washington

[5] '배출권거래의 7가지 특징' (ETS 브리프 2호, ICAP 2015. 10)

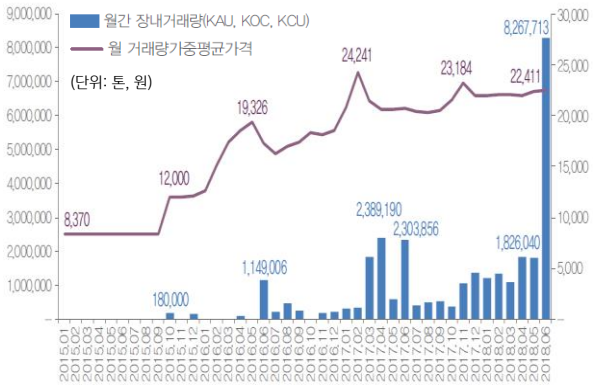
[6] 배출권 정산 전 수급불균형을 완화하기 위해 정부는 '16년 6월(27.4만톤), '18년 6월(550만톤) 2차례에 걸쳐 배출권 유상 공급

[그림 5] 한국 vs. OECD 온실가스 배출량 추이



자료: BP Statistical Review of World Energy

[그림 6] 국내 배출권 거래량 및 월평균 가격



자료: 한국거래소 및 국회예산정책처('18. 7) 재인용

■ 탄소배출권 시장과 블록체인 기술의 결합

○ 국가 및 지역 단위가 아닌 전 지구적 관점에서 온실가스 감축의 효율성을 달성하기 위해 개별 탄소배출권 거래시장의 상호 연계가 중요한 과제로 부상

- 에너지·환경 관련 정책 목표, 배출권 거래시스템, 배출권의 가치 및 거래량 등의 차이로 인해, 배출권 거래시장이 개별 국가 및 지역별로 파편화(fragmentation)
  - 전 세계 21개 배출권 거래시장(ETS) 중 단 3개(EU-스위스/북미 캘리포니아-퀘벡/일본 도쿄-사이타마) 만이 각 시장에서 거래되는 탄소배출권을 상호 인정
  - 만약 국제적으로 자유로운 배출권 구입 및 판매가 가능(Global linking)하다면, 2030년 전 세계 온실가스 감축목표[7]를 달성하는데 소요되는 비용의 30% 절감 예상[8]

- 파리협정(Paris Agreement)[9] 체결 시 195개 당사국 중 81개국이 감축목표 달성을 위한 탄소시장간 국제적 연계 가능성을 언급하는 등 국제 사회의 논의가 활발해지는 추세
  - 중앙(UN)의 통제가 아닌, 개별 국가 및 시장별로 자유롭게 배출권 거래를 연계할 수 있도록 '파리협정 메커니즘'을 제시하고, '18년까지 세부이행 규칙을 마련하기로 합의

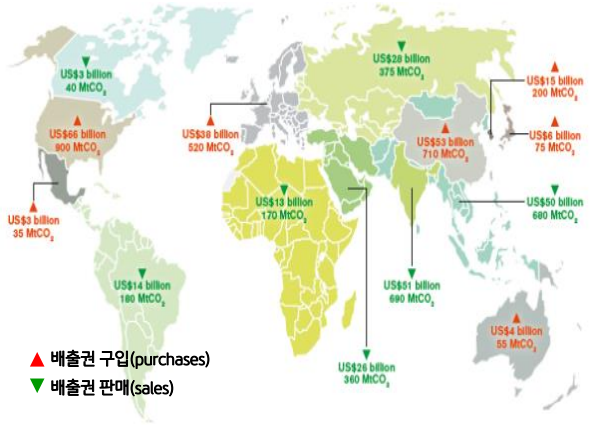
[표 2] '파리협정 메커니즘(Paris Agreement Mechanism)'

■ 지속가능개발메커니즘(SDM)	타국 온실가스 감축사업에 투자하고 이를 자국 감축으로 인정
■ 협력적 접근법(Cooperative approach)	국가·지역별 상황에 맞는 감축방식 허용 및 상호 협력 강화
■ 비시장 접근법(Non-market approach)	정책·기술이전·역량배양 등 감축에 기여하는 다양한 방안 모색

[7] 지구 평균기온 상승을 산업화(1850년 전후) 이전 대비 2℃보다 낮은 수준으로 유지하고, 1.5℃로 제한 노력
[8] 'State and Trends of Carbon Pricing' (World Bank, 2016. 10)
[9] 1997년 채택한 '교토의정서'를 대체하는, 2020년 이후 적용할 새로운 기후협약으로 2015년 12월 195개 당사국이 참여

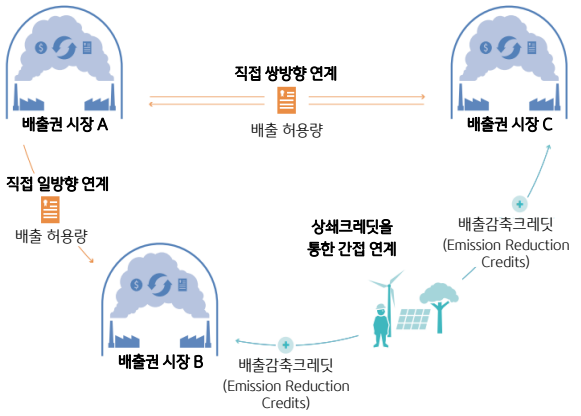
- 서로 다른 지역에서 거래되는 배출권을 상호 인정하는 '직접 연계(Direct linking)'(배출권의 호환가능성 여부에 따라 일방향/쌍방향 구분), 국제적으로 공인된 감축활동을 통해 획득한 크레딧(credit)[10]을 인정해 주는 '간접 연계(Indirect linking)' 등 배출권 거래시장간 다양한 연계 방식이 실행 및 논의

[그림 7] 국제 탄소시장 연계시 배출권 거래 예상



자료: World Bank(2016. 10)

[그림 8] 배출권 거래시장간 연계 방식



자료: '제4차 ETS 브리핑'(ICAP, 2016. 12)

○ 블록체인(Blockchain) 기술은 공인된 제3자(Trusted 3rd party) 없이도 다수의 이해관계자간 신뢰 네트워크 구축을 가능하게 한다는 점에서, 거래의 효율성·보안성·투명성을 제고하는 글로벌 배출권 거래 플랫폼 구현에 적합한 기술로 평가

• 여러 국가/지역에서 운영 중인 배출권 시장을 효과적으로 연계하려면, 중앙화된 관리 주체 없이도 다수의 구성원이 참여하는 글로벌 네트워크를 구현하는 블록체인 기술의 활용 필요

- 기후변화 대응 방식이 선진국만을 대상으로 UN에서 온실가스 배출권을 할당하는 하향식(Top-down)에서, 선진국과 개도국을 모두 포함하여 국가별 감축목표[11] 및 방식 등을 스스로 결정하는 상향식(Bottom-up)으로 변화

- 전 세계 대다수의 국가가 구성원으로 참여, 자율적으로 배출권을 거래하고 이를 공동으로 검증·기록·보관하는 블록체인 기반 플랫폼을 구축함으로써 온실가스 감축이라는 공동의 과제 해결

• 디지털 통화(Coin·Token)[12]를 활용한 가치의 전달, 블록체인 구조와 암호화 기술에 기반한 높은 보안성 등 블록체인 기술의 강점이 배출권 플랫폼의 효율성 및 신뢰성 제고

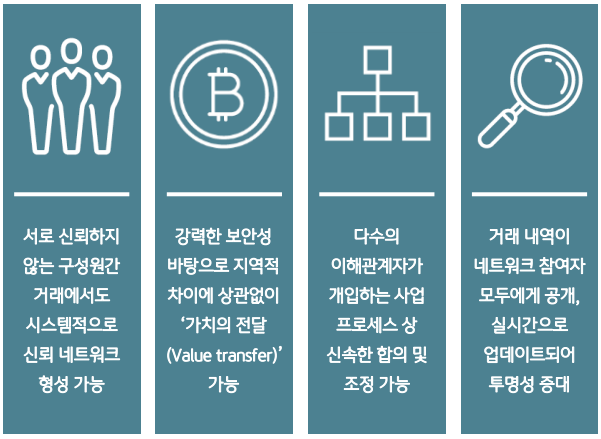
[10] 감축 의무 선진국이 개도국을 대상으로 수행한 사업을 통해 발생한 감축결과를 선진국의 실적으로 인정해주는 '청정개발체제(CDM, Clean Development Mechanism)'에 의한 크레딧인 'CER(Certified Emission Reduction)'이 대표적

[11] 국가별 기여방안(NDC, Naturally Determined Contributions)을 5년 단위로 제출하고, 주기적 이행 점검

[12] 비트코인과 같이 독립적인 블록체인 생태계에서 생성된 암호화폐는 '코인(Coin)', 기존 생태계에서 파생된 화폐는 '토큰(Token)'

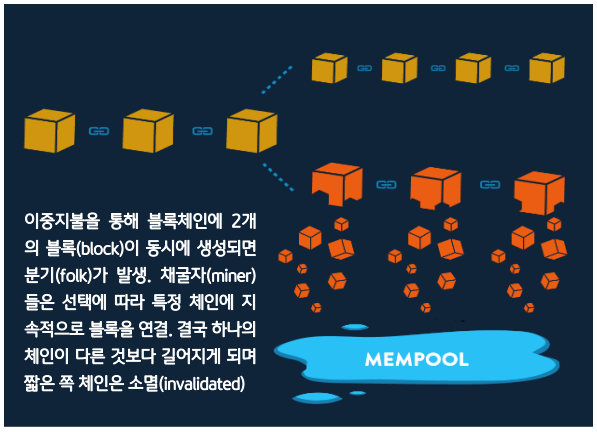
- 전 세계의 온실가스 최대 배출허용량을 총 발행규모로 하는 디지털 통화를 공동으로 사용함으로써 동일한 단위로 배출권 거래 가능 → 온실가스 배출량은 '이산화탄소 환산량(tCO_2e)'이라는 공통의 산정단위가 존재하고, 탄소배출권은 실질적 가치를 가지는 경제적 자원이기 때문에 탄소배출권과 연동된 디지털 통화는 가치의 안정성 확보
- 일련의 거래정보가 순차적으로 연결되는 블록체인 구조로 인해 위조 가능성이 매우 낮고, 가장 긴 체인만을 정상거래로 선택하는 'The longest chain wins' 룰을 통해 동일한 배출권이 여러 시장에서 사용되는 '이중지불(Double spending)' 문제[13] 방지 가능
- 이더리움(Etherium)[14] 개발과 함께 도입된 '스마트 계약(Smart Contract)' 기능을 활용할 경우, 탄소배출권의 소유권 이전, 감축활동 수행 시 크레딧 지급 등 당사자간 협약 사항을 프로그램의 형태로 블록체인에 등록, 실행의 신뢰성 담보

[그림 9] 블록체인(Blockchain) 기술의 가치



자료: EY(2017)

[그림 10] 블록체인의 이중지불 방지



자료: vpnMentor.com

○ 각국 정부를 중심으로 한 논의 확대와 함께 민간 기업들도 탄소배출권 시장과 블록체인 기술을 결합한 다양한 비즈니스 모델을 시험 중

• 블록체인이 기후변화 대응의 핵심 과제인 글로벌 탄소배출권 시장 연계에 매우 효과적인 기술로 인정받기 시작하면서, UN/세계은행 등 국제기구들의 주도로 관련 연구 강화

- 세계은행(World Bank)은 보고서[15]를 통해 "블록체인 기술은 글로벌 배출권 플랫폼 구축에 필수적인 데이터 공유(data sharing) 및 거래 관리(transaction management) 기능을 제공"하며, 따라서 "블록체인 기술의 배출권 시장 적용을 위한 로드맵 작성 및 지속적인 연구가 필요"함을 강조

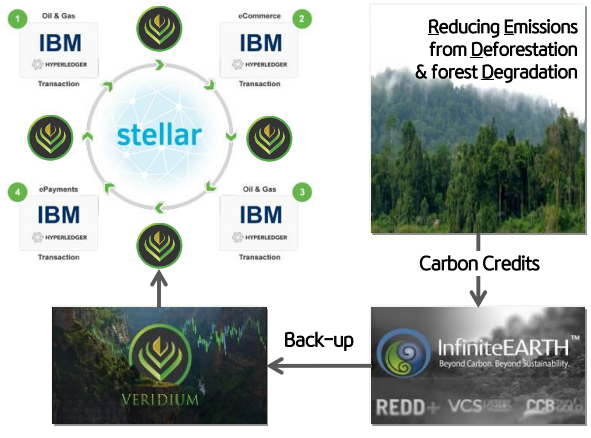
[13] 파리협정에서는 온실가스 감축의 투명성(Transparency) 확보를 위해 배출권의 이중계산(Double Counting) 방지 요구
[14] Vitalik Buterin에 의해 개발된 블록체인 시스템으로, 프로그래밍 언어인 'Solidity'를 통해 '스마트 계약' 기능 구현
[15] 'Blockchain and Emerging Digital Technologies for Enhancing Post-2020 Climate Markets' (World Bank, 2018)

□ UN(United Nations)의 「Climate Chain Coalition(CCC)」 구성

N기후변화사무국(UNFCCC)'은 기후변화 대응 수단으로 블록체인 기술을 연 , 적용하기 위해 2017년 12월 'CCC' 창설, 현재 20개국 이상/100여개 기관 참여 중. 'CCC'는 블록체인 기술이 탄소배출권 거래/감축 크레딧 거래/온실가 배출량 추적 등에 활용될 수 있을 것으로 기대하고 있으며, 우선 퍼블릭 ublic) 블록체인 기반 탄소배출권 거래 플랫폼을 개발할 계획

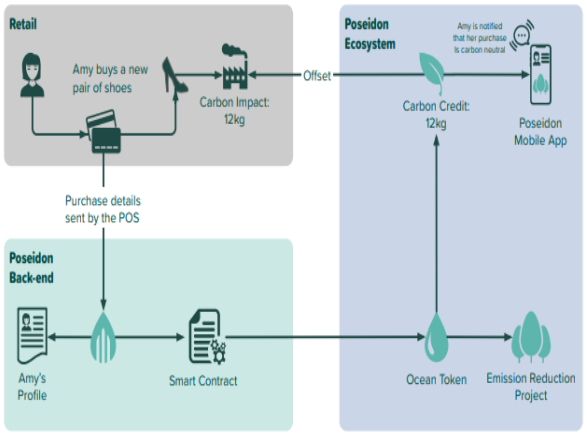
- 에너지 관련 기업 및 블록체인 기술 전문기업 등이 전략적 파트너십을 형성, 탄소배출권 거래 플랫폼 구축, 관련 코인 ICO(Initial Coin Offering)[16] 등 다양한 사업모델 추진
  - 2017년 3월 구매자인 Russia Carbon Fund와 아프리카 탄소배출권(carbon credits)을 보유한 Aera Group간에 세계 최초로 블록체인 기술(이더리움 기반 DAO[17])을 활용한 탄소배출권 거래가 성사
  - IBM은 환경 관련 블록체인 스타트업 Veridium Labs와 제휴, Veridium이 신흥국에서 수행한 산림보호 활동(REDD+)을 통해 확보한 감축 크레딧과 연동된 가상화폐(Verde)를 'Stella'[18] 블록체인 시스템에서 유통하는 플랫폼 구축 추진
  - 비영리재단 Poseidon은 고객이 구매한 상품의 탄소배출량을 계산, 이를 상쇄하는 탄소배출권을 가상화폐(OCEAN)를 통해 구매(비용 부담은 기업/고객/재단 모두 가능)하는 사업모델 발표 → 배출권 구매자금 조달을 위해 올해 6월 'OCEAN' 코인 ICO 추진

[그림 11] IBM/Veridium 탄소배출권 협업 모델



자료: IBM(2018. 5)

[그림 12] Poseidon 재단의 탄소배출권 플랫폼



자료: Poseidon Foundation

[16] 블록체인 기반 프로젝트 추진을 위해 암호화폐를 발행하여 투자자금을 모집하는 방식
[17] Decentralized Autonomous Organization: 블록체인 시스템 하에서 모든 조직 구성원들의 참여에 의해 운영되는 기업
[18] 2014년 Jed McCaleb이 개발한 Public 블록체인. 채굴(Mining)이 아닌 합의(Consensus) 메커니즘에 의해 신규 코인발행

■ 금융산업의 활용 방안

○ 온실가스 감축은 전 세계가 함께 해결해 나가야 할 공동의 과제로, 블록체인 기술을 활용해 개별 국가 및 지역별로 산재된 탄소배출권 거래시장을 통합하려는 시도가 가속화될 전망

- 세계은행(World Bank)은 세계 배출권 시장의 거래규모가 2020년에는 약 3.5조달러에 달해, 석유 시장을 추월할 것으로 예상 → 탄소배출권 시장간 국제적 연계의 중요성이 커지면서 블록체인 기반의 글로벌 통합 배출권 거래 플랫폼에 대한 니즈도 증대

- 특히 탄소배출권 시장은 블록체인의 주요 활용 분야인 디지털 통화(Digital currency – 가상화폐를 이용한 탄소배출권 매매)·기록 관리(Record keeping – 탄소배출권 소유권 관리)·스마트 계약(Smart contracts – 탄소배출권 거래 실행 담보)·증권(Securities – 탄소배출권 파생상품)의 특징을 모두 포함하고 있어, 블록체인 기술과의 시너지가 매우 높은 영역

○ 블록체인 기술과의 결합을 통해 탄소배출권 시장이 빠르게 성장할 경우, 관련 파생상품 거래 및 제3자 시장 참여 등이 확대되면서 금융회사에 큰 기회요인으로 작용

- 파생상품 거래는 위험회피자(Hedger)로부터 투기거래자(Speculator)로의 위험전가(Risk shifting) 기능 및 미래 현물가치에 대한 예측을 반영하는 선물가격을 통한 가격발견(Price discovery) 기능을 수행 → 유럽/미국/중국의 배출권 거래시장은 이미 파생상품이 활발히 유통되면서 탄소배출권 시장의 유동성 제고와 가격 안정화에 기여하고 있는 것으로 평가[19]

- 탄소배출권 거래 및 파생상품 시장 활성화를 위해서는 실수요자인 배출권 할당업체뿐만 아니라, 관련 상품을 개발하고 거래를 중개할 금융기관 등 제3자의 시장 참여를 확대해야 할 필요성 제기[20] → 유럽/미국/중국/일본 등의 경우 기관 및 개인투자자의 시장 참여를 허용하고 있는 반면, 한국은 할당업체 및 공적금융기관만이 참여 가능

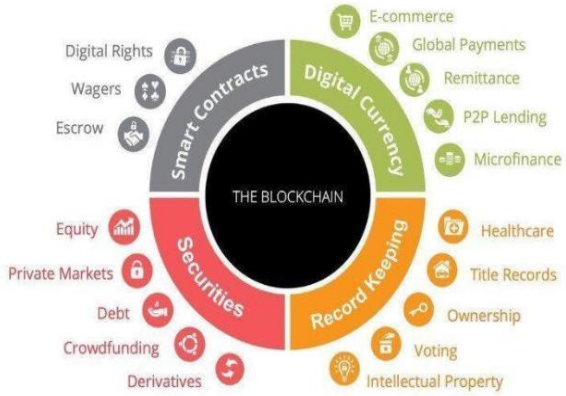
[표 3] 해외 배출권 거래시장 제3자 참여관련 현황

배출권 거래시장	시장 참여자
EU-ETS(유럽)	할당업체, 기관·개인투자자
RGGI(미국)	발전사, 기업·기관·개인투자자(의무이행업체 외 매매주체의 거래비중 41%, '16년)
8개 지역 ETS(중국)	할당업체, 정부공인 자발적온실가스감축량(CCER) 업체, 기관·개인투자자, 시민단체
토쿄 ETS(일본)	할당업체, 기관·개인투자자
K-ETS(한국)	할당업체, 외부사업감축량(KOC)전문회원, 공적금융기관(산은/수은/IBK)

자료: 한국거래소(2018. 6) 및 국회예산정책처(2018. 7) 재인용

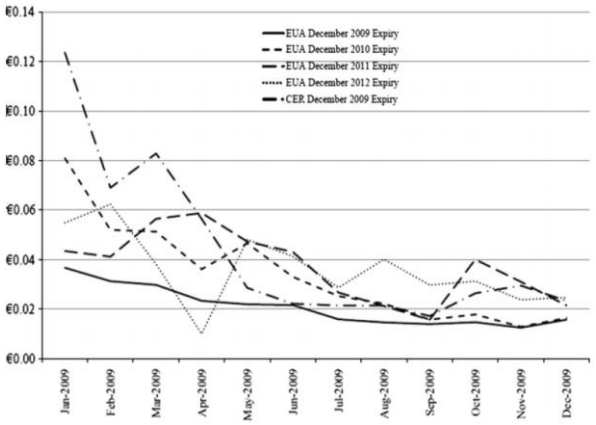
[19] '탄소배출권 파생상품 시장 도입방안 연구' (한국금융연구원, 2017. 12)
[20] '배출권거래제 1기(2015~2017년) 현황 분석' (국회예산정책처, 2018. 7)

[그림 13] 블록체인 기술의 활용 분야



자료: SMARTYM

[그림 14] 감축 크레딧(EUA/CER) 선물 스프레드



자료: 한국금융연구원(2017. 12) 재인용

<선임연구위원 김예구(yeigoo.kim@kbfg.com) ☎02)2073-5764>