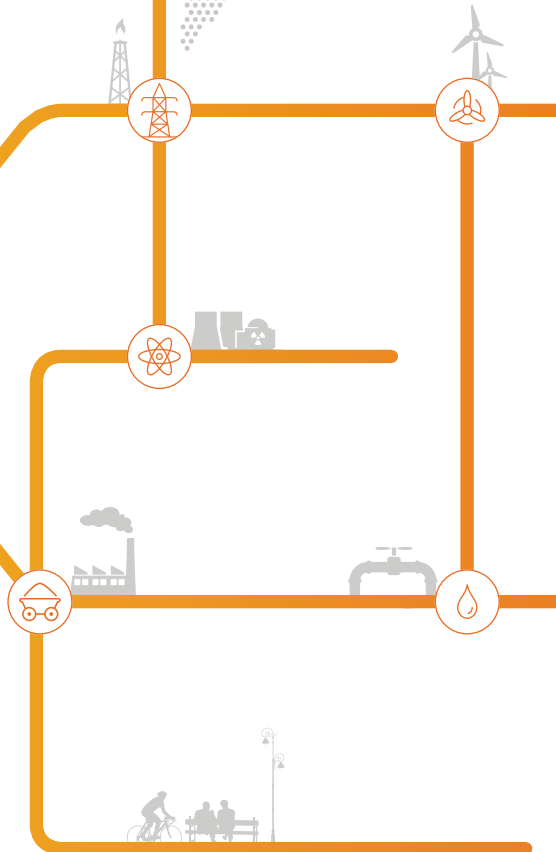


수시
연구 보고서
18-01

블록체인, 에너지 부문 기회와 과제

KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE

●
박 찬 국



참여연구진

연구책임자 : 연구위원 박찬국

연구참여자 : 위촉연구원 정 민

위촉연구원 민해경

외부참여자 심주형

〈요 약〉

1. 연구 필요성 및 목적

4차 산업혁명의 대표적 기술로 관심을 받고 있는 블록체인 기술이 금융 부문을 넘어 에너지 부문까지 빠르게 확산 중이다. BNEF (2018)는 에너지 부문 블록체인 관련 사업체가 전 세계적으로 2016년 9월 11개에서 2018년 1월 135개로 10배 이상 급증하였다고 발표하였다.

블록체인에 대해서는 신생기업들뿐만 아니라 전력회사를 비롯한 기존 에너지기업들의 관심도 높게 형성되고 있다. 일부 전력회사들은 Innogy, Conjoule과 같은 블록체인 신생기업에 투자하고 있고, 다른 한편으로는 스웨덴 전력회사 Vattenfall이 네덜란드에 블록체인 기업 Powerpeers을 세운 것과 같이 인하우스 (in-house) 투자 방식을 보여 주기도 한다 (BNEF, 2018).

국내는 과학기술정보통신부와 한국전력 (이하 한전)이 2017년 12월 ‘블록체인 기반 이웃 간 전력거래 및 전기자동차 충전 서비스’를 구축했다고 발표 (2017.12.6)하였다. 이 프로젝트에서는 블록체인 기반 전력거래 플랫폼을 통해 실시간으로 최적의 프로슈머와 소비자를 연결하고 ‘에너지포인트’로 즉시 거래할 수 있도록 허용하며, 보유한 ‘에너지포인트’는 전기요금 납부 외에도 현금으로 현금받거나, 전기자동차 충전소에서 지급결제수단으로 활용할 수 있도록 한다 (과학기술정보통신부, 2017). 민간기업인 KT에서도 소규모 전력중개사업에 블록체인을 통해 효율적으로 대응한다는 방침이다 (KT, 2018).

비트코인에 대한 관심이 높아지면서 자연스럽게 비트코인의 기반 기술인 블록체인 기술에 대한 관심도 함께 높아졌고, 미래 발전 가능성과 향후 과제에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다. 한국블록체인협회 설립 (2018.1)을 비롯하여 블록체인 관련 다양한 협회가 만들어졌고, 정부 차원에서는 과학기술정보통신부 (2018.6)가 포괄적인 방향의 “블록체인 기술 발전전략”을 발표하였다.

다만 에너지 부문에서는 구체적인 정책방향이 설계되지 않았으며, 해외에 비해 논의가 활발히 진행되지 못하고 있다. 국내에서도 몇 가지 실증 사례가 존재하기는 하지만, 아직은 블록체인 기술을 에너지 부문에 적용해보는 초기 단계로서, 블록체인 기술의 에너지 부문 잠재성, 관련 사업 모델 등에 대한 논의 역시 시작 단계에 있다. 또한, 에너지 부문 블록체인 기술 활용에 관한 기술 및 비즈니스모델 차원뿐만 아니라 정책적, 제도적으로도 대응 방안 검토도 중요한데, 에너지 부문과 구체적으로 연결 지은 논의는 부족한 실정이다.

본 연구는 에너지 부문에서 블록체인이 갖는 기회와 과제를 포괄적으로 살펴보고 향후 정책 방향 수립에 기여하고자 한다. 앞서 언급하였듯이 해외에서는 최근 에너지 부문 블록체인 응용 사례가 급성장하면서 관련 논의도 함께 늘어나고 있는데, 해외 사례 및 문헌을 중심으로 에너지 부문에서 블록체인이 갖는 유망성과 향후 해결 과제들을 살펴본 뒤, 국내 현실에서 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

2. 내용 요약 및 정책제언

블록체인은 신뢰성 있는 중앙 기관이 필요하지 않고, 분산원장에 기록된 데이터는 변경이 불가능하다. 중앙 정산기관, 기록일치 (record

reconciliation), 사이버보안에 대한 간접비용 없이, 대규모 데이터셋을 기존 기술보다 더욱 안전하고 저렴하게 유지관리 가능하다. 분산형 데이터 저장장치를 통해, 손상이나 공격에 대한 회복력을 확보할 수 있다. 퍼블릭 블록체인의 경우 참가자가 시스템을 유지하도록 기본 인센티브를 제공한다. 블록체인 아키텍처를 통해 데이터 생성자가 데이터 익명성 및 권한 제어를 할 수 있다 (BNEF, 2017).

이러한 블록체인의 기능들은 에너지 생산자 및 소비자의 직접적인 관계를 유도하며, 소규모 에너지 생산자 및 프로슈머의 시장 참여 기회를 강화시킬 것으로 예상된다. 블록체인을 통해 에너지 생산자 및 에너지 소비자 간 직접 에너지 공급계약이 가능해지고, 이러한 계약이 스마트 계약을 통해 자동화될 수 있다. 따라서 블록체인 기술이 발전하고 확산될수록 시장에서 기존 거래 중개자의 역할은 필요하지 않게 되거나, 상당히 작은 규모로 축소될 것으로 전망된다. 이에 따라, 에너지 부문에 발생하는 비용이 감소할 뿐만 아니라, 그 구조 또한 변화할 것이다.

또한, 블록체인 기술은 중개인의 필요성을 약화시킴으로써 새로운 비즈니스모델의 가능성을 열어준다. 앞서 살펴본 바와 같이 여러 형태의 비즈니스모델이 만들어지고 관련 플랫폼이 구축될 수 있다. 예를 들어 P2P 거래와 같이 중개인 없이 직접 개인과 개인이 에너지를 거래하는 플랫폼으로서 기능하거나, P2P 거래뿐만 아니라 밸런싱 시장, 용량시장, 수요관리시장, 탄소시장, 전기자동차 충전 시장, 버추얼발전소 (virtual power plant) 등 다양한 거래 플랫폼 (trading platform) 역할을 한다. 또한, 분산형 에너지 관리, 재생에너지 설치 등과 같은 분산형 자산 관리 플랫폼으로서도 기능한다.

이 새로운 플랫폼들은 에너지 토큰과 맞물릴 경우 보다 활성화될 여지가 있다. 보통 이더리움과 같은 플랫폼 프로토콜 상에서 사용되는 암호화폐를 코인이라고 한다면, 특정 용도의 스마트 계약에 사용되는 암호화폐를 토큰이라고 부른다 (김열매, 2018). 이더리움이 탄생하고 ICO가 붐을 일으키면서 새로운 발행되는 토큰들은 더 이상 단순한 코인의 기능을 넘어 여러 형태의 기능을 갖춘 토큰으로 진화하고 있다 (Lielacher, 2017). 예를 들어 당신이 빌딩 소유주이고 옥상 태양광을 설치할 의향이 있지만 자본이 부족할 경우, 에너지 공유 토큰을 통해 기금을 모을 수 있다. 에너지 공유 토큰은 미래의 잠재적 소비자 또는 소매업자, 투자자들에 의해 특정 가격으로 계약하게 된다. 에너지 공유 토큰으로 소비를 하거나, 가까운 소비자에게 토큰 자체를 판매할 수 있다. 또 다른 예로 당신이 배터리나 히트펌프 공급업체일 경우, 당신의 고객들은 발행된 에너지 저장 토큰을 받을 수 있다.

그러나 앞으로 극복해야 할 과제들도 산적해 있다. 현재 블록체인은 기술적으로 서비스 확장성, 에너지소비, 프라이버시, 보안 부문에서 해결해야 할 과제가 있다. 결재처리 속도, 대기시간, 대역폭 제한 등의 확장성 제약 문제, 작업증명 또는 프로세싱 노드의 대규모 중복 발생 경우 에너지 다소비 문제, 익명성은 강하지만 거래 주체 식별 가능성으로 인한 프라이버시 침해 문제, 여전히 해결해야 할 보안 문제가 바로 주요 기술적 과제들이다.

그리고 기술이 매우 혁신적일지라도 상업적으로 성공한다고 보장할 수는 없다. 좋은 기술이 시장에서 받아들여지지 않고 실패하는 사례가 종종 나타나는데, 이는 기술 위주의 사고방식으로 말미암아 시장의 기대와 요구를 제대로 충족시켜주지 못했기 때문이다. 블록체인 기술이

시장에서 받아들여지기 위해서는 우선 기존 기술 대비 효용성을 확실히 입증해야 한다. 또한, 사용 용이성도 중요하다. 사용자가 손쉽게 사용할 수 있는 애플리케이션은 무엇인지 고민할 필요가 있다. 현재 블록체인 이니셔티브는 대체로 기술 중심 개발이며, 고객이 편리하고 쉽게 사용할 수 있는 애플리케이션이나 대안은 잘 나타나고 있지 않다. 애플리케이션은 사용자 친화적이고, 사용하기 쉽고, 효과적으로 설계되어야 할 것이다. 블록체인 활용과 함께 발생하는 리스크에 대한 인식도 줄여나가야 한다. 프라이버시 침해 가능성이나 보안 위협에도 대응해나가야 한다.

또한, 블록체인의 성공적인 활용은 제도적 프레임워크에 달려 있다. 현재 제도적 프레임워크는 블록체인 솔루션 활용에 있어 주요 장애요인으로 작용하고 있다. 기존 법제도와 블록체인 기술 간 충돌 문제가 존재하며, 새로운 시장 참여자 역할 변화에 따른 규제 개혁 문제가 발생한다.

블록체인 기술이 갖는 이점이 분명 존재하면서도 기술, 시장, 규제적 차원에서 개선과제가 존재한다. 일단 기술과 시장 부문 과제는 프로젝트 주체가 직접 개선해야 나가야 하는 과제이다. 대신 규제 부문은 정부 및 입법 기관에서 지원해줘야 한다. 일단 사업자 입장에서는 실제로 해당 비즈니스모델을 현장에서 적용해볼 수 있을 때 보다 빠르게 기술 및 시장 부문 과제를 개선하고 발전시켜나갈 수 있게 된다.

현재 세계는 신기술 개발 및 상용화를 촉진하기 위한 규제 개선을 핵심 정책과제로 보고 자국에 맞는 규제 샌드박스 (regulatory sandbox) 제도를 도입 추진 중이다. 대표적으로 영국은 핀테크 활성화를 위해 시작한 규제 샌드박스 제도를 에너지 부문에도 적용하고 있

는데, 에너지 부문에서도 2017년 처음으로 규제 샌드박스에 블록체인 비즈니스모델을 포함하였다. 국내에서도 규제 프리존법, 규제 샌드박스법, 제주도 블록체인 특구 등의 논의가 이루어지고 있다. 다만, 현재 추진 중인 노력들은 블록체인 전반적인 쟁점에 관하여 규제문제를 일시적이거나 해소하는 것으로서, 주로 현재 막혀 있는 ICO를 가능하게 하는 쪽에서 논의되고 있다.

에너지와 관련한 직접적인 규제 이슈에는 P2P 거래나 소규모 신재생에너지에 한하여 전기 판매를 허용하는 문제가 있다. 소규모 신재생에너지에 한해 직접 판매를 허용할 경우 전력 판매시장 개방의 시발점이 될 것이라는 우려가 존재하는데, 영국과 같이 규제 샌드박스를 적용하여 우선적으로 관련 사업이 시험될 수 있도록 허용하고 추후 적절한 규제안을 마련하는 방안을 찾을 필요가 있다.

나아가 궁극적으로 바람직한 방향으로 블록체인을 비롯한 4차산업혁명 기술로 인한 에너지산업 변화에 대응한 규제들을 만들어가야 한다. 그리고 규제들 구축에 다양한 이해관계자 참여가 중요하다. 전기, 통신, 수송, 안전 및 금융 규제자 간 역무 구분은 앞으로 계속 불분명해질 것이다. 또한 지능형 기술의 도입으로 인한 에너지산업 변화에 보다 능동적으로 대응하기 위해서는 통신, 소프트웨어 등 핵심 이해관계자들의 참여와 지원 역시 중요하다.

향후 보다 구체적이며 실질적인 정책 과제를 도출하기 위해서는 필요한 법제도적 개선과제를 세부적으로 살펴보고, 관련 실행방안을 제시해야 할 것이다. 특히, 블록체인이 가져올 주요 에너지시장 이해관계자의 역할 변화 방향을 타당성 있게 전망하고 규제적 대응 방안을 살펴볼 필요가 있다.

〈ABSTRACT〉

1. Research Purpose

This study aims to provide a comprehensive overview of the opportunities and challenges of the blockchain in the energy sector and contribute to the establishment of policy direction in the future. After examining the promising potential of the blockchain in the energy sector and its future challenges, based on overseas cases and literature, we try to draw policy implications in Korea.

2. Summary and Policy Implications

The blockchain has technological challenges to address in service scalability, energy consumption, privacy and security. Scalability constraints such as processing speed, waiting time and bandwidth limitation, energy consumption problems in case of proof of work and large duplication of processing nodes, privacy intrusion problems due to possibility of transaction subject identification, and security problems to be solved, these are major technical challenges.

And even if the technology is very innovative, it can not be guaranteed to be commercially successful. It is often the case that good technology fails to be accepted in the marketplace because

technology-driven thinking has not adequately met market expectations and demands. In order for the blockchain technology to be accepted in the market, it must first demonstrate its utility compared to existing technology. Ease of use is also important. Current blockchain initiatives are generally technology-driven. Applications or alternatives that are easy to use by customers are not well represented. The application should be user friendly, easy to use, and efficiently designed. The risk perception associated with the blockchain should be reduced. We must respond to privacy threats and security threats.

Successful utilization of the blockchain also depends on the institutional framework. The institutional framework is a major obstacle to the utilization of blockchain solutions at present. Not only there is a conflict between existing legislation and blockchain technology, but also regulatory reform issues arise due to changes in the role of market participants.

Currently, the world considers regulatory improvement as a key policy task to promote the development and commercialization of new technologies, and thus, is introducing a regulatory sandbox system suitable for its own country. The UK, for example, applies the regulatory sandbox system, which was initiated to promote FinTech, to the energy sector. The UK included a blockchain business model in a regulatory sandbox for the first time in 2017.

Regulation free-zone, regulatory sandbox, and special blockchain

zone in Jeju Island are also discussed in Korea. However, the ongoing efforts are aimed at temporarily resolving blockchain regulatory issues, and it is mainly discussed only to enable ICOs that are currently blocked.

Direct regulatory issues related to energy include the issue of permitting electricity sales to P2P transactions or small-scale renewable energies. There is a concern that allowing direct sales to small-scale renewable energies will be the starting point for the opening of the electricity sales market. Therefore, as in the UK, it is necessary to first apply a regulatory sandbox to allow related projects to be tested and find ways to prepare appropriate regulatory measures in the future.

Moreover, it is necessary to create a regulatory framework in response to the changes in the energy industry caused by the Fourth Industrial Revolution technologies including the blockchain. The active participation of various stakeholders is also important to build a regulatory framework. The distinction of services between electricity, telecommunications, transportation, safety and financial regulators will continue to be unclear in the future. In addition, participation and support of key stakeholders such as communication and software experts are important in order to respond more actively to changes in the energy industry due to the introduction of intelligent technologies.

제목 차례

제1장 서론	1
제2장 블록체인 개념 및 특징	5
제1절 블록체인 개요	5
1. 블록체인 개념	5
2. 암호화 기술과 스마트 계약	7
3. 블록체인 유형	8
제2절 블록체인 특징	10
제3장 에너지 부문 블록체인 응용 사례	13
제1절 전 세계 차원의 에너지 부문 블록체인 응용 현황	13
1. 블록체인 주요 응용 분야와 참여 기업 현황	13
2. 주요 활용 영역	15
제2절 국내 사례	19
1. 한전	19
2. KT	21
제4장 에너지 부문 블록체인 기회와 과제	27
제1절 블록체인 활용 기회	27
1. 프로세스 최적화	28
2. 새로운 플랫폼 형성 및 에너지 토큰 활성화	30

제2절 에너지 부문 블록체인 과제	36
1. 기술적 과제	36
2. 시장성 확보 과제	42
3. 법제도적 과제	45
제5장 정책적 시사점 및 결론	49
제1절 정책적 시사점	49
1. “선 시행 후 규제” 필요 영역 검토	49
2. 미래 에너지산업 규제틀 구축	55
제2절 추후 연구과제	57
참 고 문 헌	59
부 록: 에너지 부문 블록체인 활용 기업	65

표 차례

<표 2-1> 블록체인 유형	9
<표 5-1> 영국 규제 샌드박스 적용 가이드라인	51

그림 차례

[그림 2-1] 블록체인 작동 원리	6
[그림 3-1] 블록체인 주요 응용 분야	13
[그림 3-2] 부문별 주요 참여 기업	14
[그림 3-3] P2P 에너지 거래	16
[그림 3-4] 분산에너지자원 관리	17
[그림 3-5] 전기자동차 충전 관리	19
[그림 3-6] 한전의 에너지 부문 블록체인 활용	21
[그림 3-7] 블록체인-소규모중개사업 적용 시 고객 가치	22
[그림 3-8] 블록체인 적용 소규모전력중개사업 가상시스템	23
[그림 3-9] 관리자 정산조회 화면	24
[그림 3-10] 초기단계 성능 검증 지표	25

제1장 서론

4차 산업혁명의 대표적 기술로 관심을 받고 있는 블록체인 기술이 금융 부문을 넘어 에너지 부문까지 빠르게 확산 중이다. BNEF (2018)는 에너지 부문 블록체인 관련 사업체가 전 세계적으로 2016년 9월 11개에서 2018년 1월 135개로 10배 이상 급증하였다고 발표하였다. Lacey (2018.3)는 2018년 3월 현재 에너지 블록체인 분야에 122개의 스타트업 기업이 있고, 2017년에 54개의 신규 기업이 만들어졌으며, 2017년 한해 ICO (코인상장) 및 전통적인 벤처 캐피털을 통해 에너지 분야의 신규 회사들이 3억 2,400만 달러 이상을 조달하였다고 보도하였다.

블록체인에 대해서는 신생기업들뿐만 아니라 전력회사를 비롯한 기존 에너지기업들의 관심도 높게 형성되고 있다. 일부 전력회사들은 Innogy, Conjoule과 같은 블록체인 신생기업에 투자하고 있고, 다른 한편으로는 스웨덴 전력회사 Vattenfall이 네덜란드에 블록체인 기업 Powerpeers을 세운 것과 같이 인하우스 (in-house) 투자 방식을 보여 주기도 한다 (BNEF, 2018).

칠레의 경우는 에너지규제기관인 CNE (Comisión Nacional de Energía de Chile)는 2018년 3월, 블록체인 기술을 전국에 걸쳐 시행할 것이라 발표하였다. 데이터는 블록체인 플랫폼에 기록되는데, 여기에는 시장가격, 한계비용, 연료가격 및 재생에너지 규정 등이 포함된다.¹⁾

1) <https://www.pv-magazine.com/2018/02/27/chiles-energy-regulator-to-use-blockchain/>

국내는 과학기술정보통신부와 한국전력 (이하 한전)이 2017년 12월 ‘블록체인 기반 이웃 간 전력거래 및 전기자동차 충전 서비스’를 구축했다고 발표 (2017.12.6)하였다. 이 프로젝트에서는 블록체인 기반 전력거래 플랫폼을 통해 실시간으로 최적의 프로슈머와 소비자를 연결하고 ‘에너지포인트’로 즉시 거래할 수 있도록 허용하며, 보유한 ‘에너지포인트’는 전기요금 납부 외에도 현금으로 현금받거나, 전기자동차 충전소에서 지급결제수단으로 활용할 수 있도록 한다 (과학기술정보통신부, 2017). 민간기업인 KT에서도 소규모 전력중개사업에 블록체인을 통해 효율적으로 대응한다는 방침이다 (KT, 2018).

블록체인 기술의 효율성, 신속성, 유연성, 보안성 장점을 활용한 개인 간 직접거래, 전기자동차 충전소 간 로밍, 방대한 분산에너지자원 관리 등의 사업이 주목받고 있다 (dena, 2016; WEC, 2017; BNEF, 2018). 에너지 부문에서 블록체인 기술의 활용 및 영향력이 갈수록 커질 것으로 전망되는 가운데, 블록체인 기술이 가져올 파장과 대응방안에 대해 심도 있는 논의가 필요하다.

비트코인에 대한 관심이 높아지면서 자연스럽게 비트코인의 기반 기술인 블록체인 기술에 대한 관심도 함께 높아졌고, 미래 발전 가능성과 향후 과제에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다. 한국블록체인협회 설립 (2018.1)을 비롯하여 블록체인 관련 다양한 협회가 만들어졌고, 정부 차원에서는 과학기술정보통신부 (2018.6)가 포괄적인 방향의 “블록체인 기술 발전전략”을 발표하였다.

다만 에너지 부문에서는 구체적인 정책방향이 설계되지 않았으며, 해외에 비해 논의가 활발히 진행되지 못하고 있다. 국내에서도 몇 가지 실증 사례가 존재하기는 하지만, 아직은 블록체인 기술을 에너지

부문에 적용해보는 초기 단계로서, 블록체인 기술의 에너지 부문 잠재성, 관련 사업 모델 등에 대한 논의 역시 시작 단계에 있다. 또한, 에너지 부문 블록체인 기술 활용에 관한 기술 및 비즈니스모델 차원뿐만 아니라 정책적, 제도적으로도 대응 방안 검토도 중요한데, 에너지 부문과 구체적으로 연결 지은 논의는 부족한 실정이다.

본 연구는 에너지 부문에서 블록체인이 갖는 기회와 과제를 포괄적으로 살펴보고 향후 정책 방향 수립에 기여하고자 한다. 앞서 언급하였듯이 해외에서는 최근 에너지 부문 블록체인 응용 사례가 급성장하면서 관련 논의도 함께 늘어나고 있는데, 해외 사례 및 문헌을 중심으로 에너지 부문에서 블록체인이 갖는 유망성과 향후 해결 과제들을 살펴본 뒤, 국내 현실에서 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

제2장 블록체인 개념 및 특징²⁾

제1절 블록체인 개요

1. 블록체인 개념

블록체인은 거래에 관한 일련의 내용을 블록 형태로 개인과 개인 간 (P2P, peer to peer) 방식의 네트워크에서 분산 보관하고 참가자가 공동으로 기록하고 관리하는 네트워크 보안 기술이다. 블록체인은 블록이 체인처럼 연결되어 있다고 해서 블록체인이라고 불리는데, 최근 승인된 거래와 그 이전 거래내역까지 일정 주기로 블록에 담겨 네트워크에 연결되어 있는 모든 컴퓨터에 복사되고 검증받는 데이터베이스 형태로 이해할 수 있다 (Deloitte, 2016; 정민아, 마크게이츠, 2018). 이 블록에는 블록헤더 (block header)³⁾, 거래내역, 시간 도장 (time stamp), 기존 블록 기록, 블록체인에서 아직 기록되지 않은 새로운 거래 등이 포함되어 있다 (정민아, 마크게이츠, 2018).

[그림 2-1]은 블록체인 작동 원리를 보여주고 있다. 거래가 요청되면 요청된 거래는 P2P 네트워크로 전송되고 거래를 검증한 뒤, 다른 거래와 결합하여 데이터 블록을 생성한다. 그리고 그 블록은 기존의 블록들과 사슬 (chain)처럼 영구적이고 불변 방식으로 저장되면서 거래가 완료된다.

2) 블록체인 기본 개념 및 특징에 대해서는 이미 수많은 연구에서 짚어본 바 있다. 본 연구에서는 기존 문헌을 토대로 개괄적으로 관련 내용을 정리하고 독자의 이해를 돕도록 한다.

3) 블록헤더에는 블록 참조 번호, 블록이 생성된 시간, 기존 블록과의 링크 정보와 같은 메타데이터 (metadata)가 포함된다.

[그림 2-1] 블록체인 작동 원리



자료: WEC (2017:6) 재인용; 그림 수정.

블록을 만들기 위해서는 작업 증명 (proof of work)라는 절차를 거치게 되는데, 이 작업증명은 블록을 만드는 권한을 얻기 위해 복잡한 수학문제를 푸는 절차이다.⁴⁾ 이 복잡한 수학문제를 제일 먼저 푸는 컴퓨터⁵⁾는 블록을 만들 권한을 받아 블록을 만들게 되고, 그 블록 뒤에 보통 6개의 블록이 추가로 연결되면 수수료와 암호화폐 생성분을 보상으로 가져간다.⁶⁾

다만, 이 방식은 컴퓨팅 파워를 많이 사용하여 자원 소비가 심하기 때문에 이에 대한 대안으로 권한증명 (proof of authority), 지분증명 (proof of stake) 방식이 주목받고 있다. 권한증명 방식은 데이터베이스 상 다양한 클라이언트 하나에게 의사결정권을 제공하여 특정 개인 키를 가진 사람이 블록체인에서 블록을 생성할 수 있도록 하는 방식이며, 지분증명 방식은 암호화폐의 보유량을 기준으로 채굴할 수 있는

4) 수학문제의 정답을 “논스 (nonce)”라고 부른다.

5) “노드 (node)”라고 부른다.

6) <https://steemit.com/kr/@seungjae1012/pow-pos-2> (접속일: 2018년 5월24일)

량을 결정하는 방식이다. 예를 들어 특정인이 10% 비중의 암호화폐를 가지고 있으면, 블록의 10%를 채굴할 수 있도록 한다. 이 방식은 암호화폐 상에서 지분을 보유한 참여자가 자신의 지분 가치 하락을 원하지 않을 것이라는 전제가 깔려 있다 (정민아, 마크게이츠, 2018).

2. 암호화 기술과 스마트 계약

블록체인은 거래 내역이 공동으로 기록, 관리되지만 암호화 기술을 이용하여 보안성을 유지한다. 거래 내역 암호화에는 해시 (hash) 함수가 이용된다. 해시 함수는 데이터를 정해진 길이의 무작위 문자열로 치환하는 함수이다 (김열매, 2018). 비트코인에서는 SHA-256 알고리즘을 이용하는데, 이 해시 함수는 어떤 입력 값을 넣든 256비트의 해시를 생성한다. 한 줄의 거래 내역을 넣든, 수백페이지의 거래내역을 넣든 64자리의 16진법 문자열을 산출한다. 만약 특정한 문자열이 나오게 하는 입력 데이터를 찾으려면 256비트로 나올 수 있는 모든 경우의 수 (2^{256} 개⁷⁾)를 하나하나 확인해야 하므로 해시 값으로 입력 데이터를 찾는 것은 거의 불가능하다 (정민아, 마크게이츠, 2018; 김열매, 2018).

그리고 블록체인이 금융 부문을 넘어 에너지를 비롯한 다른 영역으로 까지 확장성을 지니게 된 것은 스마트 계약 (smart contract)의 기능이 추가되었기 때문이다. 비트코인이 최초로 블록체인 기술을 적용한 1세대 기술이라면, 스마트 계약 기능을 갖춘 이더리움 (ethereum)은 2세대 블록체인 기술로 통용된다. 스마트 계약 기능은 코딩을 통해 특정 조건이 충족되었을 때 자동으로 거래가 이루어지도록 한다. 스마트 계약은 블록체

7) 10진법으로 표현 시 10^{77} 정도

인이 비트코인과 같이 단순 지급수단 기능을 넘어 다양한 형태의 거래와 계약에 적용될 수 있도록 기여하였다. (Subassandran, 2018). 이더리움에서 스마트 계약을 생성하면 이더리움 가상기계 (Ethereum Virtual Machine) 안에서 동작하게 되며, 스마트 계약의 검증, 실행은 블록체인 상에 기록된다. 참고로 스마트 계약이 이더리움 플랫폼 상에서 작동할 수 있도록 만든 어플리케이션을 DApp (Decentralized application)이라고 한다 (김열매, 2018).

3. 블록체인 유형

블록체인은 참여 제한 범위에 따라 크게 퍼블릭 (public), 프라이빗 (private) 유형으로 나뉜다. 퍼블릭 블록체인은 비트코인과 같이 작업증명 등 채굴과정만 거치면 누구나 거래 승인 권한을 주는 반면, 프라이빗 블록체인은 네트워크 운영 주체 등 허가된 자만이 거래 승인 권한을 갖는다.

퍼블릭 블록체인이 누구나 참여할 수 있고, 익명성을 유지하며, 보안에 강한 특징을 갖고 있지만, 네트워크 확장이 어렵고 거래속도가 느리다는 한계가 있다. 프라이빗 블록체인은 작업증명을 통한 채굴과정이 필요 없어 거래속도가 빠르다는 장점이 있다. 다만, 퍼블릭 블록체인과 같이 개방성과 탈중앙화를 기대하기는 어렵다는 한계가 있다. 그래도 프라이빗 블록체인 역시 장부가 다수에게 분산되어 보안성이 향상되며, 이미 기록된 거래 정보를 무단으로 수정하기 어렵다는 점에서 블록체인의 고유한 장점을 가지고 있다. 퍼블릭 블록체인과 프라이빗 블록체인의 중간 범주에 컨소시엄 (consortium) 블록체인⁸⁾이 있는

8) 컨소시엄 블록체인: 프라이빗 블록체인과 유사하나, 프라이빗 블록체인 관리자는 하나의 관리자만 존재하지만, 컨소시엄 블록체인의 관리자는 다수이다.

데, 허가된 자만이 거래 승인 권한을 갖는다는 점에서 프라이빗 블록 체인에 가깝다 (남충현, 2018; 김열매, 2018; Ciaian, 2018).

〈표 2-1〉 블록체인 유형

구분	퍼블릭	하이브리드	프라이빗
개요	완전한 탈중앙화 - 누구나 언제든지 블록체인에 합류하고 떠날 수 있음	개체들의 컨소시엄에 의한 준중앙화 - 진입/퇴장이 통제	유일한 개체에 의한 중앙화 (중앙 권한자)
관리주체	모든 거래 참여자 (탈중앙화)	컨소시엄에 소속된 참여자	한 중앙기관이 모든 권한 보유
거버넌스	한번 정해진 법칙을 바꾸기 곤란	컨소시엄 참여자들의 합의에 따라 상대적으로 용이하게 법칙 변경	중앙기관의 의사결정에 따라 용이하게 법칙 변경
거래속도	네트워크 확장이 어렵고 거래속도가 느림	네트워크 확장이 쉽고 거래속도가 빠름	네트워크 확장이 매우 쉽고 거래속도가 빠름
데이터 접근	누구나 접근 가능	허가받은 사용자만 접근가능	허가받은 사용자만 접근 가능
거래 검증	대다수의 노드 (채굴자)에 의해 검증	컨소시엄에 의해 검증	중앙 권한자가 거래 검증
식별성	익명성	식별가능	식별가능
투명성	완전한 투명화 - 공 검증가능성을 위한 투명성이 필수적	혼합된 형태 - 컨소시엄이 투명성 규칙 결정	불투명
개인정보 보호	투명성과 개인정보 보호간의 충돌	상대적으로 통제가 용이	높은 수준의 개인정보 보호
활용사례	Bitcoin, Ethereum 등	나스닥 링크(Linq) 등	R3CEV, Tendermint 등

자료: 김열매 (2018:25); Ciaian (2018:11).

제2절 블록체인 특징

여러 형태의 블록체인이 가지고 있는 공통적인 특징을 살펴보면 다음과 같다 (Deloitte, 2016:7).

- 블록체인은 거의 실시간으로 수많은 컴퓨터에 분산되어 존재한다. 블록체인은 탈중앙화된 형태로 전체 기록의 사본은 P2P 네트워크상의 모든 사용자와 참여자들이 입수 가능하다. 이러한 블록체인의 특성은 은행과 같은 중앙 집중형 기관 (중앙당국)뿐만 아니라 증권회사와 같은 신뢰할 만한 중개기관의 필요성을 없앤다.
- 블록체인은 네트워크 내 많은 참여자들의 합의를 기반으로 작동한다. 블록체인 참여자들은 그들의 컴퓨터를 이용하여 각각의 새로운 블록에 대해 이중 거래 체결 여부와 같은 증명과 검증을 실시한다. 새 블록은 과반수의 참여자들이 그 블록이 유효하다는 것에 동의할 경우, 네트워크에 추가된다.
- 블록체인은 암호 기법과 디지털 서명을 사용하여 신원을 입증한다. 거래는 이론적으로 익명으로 된 암호화된 신원을 통해 추적 가능하지만, 소프트웨어 역공학 (reverse engineering)을 통해 실생활 주체와도 연결이 가능하다.
- 블록체인은 과거의 기록을 수정하기 어려운 메커니즘을 가지고 있다. 블록체인 내 모든 데이터를 열람하고 신규 데이터를 작성하는 것은 가능하지만, 기존 데이터를 변경하는 것은 이론적으로 어렵다. 예외적으로 프로토콜 내 기록 변경을 허용하는 규칙 (예를 들어, 기록을 변경할 시 네트워크의 과반이 이에 동의하다

록 하는 규칙)이 있을 경우에는 변경이 허용된다.

- 블록체인은 시간이 표시되는 특성이 있다. 블록체인 상의 거래는 시간이 표시되어 정보를 추적하고 검증하는 데 유용하다.
- 블록체인은 프로그래밍이 가능하다. 블록 내에 내장된 “if”, “then”, “else”와 같은 명령어는 특정 조건이 만족되는 경우에 한하여 거래 또는 다른 조치가 수행되도록 하며, 디지털 데이터를 수반할 수 있다.

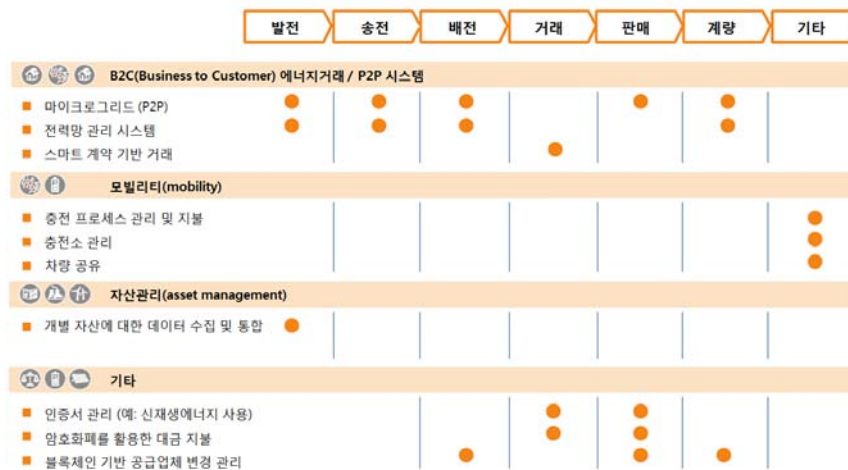
제3장 에너지 부문 블록체인 응용 사례

제1절 전 세계 차원의 에너지 부문 블록체인 응용 현황

1. 블록체인 주요 응용 분야와 참여 기업 현황

블록체인은 기업과 고객 간 에너지거래, 개인 간 에너지거래, 전기 자동차 충전 및 공유, 분산에너지 등 자산관리 등에 활용된다. 다수의 참여자가 자산 및 데이터에 관한 정보를 공유하고 업데이트하고자 할 때 블록체인을 활용할 수 있다. 이러한 블록체인은 액화천연가스 수송에서부터 스마트계량기와 같은 자산까지 매우 다양한 분야에서 활용 가능하다 (WEC, 2017).

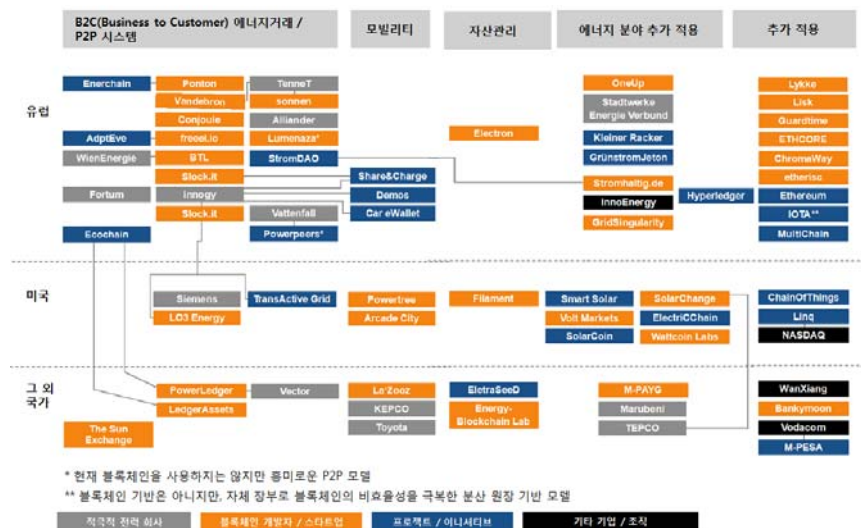
[그림 3-1] 블록체인 주요 응용 분야



자료: WEC (2017:7) 재인용; 그림 수정.

아래 [그림 3-2]는 2017년 11월 기준 WEC와 PWC가 협력하여 부문별 블록체인 기업 현황을 개괄적으로 도식화한 것이다. 에너지 분야에서 사업을 진행 중인 블록체인 기업 및 이니셔티브를 대략적으로 보여주고 있다.⁹⁾ 프로젝트들은 어떤 면에서는 서로 경쟁적이지만, 때로는 서로 협력하기도 한다. 특징적인 점은 블록체인 관련 기업 및 프로젝트가 대체적으로 유럽에서 활발하게 진행되고 있다는 것이다 (WEC, 2017). 뒤의 부록에서 주요 기업들의 에너지 부문 블록체인 응용 현황을 보다 상세히 제공한다.

[그림 3-2] 부문별 주요 참여 기업



자료: WEC (2017:8) 재인용; 그림 수정.

9) 이 도표는 특정시점을 기준으로 작성되었기 때문에, 모든 프로젝트를 다 포괄하지는 않고 있으며, 일부 프로젝트의 범위에 대해서만 설명하고 있다.

2. 주요 활용 영역¹⁰⁾

가. P2P 에너지 거래

분산형 에너지 및 옥상 태양광 발전단가가 하락하고 분산형 전원을 통해 전력을 생산하는 소비자가 늘어남에 따라 프로슈머 (prosumer) 간 에너지 직접거래의 장이 확대되고 있다. Power Ledger와 같은 스타트업들은 잉여 옥상 태양광 발전량에 대한 소액결제 (micro-transaction)와 같은 블록체인 기반 플랫폼을 시험 중이다.

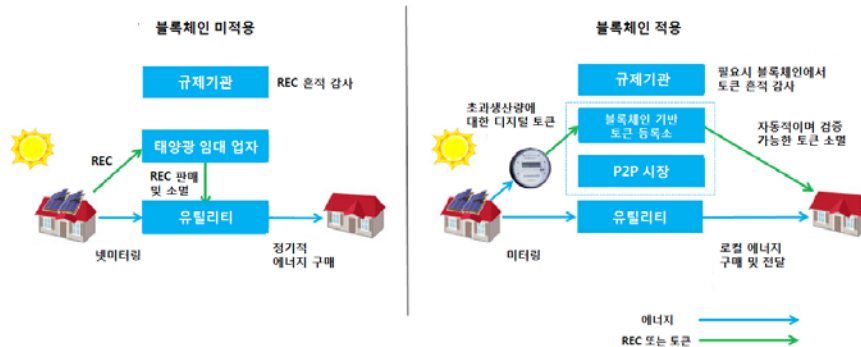
블록체인은 P2P 거래에 기여할 수 있다. 블록체인을 통해 소액결제의 변조방지 데이터베이스를 구축할 수 있으며, 프로슈머들은 저렴하게 본인의 데이터를 직접 관리할 수 있다. 그러나 P2P 에너지 거래에서 블록체인의 분산형 특징이 완전하게 실현될 수 있는 것은 아니다. 전력을 공급하기 위해서는 유틸리티 배전 네트워크가 필요하기 때문이다. 이러한 하드웨어 네트워크의 소유권을 분산시키는 것은 거의 불가능하다. 가치가 높은 암호화폐 혹은 건강기록의 경우와는 달리, 대부분의 사람들은 중개인(예, 배전회사)이 잉여 옥상 태양광 생산량을 판매하는 것에 큰 거부감이 없다. 그럼에도 불구하고, 블록체인 기술로 인해 소비자 거래가 더 용이해지거나 저렴해진다면, 잉여 전력 거래량 및 분산형 네트워크의 활용도가 증가할 것으로 예상된다.

만약, 독점적 데이터베이스와 보안 소프트웨어를 결합시키는 방식보다, 데이터베이스를 블록체인에서 구축하고 운영하는 방식이 더 저렴하다면, 운영자는 블록체인을 선택할 것이다. 프로슈머가 체감하는 변화는 그리 크지 않을 것이다. 프로슈머들은 거래를 위한 데이터베이

10) BNEF (2017)을 토대로 내용 재정리

스 기술에 대해 크게 신경 쓰지 않고 플랫폼을 통해 다른 소비자들에게 직접 잉여 발전량을 판매할 수 있다.

[그림 3-3] P2P 에너지 거래



자료: BNEF (2017:7); 그림 수정.

나. 분산 에너지 자원 관리

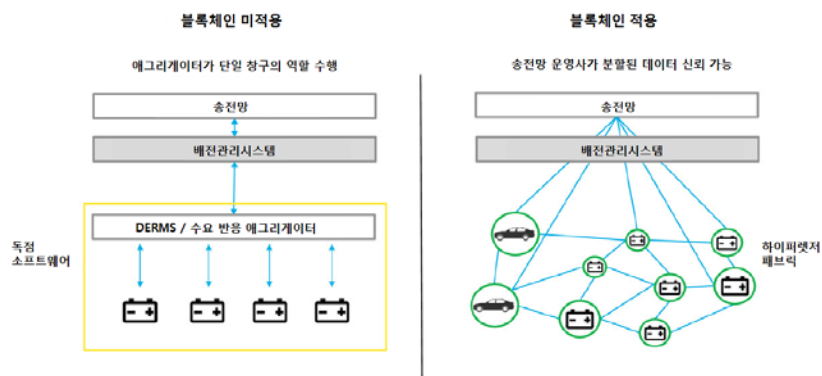
옥상 태양광, 주거용 저장장치, 스마트 가전과 같은 분산형 에너지 자원이 증가하고 있다. 이에 따라, 그리드 운영자는 그리드의 수요 공급의 균형을 유지하기 위해 종전보다 훨씬 더 복잡한 방법을 사용해야만 한다. 대형 발전소의 가동 및 정지 시기를 알아야 할 뿐만 아니라, 수 백 만 개의 장치에서 발생하는 데이터를 처리하고 조율해야만 한다. 이러한 장치들은 수 백 만 명의 소비자가 소유하고 있기 때문에 문제는 더욱 복잡해진다.

현재 그리드 운영자는 일반적으로 애그리게이터 (aggregator)를 통해 이러한 장치들을 관리한다. 애그리게이터는 소매 소비자를 관리하고, 그리드 운영자에게 단일의 회선을 제공하는 중개업체이다.

블록체인은 애그리게이터의 역할을 급격히 변화시킬 수 있으며, 심지어 그리드 운영자가 애그리게이터를 사용하지 않도록 할 수도 있다. 각 장치에서 발생하는 데이터는 블록체인을 통해 검증되고, 변조가 불가능해지기 때문에, 그리드 운영자는 각 장치에서 제출된 데이터를 신뢰할 수 있게 된다. 이렇게 된다면, 분산 자산의 의무이행을 중개인이 책임져야 할 필요성이 감소하게 될 것이다. 각 장치를 총괄하는 의사결정은 자체 소프트웨어에 의해 처리될 것이며, 각 장치들은 소프트웨어의 명령에 따르게 될 가능성이 높아진다.

동시에, 소비자들은 애그리게이터 혹은 그리드 운영자가 그들의 장치를 어떻게 사용하는지, 이에 대해 얼마를 지불받는지를 완전히 감시할 수 있게 된다. 블록체인을 통해 장부를 기록하게 되면, 소비자는 정보를 소유하고 제어할 수 있으므로, 개인정보를 보호하고, 공급자를 변경하기가 더욱 용이해진다.

[그림 3-4] 분산에너지자원 관리



자료: BNEF (2017:9); 그림 수정.

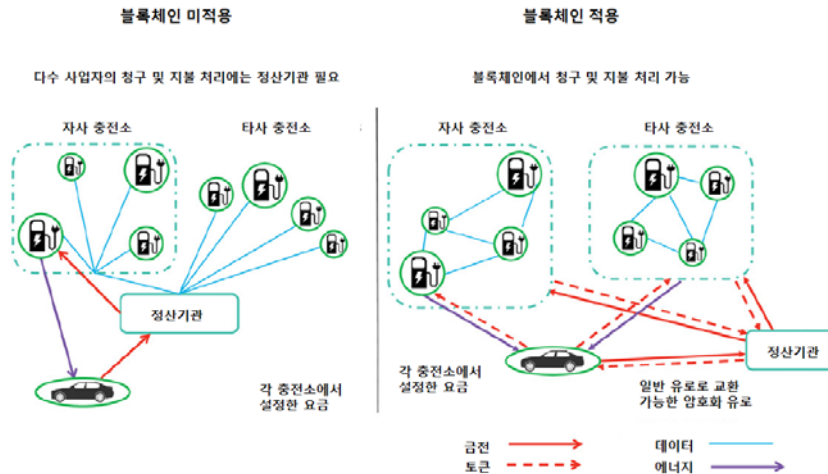
다. 전기자동차 충전 관리

전기자동차 보급률을 증가시키기 위해서는 전기자동차 충전 인프라를 오늘날 주유소 네트워크 수준으로 강화해야 한다. 소비자는 어디에서든 전기자동차 배터리를 충전하고 싶어 하기 때문에, 네트워크가 전기자동차 보급률 증가에 미치는 영향은 상당히 크다. 따라서 충전소 운영자는 광범위한 네트워크를 구축해야 한다.

블록체인 기술을 통해, 여러 충전소 운영자가 사업을 운영할 수 있는 공개 결제 플랫폼을 구축할 수 있다. 독일에서는 Innogy라는 회사가 현재 블록체인 기반의 전기자동차 충전 네트워크 시범 프로젝트를 진행 중이다. P2P 거래의 경우, 블록체인의 분산형 특징이 큰 이점이 되지 않았지만, 전기자동차 충전 분야에서는 블록체인의 탈중앙화된 특징이 크게 발휘된다. 블록체인은 충전 서비스의 결제를 위한 정산소 (clearing house) 역할을 할 수 있다. 블록체인을 통해 차량은 어떤 충전소 소유자와도 직접 거래할 수 있게 된다. 결과적으로, 블록체인을 통해 충전 제공자의 진입장벽을 크게 낮출 수 있다. 개인 충전소 소유자는 네트워크에 연결하여, 결제 플랫폼을 통해 전력을 판매할 수 있다. 사용자는 서로 다른 기업이 소유·운영하는 충전 지점 간의 변경을 용이하게 할 수 있으며, 여러 제공자를 다 사용해 볼 수 있다.

블록체인 방식은 전체적인 비용을 감소시킬 수 있다. 소비자들은 더욱 경쟁적인 환경에서 저렴하게 서비스를 이용할 수 있으며, 충전서비스 제공자는 청구시스템 보안 유지비용을 절감할 수 있다. 블록체인 기반 분산형 충전 네트워크의 부수 효과는 고객 데이터 (누가, 얼마나, 언제, 어디서 충전하였는지)를 충전 운영자가 아닌, 소비자들이 소유하게 된다는 것이다.

[그림 3-5] 전기자동차 충전 관리



자료: BNEF (2017:8); 그림 수정.

제2절 국내 사례¹¹⁾

1. 한전

현재 한전은 프라이빗 블록체인을 이용하여 빌딩 간 전력거래 서비스, 전기자동차 충전 서비스, 공동주택 내 홈(home) 간 전력거래 서비스, 전력거래를 위한 블록체인 플랫폼 개발 및 실증에 초점을 맞추고 있다.

빌딩 간 전력거래 부문 블록체인 적용은 1:N 전력거래 입찰, 계약 및 정산 프로세스를 설계하는 것이다. 전력거래 계약 체결 프로세스를

11) 국내사례에서는 한전과 KT 사례를 제시한다. 한전 내용은 권성철(2018)의 프리젠테이션 자료를 활용하여 서술식으로 재구성하였으며, KT 내용은 본 연구를 수행하기 위해 KT에 별도로 요청하여 받은 자료를 재구성한 것이다.

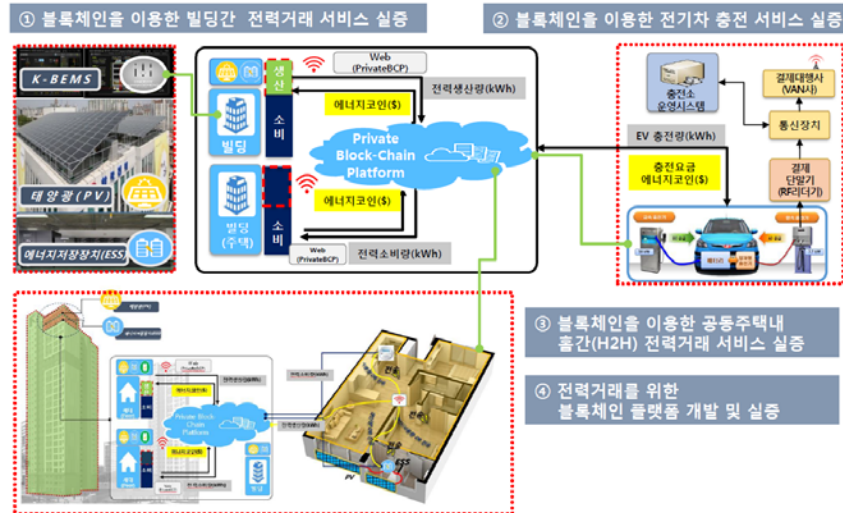
살펴보면 다음과 같다. 먼저 전력량계를 통한 데이터 계량이 이루어진다. 그리고 각 빌딩의 거래 가능 용량을 산정하고, 판매자, 소비자의 거래 단가 범위를 계산한다. 다음으로 거래가능 용량, 거래단가 범위를 제공한다. 판매자는 판매가능 하한가를 제공하고, 구매자는 구매가능 상한가를 제공한다. 건물에너지관리시스템 (BEMS)과 앱을 통해 인증 절차를 거친 뒤, 판매자가 제시한 최저가보다 낮은 구매단가를 제시한 구매자는 제외되며, 높은 구매단가를 제시한 구매자부터 판매자와 연결(matching)된다. 이 연결을 바탕으로 스마트 계약이 체결되며, 블록체인에 거래 정보가 저장된다. 마지막으로 요금 지불 및 판매 수입 정산이 이루어진다.

전기자동차 충전 서비스 부문에서는 블록체인을 이용한 결제 기능을 추가하고자 한다. 전기자동차 충전기 직접결제 시와 모바일 앱 기반 결제 시 사용자 인증 후 충전량을 입력하여 충전을 시행한다.

공동주택 내 홈 간 전력거래는 세대 간 1:1 전력거래로서 사용자 시나리오, 프로세스, 시스템 설계에 집중하고 있다. 관리사무소는 세대 승인, 발전 계량, 거래, 정산 등 총괄 관리를 수행하고, 발전 및 수요 세대는 조건별 전력거래 신청, 거래 및 정산 정보를 확인한다.

블록체인 플랫폼 개발 및 실증에서는 블록체인 합의 알고리즘을 작업증명에서 권한증명으로 보완하고, 트랜잭션 성능을 확보함으로써 플랫폼 성능을 개선하며, P2P 네트워크 상에 충전소-한전운영서버-건물에너지관리시스템-아파트관리사무소 서버가 서로 연동되도록 API(application programming interface)를 개발한다.

[그림 3-6] 한전의 에너지 부문 블록체인 활용



자료: 권성철 (2018)

2. KT

KT는 2018년 5월 전기사업법이 개정되면서 소규모 전력중개사업이 허용됨에 따라 본격적으로 해당 사업을 추진할 계획이다. KT는 2016년부터 전력거래소가 추진한 소규모전력중개사업의 시범사업자로 선정되었는데, 최근 비로소 전력중개사업을 할 수 있는 법적 근거를 확보하였다. 여기에서 소규모전력중개사업은 1MW이하 신재생에너지, 에너지저장장치 (ESS), 전기자동차 (EV)에서 생산 또는 저장된 전기를 모아 중개사업자가 전력도매시장에 전기를 판매하는 사업을 말한다. 다만, 아직 제도적으로 전력소매시장에서는 판매할 수는 없는 상황이다.

전력중개 사업을 하기 위해서는 다수의 생산자와 중간거래사업자

간 다수의 거래가 처리되어야 하는데, 다자간의 계약이 자동화될수록 거래의 효율성이 높아질 것이다. KT는 블록체인을 적용할 경우 신뢰할 수 있으면서 정확하고 빠르게 소규모 사업자들의 전력 거래를 지원할 수 있을 것으로 보고, 개념증명 (POC, proof of concept)¹²⁾ 단계에서 블록체인을 응용하고 있다.¹³⁾ 구체적으로 전력중개사업의 핵심인 ‘전력생산량의 수집 - 집합 생산량을 전력도매시장에서 판매 - 전력생산자와 중개사업자 간 정산’이라는 업무에 블록체인 기술을 적용하고 현장 검증 (field test)을 통해 기술과 서비스 수용 측면의 검증을 추진하였다.

[그림 3-7] 블록체인-소규모중개사업 적용 시 고객 가치

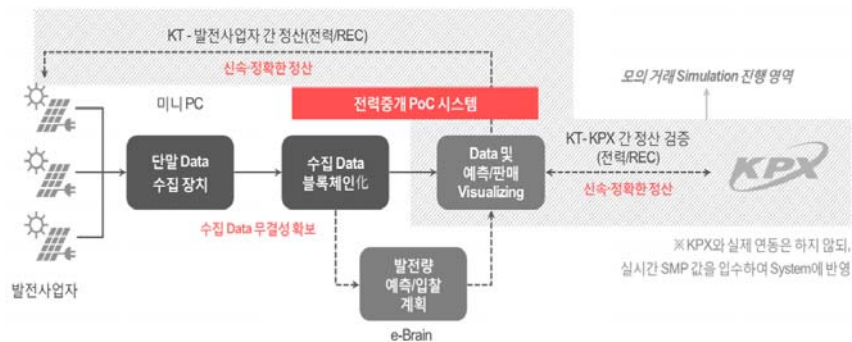


자료: KT (2018).

- 12) 제품, 기술, 정보 시스템 따위가 어떠한 문제 해결을 실현할 수 있다는 것을 증명하는 과정으로 신기술에 대한 사전 검증을 위해 진행된다.
- 13) 소규모전력중개사업은 아직 공식적으로 시범이나 실증 단계에 돌입한 상태가 아니므로 구체적인 고객이나 실제적인 데이터를 기반으로 추진할 수 없는 한계가 있다. 또한 기업용 서비스로서의 블록체인 기술 활용 사례와 세부적인 기술을 확보하기가 어려운 점도 있다. 이에 향후 사업을 추진한다는 가정 하에 최소 범위로 서비스 컨셉을 도출하여 기술적 검증 위주를 시도하였다.

아래 그림은 KT의 소규모전력중개사업에 블록체인을 적용한 가상 시스템을 개괄적으로 보여준다. KT는 특히 이 가상시스템의 무결성 검증에 초점을 맞추고 있다. 여기에서 무결성이란 시스템의 안정성, 완결성, 일관성, 정확성 및 변형과 오류 없음을 의미하는 포괄적인 용어이다. 이번 소규모전력중개사업 블록체인 응용에서는 특히 시스템에서 사용하고 유지 관리하는 데이터가 완전하고 정확하며 모순이 없는 ‘데이터의 무결성’과 시스템이 의도한 대로 작동하며 논리적 오류가 없는 ‘작동 무결성’ 검증에 초점을 맞추고 있다.

[그림 3-8] 블록체인 적용 소규모전력중개사업 가상시스템



자료: KT (2018).

KT 역시 프라이빗 블록체인을 사용하여 구현하고 전력생산자의 전력생산량과 중개사업자의 입찰, 생산자와 중개사업자 간 정산과 관련된 주요 데이터를 블록체인에 저장한다. 그리고 저장된 데이터를 근거로 블록체인의 스마트 계약 기능을 통해 정산을 자동화한다.

이번 개념증명에서는 3개의 블록체인 노드를 사용하였으며, 각 노드별 전력생산량 데이터를 블록체인에 저장하였으며, 저장된 데이터

기반 자동 정산 기능을 블록체인 스마트 계약으로 구현하고, 기업용 시스템을 감안하여 통계기능을 별도 구현하였다.

저장되는 데이터에는 발전소 기본정보 (발전소 코드, 이름), 그룹 정보 (그룹명, 그룹 소속 발전소), 발전소 데이터 (발전량, 누적생산량), 정산기본 데이터 (SMP 단가, REC 단가), 월정산 데이터 (SMP수익, REC 수익, 인센티브, 수수료, 총정산액) 등이다. 아래 그림은 중개사업자가 발전사업자를 대상으로 정산액을 자동계산 및 조회할 수 있는 화면이다.

[그림 3-9] 관리자 정산조회 화면

발전소	정산형태	총발전량 (kWh)	SMP수익 (원)	REC수익 (원)	인센티브 (원)	수수료 (원)	총정산액 (원)	정산상태
태전 2호(부연2)	REC + SMP	1,642.21	129,388.08	180,843.10	32,570.00	90.33	342,910.84	완료
태전 1호	REC + SMP	1,369.73	107,932.75	143,821.66	27,164.00	75.38	278,843.03	완료
제1호(태양2호)	REC + SMP	16,880.44	1,298,540.40	2,142,457.20	326,713.00	906.47	3,766,604.00	완료
제2호(태양2호)	REC + SMP	16,476.94	1,298,329.00	2,142,002.20	326,708.00	906.26	3,766,133.00	완료
제1호 태양광 발전소	REC + SMP	1,571.76	123,837.52	172,893.60	31,194.00	86.47	327,838.66	완료

자료: KT (2018).

KT는 최소한의 성능 지표를 설정하여 검증하고 의사결정을 하고 있으며, 현재 시스템 성능 개선 및 최적화를 진행하고 있다.

[그림 3-10] 초기단계 성능 검증 지표

DCP 설정

개발된 시스템에
요구되는 성능 지표

Field Test 마지막 1주의
Performance로 평가

1

정산 정확성

- 시간별/고객별 정산금액에
이상이 없는가?
- 빠트린 거래가 없는가?

2

정산 처리 속도

- 매시간 발생하는 거래를
60분 내에 정산해내는가?
(100개 사업자 처리 기준)

DCP 검증

계량 실적과 전략적 가치 기반 판단

DCP판단 기준

1

정량적 목표 달성 여부

- 목표 100% 달성 시
- 목표 90%~100% 이하 달성 시
- 목표 90% 이하 달성 시

2

전략적 가치 판단

- 블록체인 적용이
사업 차별화에 미치는 영향력
(정량/정성, 내부/외부)

전략적 의사결정

시스템 폐기 vs. 활용 및 서비스 확대

의사결정 시나리오

	정량적 목표		
	100%	90~100%	~90% (미만)
전략적 가치 ↑	Case A	Case C	Case D
전략적 가치 ↓	Case B	Case D	Case D

- Case A 전력중개 본사업 활용 및
他 서비스로 적용 확대
- Case B 전력중개 본사업 활용
- Case C 시스템 개선 후 활용
- Case D 시스템 폐기

자료: KT (2018).

제4장 에너지 부문 블록체인 기회와 과제

제1절 블록체인 활용 기회

블록체인의 특징이자 이점을 다시 살펴보면 다음과 같다. 신뢰성 있는 중앙 기관이 필요하지 않고, 분산원장에 기록된 데이터는 변경이 불가능하다. 중앙 정산기관, 기록일치 (record reconciliation), 사이버 보안에 대한 간접비용 없이, 대규모 데이터세트를 기존 기술보다 더욱 안전하고 저렴하게 유지관리 가능하다. 분산형 데이터 저장장치를 통해, 손상이나 공격에 대한 회복력을 확보할 수 있다. 퍼블릭 블록체인의 경우 참가자가 시스템을 유지하도록 기본 인센티브를 제공한다. 블록체인 아키텍처를 통해 데이터 생성자가 데이터 익명성 및 권한 제어를 할 수 있다 (BNEF, 2017).

이러한 블록체인의 기능들은 에너지 생산자 및 소비자의 직접적인 관계를 유도하며, 소규모 에너지 생산자 및 프로슈머의 시장 참여 기회를 강화시킬 것으로 예상된다. 블록체인을 통해 에너지 생산자 및 에너지 소비자 간 직접 에너지 공급계약이 가능해지고, 이러한 계약이 스마트 계약을 통해 자동화될 수 있다. 따라서 블록체인 기술이 발전하고 확산될수록 시장에서 기존 거래 중개자의 역할은 필요하지 않게 되거나, 상당히 작은 규모로 축소될 것으로 전망된다. 이에 따라, 에너지 부문에 발생하는 비용이 감소할 뿐만 아니라, 그 구조 또한 변화할 것이다.

또한, 블록체인 기술은 중개인의 필요성을 약화시킴으로써 새로운

비즈니스모델의 가능성을 열어준다. 앞서 살펴본 바와 같이 여러 형태의 비즈니스모델이 만들어지고 관련 플랫폼이 구축될 수 있다. 그리고 이러한 새로운 비즈니스모델은 에너지 토큰 (token)을 통해 보다 활성화될 수 있다. 예를 들어 당신이 빌딩 소유주이고 옥상 태양광을 설치할 의향이 있지만 자본이 부족할 경우, 에너지 공유 토큰을 통해 기금을 모을 수 있다. 에너지 공유 토큰은 미래의 잠재적 소비자 또는 소매업자, 투자자들에 의해 특정 가격으로 계약하게 된다. 에너지 공유 토큰으로 소비를 하거나, 가까운 소비자에게 토큰 자체를 판매할 수 있다. 또 다른 예로 당신이 배터리나 히트펌프 공급업체일 경우, 당신의 고객들은 발행된 에너지 저장 토큰을 받을 수 있다.

이 절에서는 블록체인의 활용 기회를 에너지 부문에서 발생하는 다양한 프로세스를 최적화하는 이점과 새로운 플랫폼 형성 및 토큰 활성화 이점에 초점을 맞춰 기술하기로 한다.

1. 프로세스 최적화

블록체인은 기업의 내부 프로세스 및 고객과의 상호소통에 있어 비용을 절감할 수 있는 잠재성을 보유하고 있다. 에너지 부문에서도 에너지시스템 전반, 기업 고객관리, 사업체 내부 프로세스 등에서 증가하는 방대한 데이터를 비용 효율적으로 관리할 수 있는 역량이 중요하다. 소규모 분산에너지자원들이 급속히 증가하는 현실을 고려할 때, 에너지시스템 운영비용도 함께 빠르게 증가할 것으로 예상되는데, 블록체인을 통한 디지털화는 분산에너지시스템 자산의 원격 유지 및 제어를 통해 운영비용 절감에 기여한다.

에너지시스템 운영자 입장에서 다양한 정보의 통합 관리는 전력망

운영 효율화를 촉진한다. 다만, 에너지 부문에서 블록체인과 같은 디지털 기술이 아직 시범사업 단계이고, 스마트그리드 기술과 같이 연계 기술들이 확산되어 있다는 전제 하에 그 영향을 보다 구체적으로 파악할 수 있기 때문에 현 시점에서 그 효과를 명확하게 파악하는 일은 어려운 상황이다.

dena (2016:21-22)은 주요 프로세스 최적화 예상 영역으로 다음의 영역들을 제시하였다.

- 요금청구 (billing): 스마트미터, 분산형 에너지 부문 등에서 요금 청구 절차가 보다 투명하게 진전
- 판매 및 마케팅 (sales and marketing): 가정 내 장치들과 그 가정이 소비하는 전력의 패키지 솔루션, 고객 서비스 향상, 기존 판매 전략의 효율화 등
- 자동화 (automation): 분산형 에너지시스템 및 마이크로그리드의 제어 및 최적화
- 계측 및 데이터 전송 (metering and data transfer): 스마트그리드 애플리케이션 이해당사자들 간 데이터 공유, 지능형 제어 시스템, 데이터 전송 표준화 등
- 이동성 (mobility): 전기자동차 전력공급계약 관리 및 전기자동차 충전 로밍 등
- 소통 (communication): 협력체들 간 데이터 교환, 전력망 운영업체와의 소통, 지식 공유 및 사회적 네트워크 구축 촉진
- 보안 (security): 데이터 인증 및 프라이버시 보호

요컨대, 블록체인을 통해 시스템 전반의 거래 비용을 감소시키는 물론 프로세스의 효율성을 증가시키고, 그에 따라 고객에게 비용효율적인 혜택을 제공하며, 모든 관련 당사자들이 직접 상호작용이 가능해질 수 있다. 이를 통해 기존 발전설비는 최적화되어 활용될 수 있고, 에너지는 최적가에 이용될 수 있다. 이러한 모델에서 프로슈머의 역할은 더욱 강화될 것이다 (PWC, 2016).

2. 새로운 플랫폼 형성 및 에너지 토큰 활성화

블록체인은 기존 에너지 시스템에서 둘 이상의 시장 참여자 간 상호작용을 촉진하는 디지털 수단으로서의 플랫폼을 형성한다. 예를 들어 P2P 거래와 같이 중개인 없이 직접 개인과 개인이 에너지를 거래하는 플랫폼으로서 기능하거나, P2P 거래뿐만 아니라 밸런싱 시장, 용량시장, 수요관리시장, 탄소시장, 전기자동차 충전 시장, 버추얼발전소 (virtual power plant) 등 다양한 거래 플랫폼 (trading platform) 역할을 한다. 또한, 분산형 에너지 관리, 재생에너지 설치 등과 같은 분산형 자산 관리 플랫폼으로서도 기능한다.

이 새로운 플랫폼들은 에너지 토큰과 맞물릴 경우 보다 활성화될 여지가 있다. 보통 이더리움과 같은 플랫폼 프로토콜 상에서 사용되는 암호화폐를 코인이라고 한다면, 특정 용도의 스마트 계약에 사용되는 암호화폐를 토큰이라고 부른다 (김열매, 2018). 이더리움이 탄생하고 ICO가 붐을 일으키면서 새로이 발행되는 토큰들은 더 이상 단순한 코인의 기능을 넘어 여러 형태의 기능을 갖춘 토큰으로 진화하고 있다 (Lielacher, 2017).

토큰의 유형에는 화폐 토큰 (currency token), 증권 토큰 (security

token), 유틸리티 토큰 (utility token), 자산 토큰 (asset token), 평판/보상 토큰 (reputation/reward token) 등이 있다. 화폐 토큰은 말 그대로 제품 및 서비스를 사고팔거나 가치를 저장하는 데 사용하는 온라인 화폐를 의미하고, 증권 토큰은 주식과 같이 토큰 판매를 완료한 기업의 지분을 의미한다. 유틸리티 토큰은 한 회사의 플랫폼, 제품 또는 서비스를 활용할 수 있는 권한을 의미하는 토큰으로서 증권 토큰과 달리 투자목적으로 설계된 것이 아니며, 규제적 제약을 받지 않고 있다. 자산 토큰은 물리적 자산 또는 제품을 나타내는 디지털 토큰으로서 금과 같이 보관하기 어려운 자산을 실제 보유하고 있음을 증명하는 형태의 토큰이다. 평판/보상 토큰은 플랫폼에서 사용자들에게 보상으로서 인지되는 토큰인데, 사용자의 평판을 상징적으로 보여주기도 하고, 특정 블록체인 플랫폼에서 열심히 활동한 이들에게 보상책으로 제공하는 토큰이다 (Lielacher, 2017).

에너지 부문에 적용되고 있는 토큰 모델은 현재 규제적 제약을 받지 않고 있는데, 재생에너지 및 에너지 효율성 시스템으로의 에너지 전환을 위한 자유 시장 기반의 인센티브로서 역할을 할 수 있다 (Sebnem, 2018). Sebnem (2018)¹⁴⁾은 발생할 수 있거나 설계될 수 있는 에너지 토큰의 예를 다음과 같이 제시하고 있다.

- 에너지사용 이전 토큰 (energy shift token): 소규모 지방자치단체 또는 민간 마이크로그리드 운영자들이 가치를 부여, 즉 비용을 지불할 수 있다.¹⁵⁾ 왜냐하면, 이들은 에너지사용 이전 토큰을 구

14) <https://medium.com/@sebnem/parte-finale-the-energy-tokens-5b5f7c4fdacd> (접속일: 2018년 4월28일)

15) 여기서 에너지 토큰에 “가치 부여(Valuing)”한다는 것은 이해관계자가 토큰을

입함으로써, 서로 다른 시간대에 전력망 부하가 높은 지역에서 부하를 줄일 수 있는 인센티브를 제공할 수 있기 때문이다. 또한 에너지 소매업체가 예측 오류로 인해 전원 포트폴리오를 수정해야 할 경우, 에너지사용 이전 토큰을 이용할 수 있다. 현물 시장의 가격이 너무 높을 경우, 시장에서 추가 에너지를 구입하는 대신, 고객의 에너지이용 이전에 비용을 지불함으로써, 포트폴리오 수정을 현물 시장 상황이 좋을 때까지 연기할 수 있다.

- 에너지 절감 토큰 (energy save token): 현물시장에서 포트폴리오를 단기적으로 수정하는 비용이 고객의 에너지 사용량 절감보다 높을 경우, 에너지 소매업체는 에너지 절감에 대한 가치를 부여할 수 있다. 에너지 절감에 대한 가치가 부여될 경우, 어떤 이해관계자들은 낭비되는 에너지에 대한 비용을 지불해야 할 것이다. 이 토큰 구입주체에는 파리기후협약을 준수하는 정부, 서비스로서의 에너지 (energy-as-a-service)를 제공하는 건물주 등이 포함된다. 장비공급업체는 에너지 절감 토큰을 활용하여 고객들이 에너지 효율성이 높은 장비를 사용하도록 유도할 수 있다.
- 에너지 저장 토큰 (energy store token): 전력망 운영자, 태양광 장비공급 업체, 프로슈머, 건물 소유자 등 모든 재생에너지 이해관계자들에게 가치가 있다. 에너지 절감 토큰과 마찬가지로, 배터리 및 히트펌프와 같은 에너지저장 장치 공급업체는 에너지 저장 토큰을 마케팅 수단으로 활용할 수 있다.
- 에너지 공유 토큰 (energy share token): 주로 커뮤니티에 의해 가치가 부여된다. 전력 네트워크는 물리적으로 상호 연결되어 있

위해 돈을 지불하는 것이다. 토큰은 즉시 사용되거나 향후 매도될 수 있다.

기 때문에 특정 기준이나 위치를 기반으로 하여 커뮤니티를 구축하고 효율적으로 전력을 공유할 수 있다. 예를 들어, 최종사용자는 지역 내 재생에너지 공급자를 지원하기 위해, 근처 옥상 태양광 소유자의 에너지 공유 토큰에 비용을 지불할 수 있다.

에너지 토큰을 주요 비즈니스모델의 구성요소로 활용하고 있는 기업들의 사례를 살펴보면 다음과 같다.¹⁶⁾

○ SolarCoin (<https://solarcoin.org>)

현재 옥상 태양광 시스템을 보유하고 있다면, 아마존에서 Smappee¹⁷⁾와 같은 에너지 모니터링 장치를 주문하여, SolarCoin (SLR)을 청구할 수 있다. 1SolarCoin은 1MWh의 태양 발전량과 동일한 가치이다. 이것이 SolarCoin 블록체인의 정의된 프로토콜이다. SolarCoin은 마일리지와 같은 태양 에너지에 대한 보상 시스템이라고 볼 수 있다. 또는, 태양 에너지를 기반으로 하는 통화라고 볼 수도 있다. 태양 에너지를 지원하고자 하는 개인이나 기관은 SolarCoin을 지불 수단으로 사용할 수 있다. 태양 발전 장치 공급업체나 서비스 및 제품 업체는 SolarCoins를 고객을 유도하는 마케팅 수단으로 활용할 수 있다.

SolarCoin은 2014년부터 이용 가능해졌다. 현재까지, 약 1만 개의 태양광 발전기가 등록되어 있으며, 3,400만 개가 넘는 SolarCoin이 유통되고 있다. SolarCoin Foundation은 향후 40년 동안 최대 1,000억 코인을 발행하는 것을 목표로 한다.

16) <https://www.investinblockchain.com/energy-blockchain-tokens/> (접속일: 2018년 5월17일)

17) <https://www.smappee.com/> (접속일: 2018년 5월24일)

○ Energitoken (<https://energitoken.com>)

Energitoken (ETK)은 에너지 절약을 장려하면서, 분산형 전력시장 구축을 도모하기 위해 만들어졌다. ETK는 이더리움 블록체인을 기반으로 하며, 효율적인 전자제품 구매 또는 소비량 감축과 같은 에너지 절약 행위에 대한 보상을 한다.

○ Power Ledger (<https://powerledger.io>)

호주의 스타트업인 Power Ledger의 플랫폼은 프로슈머들이 우버나 에어비엔비와 같은 방식으로 잉여에너지를 통해 수익을 창출하여 투자 가치를 실현할 수 있도록 지원하고자 한다.

Power Ledger 백서에 따르면, 이 기업은 시민 소유의 마이크로그리드를 가능케 하고, 분산형 재생에너지 및 P2P 거래에 널리 적용될 수 있는 갈등 없는 (frictionless) 토큰을 개발한다는 방침이다.

Power Ledger의 에너지 거래 플랫폼은 이미 호주 및 뉴질랜드의 여러 소규모 P2P 프로젝트에서 테스트되었으며, 궁극적으로 에너지 저장, 전기자동차, 전력망 서비스와 같은 훨씬 광범위한 에너지 애플리케이션 제품군을 지원할 계획이다.

이 플랫폼은 2단계의 토큰을 활용하여 관할 지역 간의 교환을 가능하게 하는 것도 목표로 한다. 상위 레벨인 POWR 토큰은 플랫폼 개발에 자금을 지원하고, 플랫폼 적격성 (eligibility) 및 진입을 관리한다. POWR의 거래는 세계적으로 가능할 것이다. POWR은 하위 레벨 토큰인 Sparkz와 교환이 가능하다. 이 Sparkz 토큰은 지역 내 에너지 거래에 사용될 것이다.

○ GRID+ (<https://gridplus.io>)

GRID+는 뉴욕 블록체인 스타트업 Consensys가 개발하였으며, 2017년 사전판매 및 ICO를 통해 3,600만 달러를 조달하였다.

소프트웨어 및 하드웨어 (현재 개발 중)로 이루어진 GRID+의 사용자 인터페이스는 인공지능 및 블록체인을 사용하여, 소비자가 최적가로 전력을 구매할 수 있게 하고, 에너지 절감을 위해 사용량을 조정하도록 하며, 궁극적으로는 에너지저장 장치 통합을 가능하게 하여 사용자가 차익 거래를 통해 이익을 얻도록 한다. P2P 플랫폼도 구상되고 있다.

GRID+ 토큰의 판매를 통해 소프트웨어 및 하드웨어 패키지 개발 자금을 조달하며, 판매된 토큰은 향후 소비자가 20% 가격 인상이 없는 경우에 한하여 GRID+ 플랫폼을 통해 500kWh의 전력을 구매할 수 있는 권리와 교환될 예정이다. 현금과 교환도 가능할 것이다.

○ WePower (<https://wepower.network>)

WePower는 플랫폼을 개발하여 신재생에너지 프로젝트의 크라우드 펀딩을 촉진하고자 한다. 그러나 조금 다른 접근법을 취한다. 프로젝트 개발자는 WePower 플랫폼을 활용하여, 소매가격보다 낮은 가격에 에너지를 선불로 판매하여 자본을 조달한다.

여기서 사용되는 토큰도 두 가지 레벨로 이루어진다. 첫 번째 토큰인 WePower (\$WPR)의 경우, 2018년 초 토큰 판매를 통해 4,000만 달러를 조달하였는데, 이 토큰의 목표는 플랫폼 및 비즈니스 개발에 필요한 자금을 조달하는 것이다. WPR 토큰 소유자는 향후 WePower 시스템 내 발전 시설에서 생산된 전력에 대한 입찰 우선권을 보상받

게 된다. 우선권 순위는 WPR 보유량으로 정해진다.

두 번째 토큰은 발전주체가 미래 생산량의 일부를 토큰화하여 실현될 예정이다. 발전주체는 토큰화된 kWh 중 0.9%를 기부할 것이다. 이것은 WePower 플랫폼을 사용하는 수수료 역할을 한다. 또한, 그 기부된 토큰은 초기 투자자에게 보상의 일환으로서 WPR 토큰으로 비례 배분될 예정이다.

에너지 토큰이 블록체인 플랫폼의 핵심은 아니지만 에너지 전환을 촉진하는 다양한 수단들에 가치를 보다 쉽게 부여할 수 있게 하면서, 에너지 전환 시대에 블록체인을 통한 새로운 플랫폼 형성 및 비즈니스 창출을 촉진하는 역할을 할 수 있다.

제2절 에너지 부문 블록체인 과제

1. 기술적 과제

가. 확장성

이더리움 블록체인 처리량은 현재 약 15tps (초당 트랜잭션, transaction per seconds)로 제한된다. VISA 결제 네트워크의 거래량은 평균 2,000tps이며, 테스트 용량은 최대 50,000 tps이다 (Staples et al., 2017; Mendling et al., 2018).

대기시간(latency)도 문제이다. 네트워크 정체가 없는 거래의 경우도 일정 시간이 소요된다. 또한, 사고로 인한 포크 (fork)¹⁸⁾ 및 악의적인

18) 블록체인이 둘 이상으로 쪼개져 제각기 운영

포크로 인해 거래가 손실되지 않도록 하기 위해, 일반적으로 다수의 확인블록 (confirmation block)이 권장되고 있다. 따라서, 비트코인의 경우 평균 60분, 이더리움은 평균 3~10분 후에 거래가 이루어진다. 라이트닝 네트워크 (lightning network)¹⁹⁾ 또는 사이드체인 (side chain)²⁰⁾ 등과 같은 방식으로 기술을 개선한다 해도, 블록체인은 중앙제어 시스템만큼 짧은 대기시간을 달성하지 못할 가능성이 높다 (Mendling et al., 2018).

크기 및 대역폭 제한 또한 처리량 문제와 비슷한 유형의 문제이다. Yli-Huumo et al. (2016)에 따르면, 만약 비트코인의 처리량이 VISA 수준에 도달한다고 가정할 경우, 데이터 구조를 복제하는 블록체인 특유의 프로세스는 많은 문제를 야기한다. 이 연구에 따르면, 비트코인의 처리량이 VISA 수준에 도달할 경우, 블록체인은 매년 214PB (페타바이트)만큼 용량이 증가하여, 데이터 저장 및 대역폭에 문제를 일으킬 것이다. 라이트닝 네트워크나 사이드체인 및 프라이빗, 컨소시엄 블록체인은 이러한 문제를 해결하는 것을 목표로 한다 (Mendling et al., 2018).

나. 에너지 소비

비트코인 및 이더리움 블록체인은 모든 채굴노드 (mining node)가 어려운 암호를 해독하기 위해 경쟁하도록 하는 “작업증명(Proof of Work)”이라는 합의 메커니즘을 활용한다. 이는 채굴자가 블록체인에 자원을 투자하고, 단일 노드가 다음 블록을 형성함에 있어 비결정론

19) 사용자들이 비트코인 블록체인 외부의 다른 채널에서 비트코인을 전송, 결제하는 기술

20) 사이드체인 참고자료 : <https://www.tokenpost.kr/article-1447> (접속일: 2018년 5월23일)

(non-determinism)을 해결할 수 있도록, 무작위 방식으로 리더를 선출하도록 하는 메커니즘이다. 그러나 이러한 암호화 퍼즐을 수행하는 전 세계 컴퓨터들은 상당히 많은 전기를 사용하고 있으며, 퍼즐을 푸는데 성공하지 못하는 대부분의 컴퓨터의 사용 전력이 낭비되고 있다. 이러한 한계점을 인지하여, 계산에서 고비용의 컴퓨팅 파워를 사용하지 않는 지분증명 (proof-of-stake)과 같은 대안적 합의 메커니즘이 퍼블릭 블록체인을 위해 개발되고 있으며, 이들은 전력 효율성을 상당히 향상시킬 것으로 전망된다. 프라이빗 블록체인들 또한 작업증명에 의존하지 않는 대안적인 합의 메커니즘을 사용하곤 한다 (Staples et al., 2017).

그럼에도 불구하고, 여러 프로세싱 노드의 대규모 중복이 발생할 경우, 블록체인 시스템은 중앙집중식 비복제형 데이터베이스보다 더 많은 전력을 사용하게 된다. 이는 블록체인의 가용성 및 분산형 이점을 상쇄하는 피할 수 없는 단점으로 작용한다 (Staples et al., 2017).

다. 프라이버시

블록체인의 경우, 사용자가 실제 신상명세 대신 생성된 주소를 통해 거래하기 때문에 매우 안전한 것으로 여겨진다. 또한, 사용자는 정보가 유출된 경우, 많은 주소를 생성할 수도 있다. 그러나 모든 공개키 (public key)의 거래 및 잔고가 공개적으로 표시되기 때문에, 블록체인이 거래상 개인정보 보호를 보증하지는 못한다고 볼 수 있다. Biryukov et al. (2014)은 사용자가 NAT (Network Address Translation) 또는 방화벽을 사용하는 경우에도 사용자 가명을 IP 주소에 연결하는 방법을 제시하였으며, 각 클라이언트는 연결된 노드 세트

를 통해 식별될 수 있다고 밝혔다. 그리고 그 노드 세트는 거래의 원점을 찾기 위해 학습 및 활용될 수 있다 (Biryukov et al., 2014; Zheng et al., 2017).

라. 보안

블록체인은 타인을 신뢰하지 않는 사람들이 안전하고 조작불가능한 방식으로 중요한 데이터를 공유할 수 있다는 데 의의가 있다. 왜냐하면, 블록체인은 정교한 수학 및 혁신적인 소프트웨어 규칙을 활용, 공격자의 조작을 방지하여 데이터를 저장하기 때문이다. 그러나 아무리 최고로 설계된 블록체인 시스템이라 하더라도, 범죄자가 복잡한 수학 및 소프트웨어 규칙을 능숙하게 다룰 수 있다면, 실제적인 문제가 발생할 가능성이 있다 (Orcutt, 2018).

블록체인이 안전하다고 인식되는 이유를 되짚어본다. 블록체인 시스템을 조작하기 어렵도록 하는 요소는 이론적으로 두 가지이다. 바로 각 블록에 고유한 암호화된 지문과 네트워크에서 노드가 공유 기록에 동의하는 과정인 “합의 프로토콜 (consensus protocol)”이다 (Orcutt, 2018).

해시라 불리는 지문의 최초 발생을 위해서는 장시간의 계산 및 에너지 소모가 요구된다. 따라서 해시는 블록체인에 블록을 추가한 채굴자가 비트코인 보상을 얻기 위해 계산 작업을 하였다는 것의 증명서로서 역할을 한다. 또한, 해시는 일종의 인장 역할도 하는데, 블록의 내용을 변경하면, 해시가 변경되기 때문이다. 해시와 블록이 일치하는지 여부를 매우 쉽게 확인할 수 있다. 또한, 해시가 변경되면, 각 노드들은 이 복사본을 업데이트한다 (Orcutt, 2018).

그리고 해시가 블록체인의 연결고리 역할을 한다. 각 블록은 이전 블록의 고유한 해시를 포함한다. 따라서, 어떤 블록의 내용을 소급적으로 변경하려면, 해당 블록뿐 아니라, 이후의 모든 블록에 대해서도 신규 해시를 계산해야 한다. 그리고 이러한 작업을 다른 노드가 체인에 신규 블록을 추가하는 것보다 더 빠르게 수행해야만 한다. 따라서, 나머지 노드보다 더 강력한 컴퓨팅 파워를 보유하지 않고 있다면, 추가하려는 모든 블록은 기존의 블록들과 충돌하게 되고, 다른 노드들은 자동으로 변경을 거부하게 될 것이다. 이러한 메커니즘을 통해, 블록체인은 조작이 어렵다는 특성을 지니게 되는 것이다 (Orcutt, 2018).

그러나 사람들은 부정행위를 저지를 수 있는 창조적인 방법을 찾아냈다. Orcutt (2018)에 따르면, 코넬대 연구진은 다른 채굴자들의 반도안 되는 채굴력으로 블록체인을 전복시킬 수 있는 방법을 제시하였다. 간략하게 설명하자면, “이기적인 채굴자 (selfish miner)”가 이미 해결된 암호화 퍼즐에 다른 노드들이 시간을 낭비하도록 속여서 불공정한 이익을 얻을 수 있다는 것이다.

또 다른 가능성은 "이클립스 공격(eclipse attack)"이다. 블록체인의 노드는 데이터를 비교하기 위해 계속 통신 상태를 유지해야 한다. 특정 노드의 통신을 제어하는 노드들을 공격자가 관리할 경우, 공격자는 허위 데이터를 네트워크에서 확인받은 것처럼 보이게 하여 리소스를 낭비하게 하거나 위조된 거래를 승인하도록 속일 수 있다 (Orcutt, 2018).

그리고 최근 암호화폐 해킹은 일반적으로 블록체인 시스템이 실제 세계와 연결된 지점 (즉, 소프트웨어 클라이언트 및 제3 어플리케이션)에서 발생한다. 예를 들어 해커는 인터넷에 연결하여 암호화폐 암

호기를 저장하는 어플리케이션인 “핫월렛 (hot wallet)²¹⁾”에 침입할 수 있다. 해커들은 온라인 암호화폐 거래소들이 소유한 지갑을 주요 타겟으로 삼았다. 많은 거래소들은 사용자들의 자산을 인터넷에 연결되지 않은 “콜드 (cold)” 하드웨어 월렛²²⁾에 보관한다고 주장한다. 그러나 2018년 1월, 일본 Coincheck에서 5억 달러 상당의 암호화폐가 강탈당했을 때, 거래소가 자산을 콜드월렛에 저장하지는 않는다는 사실이 드러났다 (Bennett et al., 2017; Orcutt, 2018).

블록체인 시스템의 보안 보장 중 하나는 "분산화"이다. 만약 블록체인인 사본이 대규모 노드의 분산 네트워크에 보관된다면, 공격을 당할 여지가 없으며, 누구도 이 네트워크를 전복하기 위한 충분한 컴퓨팅 능력을 구축하기 힘들 것이다. 그러나 코넬대 연구진에 따르면, 비트코인 및 이더리움은 사람들의 생각만큼 분산되어있지 않다. 비트코인 상위 4개 채굴자가 주당 평균 채굴 용량의 53% 이상을 차지하고 있고, 이더리움의 경우 3개 채굴자가 61%의 지분을 차지하고 있다고 밝혔다 (Orcutt, 2018).

일부에서는 채굴에 의존하지 않는 대안적인 합의 프로토콜이 더 안전할 수 있다고 주장한다. 그러나 이러한 가설은 대규모 단위로 테스트된 바 없으며, 신규 프로토콜은 자체적인 보안 문제를 가지고 있을 가능성이 있다. 또 다른 이들은 소프트웨어만 다운받으면 네트워크에 참여가 가능한 비트코인과 다르게 허가를 통해 블록체인에 참여하게 하면 안전할 것이라고 주장하기도 한다. 이러한 시스템은 암호화폐의 분산화 취지에 반하는 것이지만, 공유 암호화 데이터베이스의 이점을

21) 온라인 상태에서 거래를 주고받을 수 있는 전자지갑으로 바로 거래가 가능하다.

22) 오프라인 상태의 지갑이다. 거래를 위해서는 별도의 절차가 필요하다. USB와 같은 하드웨어 형태로 존재하여 PC 등과도 분리될 수 있다.

취하고자 하는 금융 기관 및 기타 기관의 경우, 이 방식을 고려해볼 만하다 (Orcutt, 2018).

그러나 프라이빗 블록체인과 같이 허가형 시스템 역시 의문을 불러 일으킨다. 허가를 내릴 권한은 누구에게 있는지, 시스템은 검증인 (validator)의 유효성을 어떻게 보장할 것인지 의문이 발생한다. 허가형 시스템은 그 소유자 입장에서 안전하다는 느낌을 강화할 수 있지만, 소유자에게 제어권한을 부여하여, 다른 네트워크의 참여자의 동의 여부와 상관없이 시스템 변경 등이 가능하기 때문에, 블록체인이라는 개방성과 투명성 개념 자체에 위배되는 것처럼 여겨질 수도 있다 (Orcutt, 2018; 남충현, 2018).

2. 시장성 확보 과제

기술이 매우 혁신적일지라도 상업적으로 성공한다고 보장할 수는 없다. 좋은 기술이 시장에서 받아들여지지 않고 실패하는 사례가 종종 나타나는데, 이는 기술 위주의 사고방식으로 말미암아 시장의 기대와 요구를 제대로 충족시켜주지 못했기 때문이다 (박용삼, 2015).

Rogers (1983)는 혁신이 시장에서 받아들여지는 요인으로 상대적 이점 (relative advantage), 적합성 (compatibility), 단순성 (simplicity), 관찰가능성 (observability), 시용가능성 (trialability)을 강조하였고, Davis (1989)는 Rogers (1983)와 유사하게 기술의 유용성 (usefulness) 과 사용편이성 (ease of use)이 기술 수용의 핵심 동인이라고 주장하였다. Sheth (1981), Ram & Sheth (1989)는 혁신으로 나타나는 변화에 저항하는 혁신 저항을 극복하는 것이 혁신 수용에 매우 중요하다고 강조하였다 (최용희 & 김상훈, 2004). 황혜정 (2017)은 혁신 저항이

발생하는 대부분의 이유는 사용자가 현재 제품을 사용하고 있는 방식, 습관 등과 그 혁신기술이 서로 양립하지 않기 때문이라고 강조한다.

연구자들마다 혁신기술이 시장에서 받아들여지는 요인으로 내세우는 것들이 조금씩 다르지만, 대체적으로 그 기술이 기존 기술 대비 효율성을 갖는지, 사용하기 불편하진 않은지, 사용하면서 발생할 위험성은 없는지가 중요 요인들이다.²³⁾

블록체인 기술이 시장에서 받아들여지기 위해서는 우선 기존 기술 대비 효율성을 확실히 입증해야 한다. 즉, 블록체인 기술이 기존 솔루션들 대비 경쟁력을 확보하여 사용자들의 선호를 얻어야 하는 과제가 존재한다. 가령, 스마트미터가 전 세계적으로 한창 보급 중인데, 양방향 스마트미터 거래를 위한 다양한 기술이 경쟁 중이며, 유사하게 전 기자동차 충전 지불시스템 역시 여러 솔루션들이 경쟁 중이다. 기술적으로 정교한 플랫폼이나 프로세스가 이미 정착한 영역에서는 블록체인 기술의 효율성이 그다지 높게 나타나지 않을 수 있다. 블록체인이 발전소, 송배전망 관리 분야까지 적용가능하다고 하지만, 이미 막대한 비용을 들여 갖춰놓은 기존 시스템 대비 충분한 효율성 및 효과성을 보여야 한다.

블록체인이 기존 기술 대비 유형의 편익을 가시적으로 명확히 보여주지 않는 이상 에너지 부문에서 빠른 확산을 기대하기는 어렵다. 이에 에너지 거래시스템이 잘 발달된 선진국보다는 아직 시스템이 취약한 개도국에서 보다 빠르게 확산될 여지가 크다 (dena, 2016). 단, P2P 에너지거래와 같이 아직 초기 시장단계이고 특별히 경쟁력 있는

23) 혁신수용, 혁신저항, 기술수용 등에 관한 이론적 논의는 다른 문헌들에서 방대하게 수행하였다. 본고에서는 그 이론적 논의가 핵심이 아닌 관계로 개괄적으로 언급할 뿐이다.

기존 솔루션이 자리 잡지 않고 있는 상황에서는 블록체인의 장점이 더욱 부각되고 중심 거래 플랫폼으로 자리 매김 가능하다.

한편, 블록체인 기술은 스마트미터, 스마트그리드, 브로드밴드와 같은 인프라가 구축된 상황에서 그 잠재성이 더욱 빛을 발휘할 수 있기 때문에 다른 인프라 구축과 병행하여 발전해 나가야 한다.

또한, 사용 용이성도 중요하다. 사용자가 손쉽게 사용할 수 있는 애플리케이션은 무엇인지 고민할 필요가 있다. 현재 블록체인 이니셔티브는 대체로 기술 중심 개발이며, 고객이 편리하고 쉽게 사용할 수 있는 애플리케이션이나 대안은 잘 나타나고 있지 않다. 애플리케이션은 사용자 친화적이고, 사용하기 쉽고, 효과적으로 설계되어야 할 것이다.

블록체인 활용과 함께 발생하는 리스크에 대한 인식도 줄여나가야 한다. 프로젝트가 진행됨에 따라 프라이버시에 대한 우려도 커질 것이다. 데이터 보전 및 검증가능성은 블록체인의 기술의 가장 큰 경쟁력이지만, 개별 사용자는 자신의 데이터를 이웃, 언론인, 비즈니스 경쟁사가 조사하는 것을 반기지 않을 것이다.

그리고 블록체인 기술이 다른 솔루션 대비 사이버보안 위협에 강하다고 알려져 있지만, 아직 기술 초기 단계로서 다른 보안 취약성이 존재할 수 있다. 오늘날 블록체인 기술을 개발, 제공하는 수백 개의 스타트업들 중에는 아직 검증되지 않은 알고리즘을 사용하는 곳들이 많다 (Bennett et al., 2017). 앞서 언급하였듯이 블록체인 역시 보안이 기존 대비 강화되었다고 하지만, 보안 문제에서 완전히 자유롭지는 않다.

3. 법제도적 과제

가. 법적 과제

블록체인의 성공적인 활용은 제도적 프레임워크에 달려 있다. 현재 제도적 프레임워크는 블록체인 솔루션 활용에 있어 주요 장애요인으로 작용하고 있다.

현재 블록체인 기술은 과거 정보를 바꿀 수 없다는 특징이 있는데, 이는 기존 법제도와 모순되는 특성을 갖는다. 일례로 에너지 공급 계약 등의 체결, 내용, 절차 혹은 파기 등과 관련된 일반 계약법 조항 등도 문제가 될 수 있다. 특히 블록체인의 거래 내역 변경 불가라는 특성이 현행 민법과 상충하기 때문에, 향후 계약내용의 포기 혹은 항의 등의 형태로 계약이 해지될 가능성이 다분하다. 원칙적으로 거래 내용이 블록체인에 저장되면 변경이나 삭제가 불가능하다. 따라서 현행 법적 프레임워크 내에서 블록체인 기술을 적용하기 위해서는 소위 '역거래 (reverse transaction)'이라 불리는 방식을 취할 수밖에 없다. 역거래의 예로는 초기 상태로 회복될 때까지 반대거래 (counter-transaction)를 블록체인에 입력하는 가상 거래를 들 수 있다. 이러한 문제는 초기부터 어떤 계약이 합법성을 갖추지 못해 일련의 이후 계약이 타당성을 잃어버린 상황이 발생할 때 더욱 중요한 문제가 된다 (Schneider, 2018).

계약뿐만 아니라 개인정보보호법과도 충돌이 되는데, 현 법제도상 개인이 요구할 시 관련 개인정보를 삭제하도록 되어 있는데, 블록체인에서는 그러한 조치가 어렵다.

거래가 컴퓨터에 의해 자동으로 진행되는 스마트계약 관련해서는

계약 용어 및 조건들이 상호 충돌할 경우 해결방안에 대한 논의가 부족하며, 부적절한 상황이 발생했을 때 책임 소재가 누구에게 있는지 정하기 어렵다. 만약 기술적 차원에서 문제가 발생하다면, 거래 타당성을 증명한 채굴자에게 있는지 P2P 거래에 참여한 참여자들에게 있는지 결정하기 어렵다.²⁴⁾

나. 규제적 과제

블록체인 기술을 통해 에너지 소비자와 생산자 간 직접적인 계약관계가 수립되고, 에너지 소비자와 생산자 모두 프로슈머로서 역할을 할 수 있다.

결과적으로 에너지 소비자는 생산자 역할을 하면서 전력수급 균형 역할에 동참해야 하며, 시장 의무 사항 (보안, 위험관리 등의 조항)을 준수해야 한다. 블록체인 상에서는 계량기 관리업체 (meter operator)가 더 이상 데이터를 수집하고 기록할 필요가 없어진다. 모든 소비 및 거래 데이터가 블록체인 기술을 통해 자동으로 정확히 기록되기 때문이다 (PWC, 2016). 네트워크 요금을 결정하기 위해 필요한 거래 데이터가 블록체인을 통해 계량기 관리업체에 제공될 것이다. 따라서 계량기 관리업체의 역할은 신뢰할 수 있고 변조가 방지된 계량기를 제공하는 것으로 축소될 수 있다.

배전 시스템 운영자 또한 네트워크 비용을 청구하기 위한 거래 정보를 블록체인을 통해 제공받게 된다. 분산형 거래 모델이 완벽하게 구현된다면, 송전 시스템 운영자는 더 이상 정산에 필요한 데이터를 요구하지 않아도 된다. 거래는 실시간으로 진행되며, 실제 소비를 기

24) 스마트계약의 법적 쟁점에 대해서는 정경영 & 백명훈 (2017)에서 상세히 다루고 있다.

반으로 결제되기 때문이다 (PWC, 2016).

이런 상황이 도래한다면 금융 거래, 상업 활동, 다양한 책임 등에 대한 규제체계도 함께 정비되어야 한다. 블록체인 상에서 금융 거래가 에너지기업과 은행에서 P2P 시스템으로 전환됨에 따라, 금융 거래가 적절히 처리되도록 하는 책임이 누구에게 부과되어야 하는가에 대한 의문이 발생한다. 에너지 소비자들에게 이러한 의무를 부과하는 것은 어려울 것이며, 에너지 공급업체에 부과하는 것도 여의치 않을 것이다. 대신, 실질 의무 주체, 즉, 플랫폼 운영자에게 금융 서비스 제공자로서의 의무를 준수하도록 요구할 수 있을 것이다. 그리고 블록체인 모델 내 모든 에너지 공급 당사자가 무역, 상업, 산업 관련 규제에서 명시된 의무를 충족해야 하는지 여부를 명확히 해야 한다. 또한, 블록체인 플랫폼이 안전하게 운영될 수 있도록 명확하고 투명한 책임 규정이 필요하다. 규정에는 지급불이행, 기술적 실패, 의도적인 조작과 관련된 당사자의 책임이 포함되어야 한다. 에너지 공급 비즈니스 대부분이 주요 인프라의 사용과 관련되어 있기 때문에, 명확한 비상계획이 수립되어, 시스템의 완전 고장 또는 부분 고장 발생 시 따라야 하는 절차가 정의되어야 한다 (PWC, 2016; CGI, 2018; Schneider, 2018).

제5장 정책적 시사점 및 결론

제1절 정책적 시사점

1. “선 시행 후 규제” 필요 영역 검토

블록체인 기술이 갖는 이점이 분명 존재하면서도 기술, 시장, 규제적 차원에서 개선과제가 존재한다. 일단 기술과 시장 부문 과제는 프로젝트 주체가 직접 개선해야 나가야 하는 과제이다. 대신 규제 부문은 정부 및 입법 기관에서 지원해줘야 한다. 일단 사업자 입장에서는 규제 문제 없이 실제로 해당 비즈니스모델을 현장에서 적용해볼 수 있을 때 보다 빠르게 기술 및 시장 부문 과제를 개선하고 발전시켜나갈 수 있게 된다.

현재 세계는 신기술 개발 및 상용화를 촉진하기 위한 규제 개선을 핵심 정책과제로 보고 자국에 맞는 규제 샌드박스 (regulatory sandbox)²⁵⁾ 제도를 도입 추진 중이다 (최해욱, 2017).

대표적으로 영국은 핀테크 활성화를 위해 시작한 규제 샌드박스 제도를 에너지 부문에도 적용하고 있는데, 에너지 부문에서도 2017년 처음으로 규제 샌드박스에 블록체인 비즈니스모델을 포함하였다.

25) 2014년 영국의 금융행위규제기구(FCA)가 소비자 편의 향상과 기업 간 경쟁 촉진을 위해 ‘Project Innovate’의 일환으로 도입한 규제 정책이다 (최해욱, 2017). 이후 2017년 에너지 규제기관인 ofgem에서도 이 정책을 활용하고 있다. 영국 이외에도 캐나다, 호주, 싱가포르, 일본, 말레이시아 등이 신기술 육성을 위해 규제 샌드박스를 적용하고 있다 (<https://industrysandbox.org/regulatory-sandboxes/> (접속일: 2018년 5월27일)).

영국의 가스 및 전력 규제기관인 ofgem은 2017년 7월부터 블록체인 기반 P2P 에너지거래 비즈니스에 규제 샌드박스 (regulatory sandbox)를 적용하기로 결정하였다. 영국의 규제 샌드박스는 혁신기업들이 현재 규제 하에서는 제공하기 어려운 비즈니스 제품, 서비스 및 비즈니스모델들을 시험할 수 있도록 하는 장치이다. ofgem은 EDF Energy가 주축이 되고 영국 에너지 블록체인 기업인 Electron을 비롯하여 PassivSystems (가정에너지관리서비스기업), Repowering London (런던 비영리단체), 유니버시티 칼리지 런던이 참여한 컨소시엄에 규제 샌드박스를 적용하여 그 컨소시엄이 도시 지역에서 P2P 지역 에너지 거래 플랫폼을 시험할 수 있도록 허용하였다. 이 컨소시엄은 지역 재생에너지의 생산지를 기록하고 이웃 간 에너지를 거래할 수 있도록 하면서 저탄소에너지원의 자체 소비를 늘리고 전반적으로 에너지 비용을 줄이는 노력을 할 예정이다.²⁶⁾

아래 <표 5-1>은 영국 에너지 부문 규제 샌드박스 적용 가이드라인이다. ofgem은 규제 샌드박스 적용을 신청한 비즈니스모델 또는 아이디어가 진정으로 혁신적인지, 소비자에게 더 나은 혜택을 제공할 수 있는지, 규제 샌드박스가 필요한 것인지, 소비자에게 서비스를 시험할 준비가 되어 있는지 등에 대해 평가한다.

26) <https://www.ofgem.gov.uk/about-us/how-we-engage/innovation-link> (접속일: 2018년 5월 28일)

〈표 5-1〉 영국 규제 샌드박스 적용 가이드라인

기준	주요 질문	긍정적 지표	부정적 지표
혁신성	해당 혁신이 획기적이거나 현재의 시장 제품들과 차이를 보이는가?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 해당 혁신이 현재의 시장 제품들과 확연한 차이를 보이는 것으로 판명됨. ▪ 규모의 큰 변화 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 이미 시장에 수많은 유사한 제품들이 존재함. ▪ 인위적인 제품 차별화로 보임.
소비자 혜택	해당 혁신이 소비자에게 (직접적으로 또는 경쟁 심화를 통해) 뚜렷한 혜택을 제공할 예정인가?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 해당 혁신이 직접 또는 간접적으로 소비자에게 더 나은 거래를 제공할 것으로 보임. ▪ 신청자가 발생 가능한 모든 소비자 위험과 완화 수단에 대해 확인함. ▪ 해당 혁신이 효과적인 경쟁을 촉진할 것으로 보임. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 소비자, 시장, 에너지 시스템에 악영향을 줄 가능성이 있음. ▪ 소비자 요구를 충족시키기보다는 규제를 회피하도록 설계됨.
필요성	샌드박스 테스트가 진정으로 필요한가?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 해당 혁신이 현 규제 체계에 맞지 않아 시장에 내놓기 어렵거나 비용이 많이 듦. ▪ 실제 환경에서 샌드박스 테스트를 해봐야 할 명백한 필요성이 있음. ▪ 해당 사업에는 ofgem 및 다른 주요 네트워크 관계자와 교류할 대체 수단이 없음. (혹은 시험 목표를 달성할 대체 수단이 없음.) ▪ 짧은 생존 가능성 테스트에 전체 승인 프로세스가 너무 고비용이거나 까다로울 수 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 혁신자의 목표를 달성하기에 샌드박스 테스트가 꼭 필요하지 않음. ▪ 혁신자가 ofgem의 도움 없이도 시험을 착수할 수 있음. ▪ 혁신자의 의문점이 Innovation Link의 피드백 서비스를 통해서 풀 수 있음. ▪ 혁신자의 시험 목표 또는 의문점이 ofgem의 소관 밖임. (이 경우 ofgem은 다른 기관과 협력하여 최대한 도움을 줌.)

기준	주요 질문	긍정적 지표	부정적 지표
준비 정도	실제 에너지 시스템에서 소비자에게 해당 혁신에 대한 시험을 할 준비가 되 어 있는가?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 신청자가 분명한 목표 및 성공 기준과 함께 세밀한 계획을 갖고 있으며, 이를 바탕으로 24개월 이내에 샌드박스 시험을 마무리 할 수 있음. ▪ 일부 테스트 및 모델링이 현재까지 수행됨. ▪ 혁신자가 샌드박스에서 테스트 할 자원을 보유하고 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 테스트를 위한 분명한 목표나 세밀한 계획이 없거나, 24개월 이내에 시험을 완료 할 수 없음. ▪ 현재까지 테스트가 거의 또는 전혀 수행되지 않았음. ▪ 혁신자가 테스트를 위한 자원을 보유하고 있지 않음.

자료: ofgem의 the innovation link²⁷⁾

국내의 경우 규제 프리존법과 규제 샌드박스법이 국회에 상정 중이다. 규제 프리존법은 수도권을 제외한 14개 시도에 27개 전략산업을 지정해 규제를 풀어주는 제도로서, 일본의 국가 전략특구 제도에서 비롯되었다. 규제 샌드박스법은 앞서 언급한 영국의 규제 샌드박스와 동일하다. 두 법안 간 주요 차이가 있다면 규제 프리존법은 경제특구를 만들어 새로운 산업의 규제를 완화하자는 것이고, 규제 샌드박스법은 지역이 아닌 산업 중심으로서 민간기업이 특정 분야 규제 완화를 요청하면 심의를 통해 특정 조건에서 규제를 풀어준다는 것이다. 그러나 두 법안 모두 신산업 육성을 위해 규제혁신에 초점을 맞추고 있다는 점에서는 동일하다.

국내 지역 차원에서는 제주도가 ‘블록체인 특구’를 내세우며, 블록체인 중심지로 자리 잡겠다는 뜻을 보이고 있다. 이는 지난 6월 지방선거 당시 당선된 도지사의 공약이기도 하다. 제주도가 블록체인 산업 육성에 있어 보다 적극적으로 나설 수 이유는 '제주특별자치도 설치

27) https://www.ofgem.gov.uk/system/files/docs/2017/10/regulatory_sandbox_window_2_guidance.pdf

및 국제자유도시 조성을 위한 특별법'을 개정하여 블록체인 산업에 대한 정책을 자율적으로 수립하는 권한을 가질 수 있기 때문이다.

다만, 현재 추진 중인 노력들은 블록체인 전반적인 쟁점에 관하여 규제문제를 일시적이거나 해소하는 것으로서, 주로 현재 막혀 있는 ICO를 가능하게 하는 쪽에서 논의되고 있다.

에너지 부문과 연결시켜 본다면, ICO 허용도 에너지산업 육성에 기여할 수 있겠으나, 보다 에너지와 관련한 직접적인 규제 이슈로는 P2P 거래나 소규모 신재생에너지에 한하여 전기 판매를 허용하는 문제를 들 수 있다.

현재 해외사례를 보면 에너지 부문에서 블록체인이 적용되는 사례가 대체로 P2P 전력거래에 있다시피 블록체인은 개인 간 에너지거래를 촉진하는 주요 기술이다. 물론 블록체인만이 P2P 에너지 거래를 가능하게 하는 기술은 아니다. 박찬국 (2016)에서는 2016년 전반 기준 P2P 전력거래 사례를 다루고 있는데, 분석 대상 사례 5개²⁸⁾ 중에서 뉴욕 브루클린의 마이크로그리드 샌드박스 사례 1개만이 블록체인을 이용한 P2P 거래였다. 즉, P2P 전력거래에 있어 블록체인이 필수 요소는 아니라는 것이다. 그렇다 할지라도 최근 블록체인을 통한 P2P 사례가 급증하는 바와 같이, 블록체인이 적용될 경우 P2P 전력거래가 보다 활성화될 여지가 있고, 거꾸로 P2P 전력거래를 규제차원에서 허용하게 되면, 블록체인 비즈니스가 활발하게 전개될 수 있다. 이는 블록체인이 태생적으로 P2P 거래와 맞물려 있기 때문이다.

국내에서는 2016년 2월 산업통상자원부 고시²⁹⁾ 개정을 통해 이웃

28) P2P 전력거래 사례로 1) 피클로, 2) 반데브론, 3) 엘로하, 4) 소넨 커뮤니티, 5) 마이크로그리드 샌드박스를 소개하고 있다.

29) 산업통상자원부, “소규모 신재생에너지발전전력 등의 거래에 관한 지침(제2016-35호)”, 2016.

간 전력거래를 신설하였으나, 발전설비용량 10kW 이하 태양에너지 발전설비 설치자에 한해 사용하고 남은 전기를 전기판매사업자의 중개를 통해 다른 전기소비자에게 공급할 수 있게 하는 수준이다. 즉, 전기판매사업자의 중개를 거치지 않고서는 직접 거래를 할 수 없다. 또한, 정부가 2016년 6월 전기사업법에 소규모전기공급사업, 소규모 전력중개사업, 전기자동차충전사업을 포함하는 개정안을 발의하였으나, 2018년 5월 소규모전력중개사업과 전기자동차충전사업은 포함되고³⁰⁾ 소규모전기공급사업은 제외되었다. 정부가 제안한 소규모전기공급사업은 대통령령에서 정한 규모에 제한³¹⁾을 두고, 신재생에너지 설비를 이용한 경우에 한하여 대통령령으로 정하는 구역의 전기사용자에게 한전이나 전력시장을 거치지 않고 소비자에게 직접 판매하는 것을 허용하는 것이다. 그러나 국회에서는 이 사업이 소비자 전기요금 인상 등 전력판매시장 개방 논란과 연계되어 있어 추가 논의가 필요한 것으로 보고 최종 전기사업법 개정안에서 관련 조항을 삭제하였다.³²⁾

현재 재생에너지 보급 확대를 중심으로 한 에너지전환 정책이 추진 중인데, 당초 전기사업법 개정안을 발의한 정부의 주장대로 소규모 신재생에너지에 한해 직접 판매를 허용할 경우 신재생에너지 보급을 촉진할 가능성이 크다. 그러나 국회의 주장과 같이 전력 판매시장 개방의 시발점이 될 수 있다. 그렇다면 소규모 신재생에너지에 한하여 판매가 개방될 경우 그 파급효과에 대해 공감대가 형성되어 있지 않은

30) 전기자동차충전사업의 경우 당초 충전사업자가 도매시장에서 전기를 구매하는 것을 허용하는 안을 제시하였으나 최종안에서는 삭제되었다.

31) 단일 배전망의 최대 허용전력인 10MW 이하로 예상

32) 전기사업법 개정안(2018.5)에 대한 국회 산업통상자원중소벤처기업위원회 심사보고서 및 검토보고서 참조

가운데, 영국과 같이 규제 샌드박스를 적용하여 우선적으로 관련 사업이 시험될 수 있도록 허용하고 추후 적절한 규제안을 마련하는 방안을 찾을 필요가 있다.

현재 국내에서는 대표적으로 한전과 KT가 블록체인을 에너지 부문에 접목하고 있는데, 어디까지나 현 규제 내 허용 영역에 한하여 부분적으로 사업을 추진하고 있다. 그러나 블록체인은 본 연구에서 살펴본 바와 같이 에너지 부문의 다양한 영역에서 활용되거나 될 예정이고, 앞으로 더 다양한 기업들이 더 새로운 아이디어를 구현할 것으로 예상된다. 에너지전환, 에너지신산업 육성, 일자리 창출, 에너지산업 경쟁력 확대 등의 나아가야 할 방향을 고려할 때, 규제문제를 완화해 블록체인의 이점을 최대한 활용하여 미래 에너지산업을 육성하고 에너지전환을 촉진할 필요가 있다. 규제 샌드박스의 경우 당장 규제를 바꾸자는 것이 아니고 일단 비즈니스모델 또는 아이디어를 시험해볼 수 있도록 허용한 뒤, 추가적인 규제 개선 및 조치 방안을 찾는 과정인 만큼, 블록체인과 같은 유망 기술 육성에 바람직한 수단이 될 수 있다.

2. 미래 에너지산업 규제틀 구축

가. 이해관계자의 역할 변화와 의무 명료화

규제 샌드박스가 규제와 상관없이 우선 비즈니스모델 및 아이디어를 시험할 수 있게 해주는 장치라면, 이후에는 궁극적으로 바람직한 방향으로 블록체인을 비롯한 4차산업혁명 기술로 인한 에너지산업 변화에 대응한 규제틀을 만들어가야 한다.

블록체인의 미래가 현실로 이어질 경우 이해관계자의 역할이 달라지면서 기존 규제들은 유용성이 떨어지게 된다. 만약 에너지가 생산자에서 소비자에게 직접 제공되고, 당사자 간 금융거래가 바로 이루어지며, 이 모든 것이 블록체인 기술을 기반으로 이루어진다면, 소매업체가 필요 없어질 수 있다. 단기적으로는 소매업체가 블록체인을 적용하여 운영효율성을 높이는 노력을 보일 수 있으나, 장기적으로 발전설비, 저장장치, 에너지소비기기 간 자동으로 스마트계약이 이루어진다면, 소매사업은 하나의 애플리케이션의 형태로 변할 수 있다.

송배전망 네트워크 부문에서도 주파수 조정 및 전압 제어와 같은 업무가 스마트계약 및 기타 자동 프로세스로 대체될 경우 송배전망 사업자의 의무는 무엇인지에 대해 재정립해야 한다.

보다 큰 변화를 겪게 되는 이해당사자는 에너지 프로슈머들이다. 에너지프로슈머가 별다른 중개사업자 또는 서비스 기업 없이 전력을 비롯한 에너지 공급자 역할을 수행할 때, 기존 법률상에서 에너지공급기업에 적용해 온 책무를 에너지 프로슈머에게도 동일하게 부여할 수 있는가에 대한 검토가 필요하다. 순수한 P2P 거래에서 에너지공급업체와 같은 기술적, 경제적 성과를 알려야 하는 의무, 시장 기본 데이터 (market master data)를 저장, 공지, 게시해야 하는 의무, 계통 안정화 서비스 제공 의무 등이 적용 가능한지, 가능하지 않다면³³⁾ 누가 담당해야 할지 등에 대해 명료화해나가야 한다.

33) 에너지 프로슈머에게 기존 에너지공급기업에 주어지는 의무를 동일하게 부과하는 것은 현실적으로 문제가 있다. 그럴 경우 일반 에너지 프로슈머들은 시장 참여 자체를 꺼려할 가능성이 높다.

나. 규제틀 구축에 다양한 이해관계자 참여

전기, 통신, 수송, 안전 및 금융 규제자 간 역무 구분이 앞으로 계속 불분명해질 것이다. 가령 암호화폐로 지불하고, P2P로 전기자동차 공유를 하면서 그 전기자동차를 통해 전력망 부가서비스 (ancillary service)를 수행할 때, 여러 이해관계자가 관여될 수 있다. 기존 체제 기준으로는 은행, 전력시장 참여자, 자동차 렌탈기업, 택시, 버스 등이 관여된다. 상기 사례를 전력시장 측면에서 규제할지, 금융 거래 측면에서 규제할지 불명확하다 (Liebreich, 2017).

한편, 미래 에너지산업 규제틀 구축에 있어 정보통신산업 관계자들의 목소리도 경청해야 한다. 블록체인 역시 정보통신기술에 해당되는데, 에너지산업 관점에서 그 파급효과 및 발전방향을 이해하고 바람직한 방향으로 규제틀을 설계함에 있어 정보통신산업 관계자들의 경험과 지식이 필요하다. 지능형 기술의 도입으로 인한 에너지산업 변화에 보다 능동적으로 대응하기 위해서는 통신, 소프트웨어 등 핵심 이해관계자들의 참여와 지원 역시 중요하다.

제2절 추후 연구과제

본 연구는 에너지 부문 블록체인 응용 현황을 짚어보고, 블록체인이 에너지 부문에서 갖는 기회와 과제를 포괄적으로 살펴보았다. 나아가 국내 현실에서 에너지 부문 블록체인 활용을 위한 정책적 과제를 추가 검토하였다.

그러나 보다 구체적이며 실질적인 정책 과제를 도출하기 위해서는 필요한 법제도적 개선과제를 세부적으로 살펴보고, 관련 실행방안을

제시해야 할 것이다. 특히, 블록체인이 가져올 주요 에너지시장 이해관계자의 역할 변화 방향을 타당성 있게 전망하고 규제적 대응 방안을 살펴볼 필요가 있다.

이번 연구는 블록체인과 에너지를 접목하여 바라보는 이들에게 부족하나마 하나의 최신 정보를 제공하고 있다. 향후 보다 구체적이고, 대안을 제시하는 연구를 통해 미래 에너지산업 혁신을 지원하고자 한다.

참 고 문 헌

- 과학기술정보통신부, “블록체인으로 이웃 간 전력거래 한다.”, 보도 자료, 2017.12.6.
- 권성철, “Blockchain in Energy Sector”, 전력거래소 블록체인 세미나, 한국전력, 2018.7.4.
- 김열매, “블록체인, 이상과 현실, 어디쯤 와 있나”. 한화투자증권, 2018.5..15.
- 남충현, “블록체인의 다변화: 채굴 없는 블록체인의 확산”, KISDI Premium Report, 정보통신정책연구원, 2018.2.
- 박용삼, “왜 좋은 기술이 실패하는가”, POSRI 보고서, 포스코경영연구원, 2015.6.24.
- 박찬국, “우리나라 P2P 전력거래 가능성 연구”, 수시연구보고서, 에너지경제연구원, 2016.4.
- 산업통상자원부, “소규모 신재생에너지발전전력 등의 거래에 관한 지침(제2016-35호)”, 2016.
- 정경영, 백명훈, “디지털사회 법제연구(Ⅱ) - 블록체인 기반의 스마트 계약 관련 법제 연구”, 한국법제연구원, 2017.
- 정민아, 마크게이츠, “하룻밤에 읽는 블록체인”, 블루페가수스, 2018.3.
- 최용희, 김상훈, “불연속적 혁신제품의 수용에 대한 실증연구”, 제38권1호, 경영논집, 2004, pp.127-157.
- 최해욱, “규제 샌드박스 정책 동향 및 시사점”, 동향과 이슈, 과학기

- 술정책연구원, 2017.7.19.
- 황혜정, “혁신, ‘낮값’의 저항 극복할 수 있어야”, LG경제연구원, 2017.11.24.
- KT, “블록체인을 활용한 소규모전력중개 가상 시스템 개발 사례-KT”, 2018.8.
- Biryukov, A., Khovratovich, D., Pustogarov, I.: Deanonymisation of clients in bitcoin p2p network. In: Proceedings of the 2014 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security. 2014, pp.15-29.
- BNEF, “Blockchain in Energy Market”, Bloomberg New Energy Finance, 2018.2.
- BNEF, “Blockchain, IoT and Energy: a Primer”, Bloomberg New Energy Finance, 2017.9.12.
- CGI, “Opportunities for blockchain in the energy sector”, CGI, 2018.
- Ciaian, P., “Blockchain technology and market transparency”, JRC-AGRI Market transparency workshop, Joint Research Centre, European Commission, 2018.5.
- Davis, F.D., “Perceived usefulness, ease of use, and the user acceptance of information technology”, MIS Quarterly, 13(3), 1989, pp.319-340.
- Deloitte, “Blockchain: Enigma. Paradox. Opportunity”, 2016.
- dena, “Blockchain in the energy transition. A survey among decision-makers in the German energy industry”, dena

- (German Energy Agency), 2016.11.
- Lacey, S., “Energy Blockchain Startups Raised \$324 Million in the Last Year. Where’s the Money Going?”, GreenTechMedia, 2018.3.12.
<https://www.greentechmedia.com/articles/read/energy-blockchain-startups-raised-324-million-since-2017#gs.k8XdNbM>
- Liebreich, M., “Six Design Principles for the Power Markets of the Future – A Personal View”, Bloomberg New Energy Finance, 2017.5.24.
- Lielacher, A., “ICO Tokens 101: Understanding Token Types”, Bitcoin market journal, <https://www.bitcoinmarketjournal.com/ico-token/>.
- Bennett, M., Cser, A., Hoppermann, J., Dai, C., “Predictions 2018: Be Ready To Face The Realities Behind The Blockchain Hype”, Forrester, 2017.11.9.
- Mendling et al., “Blockchains for Business Process Management – Challenges and Opportunities”, ACM Transactions on Management Information Systems, 9(1), Article 4, 2018.
- Orcutt, M., “How secure is blockchain really?”, Technology Review, 2018.4.25.
<https://www.technologyreview.com/s/610836/how-secure-is-blockchain-really/>.
- PWC, “Blockchain – an opportunity for energy producers and consumers?”, PWC, 2016.
- Ram, S. and Sheth, J.N., “Consumer Resistance To Innovation :The Marketing Problem and Its Solution”, Journal of Consumer Marketing, 6(2), 1989, pp.5-14.
- Rogers, Everett M., “Diffusion of Innovations”, 3rd ed., The Free

- Press, New York, 1983.
- Scheider, C., “Legal Update Energy law: Blockchain in the energy sector”, greenmatch, 2018.3.22.
- Sheth, J.N., “Psychological of Innovation Resistance : The Less Development Concept In Diffusion Research”, Research In Marketing, 1981, pp.273-282.
- Solar Plaza, “Comprehensive Guide to Companies involved in Blockchain & Energy”, Solar Plaza, 2017.
- Staples, M., Chen, S., Falamaki, S., Ponomarev, A., Rimba, P., Tran, A. B., Weber, I., Xu, X., Zhu, J., “Risks and opportunities for systems using blockchain and smart contracts”. Data61 (CSIRO), Sydney, 2017.
- Subassandran, R., “Blockchain and smart contracts: Today and Tomorrow”, <http://www.courtsofthefuture.org/wp-content/uploads/Blockchain-Smart-Contracts-Today-and-Tomorrow.pdf>.
- WEC, “The developing role of blockchain”, White Paper, World Energy Council, 2017.11.
- Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., and Smolander, K., “Where is current research on blockchain technology? – A systematic review”. PLoS ONE 11, 2016.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.N., Chen, X., Wang, H., “Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey. International Journal Web and Grid Services”, 2017 https://www.henrylab.net/pubs/ijwgs_blockchain_survey.pdf
<https://industrysandbox.org/regulatory-sandboxes/>

<https://medium.com/@sebnem/parte-finale-the-energy-tokens-5b5f7c4fdacd>

<https://steemit.com/kr/@seungjae1012/pow-pos-2>

<https://www.investinblockchain.com/energy-blockchain-tokens/>

<https://www.ofgem.gov.uk/about-us/how-we-engage/innovation-link>

https://www.ofgem.gov.uk/system/files/docs/2017/10/regulatory_sandbox_window_2_guidance.pdf

<https://www.pv-magazine.com/2018/02/27/chiles-energy-regulator-to-use-blockchain/>

<https://www.smappee.com/>

<https://www.tokenpost.kr/article-1447>

부 록: 에너지 부문 블록체인 활용 기업

1. 조사 개요

Solar Plaza (2017)은 2017년 말 기준으로 에너지 부문 블록체인 기업 65개를 조사한 결과를 발표하였다. 본고에서는 Solar Plaza (2017)의 내용을 2018년 8월말 기준으로 업데이트하였으며, 언론에서 거론되는 기업들을 추가하여 사례를 재정리하였다. 업데이트 결과 총 75개 기업의 사례를 재정리하였으며, 주요 통계를 살펴보면 다음과 같다.

〈에너지 부문 블록체인 사례 개요〉

지역	블록체인기술	비즈니스 ³⁴⁾
유럽: 51 북미: 11 아시아: 8 오세아니아: 3 아프리카: 2	이더리움: 32 자체: 9 하이퍼레저: 4 텐더민트: 3 멀티체인: 2 퀀텀: 1 퀘이사: 1 스텔라: 1 스카이레저: 1 Tobalaba: 1 BigchainDB: 1 ArabianChain: 1 Fury Network: 1 N/A: 17	P2P: 37 암호화폐: 19 플랫폼: 11 EV: 6 Utility-Scale: 5 기타: 14

34) 다수의 비즈니스를 포함하는 기업 존재

2. P2P (Peer to Peer)

○ Ponton

Ponton은 “Enerchain” 프로젝트를 주도한다. Enerchain은 장외 도매 에너지 시장 (유럽 에너지 거래 기업 30개사 이상이 거래 중)을 위한 분산형 에너지 거래 플랫폼이다. 2016년 11월, 암스테르담의 EMART 컨퍼런스에서 블록체인 기반 거래가 처음으로 시연되었다. 거의 1년 후 EMART에서는 E.on, Enel, Neas Energy, Wien Energie에 의해 진정한 세계최초의 종단간 (end-to-end) 거래가 이루어졌다. Enerchain은 초기 다양한 만기의 전력 및 가스 상품에 중점을 두었던 것에서 나아가 향후에는 다양한 상품 거래를 지원하고자 한다. Enerchain은 거래 사이클 전체를 "블록체인화"하고, 공개 API를 통해 서비스 제공자의 생태계를 구축하고자 한다.

Enerchain은 장외시장거래, 밸런스그룹 관리, 도매거래 등 다양한 영역으로 확장할 수 있는 잠재성을 가진다. 유럽 33개사가 Enerchain을 활용하고 있다.

PONTON은 다른 블록체인 기반 애플리케이션도 개발 중이다. 그 중 하나인 “Gridchain”은 TSO, DSO, 애그리게이터 (aggregators), 공급업체, 발전업체 등 그리드 관리 과정에서 다양한 이해관계자의 의사소통을 향상시키는 것을 목표로 한다.

○ LO3 Energy

LO3 Energy는 뉴욕 소재의 에너지 기술 기업으로, Siemens와 공동으로 "Brooklyn Microgrid (BMG)"라는 유명한 프로젝트를 운영 중이다. BMG는 브루클린 지역 내 에너지 거래 P2P에 국한되어 사용된다.

프로슈머들은 BMG를 사용하여 태양 에너지를 이웃에 직접 판매함으로써 지역경제에 기여한다. 향후 LO3 Energy는 BMG에 태양광 장치 제어를 통한 수요대응, 위치 기반 가격 책정 등과 같은 기능을 추가할 계획이다. 지역 에너지의 수익이 증가에 따라, 태양광 발전 클러스터가 형성되고 있다. 이를 통해 주 그리드를 보완하는 물리적 마이크로 그리드의 실현이 가능할 것이다. 이는 지역사회 내에서 시연된 세계 최초의 P2P 거래이다.

최근 브루클린 거주자를 위한 BMG 어플이 대중에 공개되었다. 해당 어플은 태양광 패널의 위치 및 태양광 패널 설치가 가능한 부지가 표시된 BMG 맵을 탑재하고 있다.

BMG는 분산형 그리드 및 에너지를 위해 개발된 LO3 Energy의 사설 블록체인 플랫폼에서 작동한다. 이 플랫폼은 소프트웨어 및 하드웨어 모두가 필요하다. 예를 들어, BMG 사용자는 에너지를 측정 및 네트워크 정보 공유를 위해 TransActive Grid-element (TAG-e)라는 하이브리드 미터/컴퓨터를 보유해야만 한다.

현재 LO3 Energy는 Yates Electrical과의 협력을 통해 남호주에서 자사의 시스템을 통해 6MW급 분산형 태양발전을 확보할 계획이다. LO3은 호주를 분산형 발전 및 P2P 시장의 핵심 목표중 하나로 설정하여, 호주에 사무소를 개소하였다. 또한, LO3은 가까운 미래에 유럽과 미국에서 신규 프로젝트를 발표할 계획이다. LO3는 Energie Sudwest AG 및 Karlsruhe Institute of Technology 공동으로 Landau Microgrid Project (LAMP)를 발표하였다. 이 프로젝트는 독일 란다우 지역의 주민들이 LO3의 블록체인 플랫폼을 통해 에너지를 교환할 수 있도록 하는 것을 목표로 하며, 시범 프로젝트에는 약 20개 가구가 참

여할 예정이다. 이뿐만 아니라 LO3는 독일 캠프텐 지역의 에너지 공급업체인 AuW와 함께 또 다른 시범 프로젝트를 진행하고 있다.

2017년 10월, LO3는 Braemar Energy Ventures 및 Centrica Innovations에서 자금을 조달하였다.

○ Power Ledger

Power Ledger는 호주의 에너지 스타트업으로, P2P 에너지 거래와 같은 블록체인 애플리케이션에 중점을 두고 있다. Power Ledger는 그리드 내 주거·상업 시설의 잉여에너지 교환 또는 마이크로그리드를 실현한다. 2016년 12월, Power ledger는 뉴질랜드 유틸리티인 Vector와 공동으로 최초의 시범 운영을 진행하였다. 이 애플리케이션은 자산 관리, 탄소 거래, 전기자동차 충전 등 다양한 용도로 활용이 가능하다.

Power Ledger는 최근 ICO (가상화폐공개, 코인상장)를 실시하여 사전판매에서 1,700만 AUD 이상을, 공개판매에서 1,700만 AUD를 확보하였다. Power Ledger는 호주 최대 에너지 소매기업인 Origin Energy와 파트너십을 체결하였다. 2017년 10월부터 3개월 동안 기술 시험을 통해 Power Ledger의 플랫폼을 테스트할 예정이다. 또한, Power Ledger 태즈매니아 지역의 Nest Energy와 협력하여 태양 발전 용량 1MW 설치를 지원하고자 한다.

Power Ledger는 퀸즈랜드 주민들에게 P2P 거래를 제공하기 위하여 Project Brainstorm과 파트너십을 체결하였다. 또한, Power Ledger는 인도의 급증하는 도시 인구에 “microgrid-as-a-service”를 제공하기 위해 인도 Tech Mahindra와 파트너십을 체결하였다. 이에 따라, 2017년 후반부터 12개월 동안 Tech Mahindra 캠퍼스 내에서 기술 테스트를

진행할 계획이다.

Power Ledger는 서호주 에너지 시상식에서 올해의 에너지혁신상(2017)을 수상하였다. Power Ledger는 Bancor 및 Coinimi와의 파트너십을 통해 POWR 토큰의 유동성 및 거래를 지원한다.

유럽에서 Power Ledger는 유럽의 마이크로그리드 개발을 지원하는 블록체인 플랫폼을 개발하기 위해 리히텐슈타인 사회 개발 연구소(Liechtenstein Institute for Social Development)와 협력하고 있다.

Power Ledger는 2018년 5월 Clean Energy Blockchain Network와 파트너십을 체결하여 노스웨스턴 대학교 Evanston 캠퍼스 내에서 실제 P2P 거래를 시행하며 상용화에 첫걸음 내딛는다고 발표했다.

○ Grid+

Grid+는 블록체인 소프트웨어 개발업체 ConsenSys가 설립한 회사이다. Grid+는 이더리움 블록체인 및 하드웨어 장치 (에이전트)를 사용하여 도매 에너지 시장에 접근할 수 있다. 이 시스템을 통해 소비자는 도매가격을 빠르게 파악하고 대응할 수 있어 에너지 비용을 절감할 수 있다.

Grid+는 토큰 사전판매에서 2,900만 달러, 공개판매에서 4,850만 달러 이상을 조달하였다. Grid+는 2018년 2분기에 텍사스에 자사의 시스템을 배치할 예정이다.

2017년 10월, Grid+는 도쿄전력과 MOU를 체결하고 블록체인이 에너지 P2P거래에 어떻게 활용될 지 연구한다고 발표했다. 이후 파트너십을 통해 전기세 선불 지불을 도모하는 플랫폼을 개발했다.

○ Energo Labs

Energo Labs는 중국 스타트업으로, 블록체인 기술을 활용하여 마이크로그리드를 중심으로 한 분산형 에너지 시스템용 P2P 플랫폼을 개발하는 기업이다. 이 기업은 P2P 전기자동차 충전 분야 또한 다루고 있다. Energo Labs는 비전의 실현을 위해 스마트계량기 (EME 1.0) 및 부속 애플리케이션을 개발하였다. 현재 중국과 필리핀에서 프로젝트를 추진하고 있다. Energo Labs는 필리핀에서 캠퍼스 마이크로그리드의 건물 간 P2P 거래를 실현하기 위해 에너지 기업과 협력중이다. 2017년 7월, Energo Labs는 ICO를 통해 500개 이상의 비트코인과 100만 개 이상의 키펀 토큰을 조달하였다. 그러나 중국의 규제에 따라 Energo Labs는 투자자에게 일부 토큰을 환불해 주어야만 했다. 현재 Energo Labs는 태국, 싱가포르, 인도 등의 동남아시아 시장에 진출하여, 프로젝트 진행을 준비하고 있다. 또 네덜란드 등 유럽에서도 프로젝트 진행 준비 중에 있다. Energo Labs는 인도의 가장 큰 분산형 에너지 조직인 Clean Energy Access Network (CLEAN)와 파트너십을 맺고 인도에서 P2P 및 M2M 관련 여러 프로젝트를 시작할 예정이다.

○ OneUp

OneUp은 데이터과학 및 IoT (사물인터넷), 블록체인을 결합한 상품 개발하는 소프트웨어 회사이다. OneUp은 고객 및 공급 업체가 플랫폼을 통해 직접 의사소통할 수 있게 하는 제품인 POWR을 개발하였으며, 이를 인정받아 Event Horizon 2017에서 스타트업 상을 수상하였다. 또한, OneUp은 새로운 환경에서 성공적이 사업을 영위하기 위해 PwC와 파트너십을 체결하였다.

○ Volt Markets

Volt Markets는 P2P시장에서 에너지 모니터링, 관리, 생성, 거래를 가능케 하는 것을 목표로 한다. Volt Markets는 블록체인을 사용하여 에너지 분배, 추적, 거래를 간소화하고자 한다. 또한, 재생에너지증명서 (RECs, Renewable Energy Certificates)를 추적하고 발급하는 데에도 블록체인을 활용한다.

Volt Markets는 스마트 계약 고유의 잠재성 때문에 이더리움 블록체인을 사용한다.

○ Energy21 & Stedin

Energy21과 Stedin은 LES (Layered Energy System)을 개발하였다. LES란 블록체인으로 지역거래뿐만 아니라 도매시장 거래까지 가능하게 하는 커뮤니티 시장을 기반으로 하는 시장모델이다. LES는 개방형 peer-to-market 시스템을 개발함으로써, 블록체인을 활용한 일반적인 P2P 모델과 구분된다.

이 모델은 지역 규모, 국가 규모, 국가 간 규모로 에너지 거래 및 유연성 거래 (flexibility trading)를 촉진하기 위해 고안되었다. 이 모델을 통해 그리드 비용 및 균형 비용 절감, 분산 에너지 전환 가속화, 에너지 빈곤 방지를 도모할 수 있다.

○ ToBlockChain

ToBlockChain은 네덜란드의 블록체인 혁신기업이다. ToBlockChain은 새로운 에너지 세상으로의 전환을 가속화하기 위해 소프트웨어 플랫폼인 PowerToShare를 개발 중이다. ToBlockChain은 수익성 있고,

달성가능하며, 유럽 프로슈머 및 사업체가 접근가능한 미래 에너지 시스템을 구축하는 것을 목표로 한다. 오늘날, PowerToShare 소프트웨어 플랫폼에는 5개의 분산형 애플리케이션 (P2P 공유 에너지 등)이 존재하는데, 이들은 지속가능한 제품 및 서비스를 위해 블록체인 네트워크 및 다중 행위자 시장 환경에서 운영된다.

ToBlockChain은 Dutch Blockchain Hackathon 및 ABN Amro Hyperledger Hackathon에서 여러 상을 수상한 바 있다.

ToBlockChain은 ENGIE 및 TU Delft, The Green Village, Blocklab과 공동으로 로테르담 지역의 PowerToShare 소프트웨어 플랫폼을 개발 중이다. 또한, 흐로닝언 (Groningen) 지역에서는 DNV GL 및 Gasunie와 협력하여 PowerToShare 커뮤니티 프로젝트를 진행하고 있다.

PowerToShare의 초기 프로토타입은 Hyperledger 및 이더리움 블록체인을 기반으로 하며, 초당 트랜잭션 수 (Transaction Per Second)에 의해 제한된다. 현재 PowerToShare팀은 더욱 빠른 분산원장 (distributed ledgers) 및 블록체인 기술을 적용하고 있다.

○ Conjoule

Conjoule은 Innogy에서 독립하여 설립되었으며, 동일한 지역 내의 PV 소유자가 상호 작용할 수 있는 블록체인 기반 플랫폼을 제공한다. Conjoule은 2016년 10월부터 독일 에센 및 뮐하임 지역에서 2개의 시범 프로젝트를 진행하고 있다.

시범 프로젝트에서 프로슈머들은 잉여 에너지를 학교 또는 상수도 회사에 공급할 수 있다.

2017년 7월 10일, Conjoule은 series A 라운드에서 450만 유로를 조달하였는데, 이 중 300만 유로는 일본 도쿄전력으로부터 조달되었다.

○ Greeneum

Greeneum은 블록체인 기술과 인공지능을 사용하여 친환경 에너지 생산자와 소비자를 위한 플랫폼을 구축한다. Greeneum은 인증서 및 탄소 크레딧을 통한 친환경 에너지 촉진 및 자사의 시장을 통한 에너지 P2P 거래 도모를 위해 이더리움 기반의 블록체인을 활용한다. 이러한 시스템은 SolarCoin팀에 의해 개발되고 있다. Greeneum은 유럽, 키프로스, 이스라엘, 아프리카, 미국에서 몇 개의 프로젝트를 테스트하고 있다. Greeneum은 2017년 말부터 GREEN 토큰의 ICO를 실시하여 2018년 5월 기준 4천만 달러 규모의 자금을 조달 받았다. Greeneum은 2018년 10월에 플랫폼을 완성하여 출시할 예정이다.

○ WePower

WePower는 블록체인을 통한 P2P 에너지 거래 플랫폼을 운영한다. WePower는 거래 플랫폼 운영 외에도 신재생 에너지 프로젝트 자금 조달, 인공지능을 통한 수요·공급 예측 등의 사업을 영위한다. WePower의 토큰인 WPR은 Prime Block Capital의 대규모 투자에 힘입어, 사전판매에서 300만 달러 이상의 자금을 확보하였다. 또 2018년 2월까지 ICO를 진행하여 4천만 달러의 자금을 조달했다.

플랫폼은 스페인에서 1,000MW의 발전용량을 보유한 에너지 생산자와 함께 최초로 시범 운영될 예정이다. WePower는 에스토니아의

TSO Elering과 에스토니아 전력 그리드를 혁신하기 위해 서로의 플랫폼을 연결할 것을 골자로 하는 MOU를 체결하였다.

○ PowerPeers

2016년 6월, 스웨덴전력공사(Vattenfall)가 창립한 PowerPeers는 P2P 에너지 거래를 위한 디지털 플랫폼을 구축하는 것을 목표로 한다. P2P거래의 범위에는 주거용 주택 간의 거래뿐만 아니라 네덜란드의 풍력, 태양열 및 수력 발전 업체와의 거래 또한 포함된다.

PowerPeers는 아직 블록체인을 사용하지 않지만, 사업 모델에 맞게 기술의 적합성을 평가하므로 블록체인의 구현 가능성을 모색하고 있다.

○ Verv by Green Running LTD

Verv는 홈 에너지 어시스턴트로 인공지능을 사용하여 탄소 발자국 및 전력비용 감축하고, 소비자에게 발생할 수 있는 문제를 파악한다. 2017년 10월, Verv는 홈 에너지 어시스턴트 플랫폼을 지원하는 블록체인 기반의 P2P 거래 솔루션 (Verv 2.0)을 발표했다. 소비자는 이를 통해 잉여 전력을 이웃에게 판매할 수 있다. Verv는 사업지분 4.72%를 확보하기 위해 크라우드펀딩 플랫폼 Crowdcube를 통해 123만 파운드를 조달하였다.

○ Energy Bazaar

Energy Bazaar는 소비자, 프로슈머, 마이크로그리드, 배전회사가 분산형 에너지를 교환하는 것을 가능케 하는 블록체인 기반 플랫폼을 개발하여, 인도 농촌 지역을 발전시키고자 한다. 이 플랫폼은 그리드 균형 인센티브를 위한 게임 이론 시장 모델, 예측 분석을 위한 인공지능, 플랫폼의 사용에 영향을 미치는 통합적 사회 동역학을 기반으로 설계될 예정이다.

2017 Blockchain for Social Impact Hackathon에서 2개 가구 간 거래의 개념증명 (proof of concept)이 진행되었다.

○ Dajie

Dajie는 프로슈머가 Dajie Box를 통해 이웃과 에너지를 거래할 수 있도록 하는데, 이 Dajie Box는 블록체인의 노드 역할을 하는 사물인터넷 (IoT) 하드웨어의 일종이다.

블록체인 상에서 거래된 각 kWh는 지갑에 보관 가능한 1 Energy Coin으로 표시된다. Energy Coin은 탄소 크레딧 신청에 사용하거나 다른 제품이나 서비스와 교환하여 다른 지갑 소지자에게 양도할 수 있다.

○ Oursolargrid

독일의 FIT(Feed-in Tariff)은 2010년 kWh당 40센트에서 2016년 10센트로 75% 대폭 하락한 반면, 태양에너지 가격은 kWh당 28센트에서 14센트로 약소하게 감소했다. Oursolargrid는 생산자와 소비자가 지역사회 내에서 에너지를 공유 또는 거래할 수 있도록 하여, 태양 전

력에 투자를 촉진하고자 한다.

블록체인은 분산, 간접방지, 효율성이라는 특징을 가지므로 Oursolargrid가 추구하는 P2P 공유 방식에 매우 적합하다.

○ SunContract

SunContract는 블록체인을 사용하여 사용자가 전력 P2P 거래를 할 수 있는 분산형 에너지 시장을 형성하고자 한다. SunContract는 자사의 모바일 앱을 통해 전력 생산자와 소비자를 연결해준다. ICO를 통해 총 2,274명의 참가자로부터 8,700 이더리움 및 200만 달러 이상을 조달하였다.

SunContract는 SolarPower Europe과 같은 여러 EU 단체와 협력하고 있다.

○ Pylon Network

Pylon Network는 에너지 P2P 거래 및 지속가능한 에너지 생산에 대한 보상을 제공하는 플랫폼이다. Pylon Network는 모든 거래의 유효성을 검증하기 위해 블록체인에 통합된 스마트 계량기인 Metron을 사용한다.

Pylon Network는 2017년 9월부터 11월까지 ICO를 진행했으며, 덴마크의 GreenHydrogen와 Faircoop 및 Faircon과 파트너십을 맺고 있다.

○ toomuch.energy

toomuch.energy는 기업고객을 위한 P2P 거래 플랫폼으로 고객이

잉여 전력을 그리드에 공급하지 않고, 대신 다른 회사에 팔 수 있도록 지원한다.

○ Divvi

Divvi는 지역사회 중심의 분산형 에너지 거래 플랫폼을 통해, 재생 에너지의 보다 공평한 접근을 실현하고자 한다. 이 플랫폼은 지역사회 에너지 프로젝트의 새로운 소유권 모델을 가능하게 하며, 동시에 친환경 에너지 생산 및 사용을 장려한다.

○ OmegaGrid

OmegaGrid는 유틸리티용으로 특화된 P2P 에너지 플랫폼이다. 해당 플랫폼은 그리드를 지배하는 새로운 역학관계, 즉, 그리드 균형조정 및 시장가격을 관리하기 위해 사용될 수 있다. 시장의 새로운 동력인 균형 조정 및 시장 정착을 관리하는 데 사용 가능하다. 미주리 주 전력기업인 Ameren은 Missouri-St. Louis와 함께 신규 에너지 기술을 지원하는 Ameren accelerator 프로그램을 운영 중인데, OmegaGrid가 Ameren accelerator의 지원을 받고 있다.

○ Solar Bankers

Solar Bankers는 사용자가 P2P 방식으로 태양 에너지를 발전하고 교환할 수 있도록 하는 분산형 에너지 시스템이다. Solar Bankers의 SunCoin 토큰 ICO는 2017년 9월부터 진행되어 2018년 1월에 첫 번째 라운드가 마무리되었다.

Solar Bankers는 중국 블록체인 회사인 ShellPay와 협력하여 시스템의 분산화를 촉진·발전시키고 있다.

○ BP/Shell/Statoil

BP 및 Shell, Statoil, Gunvor, Koch Supply & Trading, Mercuria, ABN Amro, ING, Societe Generale로 이루어진 컨소시엄은 에너지 상품의 거래를 위한 블록체인 기반 플랫폼을 개발할 예정이다. 해당 플랫폼은 물리적 에너지 거래의 리스크 및 비용 감소 도모, 백엔드 거래업무의 향상을 목표로 한다. 2018년 말, 플랫폼이 가동할 것으로 예상된다.

○ Wien Energie

오스트리아 최대 에너지 공급업체인 Wien Energie는 상품 거래 업무에 있어 블록체인 기술을 시험해왔다. Wien Energie는 유럽 에너지 거래 기업 30개사 이상이 사용 중인 에너지 거래 플랫폼 Enerchain의 일원이기도 하다. 현재 Wien Energie는 비엔나의 Viertel Zwei에서 블록체인 기반의 에너지 서비스를 시험하고 있으며, 곧 이 서비스를 시장에 출시할 예정이라고 한다.

○ Ledger Assets

Ledger Assets은 오스트리아의 블록체인 프로토콜을 활용한 검증 디지털기술 전문 회사다. 현재 ASX200 회사를 포함한 업계 전문가들과 협력하여 태양에너지 P2P 거래를 하게 해주는 PowerLedger와 의료 기록을 안전하게 이동케 하는 Enome를 개발하고 있다. Enome를 통해 환자들은 스마트폰을 사용해서 과거 의료 기록을 관리할 수 있고 새로운 의료 기록을 저장할 수 있으며, 익명으로 연구에 의료 정보를 공유할 수도 있다.

○ Lumenaza

Lumenaza는 분산형 에너지 시장에서 필요한 기능들을 담은 “Utility-in-a-box”라고 부르는 소프트웨어 제공업체로, SaaS(Software-as-a-Service) 모델로 고객에게 P2P 에너지 시장을 제공하려고 한다. 재생에너지 발전량을 모니터링 하고, 밸런싱 그룹을 관리하여 지역의 모든 소비자가 균형 잡힌 공급과 수요를 달성할 수 있도록 통합하여 관리하는 서비스를 제공한다.

○ WPP Energy

WPP Energy는 자체 개발 중인 에너지 거래 플랫폼을 통해서 전세계 신재생에너지원으로 생산된 전기의 P2P, B2B, 그리고 B2C 거래를 목표로 하고 있다. 전세계 그린 에너지 생산 업체의 전력 생산 데이터를 모두 포착하는 The Global Green Energy Platform과 에너지관련 다양한 암호화폐를 거래할 수 있게 하는 WPP Exchange Platform를 개발 중이다. 각각 2018년 3분기와 4분기에 공개 및 적용을 목표로 하고 있다. 또, 시간당 1~2.5MW의 전력을 생산하는 독립적인 발전소를 제공하는 솔루션을 개발 중이다.

3. 암호화폐

○ Spectral Energy

Spectral Energy는 네트워크 회사인 Alliander와 공동으로 Jouliette라는 코인을 출시했다 (2017년 10월). 암스테르담의 혁신적 도시 허브인 켄블 (Ceuvél)의 주민들은 블록체인을 활용하여 거래대금을 투명하고 안전하게 결제함으로써 에너지를 공유할 수 있다. Spectral

Energy는 Jouliette를 사용하여 지역 카페에서 물품을 거래하거나, 카셰어링 프로그램을 이용할 수 있도록 조만간 추가적인 애플리케이션을 개발할 예정이다. 이 시범 프로젝트는 블록체인 기술을 통해 더 큰 사회적 가치를 창출할 수 있는지 여부와 재생에너지 100% 전환을 달성하는 데 있어 블록체인이 상향식 움직임을 지원할 수 있는지 여부를 타진하고자 한다.

○ ElectriCChain/SolarChange/SolarCoin

ElectriCChain은 블록체인 기반으로 실시간 측정된 태양에너지 데이터를 학문 목적으로 게시한다. ElectriCChain의 목표는 전세계적으로 700만 개 이상의 태양광 시설을 연결하는 네트워크를 구축하는 것이다. 또한, ElectriCChain은 SolarCoin의 기반이 되는 블록체인 역할을 한다. 태양광 발전 1MWh당 1 Solarcoin을 보상하는데, 이 보고서가 작성된 시점을 기준으로 1 solarcoin은 0.5 USD이다.

2016년 6월 1일, 태양광 인버터가 블록체인과 직접 통신하여 값을 저장하는지를 시연하는 시범 프로젝트 SolCrypto Datalogger가 시행되었다. 다른 프로젝트로는 궤도순환 태양패널 (orbiting solar panels) 으로부터 solarcoin 획득, ElectriCChain을 LEED 시설에 연결, 데이터 로거 (data logger)와 아이오타 (IOTA)의 연결 등이 있다.

○ NRG Coin

NRGcoin은 재생에너지 생산을 보상하고, 지역 내 소비를 저렴하게 만드는 메커니즘이자 스마트 계약이다. 프로슈머들은 그리드에 재생 에너지를 공급하여 NRGcoin을 발행한다. 소비자들은 지역에서 발전

되는 재생에너지 1kWh 당 1NRGcoin을 지불한다. NRGcoin은 통화 시장에서 다른 코인이나 현금과 거래된다. 이 프로젝트는 Enervalis가 브뤼셀리브레대학교와 협력하여 개발 중이다. 2018년에 네덜란드 가정에서 NRCcoin을 사용하는 시범사업이 계획되어 있다.

○ Veridium

Veridium은 이더리움 블록체인을 기반으로 한 자연자본(natural capital)과 EcoSamrt 상품을 위한 네트워크를 제공한다. 첫 번째 자연자본 자산은 TGR로 Triple Gold REDD+ 크레딧에 의해 발행되며, 환경적·사회적 복합 수익을 제공한다. TGR은 산림 및 생물다양성 보전, 탄소배출 저감 및 감소, 산림에 의존하는 토착 공동체에게 긍정적인 사회적 영향 제공을 목표로 한다. Triple Gold REDD+ 크레딧은 인도네시아 림바 바이야 생물 다양성 보호구역에 자산이 있는 Infinite Earth에 의해 발행된다. Veridium은 ConsenSys, EnVision Corporation, Brian Kelly Capital Management와 협력하고 있다.

Veridium은 2018년 6월에 Series B 펀딩 라운드를 통해 1,650만 달러의 자금을 유치했다고 밝혔다.

○ ImpactPPA

ImpactPPA는 신항시장 전력구매용 신규 에너지 기반 암호화폐 창설을 목표로 한다. ImpactPPA는 MPAG 토큰 판매를 통해 자금을 조달하여 전력 접근이 결여된 지역에 재생 에너지 솔루션을 설치하고자 한다. 또한, ImpactPPA는 NRG라는 토큰을 활용하여 재생에너지 발전 및 거래를 추적하고자한다. ImpactPPA는 2018년 북미 비트코인

컨퍼런스 (North American Bitcoin Conference)에서 최고 전망을 보이는 3개의 ICO 중 하나로 선정된 바 있다.

○ Energi Token/Energi Mine

대부분의 토큰이 재생에너지 발전 도모를 목적으로 하지만, Energi token은 에너지 효율 행동을 장려하는 것을 목표로 한다. Energi 토큰은 대중교통 이용과 같은 에너지 절약 행위에 보상을 함으로써 행동 변화를 촉진하고자 한다. 이러한 토큰은 현금 가치를 지니며, 에너지 청구서 지불 및 전기자동차 충전에도 사용될 수 있다. 이러한 토큰은 궁극적으로 P2P 에너지 거래에 사용될 수 있다.

Energi Mine은 인공지능 로봇인 Sasha를 경영진으로 임명했다. Sasha는 판매량 및 실적통계를 통해 배우기 위해 머신러닝을 활용하고, 거래에 대한 결정을 내릴 수 있게 될 것이다.

○ EcoCoin

ECO 코인은 긍정적인 생태발자국 (ecological footprint) 행위를 ECO 코인으로 보상함으로써 경제적 가치 이상을 창출하고자 하는 통화로, 활동의 종류는 커뮤니티가 결정한다. ECO 코인은 투명성, 민주성, 세계화를 도모하기 위해 블록체인을 활용한다고 밝혔다.

○ Farad

Farad는 에너지 저장장치인 울트라커패시터 (ultra-capacitor, 초고용량 저장장치)의 실제 생산과 관련된 FRD 토큰을 도입 중이다. FRD는 실제 현금 흐름에 의해 평가되고 뒷받침되며, 미래의 울트라커패시터 기반 제품 및 시장에 대한 통화로 가치를 가진다.

○ Restart Energy MWAT

MWAT 토큰은 글로벌 분산화 에너지공급을 위한 플랫폼인 RED 플랫폼의 소프트웨어에 접근을 가능케 하는 토큰이다. 루마니아의 전기 및 가스 공급회사인 Restart Energy가 전 세계 에너지 생산자와 사용자가 직접 연결되는 생태계를 구축하고자 제시한 암호화폐다.

○ Energycoin

Energycoin은 플랫폼을 후원하는 비영리단체인 Energycoin Foundation이 지속가능한 에너지경제시스템의 구축을 위해 제시한 P2P기반의 플랫폼이다. Bitcoin과 같은 PoW (Proof of Work) 디지털 통화가 아닌 PoS (Proof of Stake) 프로토콜에서만 작동하는 토큰이다. PoS에 기반을 두고 있기 때문에, 거래를 처리하는 데 상대적으로 적은 에너지가 소요된다는 것이 장점이다.

○ Energy Premier

Energy Premier는 블록체인 및 클라우드 기반의 전기 입찰 플랫폼을 제공한다. 각 공급업체들은 입찰을 위해 EPC 토큰을 소유해야 하며, 실시간으로 입찰 과정이 진행된다. 보통의 코인들의 ICO와 다르게, 소프트웨어를 개발하여 웹사이트에 제공을 한 뒤 코인의 ICO를 시작했다.

○ Climatecoin

Climatecoin 재단은 서비스로서의 토큰 (token-as-a-service)모델을 가지고 토큰 구매자들에게 탄소배출권 가치가 고정된 토큰을 부여한

다. Climatecoin은 이더리움 기반의 탄소제로 암호화폐로서 탄소시장의 대중화를 목표로 출범했다. Climatecoin 재단은 2018년 1월 다보스 세계경제포럼(WEF)에서 탄소배출권을 최초로 구매했다. Climatecoin은 포털에서 여러 종류의 탄소배출권들을 구매하거나 거래할 수 있게 되는 것을 목표로 하고 있다.

4. 플랫폼

○ Energy Web Foundation

Energy Web Foundation은 다양한 에너지 이해관계자가 사용할 수 있는 블록체인을 기반의 공통 오픈소스 네트워크를 개발하는 것을 목표로 한다. 이 네트워크를 통해 개발 일관성을 도모하고 네트워크에 구축할 수 있는 비즈니스 활용 사례를 참고할 수 있게 될 것이다. Rocky Mountain Institute 및 Grid Singularity가 이 프로젝트를 공동 개발하였다. Shell 및 도쿄전력 등 10개 이상의 에너지 기업이 계열사로 참여하고 있다. 초기 자금조달 라운드에서 250만 달러를 확보하였다.

유럽 유틸리티 위크 (European Utility Week, 2017년 10월)에서 Energy Web Foundation은 Tobalaba라는 코드명을 가진 테스트 네트워크를 출시하였다. 이 네트워크는 현재 예비테스트 단계에 있으며, 2019년 중반까지 상업 레벨로 확장하는 것을 목표로 한다.

2017년 11월 1일에 테스트 네트워크 Tobalaba가 출시되었으며, 현재 대중에게 공개된 상태이다. 테스트 네트워크에서 제공하는 주요 기능은 권한추가 (authority whitelisting), 간단한 배포 스크립트, “비밀 계약 (secret contracts)”이다.

○ Grid Singularity

Grid Singularity는 블록체인을 기반으로 인가된 분산형 에너지 데이터 교환 플랫폼을 구축하는 것을 목표로 한다. 블록체인은 Energy Web Foundation에서 호스팅 된다. 다양한 참여자들이 이를 통해 그리드 균형, 투자설비, 인증서 거래, 에너지 거래 및 검증 (validation)과 같은 다양한 애플리케이션을 설계하고 활용할 수 있다. Grid Singularity는 그리드 관리 에이전트 (grid management agent)를 포함하여 이러한 애플리케이션을 개발한다.

Grid Singularity는 FH Salzburg와 공동으로 오스트리아에서 두 개의 에너지 거래 시범 프로젝트를 위한 소프트웨어를 제공하고 있다. 이 프로젝트는 2018년 1분기에 시작하여 2018년 말까지 평가될 것이다.

○ Slock.it

Slock.it은 블록체인을 통해 스마트 오브젝트를 임대, 판매 또는 공유할 수 있게 함으로써 공유경제에 혁명을 일으키는 것을 목표로 한다. 이 독일 스타트업은 아파트, 가전제품, 산업기계, 스포츠 장비 등 미사용 자산을 통해 제조업자와 최종사용자가 수익을 창출할 수 있는 오픈소스 인프라인 Universal Sharing Network를 개발하고 있다. 이 기술은 이미 Innoy Innovation Lab과 공동으로 개발한 Share&Charge에서 활용된 바 있다. Share&Charge는 전기자동차 소유주가 개인 충전소를 공유하고 거래에서 이익을 얻을 수 있도록 하는 블록체인 애플리케이션이다.

○ Energy Blockchain Labs

Energy Blockchain Labs는 에너지와 핀테크를 융합하고자 한다. Energy Blockchain Labs은 에너지 산업을 위한 다양한 애플리케이션을 제공하는 블록체인 플랫폼을 개발 중이다. 2015년 11월, Energy Blockchain Labs은 Wuzhen Global Internet Conference에서 IBM과 공동으로 개발한 탄소 사슬 (carbon chain) 애플리케이션을 선보였다. 이 플랫폼을 통해 기업은 탄소 자산을 지속적이고 효율적으로 관리할 수 있게 된다.

○ BTL Group

BTL은 기업을 대상으로 하는 다중 블록체인 플랫폼인 Interbit을 개발한다. BTL은 BP, Eni, Wien Energie와 공동으로 에너지 거래 시범 프로젝트를 성공적으로 운영하고 있으며, EY와 함께 Interbit 플랫폼을 활용하여 에너지 거래 라이프사이클을 간소화 할 수 있는 방안을 모색하고 있다. 이 시범 프로젝트는 8가지 테스트 시나리오에서 모두 성공적이었다. BTL은 시범 프로젝트의 범위를 확장하고, 다음 단계로 진입하고자 한다. 현재 더 큰 규모의 컨소시엄이 BTL의 다음 단계 프로젝트에 관심을 보이고 있다. BTL은 자사의 Interbit 플랫폼에 대한 특허를 출원 중이다. BTL은 토론토증권거래소에 상장되어 있다 (TSXV : BTL).

○ DAISEE

Daisee는 수요 및 공급 모니터링부터 분산형 물리·데이터 인프라에 이르는 오픈소스·보안·분산형 자율 에너지 인프라 시스템의 설계 및

배포를 목표로 한다. “Internet of Energy”라는 이 인프라는 프로슈머가 에너지를 조달하며, P2P 에너지 관리에 유리한 조건을 만들어 자신의 에너지를 어떻게 공유할지 결정하도록 한다.

○ EnLedger

EnLedger는 컨설팅 및 개발 활동을 수행하고 있으며, 이 외에도 자체 블록체인 기반 플랫폼인 EnergyChain에 대한 사업도 영위한다. EnergyChain에는 그리드 연결 장치의 소유권 등록, 에너지 계량 데이터의 추적 및 공증, 자동 전력 교환, 친환경 장치 (green devices) 등록 및 공유 추적, 그리드 연결 장치 소유자에 대한 지불 기능 등이 있다. 이 플랫폼에 활용되는 통화는 EECoin (Energy Efficiency Coin)이다. 그 외에도 Notary, LandChain 등의 프로젝트를 진행 중이다.

○ Prosume

Prosume은 P2P 거래, 전기자동차 관리, 프로젝트의 암호화자본 (crypto-equity), 스마트계량 및 기타 다양한 애플리케이션을 갖춘 블록체인 기반 플랫폼이다. 2017년 4분기에 ICO가 진행되었다.

○ DAO IPCI

DAO IPCI는 사용자가 다양한 환경 자산 및 부채를 관리할 수 있는 환경적 이니셔티브를 지원하기 위한 블록체인 기반의 오픈소스 플랫폼을 개발한다. 이 플랫폼에서는 모든 관련 이해관계자들이 공통장부 (common ledger)에 접속할 수 있다. 개념증명은 세계은행의 Innovate4Climate에서 실시되었다. 2017년 3월, 러시아탄소기금

(Russian Carbon Fund) 및 Aera Group 사이에서 최초의 탄소 크레딧 거래가 발생하였다. DAO IPCI는 탄소시장에 기술을 적용하기 위해 노르웨이 Choose사와 협력중이다. 2017년 10월에는 이 플랫폼을 통해 러시아 공장 Hinprom이 20만 톤 규모의 탄소 배출권을 제공하였다. 2017년 11월에 Mitigation 토큰(MITO)이 출시되어 12월까지 ICO를 거쳤다.

○ Alastria

Alastria는 블록체인 플랫폼 컨소시엄으로 스페인 금융, 에너지, 통신분야의 대기업들의 지원을 받는다. 이 플랫폼은 스페인 법률 및 규제 프레임워크에 특화되어 개발될 예정이며, 개발에는 정부 및 대학도 협력할 예정이다.

○ StromDAO

StromDAO는 분산된 에너지 시장을 위한 컨센서스 시스템을 개발하고 운영한다. StromDAO의 에너지 블록체인 네트워크는 다양한 시장 참여자 (TSO, DSO, 소매 업체 등)가 애플리케이션을 구축하고 운영할 수 있도록 개방되어 있다. 또한, 기존 IT 시스템과의 직접적인 통합을 돕기 위해 애플리케이션 개발자에게 광범위한 오픈소스 도구 및 라이브러리를 제공한다.

5. 전기자동차

○ Oxygen Initiative

Oxygen Initiative는 전기자동차 충전 인프라에 중점을 둔다.

Oxygen Initiative는 미국 전역에 충전소 네트워크를 보유하고 있다. 독일에서 Share&Charge (Slock.it 및 Innogy)가 성공한 후, Oxygen Initiative는 이 프로그램을 미국으로 들여와 Innogy와 협력하여 미국 시장에서 테스트하고자 한다.

○ Share&Charge

사용자는 Share&Charge를 통해 개인용 충전소, 주차장, 전기자동차를 공유할 수 있다. Share&Charge는 독일에서만 이미 1,200개 이상의 충전소를 확보하고 있다. 지불 시스템은 블록체인을 기반으로 한다. Share&Charge 미국 전기자동차 충전소 회사인 eMotorWerks와 함께 2017년 8월부터 11월까지 캘리포니아에서 시범 사업을 진행했으며, 현재는 Volkswagen Financial Services와 협력하여 영국 전역에서 시범 사업을 추진 중이다 (모회사: MotionWerk).

○ Car eWallet

Car eWallet으로 인해 자동차는 자동화된 금융기관의 기능을 하게 된다. 주차, 충전, 톨게이트 요금을 단 하나의 계정으로 지불할 수 있다. 자동차 열쇠가 없이도 자동차를 공유하고 대여할 수 있도록 차량에 대한 접근을 허용한다. 또한, Car eWallet은 소유권, 마일리지, 유지관리 등의 정보를 탑재한다. Car eWallet은 ZF, UBS, IBM과 파트너십을 맺고 있다. IBM의 Hyperledger Fabric을 블록체인으로 사용한다.

○ Evertly

Evertly는 호주 P2P 전기자동차 충전 네트워크이다. 사용자는 다른 사용자에게 자신의 충전소를 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 다른 사용자의 충전소를 사용할 수 있다.

○ La`Zooz

La`Zooz는 분산 원장 기술을 통해 실시간으로 승차 공유가 가능한 좌석 정보를 동기화해서 보여준다. 이 같은 방식을 통해 차량의 미사용 되고 있는 공간을 활용하여 교통량을 줄이며, 차량의 수를 효율적으로 조절할 수 있다. 본인이 운전을 하고 싶지 않거나 불가능한 탑승자는 P2P 시스템을 통해 차량 운전자의 공유 가능 좌석에 안전하게 접근할 수 있다.

6. 유틸리티 규모 (Utility-Scale)

○ Electron

런던에서 설립된 Electron은 블록체인 기술을 사용하여 영국 에너지 인프라를 변화시키고자 한다. Electron은 핵심 이해관계자와 공동 작업을 하는 등의 하향식 접근방식을 취한다. 계량기 등록 플랫폼, 유연성 거래 프로그램, 스마트 계량기 프라이버시 등을 비롯한 여러 플랫폼을 개발 중이다.

Electron은 프랑스 에너지 기업인 EDF와 협력하여 런던 지역 내에서 커뮤니티 전력 거래 사업을 진행하고 있다. 2017년 9월에 Electron은 영국정부로부터 자금지원을 받아 유연성 거래 플랫폼을 확장하고 통합했다. National Grid 및 Siemens가 Electron을 지원하고 있다. 또

한, Electron은 세계경제포럼 2017 (World Economic Forum 2017)의 기술 선구자 (2017 tech pioneer) 상 및 유럽유틸리티위크 2017 (European Utility Week 2017)의 Initiate! Startup 상을 수상하였다.

○ Drift

Drift는 시애틀에 본사를 둔 전력 유틸리티 기업으로서 블록체인, 머신러닝, 인공지능, 고빈도거래 (high-frequency trading) 등을 결합, 에너지 소비를 예측하여 소비자에게 저렴한 도매 에너지 가격을 제공하고자 한다. Drift는 중개업체를 통하지 않기 때문에, 10% ~ 20% 감소된 소비자가를 제공할 수 있다. 현재 Drift는 뉴욕에서 운영되고 있으며, 다른 시장으로 확장할 계획이다. Drift는 Series A 라운드 이후 1,200만 달러의 자금을 유치했다.

○ TenneT/IBM/Vanderbron/Sonnen

TenneT와 IBM은 2개의 블록체인 시범 프로젝트에 합류했다. TenneT는 TSO에서 고전압 그리드의 균형 유지를 담당한다. 두 시범 프로젝트에서 양 기업은 수요와 공급 균형을 통해 전력의 지속적인 공급을 보장할 수 있는 블록체인 활용 사례를 탐구한다. 네덜란드의 시범사업에서 양 사는 기존 발전소가 수행하던 50Hz 주파수 유지를 자동차 배터리를 활용해 실현하고자 에너지 유틸리티인 Vandebron와 파트너십을 체결하였다. Sonnen은 독일의 시범 프로젝트에 참여하고 있다. 이 프로젝트에서는 혼잡관리 (congestion management)를 위해 분산형 배터리 저장 시스템을 활용하여, 공급과잉 발생 시 풍력터빈 공급을 감소시키는데 소요되는 높은 비용을 절감하고자 한다. 이러한

분산형·유연성 있는 에너지 기기의 성능 값을 확인하고 문서화하는 프로세스는 리눅스재단의 Hyperledger Fabric을 기반으로 하는 IBM Blockchain에 의해 수행된다.

○ Fortum

Fortum은 블록체인을 사용하여 핀란드 산업을 활성화 하고자 하는 BOND 프로젝트의 일환이다. 3개의 연구 파트너와 9개 기업이 참여 중이다. Fortum은 전력가격 및 예측을 통해 고객이 난방 소비를 최적화할 수 있는 블록체인 솔루션을 제공한다. 이 서비스의 목적은 전기요금을 줄이는 것이다. Fortum은 전기자동차 충전 및 P2P 에너지 거래를 위해 블록체인을 활용하는 두 개의 실험을 진행 중이다.

○ CGI & Eneco

CGI 및 Eneco는 블록체인을 난방 분산 거래를 관리에 사용함에 있어, 그 기술적 타당성을 입증하기 위한 프로토타입을 구축하고자 한다. 이 시범사업은 로테르담 항구에서 로테르담 도심까지 열을 전달하는 네트워크를 보유한 로테르담난방회사 (Warmtebedrijf Rotterdam) 및 AVR (지역난방회사)를 연결하는 난방 네트워크를 운영한다.

7. 기타

○ The Sun Exchange

Sun Exchange는 블록체인 기술을 통해 지구상에서 가장 햇볕이 잘 드는 곳에 설치된 태양 패널을 소유하고 이를 개발도상국의 기업 및 지역사회에 임대하고자 한다. 태양 패널의 소유자는 비트코인 및 국가

통화를 통해 임대 수입을 지불받는다. 소유권을 태양 전지 단위까지 분해함으로써, 태양광 발전 비용을 약 두 배 가량 감소시킬 수 있다. 현재까지, Sun Exchange의 태양광 프로그램은 옥상 태양광 발전 4기(각각 15, 17, 45, 60kW)을 호스팅하였으며, 총 100MW 이상의 용량 달성을 목표로 하고 있다. Sun Exchange는 2016 및 2017 아프리카 Mondato Award for Social Impact 등 다양한 상을 수상하였다. 2017년 10월, Sun Exchange는 seed 자금조달을 통해 160만 달러를 조달하였다. 이전에는 Indiegogo 크라우드펀딩 캠페인에서 1만 6,000 파운드를 조달한 바 있다.

○ Bankymoon

Bankymoon은 블록체인을 독특한 분야에 적용하는 것을 목적으로 하는 소프트웨어 회사이다. Bankymoon은 은행 접근성이 결여된 아프리카 소비자가 수익을 얻도록 돕기 위해 블록체인 기술 및 비트코인을 기반으로 하는 선불 스마트 계량기를 출시하였다.

○ Freelio

Freelio는 생태계 파트너들과 협력하여, 인공지능 기반의 비용 및 태양광 사용 최적화 에너지 애플리케이션 AdptEVE를 개발한다. AdptEVE는 블록체인을 사용하여 상이한 목적의 서로 다른 토큰에서 구축된 에너지 가치를 처리한다(발전차액, 전환, 절감, 저장 및 공유). Freelio는 German Blockchain Association의 창립 멤버이며, Energy Web Foundation의 스타트업을 위한 Early Access Program에 참여하고 있다.

○ M-PAYG

M-PAYG는 전력접근성 결여를 고려하여, 블록체인을 사용해 “선불식 (pay-as-you-go)” 태양에너지를 개발도상국의 주민들에게 제공한다. M-PAYG는 덴마크 NGO 단체인 DanChurchAid와 협력하여 우간다 비디비디(Bidibidi) 난민 캠프에서 솔루션을 테스트 중이다. M-PAYG의 사용자는 휴대전화를 통해 비용을 지불하고 저렴한 태양광 전력을 얻을 수 있다. M-PAYG는 유사한 프로젝트를 탄자니아에서도 진행 중이다.

○ Poseidon

Poseidon은 Stellar.org의 블록체인 기술을 사용하여 탄소 크레딧시장을 단순화하는 생태계를 수립하는 것을 목표로 한다. 탄소값을 생활용품에 직접 추가하게 함으로써, 탄소 결과를 최초로 가시화할 계획이다. 소비자들은 블록체인 기술을 통해 소액결제 (micro-transaction)를 할 수 있으며, 탄소의 이중계산을 방지하고, 각 관할 지역 간 일관성을 도모할 수 있게 된다. Poseidon의 탄소 크레딧의 주요 파트너로는 Ecosphere+가 있으며, 다른 기업들과도 전략적 파트너십을 맺고 있다. Poseidon은 “다양한 국가에서 다양하고 중대한 오염을 일으키는 산업”을 위한 시범 프로젝트를 수행중이다.

Poseidon은 2018년 6월부터 7월까지 첫 번째 토큰 판매를 실시했고, 2018년 11월에 두 번째 토큰 판매를 실시한다고 발표했다.

○ Clearwatts

Clearwatts는 블록체인 기술을 사용하여 에너지 업계의 거래자당사

자 간 효율적인 협업을 촉진하고자 한다. Clearwatts는 거래의 제3자로서, 거래당사자들이 에너지 거래를 함에 있어 계약의 이행 및 체결에 필요한 신뢰성 있는 정보를 공개할 수 있는 분산형 데이터베이스 구축을 지원한다. 이 프로젝트의 Phase 1은 풍력발전단지와 구매자간의 PPA 체결 및 이행에 초점을 둔다.

○ Guardtime

Guardtime은 자사의 플랫폼을 활용하여 기업용 애플리케이션을 구축하고자 하는 블록체인 플랫폼 기업이다. 특히 에너지 부문에 있어 Guardday는 미국 에너지부와 분산형 시스템을 통해 그리드 보안을 강화하고, 디지털 그리드를 현실화하는 내용을 골자로 하는 계약을 체결하였다. 이 프로젝트는 Siemens를 비롯한 대학, 연구소들과 협력하여 진행되고 있다. 또한, Guardtime은 Intrinsic ID社와 함께 스마트 계량기의 데이터의 안전성을 테스트하는 블록체인 시스템을 고안하여 로테르담 Blocklab 오픈닝에서 수상하였으며, 향후 이 시스템을 개발할 예정이다. 또한, 양사는 네덜란드 정부, 로테르담 시로부터 자금을 지원받고, Blocklab이 관리하는 분산형 거래 플랫폼을 개발할 예정이다. 이 프로젝트의 시범사업은 로테르담 지역에서 실시될 예정이다.

○ WaveX

WaveX는 태양광 패널 투자자와 빈 옥상 및 부지를 가진 사람들을 연결해 주는 플랫폼이다. 또한 WaveX를 통해 두 당사자 간 에너지 거래도 가능하다. WaveX는 이 지역 최초의 공개 블록체인인 ArabianChain 블록체인 플랫폼을 사용한다.

○ 4New

4New는 폐기물에너지화 발전소 운영부터 전력판매에 이르는 플랫폼을 위해 블록체인을 사용한다. 4NEW는 2017년 3월과 10월에 각각 첫 번째 발전소와 두 번째 발전소 건설을 완료했다. 4NEW는 2017년 하반기에 진행된 사전 판매를 통해 4,500만 달러 이상의 자금을 확보했다고 밝혔다.

○ Solar DAO

Solar DAO는 크라우드펀딩을 통해 전세계 태양광 발전소를 건설·투자하기 위해 구축된 블록체인 플랫폼이다. Solar DAO는 현재 포르투갈에서 1개의 프로젝트, 카자흐스탄에서 2개의 프로젝트를 진행 중이다.

○ CarbonX

CarbonX는 탄소상쇄 (carbon offsets) REDD+와 연결된 토큰을 사용하여 사용자들이 탄소저감 행위를 했을 때 보상받을 수 있는 P2P 시스템을 만들고자 한다. CarbonX는 ConsenSys (Grid+도 지원함)와의 협력을 통해 시작되었다. 또한, CarbonX는 Block Partners ULC와 파트너십을 체결하였다.

○ DNV GL/Deloitte

DNV GL은 Deloitte EMEA Blockchain Lab과 함께 자사가 보유한 90,000개의 인증서를 모두 이관할 수 있는 블록체인 플랫폼을 만들었다.

○ MyBit

MyBit은 전세계 사람들이 IoT 자산에 자금을 투자하고 소유할 수 있도록 해주는 블록체인 기반 플랫폼이다. 소유자는 IoT 자산이 생성하는 수익을 통해 이익을 얻는다. Solar Energy는 MyBit이 처음으로 가능성을 타진하는 시장이다. 2017년 8월, MyBit은 ICO를 통해 280만 달러를 조달하였다.

○ BCDC (BlockChain Development Company)

BCDC는 블록체인을 사용하여 세계의 지속가능성을 향상하는 것을 목표로 한다. BCDC는 플라스틱 및 알루미늄의 재활용을 장려하기 위해 RecycleToCoin을 출시했다. 에너지 부문에서 BCDC는 전 세계 투자자와 재생에너지 프로젝트를 연결하는 투자 플랫폼 EcoChain을 운영한다.

〈에너지 부문 블록체인 기업 개요〉

기업명	업종	설립연도	국가	지역	블록체인기술	블록체인비즈니스
Ponton	IT서비스 제공	2001	독일	유럽	텐더민트	P2P
LO3 Energy	마이크로그리드 개발	2016	미국	북미	자체	P2P
Power Ledger	에너지거래 플랫폼 개발	2016	호주	오세아니아	이더리움	P2P, 암호화폐
Grid+	에너지거래 플랫폼 개발	2017	미국	북미	이더리움	P2P, 암호화폐
Energolabs	분산형에너지시스템 개발	2016	중국	아시아	퀀텀	P2P
OneUp	소프트웨어 개발	2014	네덜란드	유럽	N/A	P2P
Volt Markets	에너지거래 플랫폼 개발	2016	미국	북미	이더리움	P2P
Energy21 & Stedin	IT서비스 제공	2013	네덜란드	유럽	Quasar	P2P
ToBlockChain	에너지거래 플랫폼 개발	2009	네덜란드	유럽	N/A	P2P
Conjoule	에너지거래 플랫폼 개발	N/A	독일	유럽	N/A	P2P
Greeneum	에너지거래 플랫폼 개발	2016	이스라엘	아시아	이더리움	P2P, 암호화폐
WePower	에너지거래 플랫폼 개발	2017	지브롤터	유럽	이더리움	P2P, 암호화폐
PowerPeers	에너지거래 플랫폼 개발	2016	네덜란드	유럽	N/A	P2P
Verv by Green Running LTD	IT서비스 제공	2015	영국	유럽	이더리움	P2P
Energy Bazaar	분산형에너지시스템 개발	2017	네덜란드	유럽	이더리움	P2P
Dajie	IT기기 판매	2017	영국	유럽	N/A	P2P
Oursolargrid	분산형에너지시스템 개발	2016	독일	유럽	이더리움	P2P
SunContract	에너지거래 플랫폼 개발	2016	슬로베니아	유럽	이더리움	P2P
Pylon Network	에너지거래 플랫폼 개발	2017	스페인	유럽	자체	P2P, 암호화폐
toomuch. energy	에너지거래 플랫폼 개발	2017	벨기에	유럽	N/A	P2P
Divvi	에너지거래 플랫폼 개발	2017	호주	오세아니아	이더리움	P2P

기업명	업종	설립연도	국가	지역	블록체인기술	블록체인비즈니스
OmegaGrid	에너지거래 플랫폼 개발	2017	미국	북미	N/A	P2P
Solar Bankers	분산형에너지시스템 개발	2011	싱가포르	아시아	Skyledger	P2P, 암호화폐
BP/Shell/Statoil	에너지거래 플랫폼 개발	2017	미국	북미	N/A	P2P
Electron	분산형에너지시스템 개발	2015	영국	유럽	이더리움/IPFS	Utility-Scale(P2P)
Drift	전력 거래 중개	2011	미국	북미	이더리움	Utility-Scale(P2P)
TenneT/IBM/Vandebron/Sonnen	송전계통 운영	2017	네덜란드	유럽	Hyperledger	Utility-Scale(P2P)
Fortum	전력 생산 및 판매	2016	핀란드	유럽	N/A	Utility-Scale(P2P), EV
CGI & Eneco	분산형 열 거래 네트워크 구축	2017	네덜란드	유럽	텐더민트	Utility-Scale(P2P)
Spectral Energy	IT서비스 제공	2017	네덜란드	유럽	MultiChain	암호화폐
ElectriCChain/SolarChange/SolarCoin	태양광 발전량 데이터 수집	2016	안도라	유럽	Multichain efforts: Solarcoin, Ethereum, IOTA	암호화폐
NRG Coin	에너지거래 플랫폼 개발	2015	벨기에	유럽	이더리움	암호화폐
Veridium	탄소배출권 토큰화	2017	홍콩	아시아	이더리움	암호화폐
ImpactPPA	에너지거래 토큰 개발	2017	미국	북미	이더리움	암호화폐
Energi Token/Energi Mine	에너지절약 보상 플랫폼 개발	2017	영국	유럽	이더리움	암호화폐
EcoCoin	암호화폐 개발	2016	네덜란드	유럽	Hyperledger	암호화폐
Farad	암호화폐 개발	2017	아랍에미리트	아시아	이더리움	암호화폐
Energy Web Foundation	오픈소스 플랫폼 개발	2017	스위스	유럽	이더리움(EMO)	플랫폼
Grid Singularity	에너지데이터 교환 플랫폼 개발	2016	오스트리아	유럽	자체	플랫폼
Slock.it	오픈소스 플랫폼 개발	2015	독일	유럽	이더리움	플랫폼

기업명	업종	설립연도	국가	지역	블록체인기술	블록체인비즈니스
Energy Blockchain Labs	에너지정보 관련 플랫폼 개발	2016	중국	아시아	Hyperledger	플랫폼
BTL Group	블록체인 개발 플랫폼 제공	2015	캐나다/영국	북미	자체 (Interbit)	플랫폼
DAISEE	분산형에너지시스템 개발	2016	프랑스	유럽	이더리움	플랫폼, P2P
EnLedger	블록체인 시스템 설계 및 컨설팅	2016	미국	북미	자체	플랫폼
Prosume	에너지교환 플랫폼 개발	2016	스위스	유럽	자체	플랫폼, P2P
DAO IPCI	오픈소스 플랫폼 개발	2016	러시아	유럽	자체	플랫폼
Alastria	블록체인 인프라 구축 컨소시엄	2017	스페인	유럽	자체	플랫폼
StromDAO	오픈소스 플랫폼 개발	2017	독일	유럽	Fury Network	플랫폼
Oxygen Initiative	전기차 충전 서비스 제공	2014	미국	북미	이더리움	EV
Share& Charge	전기차 충전 서비스 제공	2016	독일	유럽	이더리움	EV
Car eWallet	자동차 관련 서비스 제공	2017	독일	유럽	Hyperledger	EV
Everty	전기차 충전 서비스 제공	2016	호주	오세아니아	이더리움	EV
The Sun Exchange	태양광 패널 임대	2015	남아프리카공화국	아프리카	N/A	기타
Bankymoon	소프트웨어 및 컨설팅	2014	남아프리카공화국	아프리카	N/A	기타
Freeelio	에너지 어플리케이션 개발	2016	독일	유럽	Tobalaba	기타
M-PAYG	선불식 태양에너지 제공	2013	덴마크	유럽	N/A	기타
Poseidon	탄소배출권 토큰화	2017	스위스	유럽	Stellar.org	기타
Clearwatts	에너지 거래 중개	2017	네덜란드	유럽	BigchainDB (Ocean protocol)	기타
Guardtime	소프트웨어 보안	2007	에스토니아	유럽	N/A	기타
WaveX	태양광발전 투자 중개	2016	사우디아라비아	아시아	ArabianChain	기타

기업명	업종	설립 연도	국가	지역	블록체인기술	블록체인 비즈니스
4New	폐기물에너지화 발전소 운영 및 전력판매	2017	영국	유럽	N/A	기타
Solar DAO	태양광 발전소 투자 플랫폼 개발	2017	이스라엘	유럽	이더리움	기타
CarbonX	탄소상쇄 토큰화	2017	캐나다/ 영국	북미	이더리움	기타
DNV GL/ Deloitte	품질 보증 및 리스크 관리	2017	영국	유럽	자체	기타
MyBit	IoT 자산 투자 플랫폼	2017	스위스	유럽	이더리움	기타
BCDC (BlockChain Development Company)	환경 프로젝트 투자 플랫폼 운영	2017	스코틀랜드	유럽	이더리움	기타
Wien Energie	에너지 공급업체	2001	오스트리아	유럽	텐더민트	P2P
Ledger Assets	블록체인 기반 검증 시스템 개발	2014	오스트리아	유럽	이더리움	P2P
Lumenaza	소프트웨어 제공	2013	독일	유럽	N/A	P2P
Restart Energy MWAT	분산형에너지시스템 개발	2017	루마니아	유럽	이더리움	암호화폐, P2P
Energycoin	분산형에너지시스템 개발	2014	N/A	유럽	N/A	암호화폐, P2P
WPP Energy	분산형에너지시스템 개발	2009	스위스	유럽	이더리움	P2P, 암호화폐
Energy Premier	전기 입찰 플랫폼 제공	2018	스위스	유럽	이더리움	암호화폐
Climatecoin	탄소배출권 토큰화	2017	스위스	유럽	이더리움	암호화폐
La`Zooz	차량 공유 플랫폼	2014	이스라엘	아시아	N/A	EV

박 찬 국

現 에너지경제연구원 연구위원

<주요저서 및 논문>

『전력산업 미래전망을 위한 빅데이터 활용방안 연구』, 에너지경제연구원 기본연구, 2017.

『전력 신산업 유형별 성장 잠재성 분석』, 에너지경제연구원 기본연구, 2016.

수시연구보고서 18-01

블록체인, 에너지 부문 기회와 과제

2018년 10월 12일 인쇄

2018년 10월 12일 발행

저 자 박 찬 국

발행인 조 용 성

발행처 에너지경제연구원

44543, 울산광역시 중구 종가로 405-11

전화: (052)714-2114(代) 팩시밀리: (052)714-2028

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 (사)한국척수장애인협회 인쇄사업소 (031)424-93477

©에너지경제연구원 2018 ISBN 978-89-5504-683-0 93320

* 파본은 교환해 드립니다.

값 7,000원