

블록체인 혁신성 연구

A Study for the Innovativeness of Blockchain

김의석(Euiseok Kim)*

초 록

2008년 사토시 나카모토(Satoshi Nakamoto)가 중앙 금융기관 없이 개인과 개인 간의 온라인 지불을 가능하게 하기 위하여 P2P(peer to peer) 네트워크를 이용한 이중지불 문제의 해결을 포함한 ‘비트코인(Bitcoin)’이라는 개인 간 전자화폐 시스템을 제안한 이후 블록체인은 4차 산업혁명에서 산업혁명 사이클 전주기에 영향을 미치는 범용기술로서 자리를 잡아가고 있다. 본 연구에서는 블록체인이 이러한 범용기술로서의 급격한 확산과 활용이 혁신이론 관점에서 어떠한 혁신성을 가지고 있는지를 분석하였다. 분석결과 블록체인은 ‘물리적 기술’의 특성뿐만 아니라 인간의 사회적 상호작용을 위한 ‘사회적 기술’로서의 특성을 가지고 있어 기술혁신과 사회혁신을 동시에 수반하는 혁신성을 가지고 있었다. 블록체인의 다양한 혁신성에 대한 본 연구의 접근은 블록체인의 이해를 높이고 향후 정책적 의사결정에 유용성을 제공할 것으로 기대된다.

ABSTRACT

After Satoshi Nakamoto published ‘Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system’ in 2008, Blockchain has been GPT (General Purpose Technologies) that affect the whole cycle of the 4th Industrial Revolution. This study attempted to identify the innovativeness of Blockchain.

Because of Blockchain’s ambidextrous characteristics, Blockchain has two kinds of innovativeness, technological innovation by physical technology and social innovation by social technology. Thus, this study will be useful to increase understanding and establishing strategy for Blockchain.

키워드 : 블록체인, 범용기술, 비트코인, 이더리움, 스마트계약, 사회적기술, 기술혁신, 사회혁신, 파괴적혁신, 코즈정리, 외부성, 토큰이코노미

Blockchain, General Purpose Technologies, Bitcoin, Ethereum, Smart Contract, Social Technology, Technological Innovation, Social Innovation, Disruptive Innovation, Coase Theorem, Externality, Token Economy

* Blockchain Business Planning Team, Korea Minting, Security Printing & ID Card Operating Corp.
(euiseok.kim@kaist.ac.kr)

Received: 2018-07-14, Review completed: 2018-08-06, Accepted: 2018-08-17

1. 서 론

최근 블록체인은 단순히 4차 산업혁명을 구성하는 주요 기술 중 하나라기 보다는 산업혁명 사이클 전주기에 영향을 미치는 범용기술(General Purpose Technologies)로서 자리를 잡아가고 있다. 범용기술은 새로운 세대로의 기술적, 산업적 변화를 불러오는 혁신기술들의 최상단에 위치하는 기술로, 한 세대 산업혁명 안에서 여러 기술들의 뿌리로 인식될 수 있는 기술을 지칭한다[1].

사토시 나카모토(Satoshi Nakamoto)가 발표한 'Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system'은 암호화 기술과 네트워크 기술을 결합하여 화폐 발행과 거래 내역을 분산 네트워크상에서 다수 컴퓨터가 동시에 기록하고 검증하는 방법을 제시함으로써 블록체인의 효시가 되었다[12]. 이후 블록체인은 다양한 분야에서 활용이 연구되었으며, 특히 스마트계약이 가능한 이더리움(Ethereum)의 출현은 신뢰 중개자 없는 당사자 간 신뢰확보 방법에 무한한 가능성과 확장성을 가져오게 하는 개기가 되었다. 정산, 결제, 송금 등의 금융분야는 물론 전자상거래, 의료기록관리, 투표, 디지털 콘텐츠에 대한 소유권 증명, 문서인증 및 부동산거래 분야로 그 쓰임새와 개발영역은 거의 전 산업으로 확장되고 있다[14].

그러나, 블록체인의 다양한 산업간 확장 가능성에 비하여 블록체인 그 자체의 속성과 혁신이론의 관점에서 고찰한 연구는 거의 찾아볼 수 없는 것이 현실이다. 특히 블록체인을 과거의 다양한 혁신현상 속성과 비교할 때 어떠한 유사성과 혁신성을 가지고 있는지에 대한 연구는 전무한 상태이다. 블록체인의 혁신성을 규명하는 것은 블록체인이 향후 기술과 사회에

미치는 범위와 방향성을 가늠할 수 있는 척도가 될 수 있으며 블록체인이 가지고 있는 혁신특성에 따라 혁신 속도와 변화 양상을 전망할 수 있는 기초적 자료로 활용될 수 있을 것이다.

본 논문에서는 블록체인이 가진 혁신성을 분석하기 위하여 블록체인의 시작점이 된 사토시 나카모토의 논문을 중심으로 블록체인의 구동원리를 고찰하고, 이로부터 나타나는 블록체인의 보안성, 탈중앙성, 확장성, 투명성 등이 각각 어떠한 혁신성과 상응되는지 기존 연구 및 사례 분석을 통해 규명하고자 한다.

특히, 블록체인은 과학적, 공학적 관점에서의 '물리적 기술'의 특성뿐만 아니라 사회적 동물로서 인간의 관계성 유지를 위한 '사회적 기술'의 특성을 가지고 있어, 단순한 기술혁신의 동인 뿐 만아니라 사회혁신을 가져오는 동인으로서도 작용할 수 있다. 최근 블록체인의 적용분야가 기존 프로세스의 효율성을 향상시키는 대체 또는 보완적 도구로서 뿐만 아니라 사회시스템에 투명성과 탈중앙성을 부여하기 위한 방법으로 활용되는 모습은 블록체인이 기술혁신성과 사회혁신성 모두의 특성을 가지는 특별한 기술이 될 수 있음을 보여주고 있다. 이에 본 논문에서는 블록체인의 기술혁신적인 특성은 물론 사회혁신 관점에서의 혁신성을 개념화하는 것을 목표로 하였다.

2. 블록체인의 작동원리와 스마트계약

2.1 블록체인 작동원리: 비트코인(Bitcoin)

현재까지의 온라인상에서의 전자거래는 주로 금융기관을 중심으로 하는 중앙집중형 형태를

가지고 있었다. 중앙집중형에서는 거래를 관리하고 중재하는 제 3자 기관이 존재하고 이 기관은 거래상의 보안과 거래 내용의 적합성을 관리하고 분쟁 발생 시 이에 대한 중재 역할을 하게 된다. 이러한 관리 및 중재비용은 결국 전자거래에 있어 거래비용을 발생시키게 된다. 또한 ‘중앙집중’이라는 거래 시스템은 악의적 의도를 가진 공격자들에 취약한 구조를 가지게 되어 최근까지 수많은 해킹 및 정보유출 문제를 일으켰다.

2008년 사토시 나카모토(Satoshi Nakamoto)는 중앙 금융기관 없이 개인과 개인 간의 온라인 지불을 가능하게 하기 위하여 P2P(peer to peer) 네트워크를 이용한 이중지불 문제의 해결을 포함한 ‘비트코인(Bitcoin)’이라는 개인 간 전자화폐 시스템을 제안하였다.

비트코인이 구현한 전자화폐 시스템의 핵심은 분산과 공개이다. 시스템의 모든 사용자에게 P2P 네트워크를 통해 장부를 공개하고 분산시키면 모든 거래는 하나의 공개 장부에 기록되고 사용자 모두에게 분산되어 저장되게 된다. 이러한 공개장부가 ‘블록(block)’이 되고 새로운 거래가 발생하면 그 거래가 이전에 수행되지 않았던 새로운 거래라는 검증이 자발적으로 이루어지게 된다.

사토시 나카모토는 이러한 거래과정을 타임스탬프(time stamp), 작업증명(Proof of work) 및 보상(incentives)라는 개념들을 통해 설명하였다. 사토시는 전자화폐를 전자서명의 연속으로 정의하였으며, 거래를 하고자하는 사람은 이전 거래내역에 거래를 원하는 소유자의 공개키를 포함한 뒤 자신의 비밀키로 암호화(전자서명) 함으로써 거래를 마치게 된다고 설명하였다.

이중거래의 문제점은 모든 거래를 공개적으로 이루어지게 하고 참여자들이 시간 순서에 따른 거래내역을 수용하게 함으로써 해결하게 된다. 사토시는 이를 타임스탬프를 통해 구현하도록 설계하였다. 타임스탬프는 시간 내역이 기록된 항목들의 블록해시를 종합하여, 이를 분산시키는 역할을 한다. 이렇게 함으로써 특정 시간에 그 데이터가 명백히 존재했다는 것을 입증하게 된다. 각 타임스탬프 내역은 이전 타임스탬프로부터 건네받은 해시내역을 포함 시킴으로써 시간흐름에 따른 연속성을 가지게 된다.

타임스탬프가 포함된 하나의 거래가 끝나면 그 거래를 블록에 저장할지에 대한 확인(또는 동의)절차를 거쳐야하는데 이를 작업증명(proof of work)이라 한다. 작업증명이란 이전 거래 해쉬값과 임의의 값(nonce)을 해쉬함수에 수많은 반복 입력을 통해 앞자리가 고정된 정해진 자릿수의 결과 값이 얻어질 때까지의 계산 과정이라고 말할 수 있다.

반복계산에 의해 임의의 값을 찾은 최초 블록 생성자에게는 새로운 코인을 소유할 수 있게 해주는 보상이 일어난다. 보상은 컴퓨팅 자원과 전력이 소비된 것에 대한 수수료의 개념으로 각 노드들이 스스로 참여하게 하는 유인책 역할을 하게 되며, 노드들은 조직화할 필요 없이 스스로 협력하도록 하는 시스템을 구성하게 된다[12].

2.2 스마트계약(Smart Contract): 이더리움(Ethereum)

스마트계약이란 프로그래밍 되어진 코드에 따라 조건이 일치하면 계약이 자동으로 실행되는

프로세스로 1994년 닉 자보(Nick Szabo)가 만든 개념이다. 닉 자보는 자판기에서 원하는 상품에 해당하는 금액을 넣고 버튼을 누르면 상품과 거스름돈이 자동으로 나오는 것처럼 프로그램 상에서도 설정한 조건이 만족되면 자동으로 계약이 이행되는 것을 스마트계약이라고 명명하였으나, 그 당시 기술로는 이러한 개념을 현실화시키는데 기술적 한계가 있어 이상적인 개념으로서만 의미를 가지고 있었다.

2013년 비탈릭 부테린(Vitalik Buterin)은 비트코인 커뮤니티에서 활동하다 블록체인의 스마트계약에 대한 구현가능성을 보고 이더리움에 대한 기본 개념을 구상하여 2014년 미국에서 열린 비트코인 컨퍼런스에서 이더리움 개념을 발표했다. 이더리움은 비트코인과 마찬가지로 오픈 소스의 공개된 프로젝트로 전 세계 사용자들이 보유하고 있는 컴퓨팅자원을 기반으로 완전히 분권화된 스마트계약 네트워크를 구성할 수 있다. 이더리움은 블록체인에 거래내역 뿐 아니라 계약 등 추가정보를 기록함으로써 스마트계약(Smart Contract)을 구현했다. 이더리움에서 스마트계약을 생성하면 이더리움 가상기계(EVM; Ethereum Virtual Machine)에서 동작하게 되며 스마트계약의 검증, 실행은 블록체인에 기록된다. 이더리움은 튜링완전언어(Turing Complete Language)를 스마트계약 언어로 선택해 다양한 응용이 가능하다. 튜링완전언어는 조건문이 가능하고 메모리의 임의 위치값을 변경할 수 있는 언어로 이더리움에서는 Solidity라는 언어를 사용하여 스마트계약을 코드로 넣으면 지정된 조건을 만족했을 때 계약이 실행되도록 설계되었다. 블록체인에 있어서 스마트계약 기능의 부가는 온라인상에서의 신뢰 있는 거래 방법에 획기적인

확장성을 부여하게 되었으며, 블록체인이 다양한 기술혁신을 유발할 수 있는 원동력이 되게 하였다.

3. 블록체인 혁신성

3.1 기술혁신관점에서의 블록체인 혁신성

Schumpeter가 경제 성장의 원동력으로서 과학과 발명을 지적인 이래 과학과 발명을 통해 야기되는 기술혁신은 기존 산업을 재편시키고 신산업을 창출하는 경제발전의 새로운 추진력으로 개념화 되었으며 다양한 동인들과 분류를 통해 하나의 연구영역으로 자리 잡게 되었다. 기술혁신은 그 동인에 따라 시장주도형 기술혁신, 기술주도형 기술혁신으로 구분되기도 하며, 혁신의 속도에 따라 급진적, 존속적 혁신으로 구분될 수 있으며, 혁신의 동태적 설계변화에 따라 아키텍처혁신, 모듈러혁신으로 구분되기도 한다. 또한 외부자원 활용성의 범위에 따라 개방형혁신, 폐쇄형혁신으로 분류하거나, 기술발전의 성능 궤적을 파괴하거나 기술이 지향하고자 하는 성능 축 자체를 변화시키는 파괴적 혁신으로 구분하기도 한다.

블록체인을 단순한 디지털 분야의 기술혁신으로 본다면 얼마든지 대체 가능한 디지털 보안기술의 일부로 인식될 수도 있을 것이다. 그러나 블록체인은 보안성을 추구하는 방법이 투명성과 합의라는 과정을 포함하고 있으며, 그 주체도 다수의 참여자들이 자발적으로 생태계를 구성하는 매우 새로운 혁신방법을 취하고 있다. 따라서 블록체인을 일반적인 기술혁신이론의 한 종류로 구분 짓기에는 무리가 따를 수

있다. 블록체인이 가진 보안성, 탈중앙성, 확장성, 투명성 등의 복합적 특성은 블록체인이 다분야 혁신을 일으키는 다중적 혁신현상임을 보여주고 있다.

이 절에서는 블록체인의 가장 두드러진 혁신 특성으로 여겨지는 정보보안의 패러다임 변화에 따른 아키텍처 혁신 특성과 탈중앙화관점에서의 파괴적 혁신현상에 대하여 고찰하여 기술 혁신 관점에서 어떠한 시사점을 가지고 있는지 분석해 보고자 한다.

3.1.1 ‘정보보안’ 패러다임 변화; ‘폐쇄’에서 ‘공개’로의 아키텍처 혁신

정보통신기술의 발달과 이를 이용한 커뮤니케이션 방법의 진화는 정보사회라는 새로운 사회 생태계를 만들어내었으며, 정보를 하나의 상품 또는 가치가 있는 자원으로 인식하게 되었다. 사회의 많은 부분이 정보를 주고받는 상호작용에 많은 영향을 받고 그 상호작용의 복잡성이 증대됨에 따라 정보가 제대로 전달되기 위한 정보보안은 매우 중요한 의미를 가지게 되었다.

정보보안은 정보통신기술 확산에 따른 정보누수와 정보침해에 대한 보완책으로서 의미를 가진다. 정보보안은 상호 주고받는 정보나 데이터의 보호뿐만 아니라 이들을 작동하는 소프트웨어 및 정보통신시스템, 정보통신 네트워크 등에 대한 광범위한 보호를 의미한다. 이러한 정보보안의 기본요소는 비밀성과 무결성 그리고 가용성 등의 특성을 갖는다. 첫째 비밀성은 전송 또는 보관 중인 정보를 인가하지 않은 사람이 그 내용을 알 수 없도록 보호하는 것이고, 이를 위해 접근제어, 정보암호화기법, 인증시스템, 보안소프트웨어 등의 방법을 이용한다. 무

결성은 정보가 위변조 될 수 없도록 보호하는 것으로 메시지가 원래 송신된 그대로 수신되었음을 확인하는 것에 초점이 맞추어져있다. 가용성은 정당한 사용자가 인가된 방법으로 접근하여 이용할 수 있는 것을 의미하며, 가용성 확보를 위하여 데이터백업, 중복성 유지 등의 방법이 이용된다[2].

정보보안의 필요와 이유가 되는 정보침해는 하드웨어 등의 시스템에 직접 손상을 주는 물리적 공격과 정보나 소프트웨어 등에 손상을 주는 해킹(hacking) 또는 크래킹(cracking)이라 불리는 기술적인 공격이 있다. 두 가지 경우 모두 공격 대상이 된 시스템에 정상적이지 않은 방법을 통해 시스템에 접근하여 손상을 주는 유형으로 이를 막기 위한 방법은 기본적으로 정상적인 접근에 대한 철저한 확인 그리고 비정상적인 침입 또는 위장 침입에 대한 방어와 통제에 기초하고 있다.

따라서, 정보의 오용과 오류에 가장 민감할 수 밖에 없는 금융서비스업에서는 정보보안을 서비스의 핵심으로 보고 이에 대한 투자와 노력을 집중하고 있다. 거래상의 보안과 거래 내용의 적합성을 관리해야하는 금융서비스 분야에서는 정보보안을 위한 지속적인 투자가 이루어지고 있지만, 중앙 서버나 핵심적인 정보가 담긴 중앙 시스템에 대한 정보침해 사례는 여전히 주기적으로 발생하고 있다. 금융기관의 본래 목적이 거래의 신뢰를 담보하고 신용을 부여한다는 관점에서 보면 이러한 정보침해는 금융기관의 존재가치를 위협하는 매우 중대한 약점으로 작용될 수 있다. 사토시 나카모토 역시 이러한 문제점을 지적하였으며 비트코인이라는 분산원장을 사용한 블록체인시스템을 만들게 된 이유라고 밝혔다.

인터넷에서의 상거래는 금융기관을 제 3자 신용기관으로 하는 전자지불 방식에 전적으로 의존하게 되었다. 대부분의 거래에 시스템은 충분히 작동하고 있지만, 여전히 신용기반 모델이라는 내재적인 약점을 갖고 있다. 따라서, 일정한 비율로 가짜 지불이 되는 것은 불가피한 현실이다. 이러한 비용과 지불의 불확실성은 사람이 직접 물리적으로 화폐를 지불하여 피할 수 있으나, 신용기관 없이 통신상으로 지불하는 방법은 존재하지 않는다. 이러한 문제는 바로 신용보다는 암호화 기술에 기반한 전자지불 시스템을 이용하여 자발적인 두 거래자가 제 3자인 신용기관 없이도 직접적인 거래를 가능하게 만든다(사토시 나카모토 2008. 서론 중)[12].

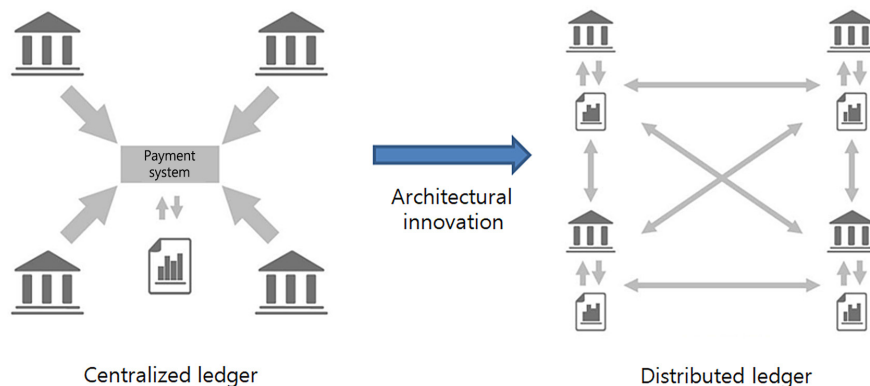
블록체인에 의한 혁신은 기존 정보보안과 정보침해의 방어 및 공격지점이 되는 그 자체를 분산시킴으로써 보안에 소요되는 노력과 자원을 절감시키고 침해의 공격점을 특정하기 어렵게 만들므로써 정보보안의 패러다임을 전환시켰다. 바꾸어 말하면 블록체인은 정보보안의 방법을 ‘폐쇄’에서 ‘공개’로 전환시킨 것이다. 거래정보이력을 특징인 또는 특정기관이 아닌 모든 참여자에게 공유시킴으로써 온라인상에서의 새로운 정보보안개념을 만들었다. 이는 혁

신관점에서 보안성을 추구하는 방법에 있어 설계자체를 변화시킨 것에 해당되어 아키텍처혁신에 가깝다.

기술 아키텍처를 구성하는 핵심적 요소들의 연결망을 기술 패러다임이라고 정의한다면[3], 블록체인에 의한 정보보안 패러다임변화는 구성 요소들은 변화하지 않지만 그 연관이 완전히 새롭게 재구성되는 아키텍처 혁신(architectural innovation)에 가깝다. 아키텍처 혁신은 급진적이고 파괴적인 가능성이 높은 특성이 있으므로, 블록체인을 가지고 새로 진입하는 플레이어들이 기존 방식의 플레이어들을 추월하기 훨씬 더 유리할 수 있음을 시사한다[8].

3.1.2 블록체인에 의한 파괴적 혁신; 비즈니스 혁신

동적인 관점에서의 기술 변화 형태를 설명할 때 변화 속도와 변화 그 자체의 속성을 분석하여 두 가지 유형으로 나누고 이에 대한 논의를 확장시킨다. 첫째 존속적 혁신(sustaining innovation)은 제품 성능을 ‘개선’ 수준으로 변화시키는 것을 의미하며 점진적으로 보다 우수한 품질, 서비스 등의 질적인 향상을 지속적으로



〈Figure 1〉 Architectural Innovation by Blockchain

이끌어내는 혁신이다. 둘째는 파괴적 혁신(disruptive Innovation)으로 기존 혁신 방향인 성능 궤적을 파괴하거나 추구하는 성능 축(performance axis) 그 자체를 변화시켜 혁신방향성을 재설정하는 혁신이다.

크리스텐슨은 파괴적 혁신을 기업 간 경쟁에 있어 게임의 법칙을 바꾸어버리는 혁신으로 기존 시장에서 제품의 성능이라 여겨졌던 기준을 변화시켜 완전히 새로운 형태의 시장과 가치를 만들어낸다고 설명하였다[4].

블록체인은 신뢰에 대한 기존의 성능과 플레이어들의 역할을 재 정의한다. 3차 산업은 서비스 산업이라고도 부르며, 서비스 산업의 큰 역할 중 하나는 신뢰에 대한 중개이다. 은행은 사회 구성원의 돈의 흐름과 거래에 있어 중개자 역할을 하여 거래의 신뢰를 보장하고 투명성을 높이는 역할을 통해 거래수수료를 수익원으로 하는 대표적인 서비스 산업의 사례가 되어왔다. 이와 유사하게 카드회사와 보험회사 등의 역할도 그 용도와 가치사슬의 구성원이 다를 뿐 산업에서의 역할은 모두 신뢰 중개자이며, 거래비용이 곧 수익구조가 되는 구조를 가지고 있다.

블록체인의 등장은 신뢰의 탈중앙화를 가져온다. 기존 가치사슬의 재정립이 아닌 새로운 설계방식이 필요한 파괴적 변화를 가져오게 된다. 사회 구성원과 중앙 기관(또는 금융기관)의 통제 범주에 있던 신뢰는 블록체인 기반의 합의구조와 거래 당사자 간의 거래이력 공유를 통한 신뢰보증으로 변화된다. 중앙에 집중되었던 권한을 당사자 간 권한으로 분산시키게 된다. 이를 통한 비용절감, 작업 속도, 투명성, 생산성과 효율성은 신뢰 매개 역할을 주로 하는 서비스 산업에 파괴적 혁신을 가져오고, 기존

플레이어들과 시장에서의 게임의 법칙을 완전히 새로운 형태로 바꾸게 될 가능성이 있다.

더 나아가 블록체인의 신뢰 탈중앙화 개념을 확장하면, 다양한 산업분야에서 신뢰를 보증하고 성능화하기 어려워 시장 확장에 한계를 가졌던 에너지와 유틸리티, 제조, 물류, 유통, 헬스케어, 미디어, 공공 서비스, 정부행정 서비스, 스마트 시티 등의 분야에 혁신 방법으로 응용되어 새로운 시장 기회를 창출할 수 있을 것이다.

3.2 사회혁신 관점에서의 블록체인 혁신성

사회혁신(social innovation)은 인간의 삶의 현장에서 잘 해결되지 않는 사회문제나, 시대 변화에 따라 새롭게 나타난 사회문제를 새로운 아이디어와 방법을 통해서 해결하는 활동을 지칭한다[7]. 혁신을 통하여 사회적 가치(social value)를 추구하고자 하는 사회혁신에 대한 본격적인 논의는 2000년대 초반 지속가능 발전의 연구와 더불어 유럽을 중심으로 시작되었으며, 혁신이론 연구자들을 중심으로 이론과 실천방안에 대한 연구로 진화되었다[6].

사회혁신에 대한 이론화를 위해 다양한 연구를 수행한 EU의 TEPSIE(The Theoretical, Empirical and Policy Foundation for Building Social Innovation in Europe) 프로젝트에 따르면 사회혁신은 기존에 충족되지 않았던 사회적 니즈에 대응하기 위한 새로운 접근으로 사회혁신의 수혜자인 시민사회와 취약계층의 자원에 대한 접근성과 영향력을 향상시켜 사회관계와 행동을 변화시키는 것을 목표로 한다고 하였다. 또한 사회혁신은 삶의 현장의 문제해결에서 시작하므로 상향식 혁신 성격을 지닌다고 하였다[6, 7].

사회혁신의 실천방법론 측면에서는 기술혁신과의 구분을 할 필요가 없으며, 사회기술혁신(socio-technical innovation)이라는 통합적 관점에서 접근하는 것이 필요하다는 주장도 있으며, 사회기술시스템 전환론은 이러한 통합적 관점에서 혁신방법론을 전개한 이론으로 알려져 있다[16, 17].

최근에는 사회혁신의 도구로 디지털 기술의 중요성이 부각됨에 따라, 이를 통하여 사회문제에 대한 새로운 해결책을 찾아낼 수 있다는 ‘디지털 사회혁신’에 대한 연구가 진행되고 있다. 유럽에서는 이미 디지털 기술을 통해 사회문제를 해결한 사례들과 성과를 모아서 실현가능한 정책적 시사점을 도출하는 연구가 진행되었었다[14].

이처럼 사회혁신은 사회적 니즈와 문제에 대응하는 혁신현상을 대상으로 하기 때문에 연구자의 관점에 따라 관찰과 이론화의 범주가 사회과학 거의 모든 분야와 연관 지어질 수도 있는 광범위한 연구주제가 될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 기술혁신과 대비되는 사회혁신의 목적과 목표, 그리고 디지털 사회혁신 연구에서 논의된 혁신 도구로서의 디지털 기술과 같이 블록체인이 그 역할을 할 수 있는지에 대한 가능성을 중심으로 전개하고자 한다.

3.2.1 블록체인과 사회혁신: 사회적 기술로서의 블록체인

유럽연합에서는 당면한 사회 문제 해결의 중심 해법으로서 디지털 기술의 활용(DSI: Digital Social Innovation)을 핵심 정책의제로 논의하기 시작하였으며, 국내에서도 다양한 연구기관들이 DSI에 대한 연구를 시작하였다. 이는 20세기 후반부터 기술변화의 중심에 있었던 디지털

기술이 더 이상 기술혁신만을 위한 도구와 결과물이 아닌 사회문제 해결에 있어서 효과적인 도구로서 인식되어지기 시작한 것을 의미한다. 유럽연합에서는 디지털 기술이 이처럼 사회혁신의 도구로서 인정받기 시작한 이유가 기존에 불가능했던 속도와 규모를 가능하게 하고, 기존에는 어려웠던 다수 사람들의 참여와 협업을 가능하게 하는 특성에 있다고 설명하였다[14]. 바꾸어 말하면, 유럽연합에서 정의한 혁신도구로서의 디지털 기술은 사회 구성원간의 사회적 관계를 보다 효율화하고 확장하는데 있어 보완적 도구였음을 시사한다.

유럽연합의 이러한 정의는 디지털 기술이 가진 물리적 특성과 기술 결과물의 사회적 영향이 혼용된 설명으로 혁신 관점에서 디지털 기술의 궁극적인 역할을 표현하는데 있어 모호함을 지닌다.

Nelson은 혁신현상에서 모호해질 수 있는 동인을 설명하기 위하여 기술을 두 종류로 구분하였다. 첫째는 ‘물리적 기술(physical technology)’로서 통상적으로 ‘기술’이라는 용어를 사용할 때 의미하는 ‘과학적, 공학적 지식을 통해 사물을 변화시키거나 변형시키는 방법’을 의미한다. 둘째는 ‘사회적 기술(Social technology)’로서 사회적 동물로서 인간이 사회생활을 영유하는데 필요한 ‘행동과 생각에 대한 일반적 관습, 사회활동, 시스템 유지를 위한 법칙’들을 의미한다. 다시 말하면 사회적 기술이란 ‘법, 제도, 화폐, 도덕규범 등 사회를 지탱하고 유지하는 체계’로 정의할 수 있다[13].

사회적 기술은 기술과 사람간의 상호작용이나 개인 간 상호작용 사이에서 작동하여 대부분 사람들이 ‘기술’로서 인지하지 못하였지만, 인간의 사회적 상호작용에서 나타나는 문제

해결을 위한 사회혁신을 이해하기 위한 개념의 도구로서는 매우 유용한 측면이 있다.

기술혁신의 대상이 물리적 기술이라면 이와 대비되는 관점에서 사회혁신의 대상물은 사회적 기술이 될 수 있다. <Table 1>은 기술혁신과 사회혁신의 대비되는 주요 특성을 나타낸다. 물리적 기술은 기술혁신의 대상 또는 결과물 되고 주로 경제적 이익을 창출하는데 목적이 있다. 이에 반해 사회적 기술은 사회혁신의 대상 또는 결과물이 되고 주로 사회적 가치를 창출하는데 목적이 있다.

대부분의 물리적 기술은 사회적 기술을 효율화하고 확장시키는데 보완적 역할을 해왔지만, 최근에 인터넷으로 대표되는 몇몇 디지털 기술은 물리적 기술이 사회적 기술 그 자체로의 역할을 하였다. 유럽연합이 사회혁신을 유발하는 6개의 디지털 기술 응용 영역을 공유경제, 새로운 방식의 제작, 오픈 민주주의, 인식 네트워크, 오픈 액세스, 펀딩/인큐베이션/엑셀러레이터 조직으로 구분한 것을 보면, 사회관계 상호작용에 응용되는 디지털 기술은 그 자체로서 사회적 기술의 역할을 하고 있음을 알 수 있다[14].

블록체인은 디지털 기술의 또 다른 진화형태로 디지털 기술이 가진 사회적 기술 속성을 매우 넓은 범위로 확대하였다. 가장 대표적인 속성은 ‘탈중앙화’이다. 사토시 나카모토가 블록

체인 개념을 처음 공개한 2008년은 미국 경제의 구조적 모순과 자본가들의 금융 자본에 대한 과도한 욕심의 결과로 촉발된 글로벌 금융위기 발생 직후였다. 사토시는 그의 논문에서 비트코인은 제 3자를 배제한 네트워크에 참여하는 개인 간 거래를 의미하고, 그 정보를 함께 검증, 기록하는 시스템으로서 중앙은행이 보증하는 법정화폐와 달리 중앙집권적인통제, 관리기구가 없다는 점을 강조하였다. 이것은 블록체인이 기존 중앙집권적인 화폐제도가 유발하는 사회 문제를 해결하기 위한 새로운 형태의 사회적 기술임을 나타내는 것이며, 그 방향성은 화폐제도라는 사회적 기술을 중앙집중형에서 탈중앙형으로 변화시켰음을 보여준다.

둘째 속성은 블록체인이 가진 ‘투명성’이다. 사회에서 투명성은 절차상의 참여를 통해 실천자의 대사회 설명책임성을 강조하는 개념으로 정치·행정 분야에서는 이를 실현하기 위하여 열린정부, 정책 개방성, 정책 결정과정에서의 국민 참여, 정보의 공개 및 감시를 가능케 하는 기능을 강조해왔다[15]. 투명성은 정보제공자인 정부와 알 권리를 행사하는 국민 사이에 정보 비대칭성(information asymmetry)으로 발생하는 사회문제를 최소화하기 위한 개념으로 최근 들어 국가 발전을 위한 사회적 가치로서 특히 그 중요성이 커졌다. 블록체인은 동료간

<Table 1> Physical Technology and Social Technology

	Physical technology	Social technology
Definition	Methods, systems, and devices which are the result of scientific knowledge being used for practical purposes	General habits of action, thought, the rules of the game and institutions to maintain sociality
Cases	IT, Bio, Mechanical, Chemistry, general technologies	Bureaucracy, monetary system, law, contract, moral standards
Innovation	Technological Innovation	Social Innovation
Output	Economic value	Social value

(Peer to Peer)에 완전하게 공유되는 분산네트워크를 기반으로 한다. 여기에서 동료(Peer)라는 의미에는 네트워크에 참여하는 개인이 동등한 지위를 가지고 있음을 포함하고 있으며, 모든 노드(node)가 네트워크를 함께 공유하는 것을 의미한다. 따라서 서로 거래된 이력은 네트워크에 참여하고 있는 모든 참여자가 서로 확인할 수 있음을 의미하며 이는 온라인 거래에 있어 완전한 투명성을 제공하게 된다.

셋째는 이더리움과 같은 블록체인이 가진 스마트계약(smart contract)기능은 온라인상에서 성문법과 같은 사회적 기술의 성격을 지닌다. 스마트계약이란 입력한 조건이 만족했을 때 계약을 실행하도록 블록체인 상에서 코딩해 넣은 것이다. 대표적인 사회적 기술인 법제도와 계약은 오프라인시대에는 종이에 저장되고 그 실행에 있어서는 상황에 따라 불이행 될 수도 있는 유연한 강제성을 지닐 수 있어 분쟁의 여지가 있을 수 있으며 완전한 실행을 위해서는 많은 거래비용을 수반하게 된다. 그러나 블록체인의 스마트계약은 당사자 간에 한번 생성되면 전체 네트워크가 사라지지 않는 한 영구히 보존되며, 중간에 제 3의 신뢰기관이나 위변조의 가능성 없이 계약의 검증, 실행이 이루어질 수 있어 성문법이나 계약에 대응하는 새로운 형태의 사회적 기술로서의 가능성을 가지고 있다.

3.2.2 외부성(externality)의 내부화(internalization) 도구로서의 블록체인 혁신: 코즈 정리 관점에서의 토큰이코노미 응용

주류 경제학에서 공공성(publicness)의 문제는 공공재(public good)와 외부성(externality)과 관련되어 설명되고 있으며, 이들로 인하여

나타나는 시장실패(market failure)는 국가개입 곧 각종 국가 정책의 당위성을 설명하는 배경으로 이용되어왔다. 이러한 접근은 미시적 분석과 케인즈 경제학으로 대표되는 거시적 분석에서 다양한 논의로 분화되었지만, 시장실패 최소화가 국가 개입의 중요한 당위성으로 인식되어지는 것은 현재에서도 유효한 것으로 받아들여지고 있다.

완전경쟁모델에서 시장은 효율적인 자원배분을 이루어가지만 현실적으로 외부성이 존재하므로 국가가 여러 가지 정책으로 개입하여 이를 최소화해야한다. 외부성은 그 효과가 긍정적이든 부정적이든 경제 주체에게 의도하지 않은 파급효과를 미치게 되므로 시장의 균형에 반하는 결과로 시장실패를 유발한다. 외부성 문제를 해결하기 위한 다양한 이론들이 있으나 대표적으로 국가가 조세와 보조금 등 직접적 개입으로 최소화 될 수 있다는 피구식 접근방법과 협상을 통해 효율적으로 자원배분을 이루어 외부효과를 최소화 할 수 있다는 코즈의 접근방법이 있다.

코즈의 방법은 시장에서 경제주체 간 협상으로 완전경쟁모델에서의 균형을 의미하므로 매우 효과적으로 보이지만, 전제로 내건 ‘거래비용 0’은 현실세계에서는 있을 수 없는 상황으로 결국 시장 스스로 외부성을 내부화하는데 한계가 있음을 의미하며, 여전히 국가 개입이 필요하다는 것으로 귀결된다[5]. 코즈가 주장하는 외부성 문제의 핵심은 재산권 확정의 불분명함에 있으며, 국가가 이를 개입함으로써 외부성에 따른 상호간 영향의 책임을 명확하게 하여 각 경제주체가 협상할 수 있는 기준을 마련함으로써 외부성을 최소화할 수 있다는 점이다.

블록체인은 이러한 코즈의 거래비용과 관련된 현실적 한계상황에서 새로운 가능성을 제공하고 국가 개입의 역할을 경제주체간의 거래로 대체할 수 있는 새로운 외부성 문제 해결방안을 제시하게 된다.

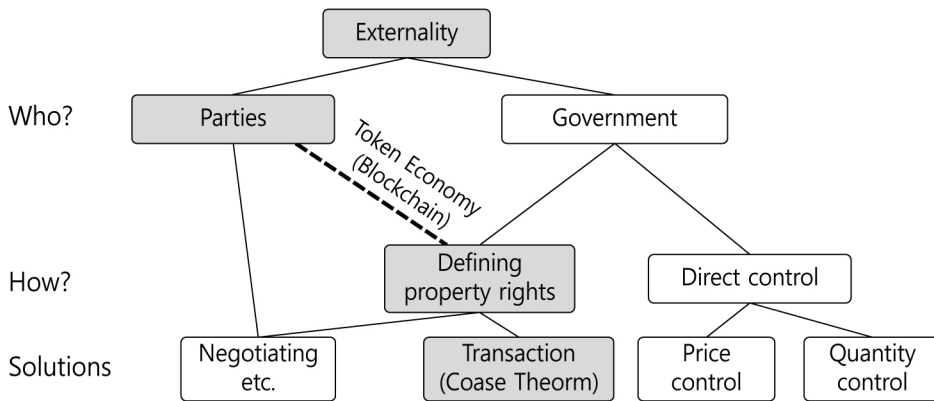
먼저 거래비용의 최소화 도구로서 블록체인의 가능성이다. 블록체인은 거래에 있어서 중앙의 신뢰기관을 필요로 하지 않으므로 온라인 상에서의 거래비용을 최소화 할 수 있다. 신뢰 중개로서의 거래비용과 이를 위한 각종 보안기술의 구비를 위해 소요되는 비용을 최소화할 수 있으며, 스마트계약과 같은 완전한 계약이행 메커니즘은 상호 거래 마찰을 최소화 할 수 있다.

재산권 확정에 관한 문제는 블록체인에서 시도되고 있는 토큰이코노미 모델과 다양한 재화와 연결된 암호화폐들이 새로운 대안이 될 수 있다. 토큰이코노미는 목적하는 행동을 할 때마다 토큰을 주고 일정량이 모아지면 인센티브로 교환해줘 행동을 교정하는 행동심리학에서 발전된 이론이다. 이미 교육학이나 행동치료에서 다루어지고 실행되어진 방법이지만 사회경제적 관점에서 이를 응용하기에는 한계를 가지고 있었다. 이는 토큰에 지급과 교환에 따른 거래비용과 행동을 하게 할 만큼 충분한 인센티브를 규정하기에는 현실적으로 어려움이 있었기 때문이다. 블록체인은 그 자체가 기여한 만큼 보상을 받을 수 있도록 설계되었으며, 거래단위를 미시적으로 분해할 수 있는 마이크로결제와 재화에 따른 각종 토큰을 설계할 수 있어 토큰이코노미를 사회 전반에 확산하기 위한 충분한 도구 역할을 할 수 있게 한다.

현재 활발히 운영되고 있는 스팀(Steem)이라는 암호화폐는 온라인상에서 게시글을 작성

하고 평가함에 따라 인센티브로 제공되고 있으며, 토큰이코노미에 입각한 프로세스에 의하여 양질의 콘텐츠에 대해 더 많은 보상을 해주는 시스템이다. 스팀코인은 거래소에서 거래가 가능하여 양질의 지식에 기여한 사람은 보상으로 받은 코인을 실제 화폐로 교환도 가능하다. 스팀코인은 지식에 대한 재산권 곧 소유권을 획정해 주어 외부성을 국가의 개입 없이 내부화하고 이를 거래하게 함으로써 시장실패를 최소화한 직접적인 사례인 것이다. 이제까지 정부기관에서 외부성을 내부화하기 어려웠던 영상, 음악 등 다양한 디지털 콘텐츠에 대한 블록체인 프로젝트가 진행 중에 있으며, 그 응용범위는 확대되고 있다.

따라서, 블록체인은 국가 정책의 중요한 당위성으로 인식되어지는 외부성 문제 해결의 방법에서 당사자 간 해결이 어려운 것으로 여겨졌던 재산권획정 등과 같은 국가의 개입을 시장에 맡길 수 있는 새로운 혁신가능성을 지니고 있다. <Figure 2>는 블록체인의 새로운 가능성과 지금 까지 외부성 문제 해결의 주체와 방법을 정리한 것이다. 외부성 문제는 당사자 간 해결과 국가라는 제 3자 개입을 통한 해결로 나눌 수 있으며, 당사자 간 해결은 지금까지는 협상에 의한 당사자 간 합의에 기대하는 방법 밖에 있을 수 없어서 외부성 문제 적용에 극히 일부분만 적용할 수 있는 방법으로 인식되어왔으며, 국가 개입의 당위성을 제공하기도 하는 적용 한계성을 가지고 있었다. 그러나, 앞서 언급한 블록체인의 새로운 방식은 지금까지 논의된 적이 없었던 외부성문제 해결에 혁신적 변화를 가져올 수 있으며 시장실패를 최소화하기 위한 다양한 국가 정책의 방법론에 있어 많은 변화를 가져올 것으로 예상된다.



〈Figure 2〉 Solutions for Externality

4. 결 론

블록체인은 우리가 통상적으로 과학적, 공학적 관점에서의 기술인 ‘물리적 기술’의 특성뿐만 아니라 인간의 사회적 상호작용을 위한 ‘사회적 기술’로서의 특성을 또한 가지고 있었다. 기술혁신 관점에서 블록체인은 정보보안 패러다임을 ‘폐쇄’에서 ‘공개’로의 아키텍처 혁신을 가져와 기존 정보보안과 정보침해의 방어 및 공격지점이 되는 그 자체를 분산시킴으로써 보안에 소요되는 노력과 자원을 절감시키고 침해의 공격점을 특정하기 어렵게 만드는 혁신을 일으키고 있다. 또한 신뢰의 중개역할을 하였던 금융서비스 산업을 재정의 하게 하는 파괴적 혁신을 가져왔다. 사회 구성원과 중앙 기관의 통제 범주에 있던 신뢰는 블록체인 기반의 합의구조와 거래 당사자간의 거래이력 공유를 통한 신뢰보증으로 변화되었다. 이러한 변화는 서비스 산업에 있어서 기존 가치사슬의 재정립이 아닌 새로운 설계방식이 필요한 파괴적 변화를 가져왔다.

사회혁신 관점에서 블록체인은 기존 관료제, 화폐제도 등의 사회적 기술의 중앙집중형 형태

를 탈중앙화하여 권력과 권위를 분산시키는 혁신을 가져왔다. 또한 동등한 지위를 가지는 동료간(Peer to Peer)에 완전하게 공유되는 분산 네트워크를 기반하는 블록체인 특성은 온라인 거래에 있어 완전한 투명성을 제공한다. 아울러 블록체인이 가진 스마트계약 기능은 온라인 상에서 성문법과 같은 사회적 기술의 성격을 지니게 하였다. 그리고 블록체인을 기반으로 하는 토큰이코노미 모델들은 외부효과를 유발하는 다양한 재화에 재산권 곧 소유권을 확정해 주어 외부성을 국가의 개입 없이 내부화하고 이를 거래하게 함으로써 시장실패를 최소화할 수 있는 가능성을 보여주고 있다. 이는 국가 정책의 중요한 당위성으로 인식되어지는 외부성 문제 해결의 방법에서 당사자 간 해결이 어려운 것으로 여겨졌던 재산권획정 등과 같은 국가의 개입을 시장에 맡길 수 있는 새로운 혁신가능성을 보여주는 것이다.

아직 블록체인은 혁신 성과를 측정할 수 있을 만큼 실용적 사례가 다양하게 존재하지는 않고 있으며, 기술적 문제를 완전히 해결하기 위해서는 보다 시간이 필요한 것으로 알려져

있다. 그러나 현재까지 전개되고 있는 블록체인의 진보와 확산 특징은 블록체인이 기술혁신과 사회혁신을 아우르는 보다 광범위한 혁신동인으로 작용할 가능성이 충분히 있음을 보여주고 있다. 따라서 블록체인의 육성과 발전을 위해서는 이들 두 특성을 고려한 학제간 영역에서의 다각적 시각으로의 분석이 필수적으로 필요할 것이다.

References

- [1] Bresnahan, T. F. and Trajtenberg, M., "General purpose technologies 'Engines of growth?'," *Journal of Econometrics*, Vol. 65, No. 1, pp. 83-108, 1995.
- [2] Cho, C., "A study on information security in the information society," *Korean Society for Library and Information Science*, Vol. 34, No. 1, pp. 155-180, 2000.
- [3] Christensen, C. M., "Exploring the limits of the technology S-curve. Part I: component technologies," *Production and Operations Management*, Vol. 1, No. 4, pp. 334-357, 1992.
- [4] Christensen, C. M., "The Innovators Dilemma: when new technologies cause great firms to fail," Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 1997.
- [5] Coase, R. H., "The Problem of Social Cost," *Journal of Law and Economics*, Vol. 3, pp. 1-44, 1960.
- [6] EU, "Growing A Digital Social Innovation for Europe," 2015.
- [7] Grin, J., Rotmans, J., and Schot, J., "Transitions to sustainable development: new directions in the study of long term transformative change," Routledge, 2010.
- [8] Henderson, R. M. and Clark, K. B., "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 1, pp. 9-30, 1990.
- [9] Jang, Y. and Song, E., "Changing Logics of Transparency in Korea, 1993~2006; A Content Analysis of Korean Newspaper," *The Korean Sociological Association*, Vol. 42, No. 7, pp. 146-177, 2008.
- [10] Jeong, S., "A Theoretical Approach to Social Innovation: A Conceptual Typology and Implications," *Journal of Korea Technology Innovation Society*, Vol. 20, No. 4, pp. 888-914, 2017.
- [11] Kim, D., "Rereading Coase's 'The Problem of Social Cost,'" *Korean Law And Economics Association*, Vol. 10, No. 1, pp. 3-23, 2013.
- [12] Nakamoto, S., "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system," 2008.
- [13] Nelson, R. R. and Nelson, K., "Technology, institutions, and innovation systems," *Research Policy*, Vol. 31, No. 2, pp. 265-272, 2002.
- [14] Oh, S. and Lee, C., "Block Chain Application Technology to Improve Reliability of Real Estate Market," *The Journal of So-*

- ciety for e-Business Studies, Vol. 22, No. 1, pp. 51-64, 2017.
- [15] Park, H., "Transparency as an Emerging Administrative Value: A Conceptual Investigation," Seoul Association For Public Administration, Vol. 12, No. 3, pp. 103-118, 2001.
- [16] Song, W., "Social innovation," Science and Technology Policy Institute, Vol. 27, pp. 1-29, 2016.
- [17] Song, W., "Socio-technical Systems Approach and Innovation Policy," Korea Technology Innovation Society, Vol. 16, No. 1, pp. 156-175, 2013.

저 자 소 개



김의석

(E-mail: euseok.kim@kaist.ac.kr)

1995년

충남대학교 금속공학과 (공학사)

1997년

충남대학교 일반대학원 금속공학과 (공학석사)

2005년

Georgia Institute of Technology, School of Public Policy
(과학기술정책 석사)

2014년

한국과학기술원(KAIST) 기술경영학과 (기술경영공학 박사)

2014년~현재

한국조폐공사 블록체인사업기획팀장

2017년~현재

금융위원회 핀테크자문위원

관심분야

Blockchain, Fintech, 혁신이론, 기술경영, 과학기술정책,
기술융합