

암호자산 가치평가 모형과 한계*

홍창수** · 김홍배***

〈요 약〉

본 연구는 암호자산인 비트코인의 가치 평가를 위한 다양한 이론적 모델을 검토하고, 각 모델의 내용과 한계를 분석한다. 소개된 모형은 생산비용 모델(Production Cost Model) 재고 흐름 모델(Stock-to-Flow Model), 화폐수량설(Quantity Theory of Money, QTM), 총 유효시장법(Total Addressable Market, TAM), Metcalfe의 법칙(Metcalfe's Law), 온체인 데이터 모형 등이다.

본 연구는 각 모형이 강조하는 비트코인의 가치평가 접근 방법을 서술하고, 가치분석의 결과와 실제 시장가격을 비교하였다. 덧붙여 모형간 비교 분석을 통해 각 모형이 갖는 특징과 한계점을 설명하였다.

본 연구는 암호자산 가격의 투명성과 신뢰성을 높일 수 있는 평가모형을 소개하는 동시에 모형이 갖고 있는 한계를 제시하였다. 자산의 기능과 본질을 파악하여 네트워크 기반 교환가치를 분석한 후, 공급과 수요 요인을 종합적으로 고려한 통합모형으로 암호자산의 가치를 산출하는 것이 바람직하다. 이는 가치 적정성과 투자 리스크를 종합적으로 판단하여 투자자들과 정책가들에게 디지털 자산에 대한 이해를 높이는 데 기여할 것이다.

주제어 : 암호자산, 가치평가, 재고흐름, Metcalfe 법칙, 총유효시장, 온체인 데이터

논문접수일 : 2025.07.17. 1차 수정일 : 2025.07.30. 게재확정일 : 2025.08.28

* 본 논문은 2024년도 동서대학교 『Dongseo Frontier Project』지원에 의하여 이루어진 것임

** 제1저자, NICE P&I 정보사업본부 이사, 02-398-3973, E-mail: cshong@nicepni.co.kr

*** 교신저자, 동서대학교 경영학부 교수, 051-320-1913, E-mail: rfctogether@gmail.com

I. 서 론

2009년 사토시 나카모토(Satoshi Nakamoto)가 비트코인(Bitcoin)을 탈중앙화 개인간 디지털 현금(P2P electronic cash)을 제시한 이후 이더리움 등 다양한 암호자산들이 디지털 금융시장에서 혁신적인 변화를 이끌어오고 있다. 2025년 7월 15일 비트코인은 시총 2조 3천억 달러이며, 암호자산 시장에서 59.1%의 높은 비중을 보이고 있다. 비트코인의 금융시장 진입은 2017년 시카고옵션거래소(CBOE)와 시카고상품거래소(CME)의 비트코인 선물 상장을 통해 시작되었으며, 2020년 CME의 비트코인 옵션 상장을 통해 가속화 되었다. 2024년 블랙록을 포함한 여러 자산운용사의 현물(spot) 비트코인 ETF 출시를 계기로 가상자산의 금융시장 진출이 공고화 되었다. 그리고 현재 트럼프 정부에서 비트코인과 스테이블 코인의 디지털 자산은 전략자산으로서 미국의 달러 패권유지 및 달러 통화체제 유지를 위한 입법이 진행되고 있다.

암호자산 중 특히 비트코인은 오랜 기간 동안 1) 금융본질 측면에서 화폐(통화)로서의 가능성과 가치(Hazlett and Luther, 2019; Horra et al., 2019; Baur et al., 2018; Naware, 2016; Yermack, 2015), 2) 통화체제와 거시경제와의 관계(Weber, 2016; Selgin, 2015; Dwyer, 2015), 3) 가격행위 및 자산특성(투기, 헤징, 안전자산)의 포트폴리오 연구(Bouri, 2017; Corbet et al., 2017; Kliber et al., 2019; Urquhart and Zhang, 2019) 등으로 발전되어 왔다(김홍배, 2020).

그러나 암호자산의 높은 변동성은 투기적 투자자들에게 높은 수익을 제공하는 반면, 높은 리스크를 가져다주고 있어서 내재된 특성을 세밀히 고려하여 가치를 평가하는 방법론이 필요하다. 가령, 내재가치가 부채한 암호자산을 전통자산(주식, 채권, 토지)의 가치 평가 모형인 ① 할인 현금흐름분석, ② 한계비용곡선 모형(원자재 현물), ③ 상대구매력(법화 통화) 등의 전통 가치평가 모형으로 평가하기엔 적합지 않다(Mitchnick and Athey, 2018). 비트코인(Bitcoin)의 가치평가 방법에 대한 연구는 향후 다른 암호자산 가치평가에도 기준 및 응용 될 것이다.

본 연구는 암호자산의 내재 가치를 보다 정확하게 평가하기 위한 다양한 모델로서 생산비용 모형(Production Cost Model), 재고-흐름 모형(Stock-Flow Model), 화폐수량설(Quantity Theory of Money, QTM), 총유효시장법(Total Addressable Market, TAM), Metcalfe의 법칙(Metcalfe's Law), 온체인 데이터 모형 등을 소개한다. 한편, 본 연구는 전통자산의 가치평가 방법으로는 어려운 비트코인의 가치평가 모형에 대한 해외 선행연구를 소개하는 동시에 한계점을 설명하고자 한다. 이를 통해 한계점을 극복할 수 있는 암호자산의 가치평가 방법론에 대한 방향을 제시하고자 한다.

본 연구의 방법과 내용은 제Ⅱ장에서 전통자산의 가치평가와 암호자산의 가치평가가

어떻게 다른지를 분석하고, 각 모형의 이론적 배경과 수학적 공식을 검토한다. 모델이 암호자산 가치 평가에 어떻게 적용될 수 있는지를 이해하고, 모델 간의 차이점을 분석한다. 제Ⅲ장에서는 암호자산 평가 방법론들이 갖는 한계를 세밀하게 제시하여, 내재 가치와 시장가격 간 수렴을 높일 수 있는 새로운 가치평가 모형의 연구 필요성을 제시한다. 마지막으로 제Ⅳ장은 암호자산 가치평가 모형 실무 가능성과 정책 제언에 대해 설명한다.

본 연구는 암호자산 평가 모델에 대한 종합적인 이해를 통해 투자자와 시장 및 정책 참여자들이 암호자산의 공정한 평가를 통해 합리적 투자 및 정책 결정을 할 수 있도록 돕는 것이다. 이러한 목적을 위해 본 연구는 해외 선행이론 및 실증분석 결과를 이용해 다양한 암호자산 가치평가 방법론을 소개하였다. 그러나 각 모델들은 암호자산의 다양한 특성을 반영하여 가치 평가의 기초를 제공하지만, 단일 모델로는 암호자산의 복잡한 특성을 모두 포괄하기 어려운 한계가 있다. 따라서 본 연구는 이러한 다양한 모델을 종합적으로 검토 비교를 통해 보다 정교하고 신뢰성 있는 가치평가 모형이 어떤 방향으로 구성되어야 하는지를 제안하고자 한다.

Ⅱ. 암호자산의 가치평가 이론

1. 전통자산과 암호자산의 가치평가 비교

디지털 암호자산의 등장은 기존 전통자산의 가치평가 체계에 도전을 제기하였다. 전통적 가치평가 방법인 원가접근법, 소득접근법, 시장접근법은 주식이나 채권, 그리고 부동산과 같은 전통자산에는 적합하지만, 실체가 없고, 현금흐름이 존재하지 않으며, 탈중앙화된 자산에 적용하기 어렵다.

전통적인 가치평가 방식인 소득접근법 현금흐름할인모형(DCF) 모형은 기업의 내재가치를 추정하는 데 효과적인 도구지만, 암호자산 적용에 한계점이 있다. 할인율 산정도 쉽지 않다. 암호자산은 자산의 기대수익률인 CAPM 모형을 적용하기 어렵고, 기대 수익률에 대한 시각도 제각각이기 때문이다. 한편, 비교 기업 평가 역시 유사 자산이 부족하거나 조건이 다르기 때문에 일관된 적용이 어렵다. 일부 암호자산이 스테이킹(staking) 수익 보상을 블록체인 네트워크의 검증에 참여하고 그 대가로 수익을 창출하더라도, 그 수익이 토큰 보유자에게 직접적으로 귀속되지 않는 경우가 많아, 이를 전통적인 현금흐름으로 간주하기에 무리가 있다. 예를 들어, 이더리움의 수수료는 검증자에게 지급되거나 소각되며, 일반 보유자에게 배당처럼 돌아오지 않는다. 따라서 암호자산의 평가는 기존 가치평가 방법론에서 벗어나 특성과 시장구조를 반영하여 새로이 발전하고 있다.

본 연구에서는 전통자산의 가치평가를 응용한 암호자산의 새로운 평가방법을 소개하고자

한다. <표 1>는 기존 전통적인 가치평가방법과 본 연구에서 소개할 암호자산 가치평가 접근방법을 비교한 것이다.

<표 1> 전통자산 가치평가와 암호자산 가치평가

평가 방법	전통적 가치평가	암호자산 가치평가
원가접근법	채건축 비용(부동산 등)	채굴비용(비트코인 채굴)
소득접근법	현금흐름할인(DCF)	교환방정식(화폐수량방정식)
시장접근법	시장가치비율 비교 (PER, PBR 등)	네트워크 가치, 거래(NVT)비율

전통자산에 기반하여 암호자산의 특성을 반영한 가치평가 방법들을 제시하면 우선, 비용접근법은 전통적으로 자산을 만들기 위한 비용으로 암호자산에서는 이를 ‘채굴비용’으로 치환할 수 있다. 채굴에 드는 전기료와 장비 비용 등이 비트코인의 하한 가치를 설명하는 데는 적합하지만, 수요나 시장심리를 반영하지는 못한다. 둘째, 소득접근법은 미래 현금 흐름을 현재가치로 계산하여 합산하는 DCF방식이 대표적이지만, 암호자산에는 전통적인 수익이 없어 DCF방식이 아닌 화폐 교환방정식(MV=PQ)을 활용한 대안적 모델이 나타났다. 마지막으로 시장접근법 또한 수익이 아닌 장부가치를 추정할 수 없어 네트워크 가치에 기반한 시장가치 비율을 도출하고 있다.

2. 생산비용 모델

생산비용 모델은 자산을 생산하거나 채굴하는 데 들어가는 비용으로서 자산의 생산비용을 기준으로 그 가치를 평가하는 모델이다. 주로 금, 은, 석유와 같은 자산에 적용되며, 비트코인 채굴에도 적용된다. 비트코인의 경우, 전기비용, 하드웨어 비용, 인건비 등이 포함된다. 비트코인 채굴의 기본비용은 전기로서 \$/kWh로 표시된다. 완전경쟁 시장에서 한계비용은 추가로 한 단위를 생산하는 데 들어가는 비용으로서 채굴되는 자산의 최저 가격을 결정하는 요소 중 하나이다. 생산자는 채굴 한계비용이 시장가격보다 같거나 낮을 때 채굴을 하게 된다(Hayes, 2015). 달러로 1일(24시간) 채굴의 에너지 한계비용을 표시하면 다음과 같다

$$E_{DAY} = (\$/kWh \times 24 \times W_{perGH/s})(GH/1,000)$$
 (1)

\$/kWh : 시간당 전기(kilowatt)의 달러표시×24(1일 24시간)
WperGH/s(waterpergigahash/second): 하드웨어의 에너지 효율성
Gigahash(GH): 채굴자가 사용하는 컴퓨터 파워(“hash power”) 척도

1일 채굴에 따른 한계생산물의 달러가치는 아래와 같다

$$P \times BTC_{DAY} = \theta \left(\frac{\beta \rho}{\delta} \right) \quad (2)$$

여기서,

P : 비트코인 가격, BTC_{DAY} : 비트코인 일일 생산 기대수준, β : 블록보상

ρ : 해싱파워(GH로 표시함), δ : 블록당 해싱파워로서 채굴 난이도

θ : 시간상수($0.00002011656761 = 24\text{hrday} \times 3600\text{sechr}/232$)

따라서, 채굴의 한계비용과 한계 생산물의 가치가 같음으로 다음과 같이 표시된다.

$$E_{DAY} = P \times BTC_{DAY} \quad (3)$$

$$P = \frac{E_{day}}{BTC_{day}} \quad (4)$$

한계손실이 발생하는 가격수준 이하에서 채굴자는 네트워크에서 탈퇴할 것이다. 변수들의 값이 아래와 같다고 가정하여 비트코인 가격 방정식을 풀 수 있다.

$\$/kWh = 0.05$ (전세계 평균 전기 가격),

$W_{perGH/s} = 0.028$ (채굴 하드웨어 효율성으로서 J/GH^1)로 표시됨),

$\rho = 1,000 \text{ GH} \times 109$ (채굴자 컴퓨터 파워)

$\delta = 57,119,871,304,635$ (블록채굴의 난이도로서 블록당 GH로 표시)²⁾

$\beta = 6.25$ (블록 보상: 새로운 블록이 생성될 때 주어지는 비트코인의 양)

채굴 난이도는 블록을 채굴하는데 소비되는 시간으로 표시한다. 채굴이 어려울수록 블록을 채굴하는데 요구되는 컴퓨터 연산력이 더 높아진다. 비트코인 채굴 난이도는 격주 간 2016개 블록을 변화시킨다. 한편 블록 보상은 2023년 들어 6.25개로 줄어들었으며, 4년마다 블록 보상은 반으로 줄어들어 반감기인 2024년 이후 블록 보상은 3.125 BTC이고, 시간이 지나면서 블록 보상은 0에 도달 할 것이다. Hayes(2015)는 일일 한계비용이 \$2.622/day, 일일 채굴 비트코인 양이 0.010604 BTC/day(247.27\$/BTC)로서 2015년 3월 당시 시장가 \$255에 근사하였다. 그 후 Hayes(2019)는 모델이 유효한지를 발견하기 위해 회귀분석과 벡터자기 회귀 모형을 통해 생산비용모형을 백테스트 하였는데 비트코인 시장가격이 이론적 가치인

1) Gigahash에너지를 표시하는 J(joules)/GH(gigahash)는 $1 W_{perGH/s} = 1 J/GH$ 임.

2) Glassnode.com.

생산비용을 수렴하는 것을 확인하였다.

그런데, 2023년 9월 1,000 GH/s 채굴장비를 통해 제시된 수치를 이용해 비트코인 채굴의 일일 한계비용을 식 (5)에 따라 계산해보면 아래와 같다

$$E_{DAY} = (0.05 \times 24 \times 0.028) \times (1,000/1,000) = \$0.0336.. \tag{5}$$

BTC 단위당 채굴 한계생산물 BTC_{DAY} 는 아래와 같이 계산된다.

$$0.00002011656761[(6.25 \times 1000 \times 109)/57,119,871,304,635] = 0.00000220113499366897$$

따라서 양 비율에서 도출된 비트코인의 이론가는 $P^* = E_{day}/BTC_{day} = \$15,264.85$ 이다. 한편, 2023년 9월 19일 당시 시장 종가는 \$27,216로서 생산채굴 이론가와 상당한 괴리가 있었다. 시장가와 한계 생산비용 이론가 간의 이러한 괴리에 대해 Kristoufek(2020)는 시장가가 생산가에 수렴하는 것이 아니라, 비트코인 채굴비용 변동이 가격변화를 따르는 것으로 제시하면서, 비트코인 거래 시장에서 채굴자들은 가격 형성자가 아니라 가격 순응자(price taker)라고 보았다.

시장가격은 생산가에 수렴한다는 Hayes 이론이 실제 시장에서 적용되지 않음으로써 생산비용 모형은 비트코인 채굴 동태성과 시장가격과의 관계를 충분히 설명하지는 못한다고 볼 수 있다. 하지만 생산비용 모형은 비트코인 채굴의 원리에 대한 분석과 채굴과정에 전기 비용의 역할을 강조한 가치 있는 이론으로 평가받고 있다.

3. 재고 흐름 모델(Stock-to-Flow Model)

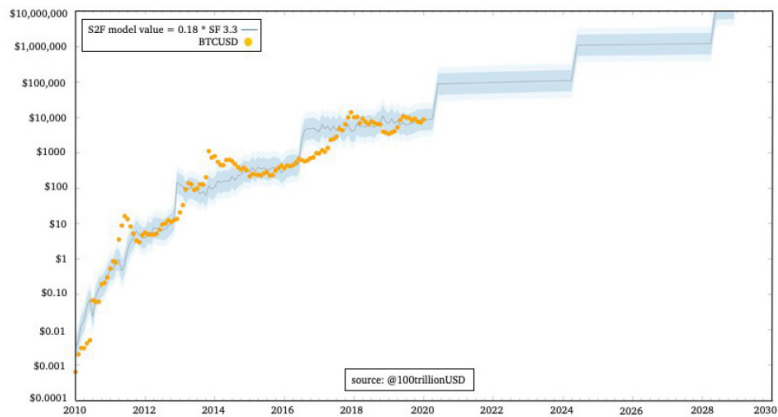
재고 흐름 모델(이하 SF)은 2019년 트위터(X)에 Plan B 가명을 사용하는 인물이 비트코인 가치를 평가하기 위해 제안한 것으로 비트코인을 금이나 은과 같은 원자재 및 귀금속과 비교하여 가치평가를 하는 방식이다. 실제로 디지털 자산은 전통적인 주식보다 원자재와 개념적으로 유사하여, 미국 의회를 포함한 규제 기관들이 원자재에 준하여 접근하는 경향이 있다.

이 모델의 핵심 개념은 ‘상대적 희소성’으로 이러한 특성은 공급을 단기간에 급격히 늘리기 어렵다는 점에서 비롯되며, 이로 인해 자산으로서의 매력을 갖는다는 것이다. 가령, 금, 은과 같은 원자재는 자연적으로 공급이 제한되어 있기 때문에 수요가 존재하는 한 장기적으로 그 가치를 유지할 수 있어 이 희귀모델에 적합함을 확인했다. SF 비율은 희소성을 수치로 나타내는 지표로, 특정자산의 현재 재고량(stock)과 연간 생산성(flow)의 비율로 계산된다.

$$SF = Stock / Flow \tag{6}$$

재고(stock)는 유통 중인 자산(비축량)을 의미하고, 유입량(flow)은 일정기간 동안 새롭게 유통되는 양을 의미한다. 이 비율은 모든 원자재에 대해 계산될 수 있으며, 공급량의 변화는 기존 재고에 영향을 주고 가격에 영향을 미친다는 희소성이 가치를 만들어 낸다는 것이다.

Plan B(2019)가 제안한 SF모델은 월별 데이터를 기반으로 거둬들여 함수로서 2009년 12월부터 2019년 2월까지 비트코인 월별 SF값을 계산하여 SF의 로그값과 시장가치 로그값 사이에 아래 [그림 1]과같이 통계적으로 유의미한 선형관계가 존재함을 발견했다.(Plan B는 $R^2 \approx 0.95$ 라고 밝힘). SF 비율만을 고려할 경우, 선형적 추세는 미래까지 확장될 수 있어 비트코인의 SF비율이 지속적으로 증가하여 결국 금의 비율에 도달할 것으로 예상한다. 상대가치평가(relative valuation) 기준에서 이 두 자산의 특성이 유사하다는 점을 감안하면 13조 달러(\$13 trillion)의 시총 수준에 이를 것으로 전망할 수 있다. Plan B가 제안한 SF모델을 기반으로 2020년 비트코인의 가격을 추정한 결과 그는 2024년 상반기에 약 25만 5천 달러로 가까울 것으로 예측했지만 2025년 현재 12만 달러에 있어 그 차이가 크게 나타났다.



출처: PlanB(2020).

[그림 1] Stock to Flow(S2F) 모형에 따른 비트코인 가격

비트코인은 2008년 출현하여 2140년까지 2,100만 개가 발행될 계획이다. 매년 일정한 양이 발행되는 것은 아니라 발행량이 약 4년 마다 이전 대비 절반으로 줄어드는 ‘반감기’를 거치는데 1차 반감기는 2012년 12월, 2차는 2016년 7월, 3차는 2020년 5월, 4차반감기는 2024년 4월 이었다. 과거 기술적 분석 결과 통상 반감기 1년 전부터 가격 상승하고, 반감기

이후 12~18개월 내에 정점 찍은 것으로 나타났다.

4. 화폐수량설(Quantity Theory of Money, QTM)³⁾

화폐수량설은 고전 경제학에서 제시하는 통화이론이다. 통화량, 화폐 유통속도, 가격 수준, 생산량의 관계를 설명하는 이 이론은 통화 현상을 이해하는 데 근간이 되는 이론이다. 화폐수량설의 통화량(M)과 화폐 유통속도(V), 가격 수준(P), 생산량(Q) 간의 관계를 통해 자산의 가치를 평가하듯이, 통화로서 비트코인을 간주하여 시가총액과 유통 속도를 활용하여 내재 가치를 산정할 수 있다. 화폐수량설을 적용하여 비트코인의 내재 가치를 평가하고, 실제 시장 가격과의 일치 여부를 실증적으로 분석하고자 하는 제안은 Wang, Joseph Chen-Yu(2014))에 의해 처음 발표되었으며, 2018년 크리스 버니스크(Chris Burniske)의 저서를 통해 대중에게 많이 알려졌다. 버니스크(Burniske)의 화폐 수량이론을 토대로 제안한 토큰 가치평가 방법을 소개하면 아래와 같다.

$$M \times V = P \times Q \tag{7}$$

M : 총 자산의 크기, V: 자산 유통속도(하루 동안 코인의 소유주가 바뀌는 평균 횟수)
P : 제공되는 디지털 자산의 가격, Q : 제공되는 디지털 자산의 총량
P×Q: 비트코인 시가총액

화폐수량설(QTM) 공식을 적용한 비트코인의 가치는 다음과 같이 M으로 정의된다.

$$M = (P \times Q) / V \tag{8}$$

화폐수량설(QTM)을 적용하여 비트코인의 내재 가치를 산정하면, 토큰의 가치 M은 시가총액(P × Q)를 계산 한 후 유통속도(V)로 나눈 것이다. 한편, 시가총액과 유통 속도를 기반으로 한 화폐수량설 공식을 활용하기 위해 첫째, 비트코인의 유통 속도(V)는 비트코인이 하루 동안 얼마나 자주 거래되는지를 나타내는 지표로, 이는 비트코인의 경제 활동성을 반영한다. 둘째, 시가총액(M)은 비트코인의 전체 시장 가치를 의미하며, 이는 비트코인의 가격(P)과 총 공급량(Q)의 곱으로 계산된다. 연구 기간은 2013년부터 2024년까지이며, 데이터

3) Chris Burniske(2017)가 QTM 방법론을 제시한 이후 Mitchnick and Athey(2018)가 비트코인(BTC)과 리플(XRP)의 가치를 상한치와 하한치를 측정하였으며 Rommel et al.(2019)은 증권형 토큰(소득 현금흐름 접근)을 제외한 유틸리티 토큰과 암호화폐의 암호자산에 대해서 QTM기반 가치측정이 우수함을 주장하였다.

출처는 코인마켓캡(CoinMarketCap), 블록체인 익스플로러(Blockchain Explorer), 그리고 세계은행(World Bank)과 국제통화기금(IMF) 등의 공신력 있는 기관에서 제공하는 경제 지표를 활용하였다.

다음으로 산출된 내재 가치와 실제 시장 가격을 비교 분석함으로써 QTM이 비트코인의 가치 평가에 얼마나 효과적인지를 평가할 수 있다. 덧붙여 Pearson 상관계수를 계산하여 내재 가치와 시장 가격 간의 관계를 분석할 수 있으며, 시계열 상관관계 분석을 통해 두 변수 간의 추세 일치율을 추가로 파악할 수 있다.

그러나, 2017년 하반기와 2019년의 글로벌 경제 불확실성과 주요 국가들의 규제 강화는 QTM으로 설명할 수 없는 비트코인 가격급락의 변동성을 초래하였다. 따라서 QTM의 설명력이 일관되게 유지되는 것은 아니며, 시장의 수요 변화나 외부 경제적 요인 등 다른 변수들도 비트코인 가격에 영향을 미친다고 볼 수 있다. 예를 들어, 이러한 한계는 QTM이 단순히 통화량과 유통 속도만을 고려하기 때문에 발생한 것으로, 비트코인의 복잡한 시장 구조와 다양한 규제 및 시장요인을 충분히 반영하지 못한다는 점을 시사한다. <표 2>는 화폐수량설의 암호자산 가치평가 적용에 관한 것을 요약한 것이다.

<표 2> 화폐 수량설의 암호자산 가치평가 적용

구성요소	전통적 정의	암호자산 정의
M	경제 내 통화 공급량(M1)	암호자산의 유통 가능 공급량
V	통화의 유통속도	암호자산의 회전을 또는 유통속도
P	재화 및 서비스의 일반적 가격 수준	디지털 자산이 제공하는 서비스의 가격
Q	경제에서 생산된 산출량	암호자산이 제공하는 디지털 서비스의 양 또는 거래량

5. 총유효시장법(Total Addressable Market, TAM)

총유효시장법(TAM)은 비트코인의 가치를 기존의 비교 가능한 자산들과 비교하여 평가하는 방법이다. 화폐의 특성(교환, 가치저장, 계산척도)을 갖고 있는 비교자산인 금, 통화량(M2), 중앙은행들의 준비자산, 총액결제량, 그리고 송금액등을 통해 비트코인의 가치 평가가 가능하다. 비트코인은 전통 통화자산의 특성을 갖고 있 때문에 이들 자산과 비교가 가능하다. TAM은 비트코인의 이론가치가 된다. TAM의 공식은 식 (9)와 같다.

$$TAM = \frac{\text{대상시장의 가치} \times \text{시장 침투율} (MPR)}{\text{시장 총공급량}}$$

(9)

우선, 시장침투율은 전체 시장(TAM)중에서 자사제품 또는 서비스가 차지하는 비율을 나타낸다. 비트코인에서는 해당 목표시장에서 차지할 수 있는 점유율을 의미한다. 다음으로 목표시장 가치는 기회시장의 크기로서 특정상품이나 서비스가 기존 산업내에서 경쟁할

수 있는 전체 시장의 기회를 의미한다. 예를 들어, 2022년 기준 전 세계 해외송금은 주로 송금 전문회사, 은행, 핀테크 업체를 통해 7940억 달러에 이르고 있다. 만약 비트코인이 지불 송금의 매개체로 기능하여 개인들이 송금에 사용한다면, 7940억 달러가 비트코인의 목표시장이다. 다음으로 시장 총공급량은 해당 암호화폐가 발행될 수 있는 총량을 의미하며, 비트코인의 경우 최대 공급량은 2,100만 개가 시장 총공급량이 된다. 총 유효수요 시장접근법을 기반으로 비트코인의 가치를 평가하는 데에는 자산의 유효시장규모와 침투율에 따라 비교 분석이 가능하다. 아래 <표 3>은 앞서 언급한 비교 자산들의 다양한 시장 점유율에 따라 비트코인의 잠재 가치(implied value)를 보여주고 있다.

<표 3> 시장침투에 따른 비트코인의 침투율별 가치추정(2022년 기준)

대상 시장	유효시장 규모 (천 달러)	시장 침투수준(Level of Penetration)에 가치(달러)					
		0.5%	1%	5%	10%	20%	30%
미국 M2 통화량	21,149,000	5,35	10,070	50,354	100,709	201,419	302,128
금(Gold)	13,365,747,545	3,182	6,364	31,823	63,646	127,292	190,939
미국 중앙은행 준비금	11,598,000,000	2,761	5,522	27,614	55,228	110,457	165,685
전 세계 송금시장	794,000,000	189	378	1,890	3,780	7,561	11,342
Fedwire 결제 시스템	1,060,257,294	252	504	2,524	5,048	10,097	15,146

출처: Soni and Preece(2023) 재인용.

비트코인이 특정 자산군, 가령, 미국 M2 통화공급량은 21조 1,490억 달러, 금(Gold)은 13조 3,657억 달러로 시장에서 점유율에 따라 산출될 수 있는 잠재 가치를 제시하고 있다. 디지털 금인 비트코인이 금 시장 전체를 대체할 경우(100% 시장침투율) 이론적으로 1BTC 당 약 63만 달러 수준까지 상승할 수 있다. 금시장전체가치(13,365,747,545)을 비트코인 수량(21,000,000)으로 나누면 약 636,464달러 수준까지 상승할 수 있다는 이론적 추정이 가능하다. TAM은 비트코인이 향후 전통적인 화폐의 특성을 갖고 있는 자산들의 가치저장수단, 교환 매개체, 그리고 회계 단위 중 일부를 충족시킬 수 있다는 전제 하에 유사한 자산들과의 비교를 통해 가치평가를 한다. 하지만, 이 방법은 비트코인과 경쟁할 수 있는 다른 암호자산(가령, 이더리움, 솔라나)들의 존재를 고려하지 않았으며, 총주소 시장의 현재 시장규모를 기준으로 하기 때문에 향후 메인넷 코인들의 성장 가능성 또는 구조적 변화에 대한 요소가 반영되지 않는다는 한계가 있다.

6. 메트칼프의 법칙(Metcalfe’s Law)⁴⁾

기존 전통적 수요 중심의 가치평가는 한 가지 중요한 점을 놓치고 있는데 새로운 사용자가

4) Robert Metcalfe가 1983년 3Com sales force에서 발표했으며 Peterson(2018)이 공식화하였다.

네트워크에 추가 될 때, 단순히 한 명 만큼의 가치가 더해지는 게 아니라 그 이상으로 가치가 증가할 수 있다는 사실이다. Peterson(2018)의 이 모델은 비트코인의 가격이 네트워크 효과, 즉 사람들이 많이 사용할수록 더 큰 가치를 가진다는 원리로서 최근의 네트워크 경제학 즉, “네트워크가 클수록, 사용하는 사람이 많을수록 그 네트워크의 가치는 커진다.”라는 개념에 기반을 두고 있다. 이때 사용되는 것이 메트칼프 법칙이다. Peterson(2018)은 이 법칙이 비트코인의 네트워크 가치를 설명하는데 적합하다고 보고 아래와 같이 가치평가를 위한 수식을 전개하였다. 메트칼프 법칙에 따르면, 네트워크의 가치는 “가능한 연결 수”에 비례한다는 것이다. 식 (10)로 표시된다.

$$M = \frac{n(n-1)}{2} \quad (10)$$

여기서, M은 가능한 거래쌍(pairwise connections)의 수이고, n은 연결수인 네트워크 참여자 숫자 이다.

네트워크 비용과 가치가 같아지는 수익 균형지점은 식 (11)과 같이 표현되며, 이 모델은 네트워크에 추가된 단위(비트코인 수)와 사용자(지갑 수)를 기준으로 비트코인의 네트워크 가치를 추정하는 것이다.

$$c \cdot n = A \cdot \frac{n(n-1)}{2} \quad (11)$$

여기서, c는 한 명의 참여자를 네트워크에 추가하는 데 드는 비용을 말한다.

이때 계수 A는 사용자 1인당 기여하는 네트워크의 친화도 가치(Affinity value per user)를 의미한다. 비트코인은 총 발행량이 2,100만 개로 한정되어 있으며, 시간이 지남에 따라 발행 속도는 둔화되는 S자형 곡선을 그린다. 이와 같은 공급량 변화는 고펜페르츠(Gompertz) 함수를 모델링 할 수 있다.

$$b_t = b_{t-1} \cdot \ln\left(\frac{B}{b_{t-1}}\right) \quad (12)$$

또는 성장률로 정리하면 다음과 같다.

$$\frac{b_t}{b_{t-1}} = \ln\left(\frac{B}{b_{t-1}}\right) \equiv \Pi \quad (13)$$

여기서, $B=21,000,000$ 개, b_t 는 시점 t 의 누적 발행된 비트코인 수량이다.

가격모델인 비트코인의 가격 V 는 네트워크 사용자 수에 따른 거래쌍 수를 공급량으로 나눈 값에 비례한다고 가정할 수 있으며, Peterson(2018)은 다음과 같이 제시하였다.

$$V=A \cdot \left(\frac{n(n-1)}{2} \cdot \frac{1}{b_t}\right) \tag{14}$$

여기서, 가격은 A (비례계수), n (비트코인 지갑 수, 즉 사용자 수), bt (공급량)에 의해 결정된다. 비례 계수 A 는 최종적으로 계산되는 네트워크 가치 V 의 단위가 달러이므로, 목적에 맞게 거래당 달러 단위로 표현되어야 한다. A 를 상수로 가정하지만, 실제로는 그렇지 않을 수도 있다. 이 때 bt 항은 가정의 한계를 보완하기 위한 보정 요소로 작용한다. Peterson(2018)은 A 를 상수로 가정하였으나 발행량 변화(가령, 반감기)를 반영하지 못해 2011년~2013년간은 과대평가, 2017년에서 2021년은 과소평가되었다. 이후 A 를 고정하고, 발행량 보정계수 β 를 추가하여 개선된 식 (15)을 제시하였다.

$$\ln(Y_t)=A \cdot X_t+\beta \cdot \ln(b_t)+u_t \tag{15}$$

여기서,

Y_t : 시점 t 의 실제 비트코인 가격(로그 스케일)

u_t : 잔차항

β : 발행량 보정계수

X_t : $\ln(Mt/bt)$

최종적으로 이론값과 실제 가격을 비교한 실증분석 결과는 다음과 같은 사실은 보여준다. 첫째, 비트코인 가격은 대부분의 기간 동안 메트칼프 모델이 제시하는 이론값의 추세를 안정적으로 따르는 것으로 나타났다. 특히 2013년부터 2021년까지의 일별 증가와 이론값 사이의 평균편차는 $\pm 20\sim 30\%$ 수준으로 수렴하였으며, 이는 변동성 자산의 특성을 감안 통계적으로 유의한 것으로 해석하였다. 이러한 결과는 비트코인 가격 형성과정에서 네트워크 효과(사용자 수의 제곱에 비례하는 가치 형성 구조)와 공급의 희소성이 주요한 결정요인으로 작용하고 있음을 뒷받침한다고 주장하였다.

7. 온체인 데이터 모형

온체인 데이터 모형은 블록체인에 기록된 거래 정보를 바탕으로 암호자산의 가치를 평가는

것으로 투명한 데이터에 기반 해 시장 과열이나 저평가 여부를 판단할 수 있다. 즉 주식시장 시장가치 비율인 주가수익률(PER), 주가순자산비율(PBR)로서 주가가 고평가 혹은 저평가 인지를 알 수 있듯이 암호자산 시장에서도 NVT나 MVRV와 같은 비율로서 과거 가격 흐름과의 비교를 통해 가치평가에 유용한 정보를 제공할 수 있다.

7.1 네트워크 가치 대비 거래가치 비율(NVT 비율)

메트칼프의 법칙의 네트워크 가치를 기반으로 NVT를 산출할 수 있다. 즉, NVT는 네트워크 가치(Network value)를 거래가치(Transaction value)로 나눈 비율로서, 암호자산 시장 가격평가에 유용하다. 여기서 네트워크 가치는 해당 암호자산의 시가총액을 의미하며, 거래가치는 일정 기간 동안 네트워크에서 발생한 전송량을 말한다.⁵⁾ US달러로 표시되는 NVT비율은 식 (16)과 같다.

$$NVT = \frac{\text{네트워크 가치(시가총액)}}{\text{거래가치(네트워크 전송량)}} \quad (16)$$

높은 NVT 값은 시가총액이 실제 네트워크에서 전송되고 있는 코인의 거래량보다 더 높기 때문에 가격이 과대평가되었다고 해석할 수 있어 가격 하락의 신호로 작용할 수 있다. 반면, 낮은 값은 시가총액이 실제 네트워크에서 전송되고 있는 코인의 양보다 더 낮기 때문에 과소평가된 네트워크 시장가치로서 가격이 과소평가되었다고 해석할 수 있어 가격 상승의 가능성을 시사한다. 온체인 데이터 NVT는 Metcalfe 법칙과 QTM 이론을 응용한 시장가치 비율로서 가격의 평균회귀 현상(가격이나 수익률이 상승과 하락을 반복하다가 결국에는 평균에 수렴)에 기반하여 투자를 결정할 수 있다.

7.2 시장가치 대비 실현가치 비율(MVRV 비율)

SF 모형과 네트워크 가치모형에 기반을 둔 시장가치/실현가치(MV/RV) 비율은 암호자산의 시장가치를 실현가치와 비교한 시장지표이다. 시장가치는 해당 암호자산의 현재 시장가격에 총 공급량을 곱한 시가총액이며, 실현가치는 실현 시가총액(Realized Cap)으로 해당 암호자산 채굴시점의 거래량과 가격을 곱한 금액이다.

$$MV/RV = \frac{\text{시가총액}}{\text{실현 시가총액}} \quad (17)$$

5) 거래 코인의 시가총액=코인 전체수량×USD 가격.

한편, 실현 시가총액은 아래와 같이 계산된다.

$$\text{실현 시가총액} = \sum_i (UTXO_i \times \text{생성 당시 가격})$$

(18)

UTXO: 전체채굴량 중 채굴시점 각 블록에서의 공급량

실현 시가 총액은 블록체인 상에서 마지막으로 움직였던 시점의 공급량과 코인 가격을 곱한 뒤 합산한 온체인 버전의 총액으로 나누어 거래량 가중 평균가를 사용하여 가격 기준을 정함으로써 각 코인마다 저장해둔 가치의 합으로서 네트워크의 가치로 평가한 시가총액이라고 해석할 수 있다. 가령, 암호화폐의 경우 지갑의 비밀번호를 잃어버려 영영 찾을 수 없거나 버그로 인해 접근이 불가능한 경우, 잃어버린 비트코인을 총액에 제외시키거나 영향을 작게 하기 위하여 그 당시 움직였던 시가를 적용하여 계산한다. 실현 시가 총액은 장기간 이동하지 않은 코인을 보정하여 더 정확한 시가 총액을 계산하기 위한 것이다. 네 반감기를 거치는 동안 MV/RV비율은 현물가격의 고점·저점을 예측하는 데 뛰어난 지표로 이용되었다.

재고흐름 모형과 네트워크 효과를 종합하여 네트워크 가치의 시가총액(실현시가총액)과 시장 시가총액을 비교한 MV/RV비율은 암호자산의 시장 가격이 실제로 얼마나 거래되고 있는지, 그리고 그 가치가 실제 시장에서 어떻게나 반영되는지를 보여준다. 비율이 높으면 시장에서의 과대평가를, 낮으면 과소평가로 판단한다. 요약하여 온체인 데이터 모형의 NVT은 네트워크 시가총액 가치 대비 거래된 네트워크 수량간의 평가라면, MV/RV는 시가총액 대비 장기간 이동하지 않은 코인을 보정한 정확한 시가 총액(실현 시가총액)을 제시하는 지표이다.

이상과 같이 이래 <표 4>은 암호자산 가치평가 모형에 대해 모형별 적용 가능성, 데이터 신뢰성, 시장 적합성, 가격 괴리율, 시간 민감도를 기준으로 표로 정리한 것이다.

<표 4> 암호자산 가치평가 모형 비교

모형	적용 가능성	데이터신뢰성	시장 적합성	가격 괴리율	시간 민감도
생산비용모형	채굴기반 자산(PoW)에만 적용가능, Pos에는 부적합	전기료·해시레이트 등 객관적 계량화 가능하나, 국가별/시기별 편차	가격 하방지지선 제시에 적합, 시장 수요 반영 부적절	시장가격과 괴리 자주발생(채굴 비용 후행 변수 가능성)	채굴 난이도·보상 변화 시 민감

<표 4> 암호자산 가치평가 모형 비교(계속)

모형	적용 가능성	데이터신뢰성	시장 적합성	가격 괴리율	시간 민감도
재고흐름모델	공급량 제한된 자산(비트코인)에 적합	희소성 측정은 명확하나 수요 측면 결여	장기 추세 분석에는 적합, 급변 시장에 부적합	예측 실패 빈번(특히 변동성 국면)	반감기 시점에 민감, 단기 시장 변동 반영 약함
화폐수량설	화폐적 기능 강조된 암호자산에 적용가능	유통속도(V) 추정 불확실, 거래량 데이터 왜곡	화폐적 기능이 강화될수록 적합성 증가	수요 급변·규제 충격 등 설명 한계	단기 충격에 취약, 장기추세 비교적 유효
총유효시장	다양한 자산군 비교가능, 보조적 도구	침투율 가정 불확실성 큼	시장 규모 비교에는 유효, 본질가치평가에는 한계	침투율 가정 따라 괴리 크게 발생	시간 요소 반영 부족, 장기 전망 과대평가 위험
Metcalfe법칙	사용자기반 네트워크 자산에 적합	활성 지갑 수 등 데이터 왜곡 가능성	장기 네트워크 성장성 분석에 적합	가격-사용자 간 인과관계 불명확	사용자 성장 속도에 민감, 과대추정 위험
온체인 데이터	블록체인 기록 활용가능(투명성 높음)	거래량 왜곡·오프체인 활동 반영 한계	단기 저/고평가 진단에 적합	과대·과소 평가 구간 탐지에 효과적	반감기·거래 집중기에 민감

Ⅲ. 암호자산의 가치평가 모형들의 한계

지금까지 살펴본 암호자산 평가모형들은 공급(생산비용, SF), 수요(QTM, TAM), 네트워크 사용가치(Metcalfe, 온체인) 등 각기 다른 측면을 중심으로 설계되었기 때문에 종합적인 가치평가에 한계를 가지고 있다. 특히, 공급과 네트워크 측면의 가치모형은 비트코인과 같은 작업증명(PoW) 자산의 가치 평가에는 유효할 수 있으나, 집중과 중앙화 경향이 있는 지분증명(PoS) 자산에는 적용하기 어려운 점이 있다. 각 모형들이 갖는 한계를 제시하면 다음과 같다.

1. 생산비용기반 모형

이 모형은 전기료, 장비 성능, 해시 레이트 등의 요소를 바탕으로 가치를 추정할 수 있으며, 가격의 하방 지지선을 판단하는데 실무적으로 활용된다. 채굴비용이 일정 수준 이상이면 채굴자들이 손해를 보기 때문에 채굴비용(하한가) 이하로 장기 유지되기 어렵다.

하지만, 이 모형은 첫째, 채굴비용과 가격 간의 인과관계에 논란이 있다. 일부 연구는 비용이 가격을 결정한다고 보지만, 반대 입장에서 오히려 가격상승이 해시파워 증가와 채굴 비용 상승을 유도한다고 보아서 채굴 비용은 후행 변수라는 비판이 제기된다. 둘째,

생산비용 모형은 수요 측면이나 네트워크 효과는 고려하지 않고 공급 측면에만 초점을 맞추고 있어 가격형성의 수요 요인을 간과하였다. 셋째, 플랫폼 토큰인 중앙 집중화의 지분증명(PoS) 자산과 같이 채굴 개념이 없는 자산에는 적용할 수 없다. 마지막으로 각국의 전력비나 정책, 채굴 기술 변화 등 외생변수에 의해 계산 결과가 크게 달라 질 수 있다.

2. 재고 흐름 모델(Stock to Flow Model)

S2F모델은 유통량(Stock)을 연간 공급량(Flow)으로 나눈 지표로서 희소성에 기반해 가치를 계산하는 방식이다. 금이나 은과 같은 실물 자산의 가치평가 방식에서 착안된 모형으로, 공급이 제한된 자산일수록 가치가 높아질 수 있다는 논리에 따라 특히 비트코인의 경우 반감기 등 공급구조가 제한적이어서 실제 가격과 높은 적합도를 보였다.

그러나, S2F모델은 우선, ‘희소성이 가치’라는 전제가 수요를 배제한 단순화이며, 실제 금처럼 희소성이 일정해도 시장 상황에 따라 가치가 급변할 수 있다. 실제 Plan B의 초기 모델은 과거 데이터에 잘 맞았지만, 이후 시장 급변기에 예측력을 상실하며 과최적화에 대한 지적을 받았다. 둘째, 이 모형은 공급 변수만 고려하는 단변량 모델로, 규제, 거시경제, 심리적 요인 등 주요 외생 변수를 반영하지 못한다는 한계를 가지고 있다. 셋째, 작업증명(PoW) 기반의 비트코인과 같은 자산에는 적용가능하나, 집중화되거나 공급구조가 불규칙하고 유동적인 지분증명(PoS) 토큰에 적용이 어렵다는 단점을 가지고 있다.

3. 화폐수량설 : 수요-공급 모형

수요측면을 고려하여 수요-공급 경제학적 관점에서 화폐수량 방정식($MV=PQ$)을 활용하여 암호자산의 내재가치를 분석할 수 있다. 즉 암호자산을 화폐적 성격으로 해석하여 실제 화폐로 사용 할 경우를 가정해 내재가치를 분석하는 것이다. 동모형은 실제 거래 수요나 채택률이 가치 형성에 영향을 미친다는 점을 반영하는 장점이 있다. 하지만, 이 모형은 핵심 변수들의 추정이 매우 불확실하다. 가령, 유통속도(V)는 암호자산 시장에서 정의와 추정이 까다롭고, 거래소 외부에 보관된 코인이나 스마트 계약에 묶인 코인 등은 실제 사용량과 구분하기 어렵다. 따라서 유통속도는 과대 또는 과소 추정될 수 있다. 둘째, 총거래 가치(PQ)는 미래 네트워크 성장률, 사용자의 증가 추이, 경쟁 프로젝트의 등장 등 다양한 요인에 따라 크게 달라지기 때문에 정확한 예측이 어렵고, 불확실한 요인들이 많아 결과 값들의 오차 범위가 크다.

4. 총유효시장법(Total Addressable Market, TAM)

암호자산 가치평가에서 TAM 접근법은 시장의 잠재규모를 추정하는데 활용된다. 그러나,

암호자산에 이를 적용할 때는 다음과 같은 한계를 가진다. 첫째, 암호자산은 현금흐름을 창출하지 않는 비현금흐름 자산이 대부분이라 전통적 가치평가 모델과 근본적으로 다르다. 배당이나 이자와 같은 수익 흐름이 부재하므로, TAM으로 추정한 시장 규모를 이론적으로 전환하는 과정이 불안정하다. 둘째, TAM방식은 시장점유율 가정에 높은 불확실성을 내포한다. 암호자산이 차지하는 침투율은 누구도 확정할 수 없으며, 가정에 따라 가치 산출 결과가 크게 달라진다. 셋째, TAM은 시간 요소를 명확히 고려하지 않는 경향이 있다. 채택시점이나 확산 속도를 반영하지 않으면 장기적인 시장 성장 가능성을 가치에 비해 과대 반영하는 오류가 발생한다. 넷째, 암호자산 시장의 유동성과 데이터 품질 문제도 신뢰성을 저해한다. 거래소 간 가격 차이, 낮은 유동성 등의 문제가 TAM 산출에 사용되는 기초 데이터를 왜곡시킬 수 있다. TAM은 암호자산의 시장 잠재력을 조망하는 보조 도구로 활용 가능하나, 본질적 가치를 평가하기에 한계가 뚜렷하다. 보다 신뢰성 있는 평가를 위해 스테이킹(staking) 수익, 네트워크 지표, 규제 리스크를 반영한 다중 평가모형의 적용이 필요하다.

5. 메트칼프(Metcalfe)의 법칙: 네트워크 가치모형

네트워크 가치모형은 메트칼프의 법칙을 바탕으로 암호자산의 사용자 수와 가치간의 상관관계를 활용해 자산 가치를 설명하려는 방식이다. 사용자 수의 증가가 네트워크 효용과 가치 상승으로 이어진다는 논리를 계량화 할 수 있다는 점에서 장기 성장성 분석에 유용하며, 실제로 활성 지갑 수와 시가총액 사이에 일정 수준의 상관성이 관측되기도 한다.

그러나, 이 모형은 사용자 수와 자산가치 간 단방향 인과관계를 제시한 점에서 한계를 갖고 있다. 암호자산 시장에서는 가격 상승이 먼저 나타나고 이후 사용자 수가 증가하는 경우도 많이 있다. 둘째, 사용자 수인 지갑 수 또한 활성화되지 않은 것들도 많아 정확히 측정하기 어렵고 가치평가가 정확하지 못할 수 있다. 셋째, 네트워크가 일정 규모를 넘어서면 수확 체감 현상이 발생할 수 있어서 이를 고려하지 않고 사용자 수의 제곱으로 가치를 산출하는 방식은 과도한 일반화로 이어질 수 있다. 또한, 암호자산의 미래가치를 예측하려면 네트워크 성장률, 수수료 정책, 시장 점유율 등 다양한 불확실한 가정을 설정해야 하며, 입력값 변화에 따라 평가 결과가 달라질 수 있어 민감도가 높다.

6. 온체인 데이터 모형

온체인 데이터 모형은 블록체인에 기록된 거래 정보를 바탕으로 암호자산의 가치를 평가하는 것으로, 투명하고 계량적인 데이터에 기반 해 시장 저평가 고평가 여부를 판단할 수 있다는 점이 장점이다. 그러나, 이러한 지표들은 해석에 주의가 필요하다. 예를 들어,

첫째, NVT의 경우, 거래량 측정 방식에 따라 수치가 크게 달라 질 수 있고, 단순 주소 이동이나 일부 대형거래로 인해 왜곡될 가능성이 존재한다. 둘째, 오프체인 거래가 증가하거나 프라이버시 코인처럼 정보가 감춰지는 경우, 온체인 데이터만으로는 네트워크 활용도를 제대로 반영하기 어렵다. 스테이킹 구조 역시 거래량을 인위적으로 높일 수 있어 지표의 신뢰성을 저해할 수 있다. 기타의 연구로는 이기광 외(2019)는 한국시장 비트코인 가격결정 요인을 수요공급, 실물경제, 심리 등의 3가지 요인으로 구분하고 비트코인 가격에 미치는 영향을 실증분석 하였다. 연구결과 심리지표인 네트워크 가치인 거래량의 대리변수인 네이트 트렌드지수와 신문기사 등 대중의 관심, 심리에 강한 영향을 받은 것으로 나타났다. 그러나 실제 네트워크 활동량이 아닌 트렌드 분석은 가치 평가보다는 단기적인 가격흐름의 예측에 유용하다. 아래 <표 5>는 지금까지 논의된 암호자산 가치평가 모형별 장점과 단점을 비교한 것이다.

<표 5> 암호자산 가치평가모형의 내용과 한계

모형명	내 용	한 계
생산비용 모형	- 채굴원가 기반으로 하방가격 추정 - 계량화(전기료, 해시 레이트) 추정가능	- 인과관계 불명확 (비용이 원인인지 결과인지 불투명) - 수요 및 네트워크 효과 미반영 - PoS 자산에는 적용 불가
재고흐름 모형	- 희소성을 가치에 반영 - 반감기 등 특정시기 높은 적합도 보임	- 수요를 배제한 단순모형 - 시장 급변기 예측력 부족 - 집중화 PoS 및 유동자산엔 부적합
화폐수량설	- 암호자산의 화폐적 성격 반영 - 화폐로서 채택 및 사용으로 가치연계	- 유통속도 등 변수 측정 불확실 - 미래 거래가치 예측의 어려움 - 결과치 오차 범위가 클 수 있음
TAM	- 전통자산 및 지급결제수단으로 가치 - 비교자산과의 시장침투율에 따른 가치	- 비트코인의 자산(결제수단, 가치저장) - 기능을 확정하지 못한 상태에서 비교 - 자산을 특정하기 어려움
Metcalfe 법칙	- 사용자 수 기반 장기 성장성 분석 - 지갑 수와 시가총액 간 상관성	- 사용자수-가치 관계 과대해석 위험 - 수확체감 미반영
온체인 데이터	- 블록체인 데이터에 기반한 투명성 - NVT, MVRV 비율로 고/저평가 판단	- 거래량 왜곡 가능성 - 오프라인·프라이버시 코인 반영불가 - 스테이킹으로 지표 왜곡 가능

암호자산은 블록체인 기술의 복잡성 프로젝트별 운영구조의 다양성, 유동성의 이질성, 네트워크 효과의 비선형성, 불확실한 규제환경 등 기존 금융자산과는 근본적으로 다른 속성을 지닌다. 이러한 특성은 암호자산의 가치를 단일 평가모형으로는 측정하기는 어렵다.

지금까지의 암호자산 가치평가는 공급 기반(예: 생산비용, 재고흐름 모형), 수요기반(예: 화폐수량설, TAM), 네트워크 기반(예: Metcalfe 법칙, 온체인 지표) 등의 특정 시각에 따라 개별적으로 수행되어 왔다. 그러나, 이러한 접근은 각 모형이 지니는 이론적 근거와 설명력에도 불구하고, 암호자산의 총체적 가치를 충분히 설명하지 못하는 한계를 안고 있다. 이에 본연구는 암호자산 평가에 있어 다양한 평가모형의 장단점을 비교를 통해, 이들 간의 상호보완적 통합 모형을 제안한다. 첫째, 장기적 내재가치 추정에는 공급 측면의 희소성 또는 생산비용 기반 접근을, 단기적 가격 움직임에는 회귀모형이나 온체인 기반 지표 활용을 제안할 수 있다. 둘째, 유틸리티, 플랫폼형, 통화형 등 자산 유형에 따라 각 평가모형의 가중치를 달리 적용할 수 있다.

암호자산의 차별적 특성은 첫째, 블록체인 암호자산의 시장가격은 생산 원가를 충분히 반영하지 않으며, 전통적인 금융자산처럼 현금흐름을 창출하지 않는다. 둘째, 암호자산의 가치는 블록체인 기반의 신뢰와 네트워크 효과를 통해 형성된다는 점에서 목적함수로 설정할 수 있다. 셋째, 수요와 공급요인은 하위 구조함수로서 다단계 가치분석 모형을 통해 추가적인 실증 설계를 위한 연구는 본 연구의 향후 과제이다.

IV. 암호자산의 가치평가 모형의 실무적용 및 정책제안

암호자산은 기존 금융자산과는 전혀 다른 구조와 속성을 지니고 있음에도 불구하고 제도권 금융과의 융합이 빠르게 진행되고 있다. 이에 따라 암호자산의 가치를 어떻게 평가할 것인가는 단순히 이론적 문제가 아니라, 회계기준과 과세, 금융감독, 그리고 투자자 보호 등 다양한 실무 영역에서의 핵심 과제이다. 그러나, 지금까지의 연구는 과거 시장 가격과의 설명력을 중심으로 가치평가 모형의 이론적 타당성을 논의하였으며, 각 모형이 실무에서 어떻게 쓰일 수 있는지, 어떤 제도적 장치를 구체화될 수 있는지에 대한 분석은 미진하였다. 실행 가능하고 필요한 정책을 제안하면 다음과 같다.

1. 회계기준 자산별 평가모형 매핑

암호자산의 회계분류에 따른 평가모형의 매핑 체계 구축이 필요하다. 암호자산은 회계기준상 무형자산, 재고자산, 금융자산으로 분류되며, 각 분류에 따라 공정가치평가 방식이 달라질 수 밖에 없다. 예를 들어, 생산비용 모형은 무형자산으로 인식되는 비트코인 채굴 기업에 적합하고, TAM방식은 투자 목적의 암호자산 포트폴리오 분석에 보조자료로 활용될 수 있다. 회계기준원은 향후 자산 분류 가이드를 명시화하고 회계실무자는 이를 바탕으로 가치평가의 일관성과 객관성을 확보할 수 있다.

2. 수요 기반 모형의 정책 활용

수요 중심 가치모형(QTM, TAM)을 통화정책 도구로 사용할 수 있다. QTM은 암호자산을 통화로 간주하여 유통속도와 공급량을 바탕으로 내재가치를 산정하는 방식이며, TAM은 디지털 자산이 기존 자산군을 어느 정도 대체할 수 있는지를 통해 시장 잠재력을 추정한다. 중앙은행이나 정책연구기관은 이러한 모형을 활용하여 민간 디지털자산과 중앙은행 디지털화폐(CBDC)의 경쟁력, 경제 내 영향력을 비교 분석하고, 향후 디지털 자산 정책의 방향성과 제도 설계에 활용할 수 있다.

3. 투자자 보호를 위한 정보공시 강화

투자자 보호를 위한 정보 공시 제도화가 필요하다. 이를 위해서는 기존에 제시된 모형이 정교화 되어 투자자에게 보고되어야 한다. 투자자 보호는 불확실성과 정보 비대칭을 해소하는 제도적 장치의 확보에서 출발한다. 평가정보를 정보공시에 활용된다면 시장 신뢰성을 강화하고 투자자 의사결정에 지원하는 핵심요소로 작용할 수 있다.

예를 들어, 첫째, 생산비용 기반 가치평가 모형에서 도출되는 하방 지지선, 그리고 수요 및 네트워크 기반 모형을 통해 산출된 이론가 대비 시장가의 괴리율 같은 지표를 통해 투자자는 보다 체계적이고 신중한 판단을 내릴 수 있다. 둘째, 온체인 지표의 금융감독 체계 내 제도화이다. 온체인 기반의 가치평가 지표인 NVT, MVRV는 시장의 과열 또는 저평가 여부를 실시간으로 포착할 수 있는 정량적 도구이다. 금융감독기관은 이러한 지표를 기반으로 이상 징후를 탐지하고, 일정 기준을 초과하는 경우 위험 경보 체계를 작동시키는 등 사전적 위험관리 조기경보체계를 구축할 수 있다. 또한, 디지털자산 사업자에게 해당 지표의 정기적 공시를 의무화하는 것도 투자자 보호에 기여할 수 있다.

V. 결 론

암호자산은 현금흐름이 존재하지 않고 탈중앙화된 자산이기 때문에 가치평가에 있어 주식이나 채권과 같은 전통적인 자산의 가치평가와는 여러 면에서 다르다. 본 연구는 해외 선행연구를 기초로 공급(생산비용, SF), 수요(QTM, TAM), 네트워크 사용가치(Metcalf, 온체인 데이터)등 각기 개별측면에서 제시된 가치 평가모형을 소개하였다.

첫째, 공급측면에서 생산비용 모델은 비트코인 채굴에 소요되는 전기료, 장비, 인건비 등을 반영하여 가격 형성의 근거를 제공하였으나, 시장의 수요·공급, 투자 심리 등 비채굴 요인을 충분히 반영하지 못하였다. 또한 채고 흐름 모델은 비트코인의 고정된 총 공급량과

채굴량 감소를 통해 희소성 증가에 따른 장기 예측에는 적합하나, 단기의 가격변동 예측에는 어려움이 있다. 둘째, 수요측면의 화폐수량설은 통화량과 유통 속도, 가격 수준, 생산량 등의 요소를 바탕으로 내재 가치를 산정할 수 있었지만, 유통 속도의 실시간 측정과 예측이 어렵다는 문제가 있었다. 총유효시장(TAM)법 또한 암호자산이 도달할 수 있는 전체 시장 규모와 글로벌 수용률을 고려하여 가치추정이 가능하지만, 향후 시장 확대 가능성에 대한 불확실성이 존재한다. 셋째, 네트워크 효과 측면에서 메트칼프(Metcalfe) 법칙과 온체인 모형은 사용자 수 증가가 네트워크 가치에 기하급수적인 영향을 줄 수 있음을 시사하여 암호자산의 네트워크 효과를 설명하는 데 유효하다. 하지만 정확한 사용자 참여의 질적 요소와 변동성은 가치평가에 제약을 주고 있다

한편, 기존 가치평가모형들은 공급(생산비용, SF), 수요(QTM, TAM), 네트워크 사용가치(Metcalfe, 온체인 데이터)등 개별측면에서 제시되었기 때문에 종합적인 가치평가에 한계가 있다. 가령, 공급측면에서의 모형들은 시장수요를 간과하였으며, 수요측면의 모형들은 비트코인 자산의 기능(교환결제, 가치저장)이 향후 어떻게 성장할지 예단할 수 없는 한계를 갖고 있다. 네트워크 가치모형 또한 사용자수(지갑수)와 거래량에 대한 왜곡된 데이터 량과 가치 간에 확대 해석의 한계가 있다. 덧붙여 공급측면과 네트워크 가치모형은 비트코인과 같은 작업증명(PoW) 자산의 가치 평가에는 유효할 수 있으나, 집중과 중앙화 경향이 있는 지분증명(PoS) 디지털 자산에는 적용하기 어렵다. 이러한 결과를 종합하면 제시된 평가모형들은 암호자산의 특수성을 반영한 접근으로서 단일 모형으로 비트코인의 특성을 모두 설명하기는 어렵다. 따라서 비트코인 가치발생의 본질에 집중하여 각 모형을 활용하여 통합적 가치평가모형의 수립이 필요하다.

한편, 2023년 12월 금융위원회, 금융감독원, 그리고 회계기준원은 암호자산의 가치평가법(생산비용, 시장접근, 현금흐름 수익접근)에 기초한 ‘가상자산의 회계처리 감독지침’을 제정 및 공표하였다.⁶⁾ 이 지침은 유틸리티 토큰, 지불형 토큰, 토큰증권 등 다양한 유형의 디지털자산을 각각의 목적과 사용방식에 따라 분류하고 이에 따라 자산인식, 수익인식, 공정가치 평가 등 회계처리 기준을 세분화하였다. 즉, 일반 기업과 거래소, 플랫폼 사용자 등 보유 목적에 따라 서로 다른 회계처리 방식이 적용된다. 일반 기업의 보유 암호자산은 대체로 무형자산으로 처리하고, 원가법이나 손상차손 방식이 적용되며, 거래소 등 유통을 목적으로 하는 경우에는 채고자산으로 간주하여 순실현 가능가치로 평가한다. 시장에서 신뢰 가능한 가격이 존재하는 경우에는 공정 가치로의 측정이 가능함을 명시함으로써, 향후 기업의 자산 보고에 있어 일정 수준의 시장 기반 가치평가를 수용할 수 있음을 보였다.

따라서 향후 비트코인을 포함한 암호자산의 가치평가는 아래와 같은 변화가 필요하다.

6) ‘가상자산 회계처리 감독지침’, 금융위원회, 금융감독원, 회계기준원, 2023.12.20.

첫째, 암호자산의 회계분류(무형자산, 채고자산, 금융자산 등)에 적합한 평가모형군을 매핑하여, 공정가치 산정 시 ‘활성시장’의 정의를 충족하는 거래소와 가격정보를 검증하는 기준이 수립되어야 한다. 둘째, 회계공시와 결합된 평가 결과의 정보유용성 즉, 투자자의사결정, 리스크 평가 등에 미치는 영향을 검토할 필요가 있다. 회계와 가치평가가 교차하는 지점으로서 디지털 가상자산 회계기준의 제도화는 암호자산 가치평가의 객관성과 신뢰도를 제고하는 기반이 되며, 평가모형의 실무적 수용성을 높이는 데 결정적 역할을 할 것으로 기대된다.

본 연구의 결론은 자산의 기능에 기초하여 가치가 블록체인 기반의 신뢰와 네트워크 효과를 통해 형성된다는 점에서 네트워크 가치를 목적함수로 하는 다단계 모형으로 가치를 측정하고, 이를 통해 투자 적정성과 리스크를 종합적으로 판단하는 것이 바람직하다. 이를 위해 본 연구는 향후 인공지능 머신러닝 기반의 복합 모델링을 통해 통합 가치평가 모형 수립을 연구과제로 남겨둔다.

참 고 문 헌

- 김홍배 (2020), “가상자산 비트코인은 화폐인가, 자산인가?,” *금융공학연구*, 19(4), 33-64
- 김홍배 (2022), “증권형 토큰의 편익과 발전방향,” *금융공학연구*, 21(4), 169-192.
- 김홍배 · 정대성(2022), “GARCH류 모형을 활용한 비트코인의 가격변화 특성에 관한 연구,” *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 24(2), 665-681.
- 이기광 · 조수지 · 민경수 · 양철원 (2019), “비트코인 가격의 결정요인: 한국시장에 대한 실증분석,” *한국증권학회지*, 48(4), 393-415.
- 이민혁 · 이건우 · 정다훈 · 김홍배 (2024), “채권토큰의 경제성 분석,” *금융공학연구*, 23(3), 21-50.
- 한국은행 (2019), “중앙은행 디지털 화폐,” <https://www.bok.or.kr/portal/bbs/B0000232/view.do?nttId=10049812&menuNo=200706&pageIndex=1>.
- 홍창수 (2018), “장의파생상품 인프라 구축을 위한 블록체인 플랫폼,” 국가수리과학연구소 발표자료, Available at <https://brunch.co.kr/@gauss92tgrd/36>
- Bakhtiar, T., X. Luo, and I. Adelopo (2023), “The impact of fundamental factors and sentiments on the valuation of cryptocurrencies,” *Blockchain: Research and Applications* 4, 100154
- Baur, D. G. and T. K. McDermott (2010), “Is gold a safe haven? International evidence,” *Journal of Banking and Finance*, 34(8), 1886-1898. Available at <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2009.12.008>
- Baur, D. G., K. Hong, and A. D. Lee (2018b), “Bitcoin: Medium of Exchange or Speculative Assets?,” *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 54, 177-189.
- Baur, D. G., T. Dimpfl, and K. Kuck (2018a), “Bitcoin, gold and the US dollar-A replication and extension,” *Finance Research Letters*, 25, 103-110. Available at <https://doi.org/10.1016/J.FRL.2017.10.012>.
- Blau, B. M. (2018), “Price dynamics and speculative trading in Bitcoin,” *Research in International Business and Finance*, 43, 15-21. Available at <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.07.183>.
- Bouoiyour, J. and R. Selmi (2015), “What does Bitcoin look like?,” *Annals of Economics and Finance*, 16(2), 449-492.
- Bouri, E., P. Molnar, G. Azzi, D. Roubaud, and L. I. Hagfors (2017a), “On the hedge

- and safe haven properties of Bitcoin: Is it really more than a diversifier?," *Finance Research Letters*, 20, 192–198. Available at <https://doi.org/10.1016/J.FRL.2016.09.025>.
- Burniske, C. (2017), "Cryptoasset Valuations," *Medium article*. <https://medium.com/@cburniske/cryptoasset-valuations-ac83479ffca7>.
- Burniske, C. (2018), *Cryptoassets: The innovative investor's guide to bitcoin and beyond*, McGraw-Hill Education.
- Chung, P. and J. Ha (2025), "Valuing Bitcoin: MVRV as Lens, Not a Crystal Ball," *Presto Research*, Data Focus.
- Corbet, S., A. Meegan, C. Larkin, B. Lucey, and L. Yarovaya (2018), "Exploring the dynamic relationships between cryptocurrencies and other financial assets," *Economics Letters*, 165, 28–34. Available at <https://doi.org/10.1016/J.ECONLET.2018.01.004>.
- Corbet, S., B. Lucey, A. Urquhart, and L. Yarovaya (2018), "Cryptocurrencies as a financial asset: A systematic analysis," *International Review of Financial Analysis*. Available at <https://doi.org/10.1016/J.IRFA.2018.09.003>.
- Dwyer, G. P. (2015), "The economics of Bitcoin and similar private digital currencies," *Journal of Financial Stability*, 17, 81–91. Available at <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2014.11.006>.
- Dyhrberg, H. A., S. Foley, and J. Svec (2018), "How investible is Bitcoin? Analyzing the liquidity and transaction costs of Bitcoin markets," *Economics Letters*, 171, 140–143.
- Friedman, M. (1956), *Studies in the quantity theory of money*, Chicago: University of Chicago Press.
- Giudici, P. and A. I. Hashish (2019), "What determines bitcoin exchange prices? A network VAR approach," *Finance Research Letters*, 28, 309–318.
- Glaser, F., K. Zimmermann, M. Haferkorn, M. C. Weber, and M. Siering (2014), "Bitcoin-Asset or currency? revealing users' hidden intentions," Available at SSRN: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=242524.
- Hafner, C. M., and S. Majeri (2022), Analysis of cryptocurrency connectedness based on network to transaction volume ratios, *Digital Finance*, 4(2), 105–125. <https://doi.org/10.1007/s42521-022-00054-w>.
- Hayes, A. S. (2019), "Bitcoin Price and Its Marginal Cost of Production: Support for a Fundamental Value," *Applied Economics Letters*, 26, 554–560.
- Hayes, A. S., "A Cost of Production Model for Bitcoin," 19 March 2015, Available at

- <https://ssrn.com/abstract=2580904>.
- Hazlett, K. P. and J. W. Luther (2019), "Is bitcoin money? And what that means," *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 77, 144-149.
- Kampakis, S., M. Yuan, O. P. Ikpobe, and L. Stankevicius (2024), Improving the Equation of Exchange for Cryptoasset Valuation Using Empirical Data, Tesseract Academy.
- Klein, T., H. Pham Thu, and T. Walther (2018), "Bitcoin is not the new gold – A comparison of volatility, correlation, and portfolio performance," *International Review of Financial Analysis*, 59, 105-116. Available at <https://doi.org/10.1016/J.IRFA.2018.07.010>.
- Kliber, A., P. Marszałek, I. Musiałkowska, and K. Świerczyńska (2019), "Bitcoin: Safe haven, hedge or diversifier? Perception of bitcoin in the context of a country's economic situation – A stochastic volatility approach", *Physica A*, 524, 246-257.
- Kristoufek (2020), "Bitcoin and Its Mining on the Equilibrium Path," *Energy Economics*, 85.
- Loi, H. (2017), "The liquidity of Bitcoin," *International Journal of Economics and Finance*, 10(1), 13. Available at <https://doi.org/10.5539/ijef.v10n1p13>.
- MAREK ČERMAK (2022), Valuation of Scarce Digital Assets, Phd Dissertation.
- Mitchnick, R. and S. Athey (2018), "A Fundamental Valuation Framework for Cryptoassets," *Unpublished Manuscript*.
- Mitchnick, R. and S. Athey (2018), A Fundamental Valuation Framework for Cryptoassets, *Work*.
- Nakamoto, S. (2009), "Bitcoin: A peer-to peer electronic cash system," Available at <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Peterson Timothy (2018), "Metcalfe's Law as a Model for Bitcoin's Value," *SSRN Electronic Journal*.
- PlanB (2019), "Modeling Bitcoin Value with Scarcity," *medium article*.
- Rommel, J., J. Bufton, and J. Daniel (2019), The valuation of crypto-assets, EY EMEIA FS Transaction Advisory Services.
- Selgin, G. (2015), "Synthetic commodity money," *Journal of Financial Stability*, 17, 92-99. Available at <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2014.07.002>.
- Selgin, G. (2017), "Stable Prices or Stable Spending?", Alt-M. Available at <https://www.alt-m.org/2016/05/16/monetary-policy-primer-part-4-stable-price-s-vs-stable-spending/>.
- Soni, U. and R. Preece(2023), *Valuation of Cryptoassets: A Guide for Investment*

Professionals, CFA Institute, Research and Policy Center

- Wang, J. C. Y. (2014), "A Simple Macroeconomic Model of Bitcoin," https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2394024.
- Weber, W. E. (2016), "A Bitcoin Standard: lessons from the Gold Standard," Bank of Canada, Available at <https://www.banqueducanada.ca/wp-content/uploads/2015/12/bitcoin-standard-lessons.pdf>.
- Williamson, S. (2011), "Bitcoin," New monetarism, Available at <http://newmonetarism.blogspot.com.es/2011/06/bitcoin.html>.
- Yermack, D. (2013), "Is Bitcoin a Real Currency? An economic appraisal," National Bureau of Economic Research, No 19747, NBER Working Papers.
- Yermack, D. (2015), "Is Bitcoin a real currency?," The handbook of digital currency, Elsevier, 31-44.

Abstract

Crypto Asset Valuation: Frameworks and Limits^{*}*Changsoo Hong^{**} · Hongbae Kim^{***}*

This study reviews various theoretical models for the valuation of crypto assets and evaluates the validity of each model. The models introduced in this research include the Production Cost Model, Stock-to-Flow Model, Quantity Theory of Money (QTM), Total Addressable Market (TAM), Metcalfe's Law, and On-Chain Data Models. By analyzing the valuation methods of each model, the study compares the intrinsic value estimates with actual market prices. In addition, the study conducts a comparative analysis to identify and explain the limitations inherent in each model.

This research aims to enhance transparency and credibility in the crypto asset market by presenting valuation models while also highlighting their limitations. Furthermore, it proposes the development of an integrated model to overcome these limitations as a future research agenda. This effort is expected to contribute to more reliable decision-making for both investors and policymakers in the crypto asset market.

Key words: Cryptocurrency Valuation, Bitcoin, Stock-to-Flow Model, Metcalfe's Law, Intrinsic Value Analysis

* This work was supported by Dongseo University 『Dongseo Frontier Project』 Research Fund of 2024

** First Author, Director of the Information Business Division, NICE Pricing & Information Inc, +82-2-398-3973, E-mail: cshong@nicepni.co.kr

*** Corresponding Author, Professor, Department of Global Business, Dongseo University, +82-51-320-1913, E-mail: rfctogether@dongseo.ac.kr