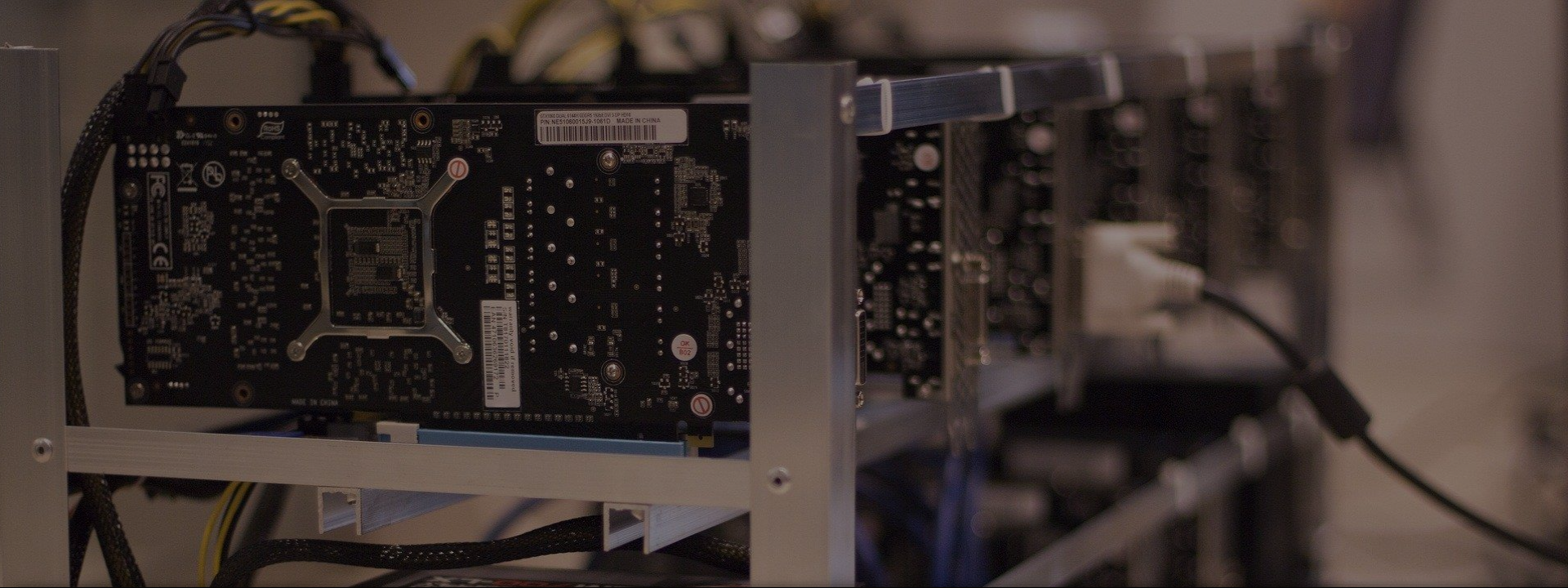




에너지 블록체인의 법제도화에 관한 법경제학적 소고 - 4단계의 P2P 전력거래 활성화 과정과 2가지 유형의 불법행위 책임소재를 중심으로

서울대학교 이보형

I. 들어가며

II. 배경지식

1. P2P 전력거래 활성화와 관련한 논의
 - (1) P2P 전력거래의 의미
 - (2) P2P 전력거래의 비즈니스 사례
 - (3) P2P 전력거래의 활성화 방안에 대한 기존의 법제도적 논의
2. 에너지 블록체인이 P2P 전력거래 활성화에 지니는 가능성 검토
 - (1) 에너지 블록체인의 의미
 - (2) 에너지 블록체인이 P2P 전력거래에서 지니는 가능성
 - (3) 에너지 블록체인의 도입의 한계에 관한 기존의 논의

III. P2P 전력거래 활성화를 위한 에너지 블록체인의 법제도화 방안 모색 - P2P 전력거래에서의 책임소재를 중심으로

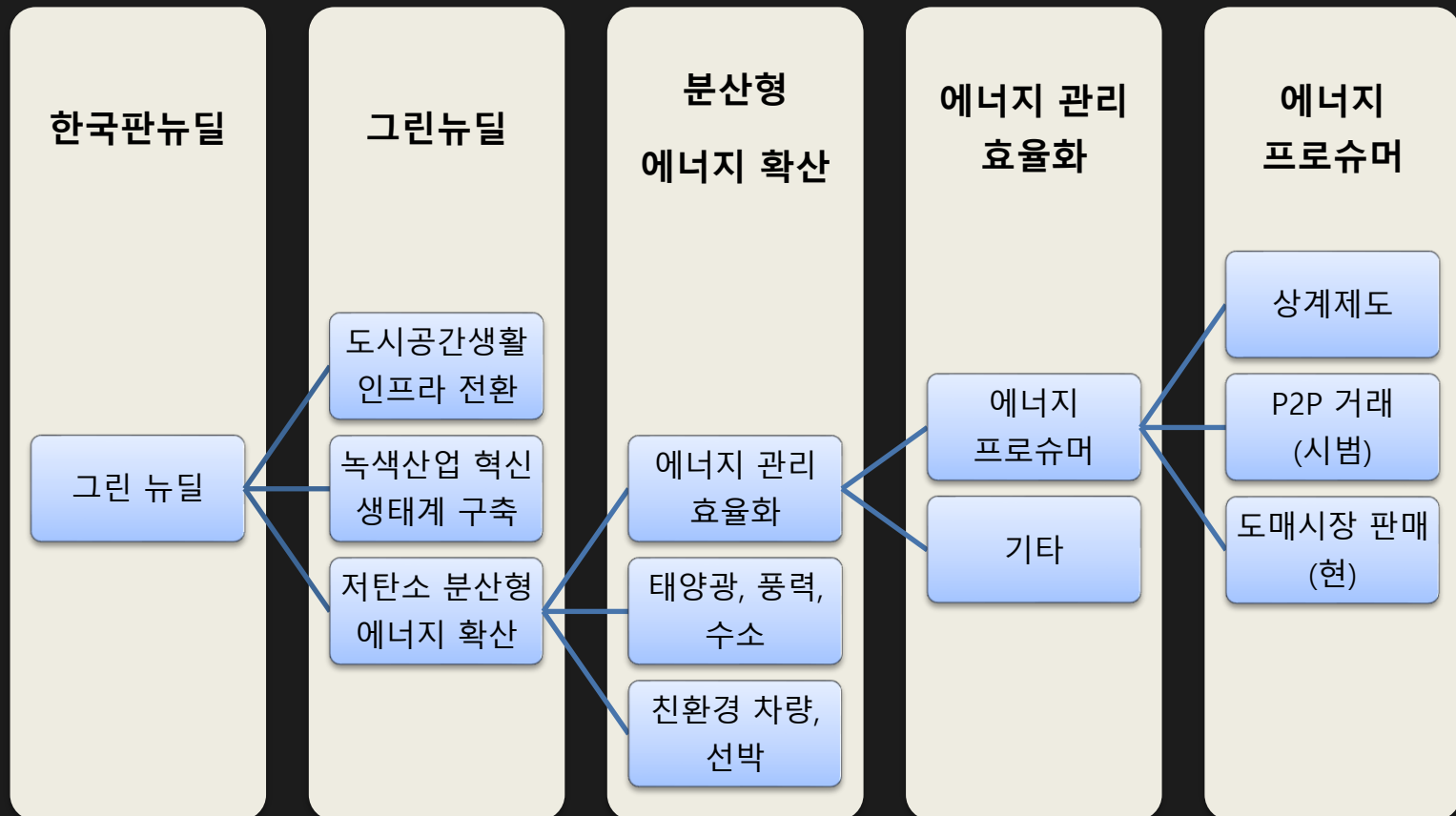
1. 법경제학적 방법론의 의미
 - (1) 서설
 - (2) 코즈(Coase)의 이론에 따른 불법행위 책임소재의 논의
 - (3) 칼레브레시(Calebresi)와 멜라메드(Melamed) 이론에 따른 불법행위 책임소재의 논의
2. 에너지 블록체인을 통한 P2P 전력거래 법제도화에 있어 책임소재 관련 소고
 - (1) 서설
 - (2) 1단계의 경우
 - (3) 2단계의 경우
 - (4) 3단계의 경우

IV. 나가며

I. 들어가며

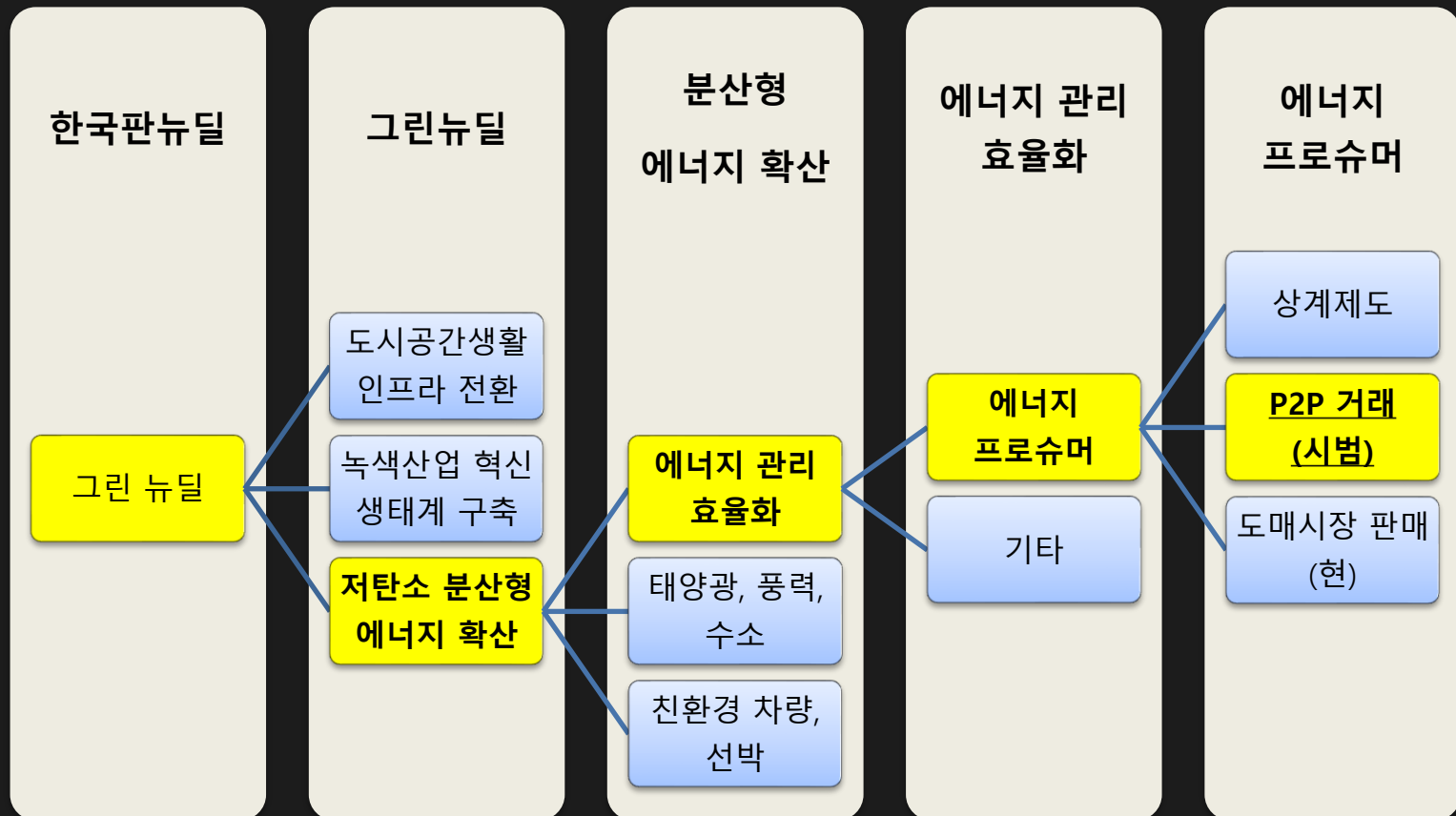
I. 들어가며

에너지 프로슈머(Energy Producer + Consumer)의 시대와 P2P(Peer to Peer) 거래의 대두



I. 들어가며

에너지 프로슈머(Energy Producer + Consumer)의 시대와 P2P(Peer to Peer) 거래의 대두



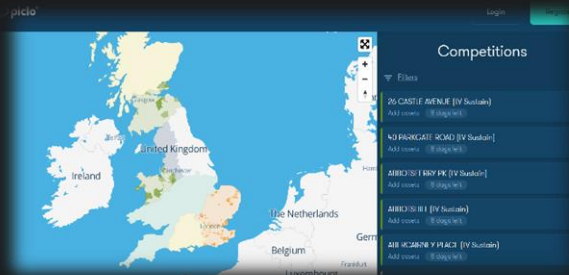
II. 배경지식

1. P2P 전력 거래 활성화에 관한 논의

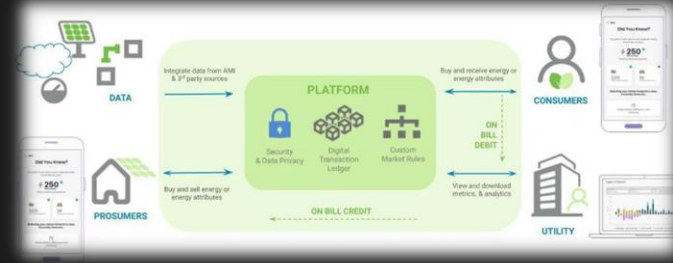
P2P 전력거래는 에너지를 생산하는 프로슈머가 자신이 사용하고 남은 전기를 다른 소비자와 전력망을 활용해 나누는 것 (cf. P2P 공유 사이트)



(출처: 피클로)



(출처: 엘오3)



(출처: 솔라메거진)



(출처: 미디어펜)

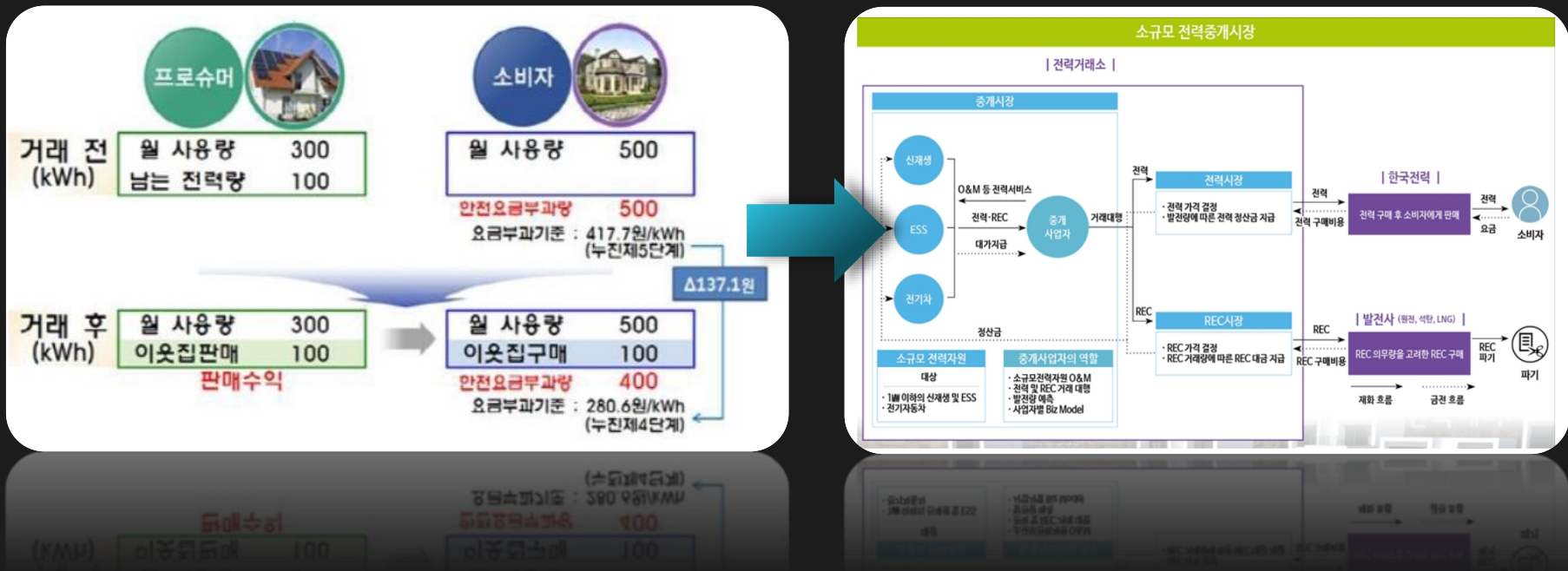


II. 배경지식

1. P2P 전력 거래 활성화에 관한 논의

(3) P2P 전력거래 활성화 방안에 대한 기존 법제도적 논의

시범사업을 진행한 P2P 전력거래의 기반을 다지고자 **소규모 전력중개시장** 확대를 제도화



출처: 미디어펜(산업통상자원부), 한국에너지

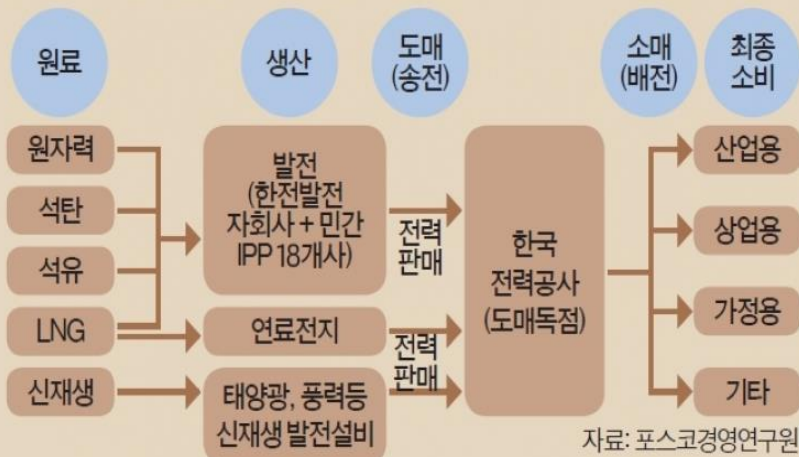
II. 배경지식

1. P2P 전력 거래 활성화에 관한 논의

(3) P2P 전력거래 활성화 방안에 대한 기존 법제도적 논의

시범사업을 진행한 P2P 전력거래의 기반을 다지고자 **소규모 전력중개시장** 확대를 제도화 하였지만, **거래 효율성을 다소 포기한 중개사업**조차 시장 활성화가 어려운 상황

우리나라 전력산업의 밸류체인 구성



분류	내용	기존 해결방안
원료	- 신재생에너지 생산단가가 한국전력공사보다 높아 수익성이 적음	- 소규모중개업자 제도 도입 및 가상발전소로의 발전 통해 협상력 증대
생산	- 한국전력공사와 장기계약 체결 어려움	- 비용 체계 개편 논의
도매(송전)	- 한국전력공사가 송전 시설을 독점하여 높은 송전비용을 지출하여야 함	- 한국전력공사의 송전요금 산정 관련 제도 검토
소매(배전)	- 한국전력공사가 전력 계량 측정 정보를 독점하고 있음	- 소규모중개업자들에게 계량기 설치 의무화
최종소비	- 효율적인 전기공급이 어려워 전기 품질의 문제 발생 - 프로슈머의 계약 위반	- 소규모중개업자의 제재 권한 확대 논의 - 에너지저장장치, 스마트 그리드 접목 논의

출처: 포스코경영연구원, 본 보고서 [표 7]

II. 배경지식

2. 에너지 블록체인이 P2P 전력거래 활성화에 지니는 가능성 검토

(1) 에너지 블록체인의 의의

블록체인: 연산으로 암호화된 탈중앙화된 온라인 장부

비트코인: 블록체인을 연산으로 암호화해 만들어 주고 받는 보상

에너지 블록체인: 에너지 거래를 탈중앙화된 온라인 장부를 통해 진행하는 것

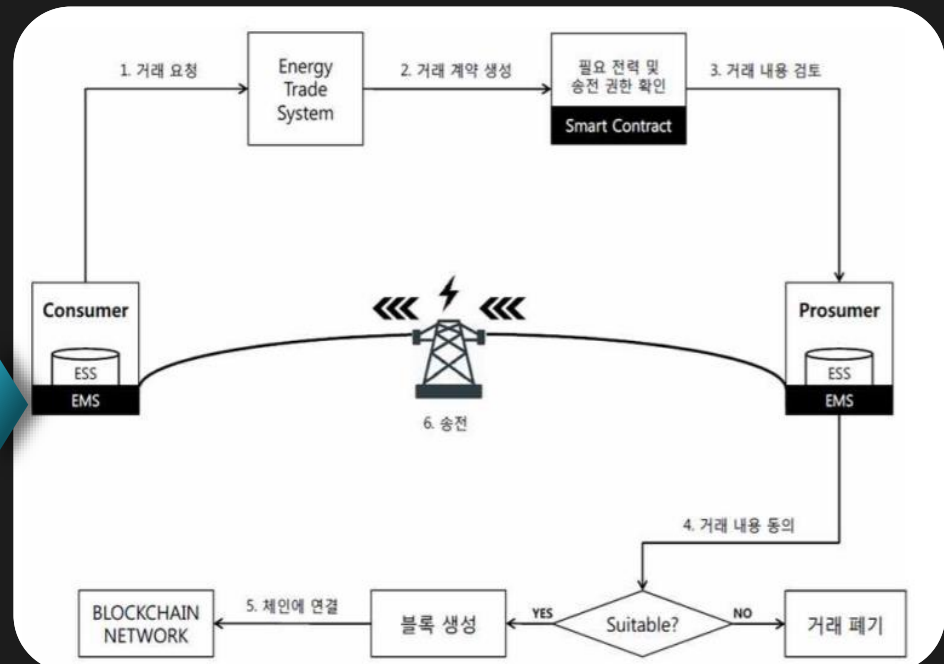
블록체인 기술 개념 및 특성

(개념) 블록체인은 신뢰를 담보하는 제3의 기관 없이도 네트워크 참여자들이 공동으로 정보 및 가치를 검증·저장함으로써 신뢰성을 확보할 수 있는 분산원장 기술 중 하나임

- 블록체인은 블록(Block)들이 해시값(Hash)⁴⁾으로 연결(Chain)되어 있고, 블록에는 복수의 정보가 들어있음
- 블록들은 시간별로 정렬되어 있고, 개별 블록들은 이전 블록과 연결되어 있어서 하나의 블록을 변경하게 되면 다른 블록의 내용도 다 변하게 되므로 체인이 길어질수록 블록의 신뢰도가 증가하게 됨
- 블록에 들어갈 수 있는 데이터는 금융 거래정보뿐만 아니라 무역거래정보, 에너지 사용정보 등 목적에 따라 다양화할 수 있음⁵⁾

(특성) 4개의 요소기술로써 P2P 네트워크, 합의 알고리즘, 전자서명·해시함수, 스마트계약이 포함됨⁶⁾

- P2P 네트워크는 중앙 서버가 집중적으로 통신을 관리하는 것이 아니라 대등한 노드(컴퓨터)들이 직접 통신을 수행하는 네트워크라서 높은 확장성을 가짐
- 합의 알고리즘은 네트워크 참여자 간에 하나의 결과를 도출할 수 있게 해서 비잔티움 장군 문제⁷⁾, 정보전달 지연 문제를 해결할 수 있음
- 위조 및 변조를 방지하기 위해 전자 서명과 해시함수를 이용하는데, 전자 서명은 디지털 서명이라고도 표현하고, 전자 데이터의 타당성을 검증하기 위해 개인키와 공개키를 사용하고, 해시함수는 전자데이터를 무작위로 정해진 길이의 문자열로 변환한 값임
- 스마트계약은 비트코인 다음 세대인 이더리움에서 사용된 개념으로 지정된 조건을 만족하면 거래가 자동적으로 진행되어서 법적 분쟁이나 중재인 선임 등 거래 절차를 간소화 함(피넥터, 2016a, p. 38)



II. 배경지식

2. 에너지 블록체인이 P2P 전력거래 활성화에 지니는 가능성 검토

(2) 에너지 블록체인이 P2P 전력거래에서 지니는 가능성

스마트 계약을 통해 에너지 거래가 자동화되도록 하여 거래의 중개자가 최소화된 시장을 가능하게 만드는 것은 물론, 스마트 그리드 기술과 함께 전력데이터 관리 효율화, 품질 향상 도모

분류	내용	기존 해결방안
원료	- 신재생에너지 생산단가가 한국전력공사보다 높아 수익성이 적음 - 한국전력공사와 장기계약 체결 어려움	- 소규모중개업자 제도 도입 및 가상발전소로의 발전 통해 협상력 증대 - 비용 체계 개편 논의
생산		
도매(송전)	- 한국전력공사가 송전 시설을 독점하여 높은 송전비용을 지출하여야 함	- 한국전력공사의 송전요금 산정 관련 제도 검토
소매(배전)	- 한국전력공사가 전력 계량 측정 정보를 독점하고 있음	- 소규모중개업자들에게 계량기 설치 의무화
최종소비	- 효율적인 전기공급이 어려워 전기 품질의 문제 발생 - 프로슈머의 계약 위반	- 소규모중개업자의 제재 권한 확대 논의 - 에너지저장장치, 스마트 그리드 접목 논의

분류	문제 상황	에너지 블록체인 도입 시 기대효과
원료	- 신재생에너지 생산단가가 한국전력공사보다 높아 수익성 적음 - 한국전력공사와 장기계약 체결 어려움	- 한국전력공사 매개없이 소비자 및 프로슈머 간 전력 생산 및 공급 계약 체결
생산		
도매(송전)	- 한국전력공사가 송전 시설을 독점하여 높은 송전비용을 지출하여야 함	-
소매(배전)	- 한국전력공사가 전력 계량 측정 정보를 독점하고 있음	- 계측 및 데이터 전송의 표준화 - 계측된 데이터의 공유
최종소비	- 효율적인 전기공급이 어려워 전기 품질의 문제 발생 - 프로슈머의 계약 위반	- 마이크로그리드의 제어 및 최적화를 통한 전기 품질 유지 - 스마트미터와 스마트계약으로 투명해진 요금청구절차

2. 에너지 블록체인이 P2P 전력거래 활성화에 지니는 가능성 검토

(3) 에너지 블록체인의 도입의 한계에 관한 논의

1) 기술적, 2) 경제 사회적, 3) 법제도적 논의가 있음 - 책임소재의 문제는 문제제기만 되어 있는 상황

발생가능한 문제유형			구체적 사례
기술적 문제			- 처리량, 대기시간, 대역폭, 보안 등의 문제
경제·사회적 문제			- 스마트미터, 스마트그리드, 에너지저장장치 인프라 구축 - 소비자 친화적 사회적 분위기 미성숙 - 기존 소규모전력중개사업자, 한국전력공사 등 주체 반발 가능성 등
법제도적 문제	P2P전력거래 개시단계		- 전기사업법 상 전기신사업 포섭 문제 등
	P2P전력거래 진행단계	책임소재의 문제	- 개인정보, 신용정보 관련 통제권 관련 사고, 불법행위 발생시의 문제 - 금융 관련 사고, 불법행위 발생시의 문제 - 스마트계약 관련 사고, 불법행위 발생시의 문제
		그 외의 문제	- 전자문서 및 전자거래기본법, 전자서명법, 상법 상 포섭 문제 등

출처: 본 보고서 [표 12]

Ⅲ. P2P 전력거래 활성화를 위한 에너지 블록체인의 법제도화 방안 모색 - P2P 전력거래에서의 책임소재를 중심으로

Ⅲ. P2P 전력거래 활성화를 위한 에너지 블록체인의 법제도화 방안 모색 - P2P 전력거래에서의 책임소재를 중심으로

1. 법경제학적 방법론의 의의

(1) 서설, (2)코즈(Coase)의 이론에 따른 불법행위 책임소재의 논의

불법행위 종류:

- ①침해 - 상호성 없이 재산권 직접 피해 발생하였으며 피해의 지속성이 있어 협상 가능
- ②불법방해 - 상호성 상황에서 재산권 직/간접적 피해 발생하였으며 피해의 지속성이 있어 협상 가능
- ③사고 - 상호성 및 직접성 여부 무관하게 피해 발생이 비지속적이며 사전협상이 불가능

코즈(Coase)의 정리: “①상호성 즉, 누구에게 권리를 설정해야 하는지 모호한 상황에서 초기 재산권 설정이 확정하였고, ②재산권에 대한 계약이나 권리집행에 있어 거래비용이 발생하지 않는다면, ③어떠한 방식으로 자원이 배분된다고 하더라도 경제적 효율성이 달성된다”

해결 유형: ①재산원리, ②책임원리

	피해발생 지속성 (사전협상 가능성)	피해발생 비지속성 (사전협상 불가능성)
상호성 무 (재산권 직접 침해)	①침해 (재산원리)	③사고 (책임원리)
상호성 유 (재산권 간접 침해)	②불법방해 (재산원리/책임원리)	

Ⅲ. P2P 전력거래 활성화를 위한 에너지 블록체인의 법제도화 방안 모색 - P2P 전력거래에서의 책임소재를 중심으로

1. 법경제학적 방법론의 의의

(3) 칼레브레시(Calebresi)와 멜라메드(Melamed) 이론에 따른 불법행위 책임소재의 논의

전제: 현실 세계는 코즈의 이론에 따르기에는 거래비용이 과다한 경우가 많아 권리 부여만으로 효율성 달성이 어려움

권리 부여 고려요소:

①거래비용이 거래 일방에게만 과다한가?

⇒ “불법행위 방지 비용에서의 비교우위”가 낮은 이에게 권리 부여

②모두에게 과다하다면, “더 높은 가치”를 부여하는 이가 누군지 확실히 알 수 있는가?

⇒ 더 높은 가치를 두는 이에게 권리 부여

③가치 부여 사실이 불확실하다면, “더 쉽게 가치를 측정”할 수 있는 쪽은 어디인가?

⇒ 더 쉽게 가치 측정할 수 있는 일방에게 권리 부여

해결 유형: ①재산원리, ②책임원리

Ⅲ. P2P 전력거래 활성화를 위한 에너지 블록체인의 법제도화 방안 모색 - P2P 전력거래에서의 책임소재를 중심으로

2. 에너지 블록체인을 통한 P2P 전력거래 법제도화에 있어 책임소재 관련 소고

(1) 서설

전제: 공용 블록체인과 사설 블록체인의 구별

분쟁 상황: 1)당사자간 불법행위에서의 분쟁, 2)해킹 혹은 기술 결함에서의 외부에서 온 불법행위 분쟁

책임 주체: 1)개발자, 2)네트워크 관리자, 3)거래 당사자

구분	공용 블록체인 (Public Blockchain)	사설 블록체인 (Private Blockchain)
블록데이터	- 누구나 읽고 쓸 수 있음	- 제한된 참여자만 가능
N/W참여자	- 거래를 증명하는 채굴자와 이용자가 자유롭게 참여할 수 있는 네트워크	- 거래 증명자들은 네트워크의 허락 및 인증과정이 필요
증명자 (Validator)	- 알 수 없음	- 사설형: 1개의 주체가 관리 - 컨소시엄형: 미리 선정된 N개의 주체가 관리
특 징	- 참여자의 개인정보 노출의무가 없고 중앙기관 통제가 없음	- 분산장부 기능의 장점을 활용하되 참여그룹 내 요구사항을 준수
구 조	- 탈 중앙화, 분산화	- 분산화, 반중앙화(중앙화)
예 시	- 비트코인, 이더리움, ERIS	- 사설: NASDAQ, Chain, DAH, ERIS Industries - 컨소시엄: R3CEV, 하이퍼레저, IBM, OBC

출처: 김숙철(2018) 박사학위 논문

Ⅲ. P2P 전력거래 활성화를 위한 에너지 블록체인의 법제도화 방안 모색 - P2P 전력거래에서의 책임소재를 중심으로

2. 에너지 블록체인을 통한 P2P 전력거래 법 제도화에 있어 책임소재 관련 소고

(2) 1단계, (3) 2단계, (4) 3단계, (5) 4단계

정리:

사설 블록체인에서 공용 블록체인으로의 발전 4단계 속 내외부 불법행위 책임소재는 다음과 같음

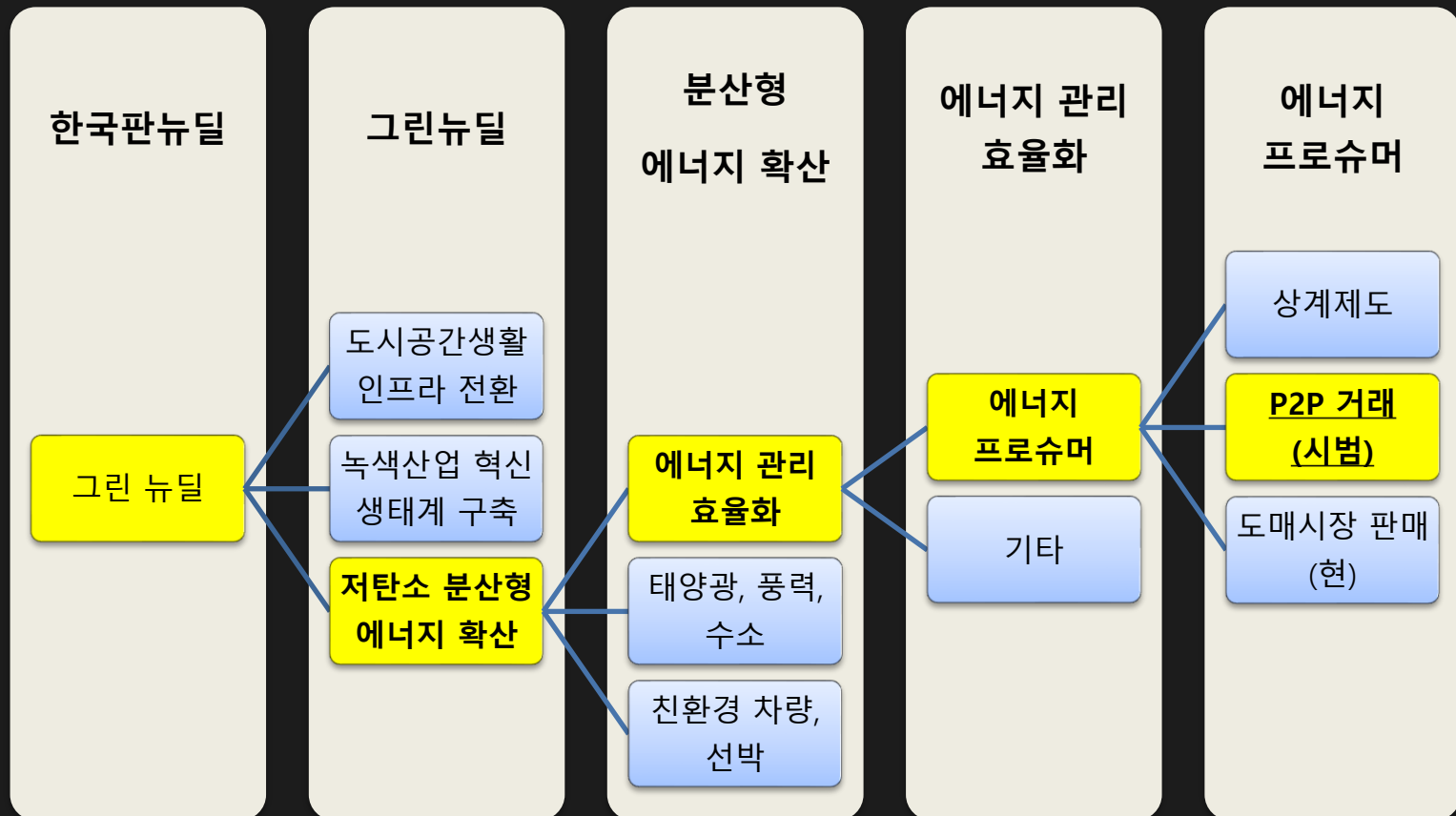
단계	블록체인을 도입한 P2P 전력거래 유형	내부 불법행위 책임소재	외부 불법행위 책임소재
1단계	한전 등 주도 개별 시범사업 확장 (사설 블록체인)	개인정보, 신용정보, 스마트계약 침해자	개발자 및 한전 등 네트워크 관리자 (분담비율: 개발자 < < 네트워크 관리자)
2단계	한전 등 주도 전국 시범사업 확장 (사설 블록체인)	상동	개발자 및 한전 등 네트워크 관리자 (분담비율: 개발자 < 네트워크 관리자)
3단계	소규모전력중개사업자 주도 사업 제도화 (컨소시엄 블록체인)	상동, 다만 특별법 제·개정에 의거한 재산권 분배를 고려함	개발자 및 소규모전력중개사업자 등 네트워크 관리자 (분담비율: 개발자 > 네트워크 관리자)
4단계	완전 시장 개방, 중개없이 P2P 진행 (컨소시엄, 공용 블록체인)	상동	개발자 및 P2P 참여자 (분담비율: 개발자 > P2P 참여자)

출처: 본 보고서 [표 14]

IV. 나가며

IV. 나가며

에너지 프로슈머(Energy Producer + Consumer)의 시대와 P2P(Peer to Peer) 거래의 대두



감사합니다.