

국내 태양광산업에서의 기업집단별 특성과 기업간 수요공급관계의 이해

The Characteristic of Enterprise Groups and the Demand-Supply Relation Analysis in the Korea Solar Energy Industry

박창걸*

Park Chang-Kirl*

(Submit date : 2014. 7. 2., Judgment date : 2013. 7. 4., Publication decide date : 2014. 8. 21.)

Abstract : South Korea's solar energy industry has been made vertical integration and specialization as part of the restructuring in the downturn of the world economy and the oversupply situation of raw materials. This study is to understand the characteristics of the solar energy industry, using data to systematic approach. In this study, it was defined the major business of firms as 22 business types and classified into 5 enterprise groups as technology and business strategy. After that, It was deduced features of Enterprise group by the statistical analysis and looked to draw a map of the industrial structure by social network analysis using the information on companies' demand and supply.

Key Words : 사회연결망분석(SNA), 수요공급관계(Demand supply relation), 사업유형(Business type), 사업전략(Business strategies), 기업집단(Enterprise group), 매개중심성(Betweenness centrality)

1. 서 론

초기 태양광산업은 중소기업 중심의 산업구조로 연구개발 중심의 기술경쟁력을 보유하고 있는 중소기업과 장비 및 설치 분야에 참여하는 소규모 중소기업들이 중심을 이루어 왔다. 그러나 최근 수년간의 세계경제의 침체와 공

급과잉사태를 분기점으로 구조조정과 함께 대기업을 중심으로 한 수직계열화와 특정 분야 중심의 전문화로 경쟁력을 강화해 가는 모습이 두드러진다. 본 연구는 첫째, 국내 태양광산업 내 기업들의 기업정보를 이용하여 사업 유형(Business type)을 분류하고, 연구자가 정의한 기업집단(Enterprise group)별 특성을

*박창걸 : 한국과학기술정보연구원 책임연구원,
E-mail: cgpark@kisti.re.kr Tel: 02-3299-6036

*Park Chang-Kirl: Korea Institute of Science and Technology
Information principal researcher,
E-mail: cgpark@kisti.re.kr, Tel:02-3299-6036

도출하였다. 둘째, 사회연결망분석(SNA:social network analysis)을 통해 태양광산업 내 기업들 간의 수요 공급관계 중심의 산업구조를 관찰하였다. 사업유형(Business type)은 「기업의 주된 생산활동을 중심으로 한 분류」로 정의하였으며, 이것은 일반적인 기업의 비즈니스 모델과는 구분된다. 비즈니스모델은 "기업이 자생력을 갖고 존재할 수 있도록 수익을 창출하는 방법"¹⁾이라는 정의에서 볼 수 있듯이 기업의 사업활동 전반에 대한 복합적이고 총체적인 개념인 반면, 사업유형은 기업의 생산에 초점을 둔 제한된 개념이다. 산업을 구조적으로 분석하는 것은 특정산업을 거시적이며 체계적으로 이해하는데 유용한데, 산업 내에 존재하는 경쟁적인 힘을 진입장벽, 대체재의 위협, 구매자의 교섭력, 공급자의 교섭력, 현 경쟁자들 간의 경쟁 등 5가지 요인으로 보고 구조적으로 산업을 이해하고자 하기도 한다.²⁾ 본 연구에서는 산업구조에서 본질적이며 기본적인 요소를 수요자와 공급자간의 거래관계로 보고 SCM(supply chain management) 관점에서 이 두 가지 요소들의 거래관계를 사회 연결망 분석(SNA : social network analysis) 를 통해 이해하고자 하였다.

2. 연구방법론

본 연구에서는 우선 첫째, 태양광산업 내 국내기업들은 기업집단(enterprise group)별로 기업활동과 성과부분에서 특징이 있으며, 둘째, SCM(supply chain management)측면에서 사회연결망분석을 이용한 특정개념 중 매개중심성(betweenness centrality)³⁾이 산업구

조적 측면에서 의미가 있는 것으로 보았다. 태양광산업 내 국내 기업들의 사업유형은 한국태양광산업협회⁴⁾에서 발표한 자료를 1차 자료로 사용하였으며, 특정기업이 복수의 사업에 참여하고 있는 경우에 이것을 반영하여 새로운 사업유형(예: 셀+모듈)을 추가하였다. 그리고 최종 정리된 사업유형별로 동 협회에서 발표한 100개의 태양광 관련기업의 분포를 빈도와 퍼센트로 정리하였다.

그리고 NICE평가정보(주)⁵⁾의 기업정보 데이터베이스를 이용하여 해당 기업들의 기업정보, 거래정보, 재무정보를 검색하고 연구목적에 부합된 100개 기업의 데이터 셋을 마련하였다.

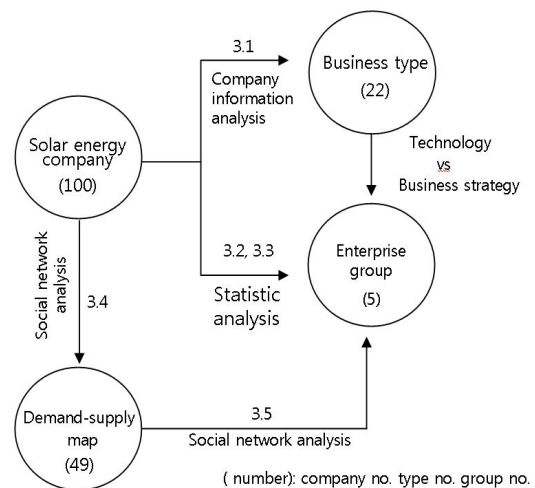


Fig. 1 Frame & Process of research

기업집단별 특징은 해당기업들의 재무정보를 이용한 통계분석을 통해 도출하고 비교하였다. 수요공급관계는 태양광 산업 내 주요기업들의 구매처와 수요처 사이의 거래비중을 이용하여

1) Rappa, M, Business Model on the Web, <http://digitalenterprise.org/models/>
 2) Michael E. Porter, How competitive forces shape strategy, Harvard Business Review, March-April 1979.
 3) 노드(node)가 두 개의 다른 노드들 사이의 최단 경로를 따라 다리역할의

횟수를 정량화하는 것으로 Linton Freeman 의해 소셜 네트워크에 있는 다른 사람들 사이의 커뮤니케이션에 대한 한 사람의 통제를 정량화하기 위한 수단으로 도입되었다.
 4) 벨류체인별 기업현황(2012.5), <http://www.kopia.asia>
 5) <http://www.kisline.com/>

사회연결망분석의 한 방법인 각 노드(node)별 In-degree, Out-degree⁶⁾ 값을 이용하였다.

3. 연구결과

3.1 사업유형의 분류

국내 태양광 산업내 주요 기업들의 사업유형은 폴리실리콘을 포함한 22개 사업유형으로 분류되었다.(표 1 참조) 그중 장비(25%), 모듈(16%),인버터(8%), 웨이퍼(7%), EVA 시트,시스템/BIPV,CIGS, 셀(각각 5%) 등이 상위 5개 사업유형에 속하였다.

Table. 1 Distribution of business types of companies within domestic solar energy industry

no.	사업유형	분포 빈도	유효 퍼센트	누적퍼 센트
1	폴리실리콘	3	3.0	3.0
2	웨이퍼	7	7.0	10.0
3	셀	5	5.0	15.0
4	모듈	16	16.0	31.0
5	셀+모듈	2	2.0	33.0
6	모듈+인버터	1	1.0	34.0
7	셀+모듈+인버터	1	1.0	35.0
8	셀+모듈+CIGS+ 염료감응+유기분자	2	2.0	37.0
9	웨이퍼+Backsheet	1	1.0	38.0
10	CIGS	5	5.0	43.0
11	염료감응	2	2.0	45.0
12	유기분자	2	2.0	47.0
13	Inverter	8	8.0	55.0
14	System/BIPV	5	5.0	60.0
15	EVA Sheet	5	5.0	65.0
16	Backsheet	1	1.0	66.0
17	기타소재부품	4	4.0	70.0
18	장비	25	25.0	95.0
19	System/BIPV+EVA	1	1.0	96.0
20	EVA+Backsheet	2	2.0	98.0
21	System/BIPV+염료 감응	1	1.0	99.0
22	모듈+Backsheet	1	1.0	100.0

6) 네트워크분석에서 degree는 방향 그래프에 있어서 한 점의 연결정도, indegree (내도)는 한 점을 향해 연결이 되는 다른 모든 점들의 합, outdegree (외도)는 한 점이 연결하는 다른 모든 점들의 합을 의미한다.

3.2 사업유형과 「기술분야 vs 사업전략」

국내 태양광 산업내 주요 기업들의 사업유형을 기술분야와 사업전략이라는 차원으로 구분하고, 이를 기업집단으로 명명하였다. 기술분야는 기업들의 핵심기술을 기반으로 하는 기술영역으로서 현재 주류인 실리콘(Si)계와 향후 전망을 밝게 내다보고 있는 박막(Thin film)으로 구분하고, 두 분야에서 모두 적용가능한 것들을 공통으로 분류하였다. 사업전략은 전문화와 다각화(수직계열화에 의한 다각화 포함)으로 구분하고 적용하였다.(표 2 참조)

Table. 2 The classification business types of companies by technology business strategy matrix

기술 분야 사업 전략	기술분야		
	실리콘계	박막형	공통
전문화	폴리실리콘, 웨이퍼,셀, 모듈,	CIGS, 염료감응, 유기분자	Inverter, System/BIPV, EVA Sheet, Backsheet, 기타소재부 장비
다각화 (계열 화 포함)	셀+모듈, 모듈+인버터 ,셀+모듈+ 인버터 모듈+Back sheet 웨이퍼+Back sheet		셀+모듈+CIGS+ 염료감응+유기 분자 System/BIPV+ EVA System/BIPV+ 염료감응 EVA+Backsheet

기술분야 기준으로 해당 100개 기업은 실리콘계 분야 37개 기업(37%), 박막형 분야 9개 기업(9%), 공통분야 54개 기업(54%)으로 분류되었다. 사업전략 기준으로는 전문화 91개 기업(91%), 다각화 9개 기업(9%)으로 분류되었다. 기술분야와 사업전략기준으로는 6가지 기업집단으로 분류가 가능한데 국내 태양광 산업내 100개 기업들을 대응한 결과 박막형 -

다각화를 제외한 5개 기업집단으로 분류되었다. 즉, (공통-전문화)에 50개 기업, (Si-전문화)에 32개 기업, (박막형-전문화)에 9개 기업, (실리콘계-다각화)에 5개 기업, (공통-다각화)에 4개 기업의 순으로 분류되었다.(표 3 참조)

Table. 3 The distribution of business types of companies by technology business strategy matrix

(단위: 개수,%)

기술분야 사업전략	실리콘계	박막형	공통	합계
전문화	32(I)	9(II)	50(III)	91
다각화 (계열화)	5(IV)	-	4(V)	9
합계	37	9	54	100

기업집단(Enterprise Group): I. II. III, IV. V

3.3 기업집단별 특징

연구대상인 100개 기업을 기술분야와 사업전략을 기준으로 5개 기업집단(Group I, II, III, IV, V)로 구분하고 특성을 해석하였다.

기업특성지표로는 기업규모, 투입(Input)특성지표는 R&D비율, 산출(Output)특성지표로는 매출액과 ROE(Return of equity)로 하였다. 집단과 각 특성지표와의 상관관계에서 우선 집단과 기업규모와 매출액에서는 각각 유의확률(양쪽) 0.044, 0.016로 귀무가설이 기각되어 상관성이 있다고 해석할 수 있으나, 상관계수는 각각 0.202, 0.017로 상관성은 약하거나 미미한 것으로 나타났다. 집단과 R&D비율과 ROE에서는 각각 유의확률(양쪽) 0.293과 0.067로 귀무가설이 채택되어 상관성이 없는 것으로 나타났다. 일반통계분석은 기업집단별 중위수(median)로 기업규모, 매출액, R&D비율, ROE를 도출하고 해석하였다.(표 4 참조)

Table. 4 statistical analyses: median basis

(단위: 천원)

집단 구분	기업 규모	매출액	R&D비율	ROE
I	2	48,775,393	0.00997	-11.6215
II	3	983,715,747.5	0.05004	-1.29645
III	2	71,144,866	0.03739	9.6308
IV	3	797,835,647.5	0.01134	-6.1999
V	3	3,303,099,103	0.01305	-2.05675
전체	2	106,326,881	0.01604	5.19

기업규모는 중위수 기준으로 볼때 중소기업(2)와 대기업(3)으로 양분된다. 중소기업 중심의 분야는 집단 I, III 이고 대기업 중심의 분야는 집단 II, IV, V이다. 이에 따라 대기업이 다각화(집단 IV, V)와 미래지향의 선도 기술개발 및 사업화(집단 II)를 주도하고 있는 것으로 추론하였다. 이것은 중소기업들이 미래지향의 선도 기술개발 및 사업화에 적극적이지 못하며 따라서 향후, 기업의 성장동력을 확보하는데 어려워질 수 있다는 것으로 해석되었다. 매출액을 중위수 기준으로 비교해 보면 집단 II가 압도적으로 크게 나타난다. 이 유형에 포함되어 있는 기업들 중 엘지전자 등 엘지계열, 삼성에스디아이 등 소수의 대기업이 포진되어 있고 매출액 산출시 해당기업의 사업내용 중 태양광 부문만으로 비교하지 못한 데이터의 한계에 의한 것으로 보인다. 그러나, 전문화의 유형인 집단 I, III 이 상대적으로 매출액이 작은 것은 해당 그룹에 중소기업이 주로 분포되어 있는 것과 관련성이 있는 것으로 판단된다. 태양광산업 내 기업들의 R&D비율을 중위수 기준으로 비교해 보면 집단 II, III이 상대적으로 높게 나타났다. 이것은 전문화 유형에서 R&D비율이 상대적으로 높게 나타나고 있다

고 해석할 수 있는 부분이다. 반면에 같은 전문화 유형에 속하는 집단 I에서는 특별히 높은 R&D비율이 나타나고 있지 않는 것은, Si분야가 타 분야에 비해 기술적으로 성숙단계에 이른 것으로 추정해 볼 수 있게 하는 부분이다. 태양광산업 내 기업들의 ROE를 중위수 기준으로 비교해 보면 집단 III을 제외한 다른 집단은 (-)로 나타났다. 이것은 분석기준이 된 특정시점의 특수성이 반영된 결과이기는 하지만, 태양광산업 부문이 전반적으로 사업화성공단계에 도달했다고 보기에는 미흡하는 것을 시사해 준다. 한편 상대적으로 전문화 사업전략을 구사하면서도 비교적 실리콘계(Si)와 박막형(Thin film)에 공통적으로 접근할 수 있는 집단 III에서 상대적으로 높은 ROE를 보이고 있다는 것을 알 수 있다.

3.4 태양광산업의 수요공급 구조와 기업지도

100개 태양광 기업들의 수요처, 공급처 정보를 중심으로 각각의 개별적인 수요와 공급 구조를 조사하였다. 그리고 사회연결망분석(SNA)을 통해 기업간 공급비중을 가중치로 하는 네트워크 지도(Map)를 그려서 기업상호간의 유기적인 수요공급 관계가 형성되어 있는 모습을 확인하였다. (그림 2 참조)

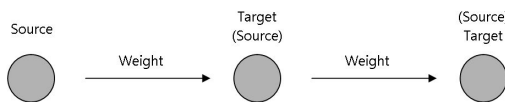


Fig. 2 The concept of social network analysis on demand supply relation

우선 해당되는 모든 기업들을 대상으로 수요와 공급 구조를 네트워크분석의 In-degree와 Out-degree 분석⁷⁾을 통해 수요공급망 지

도를 그리고, 그 중 Giant component⁸⁾ 중심의 지도(map)를 중심으로 한 수요공급망 구조에 초점을 두어 관찰하였다.(그림 3 참조)

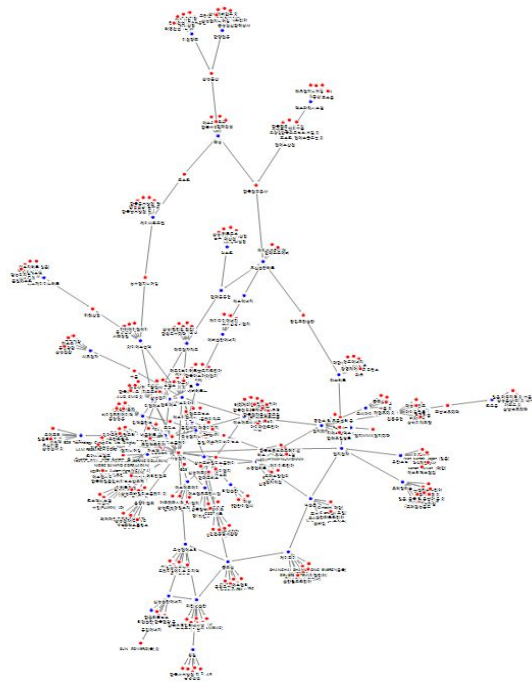


Fig. 3 Demand supply map of giant component within the domestic pv industry

Giant component를 구성하는 기업 수요공급 관계에서 태양광 기업 상호간거래가 이루어지고 있는 49개 기업들의 수요공급관계를 분석하였다. 이것을 수요공급망 지도(map)로 나타내면 다음과 같다.(그림 4 참조)

7) 100개 태양광 기업을 중심으로 하여 기업에 대한 수요를 In degree로 공급을 Out degree로 정의하고 각각의 비중을 가중치로 사용하였다.
8) 거의 모든 노드가 거의 다른 대부분의 노드로부터 도달가능한(almost every node is reachable from almost every other node)구성

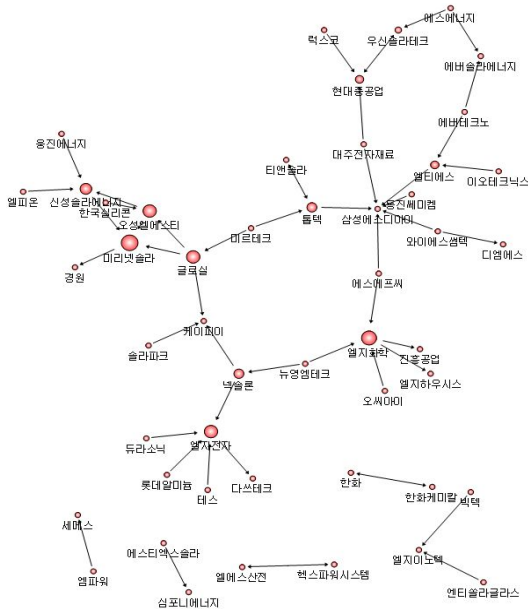


Fig. 4 Demand supply map of 49 co-business relative corporation

그리고, 이에 해당되는 기업들의 수요공급 관계를 구조별로 구분하여 분류하였다.(표 5 참조)

Table. 5 Classification of demand supply relation among solar energy companies

수요 공급관계	기업 수	기업명 ⁹⁾
1:1	5	엘에스산전, 티앤솔라, 한화, 한화케미칼, 핵스파워시스템
n:1 (n>1)	6	엘지전자,미리넷솔라,신성솔라에너지, 엘티에스,우신솔라테크,현대중공업
1:n (n>1)	2	글로벌, 넥솔론
n:n (n>1)	3	엘지화학,오성엘에스티,토탉
N:0 (N≥1)	11	디엠에스,케이피이,엘지이노텍,엘지하우시스,경원,다쓰테크,삼성에스디아이,세메스,심포니에너지,에버솔라에너지,진흥공업
0:N (N≥1)	22	엔티솔라글라스,오씨아이,에스에프씨,에스티엑스솔라,뉴영엘테크,대주전자재료,동진씨미캠,듀라소닉,릭스코,롯데알미늄,미르테크,빅텍,솔라파크,에버테크노,에스에너지,엘피온,엠패워,와이에스팜텍,웅진에너지,이오테크닉스,테스,한국실리콘

3.5 태양광분야 내 주요 기업간 매개중심성 (Betweeness centrality)

매개중심성(Betweeness centrality)은 기업과 기업간의 중간매개자로서의 역할을 평가하는 지표로 사용할 수 있다. 태양광산업내 기업간 거래관계가 있는 49개 기업들로 구성되는 네트워크에서는 오성엘에스티, 글로벌, 미리넷솔라, 엘지화학, 엘지전자, 신성솔라에너지, 넥솔론, 엘티에스, 우신솔라테크, 토탉, 현대중공업 등이 매개중심성이 높게 나타났다. 이를 통해 이들 기업이 태양광 산업구조에서 수요공급관계를 중심으로 한 네트워크를 유지하는데 중요한 역할을 하고 있다고 해석할 수 있다.(그림 5 참조)

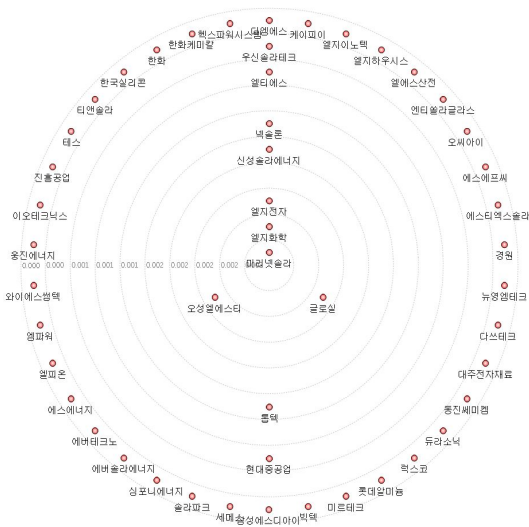


Fig. 5 Betweeness centrality map of 49 co-business relative corporation

9) 논문작성을 위한 데이터입수 시점(2012.5) 이후의 기업변동사항은 다음과 같음
 폐업: 미리넷 솔라(2013.9), 에버솔라에너지(2014.2), 엘피온(2012.6)
 회사명변경: 에스티엑스솔라 -> 이앤솔라(2013)

또한, 매개중심성이 높은 기업들을 기술분야 vs 사업전략 매트릭스의 틀(frame)로 분류(표 6 참조)하면 Si타입-전문화(집단 I)영역에 해당하는 기업들이 가장 많이 분포하였다. 이것은 영역에 속한 기업들이 현재 우리나라의 태양광산업에서의 시장구조를 형성하고 유지하는데 중요한 역할을 하고 있다는 해석을 가능하게 한다. (표 6 참조)

Table. 6 high Betweenness centrality companies among domestic solar energy companies

기술 분야 사업 전략	실리콘계	박막형	공통(Si⇌Thin)
전문화	글로실, 벡솔론, 미리넷솔라, 오성엘에스티	엘지화학	톱텍, 엘티에스, 우신솔라테크
다 각 화 (계열화)	신성솔라에너지, 현대중공업	-	엘지전자

4. 결 론

국내 태양광산업의 구조적 특징을 이해하기 위해 사업유형을 분류하고, 기술과 사업전략이라는 관점에서 기업집단으로 구분하고 통계적 유의성을 살펴보았다. 한편, 사회연결망분석을 통해 태양광산업지도를 그리고 수요공급관계에 의한 유형을 분류하였다. 그리고 기업집단별 산업내 거래네트워크의 형성과 유지에 중요역할을 하고 있는 기업을 발굴하여 우리나라 태양광 산업의 현재 시장구조를 이해하고자 하였다. 본 연구의 주요결과는 다음과 같다.

(1) 국내 태양광산업 내 주요 기업들은 22개의 사업유형으로 분류되며 그 중 장비와 모듈, 인버터, 웨이퍼 등에 다수 분포되어 있다. 22개 사업유형은 5개 기업집단으로 분

류할 수 있으며 중소기업이 주로 포진되어 있는 실리콘계와 공통기술 분야에서의 전문화 영역(집단 I,III)에 편중되어 나타났다.

- (2) 기업집단과 특정지표 중 기업규모와 매출액과의 상관성이 미미하게 나타났으며, 미래지향기술 분야와 사업다각화를 대기업이 주도하고 있는 것으로 추론하였다.(기업집단II, IV,V-대기업:3) 한편, 기업의 연구개발 투자(R&D비율)이 기업의 성과(ROE)로 연결되는 모습이 제한적(집단 III)으로 나타나고 있어 태양광산업 전반적으로 사업화성공단계에 이르지 못한 단면으로 해석하였다.
- (3) 국내 태양광 산업의 거래구조에서 매개중심성이 높은 기업을 도출하였고 주로 집단 I(실리콘계-전문화)에 해당하는 것을 확인한 바, 이것을 태양광산업의 산업구조적 측면에서 의미있는 영역으로 이해하였다.
- (4) 국내 태양광산업의 전문화, 대기업 주도, 실리콘계 중심의 현재의 모습을 통해 향후 기대하는 태양광의 상업적 활성화를 위해 실리콘계 분야이외에 박막형 분야에서 중소기업의 역량제고와 산업내 매개중심적 역할기회를 마련할 수 있는 정책지원이 필요할 것으로 판단되었다.
- (5) 본 연구는 국내 태양광산업의 구조적인 이해를 위해 사업정보, 재무정보, 재무정보 등 데이터를 활용하였고, 특히 사회연결망분석(SNA)의 적용을 시도하였다는 점에 의미가 있다.
- (6) 2012년 5월 기준이라는 특정시점의 공개 데이터에 의존한 바, 의미있는 통계분석과 사회연결망분석 결과를 도출하는데 한계가 있었으나, 향후 태양광 산업의 구조를 이해하는 다른 연구에 조금이나마 도움이 될 수 있기를 기대한다.

Reference

1. Rappa, M, Business Model on the Web
<http://digitalenterprise.org/models/model.html>
2. Michael E. Porter, How competitive forces shape strategy, Harvard Business Review, March-April 1979
3. Frost and Sullivan, Analysis of the Global Solar Power Market, 2013
4. <http://www.kopia.asia>
5. <http://www.kisline.com/>
6. Freeman L. C., Centrality in social networks: Conceptual clarification, Social Networks, pp. 215~239, 1979
7. GlobalData, Emerging Solar PV Technologies : Market Trends and Developments, 2010
8. Stephen P. Borgatti, On Social Network in a Supply Chain Context, 2009
9. Kim Y. H., Bak Young Sa, Social Network Analysis, 2007
10. Sairam, Social Network Analysis with Netminer, 2010
11. Korea institute of Science and technology, KISTI MARKET REPORT ,Vol. 3 Issue 5, pp. 3~6, 2013
12. Han S. K., Seoul National University Press, Road Closed/Detour: A network Analysis of the South-North Korea Relations, 2013