

극한지 오일·가스 플랜트 분야 특허분석 기술을 활용한 기술변화 대응책 및 대외경쟁력 평가에 관한 연구

최영권¹, 정진홍², 황인주¹, 이현동^{1*}

¹한국건설기술연구원, ²동명대학교

A Study on the Technological Change Countermeasure and External Competitiveness Evaluation using Patent Analysis in the Oil and Gas Plant for Cold and Harsh Environment

Youngkwon Choi¹, Jinhong Jung², Inju Hwang¹, and Hyundong Lee^{1*}

¹Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

²Dongmyoung University

¹Corresponding author: hdlee@kict.re.kr

Received July 19, 2020; Revised August 19, 2020; Accepted August 24, 2020

ABSTRACT

추운 기후와 가혹한 환경 하에 있는 극한지에 비전통에너지를 포함한 오일 및 가스의 잠재적 매장량이 큰 것으로 알려져 있다. 이러한 지역에서 오일과 가스 개발은 지리적 접근성과 열악한 건설 환경으로 인해 개발이 더디게 진행되고 있다. 본 논문에서는 극한지에서 우리나라의 기술적인 대안 모색하기 위한 전략을 수립하기 위하여 적용되는 선행기술(특허)의 조사 및 분석을 통해 산업주기와 경쟁력을 평가하였다. 유효특허 도출에 기초하여 국가나 권역별 상대적인 출원 및 등록 비율, 해당 산업분야의 성장주기, 세부적인 지표에 근거한 경쟁력, 기술 동향 등을 분석하였다. 특허 분석결과, 탐사 및 생산, 전처리, 파이프라인, 건설공법 등 기술 분류 전반에 걸쳐 미국 및 캐나다 및 북유럽 국가의 경쟁력이 높게 나타나고 있음을 알 수 있었다. 본 기술분야에서 우리나라의 경우에, 산업발전주기는 발전기 및 성장기에 해당하는 기술발전 양상으로 평가되었으며, 그 발전 가능성이 높게 평가되어 연구개발 및 투자의 전략적 확대가 시급한 것으로 평가되었다.

In extremes cold regions, great potential deposit of oils and gases, including unconventional energy is high. Oil and gas development in the region is slow to develop due to geographical accessibility and poor construction environment. In this paper, the industrial cycle and competitiveness were assessed through the investigation and analysis of prior technology (patent) applied to formulate strategies for finding technological alternatives of Korea in the extreme cold regions. Based on the derived effective patents, relative application and registration rates by country or region, growth cycle of the relevant industry sector, competitiveness based on detailed indicators, and technological trends were analyzed. The patent analysis showed that the competitiveness of the U.S., Canada, and Nordic countries was strong in whole technology classification including exploration, production, pre-treatment, pipeline, and construction methods. In this field of technology, in the case of Korea, the industrial development cycle was evaluated in the aspect of technological development corresponding to the generator and growth period. In addition, it was evaluated that strategic expansion of R&D and investment was urgently needed as its development potential was highly evaluated.

Keywords: Cold and harsh environment, Oil and gas plant, Patent analysis, Technology trends



1. 서론

극한지(極寒地)는 연간 평균온도가 낮고 기후환경이 혹독하며 지리적으로 접근이 어려운 지역으로, 지역개발 및 건설사업에 있어서 접근 및 작업환경이 열악한 지역으로 정의된다. 극한지(極寒地)는 북위 45°이상에서 북극권(arctic circle, 북위 66°33' 44")과 북극에 이르는 지역으로, 매우 추운 기후 조건과 접근이 어려운 열악한 지리조건으로 인하여 개발이 더디거나 미개적인 상태가 많다. 극한지는 대체로 지리, 온도, 일조, 지반 등의 제약이 크고, 지형의 불연속과 변동성이 큰 지리적인 여건 상 접근 및 구조물의 건축·건설이 어려우며, 동토 지반이 온도나 외란에 민감하여 동결융기 및 융해침하로 안정성이 낮고, SOC 인프라가 미비한 지역에 입지한 경우가 많다¹⁾.

이러한 극한 지역에서 미탐사·미개발 오일·가스의 잠재량이 매우 크며, 과거 적도와 중위도 부근에서 집중된 오일·가스 개발은 점진적으로 러시아, 중앙아시아, 캐나다 등 북방지역으로 확대되고 있다. 전세계 미발견 오일·가스의 약 22%가 북극권에 매장되어 있고, 러시아는 전 세계 미발견 석유의 43%, 가스의 58%가 영구동토를 포함한 북극권·극한지에 매장되어 있는 것으로 보고되고 있다²⁾. 러시아는 2015년 대비 2040년까지 오일 생산이 24%까지 증가하고, 가스는 북극영역과 동부지역(극동)에서 활발해질 것으로 전망되고 있다. 캐나다는 BC주와 Alberta주, 동부지역에 천연가스, 오일샌드, 오일 등 잠재 매장량이 매우 큼에 따라, 2015년 대비 2040년까지 오일 생산이 24%까지 증가할 것으로 전망하고 있으며, 자체 경제성장 등에 힘입어 개발이 점진적으로 증가하고 있다. 중앙아시아지역 카자흐스탄의 일일 오일 생산 규모는 2014년 1.7mb 규모에서 연평균 1.3% 성장하여 2040년 2.4mb 규모가 될 것으로 전망된다³⁾.

극한지 오일 플랜트 시장 카르텔, 기술문제 및 이슈, 핵심기술 미비 및 기술격차 등을 장애요인으로 작용하여 우리나라 민간기업의 자력으로 신시장 진입에 한계를 보이고 있으며, 정부의 적극적인 지원을 통해 지혜롭게 활로를 개척해 나가야 할 필요가 있다. 극한지 오일 플랜트 상류부문 현장을 보유하지 못한 국내 여건을 극복하기 위한 리스크가 매우 큰 것으로 평가되며, 이러한 시장진출을 위해서는 핵심기술 개발이 전제되어야 한다. 이러한 노력의 일환으로 현지 모듈화 시공을 위한 적층구조, 오일가스 생산에 필요한 생산수를 재처리하여 활용하기 위한 연구 등이 활발하게 전개되고 있다^{4,5)}. 특허분석은 기술경쟁력 및 트렌드를 분석하는데 유용할 뿐 아니라 기술발전 변화 흐름을 파악할 수 있어 산업기술전략을 수립하는데 필수적이다^{6,7)}. 한편, 특허분석을 통한 기술동향 분석사례로, 에너지자원 개발수요 증가가 예상되고 있는 극지, 해양, 해저 등 신 공간에서 시장진입을 위한 핵심기술과 경쟁우위를 점할 수 있는 공백기술을 파악하기 위한 방법론으로, 특허분석을 통한 기술동향을 파악한 연구가 다수 있었다⁸⁻¹⁰⁾. 또한, 특허분석을 통하여 오일샌드 오일처리 기술의 동향을 조사·분석하여 기술동향 연구사례가 있다¹¹⁾.

본 논문에서는 극한지 오일 및 가스 개발에 있어서 선도국가들의 특허 출원 및 등록 현황을 파악하여 유효특허로 선별하고, 이에 기초하여 시계열 특허동향과 기술의 산업성장 주기, 공백기술 동향을 분석하였다. 이를 통해 선도국과 우리나라의 기술수준과 경쟁력, 기술니즈 등을 종합적으로 비교하였다.

2. 분석방법

2.1 분석범위 및 기술체계

본 특허기술동향조사는 2017년 12월까지 출원 공개 및 등록된 한국, 미국, 캐나다, 러시아, 남미 국가 지역 및 북유럽국가 지역의 특허를 대상으로 분석하였다. 본 조사는 WIPS 검색 DB를 사용하여 특허검색을 실시하였다.

본 특허기술 동향조사 분석에서는 <Table 1>과 같은 중분류 및 소분류 기술체계를 기준으로 정량분석 및 지표분석을 실시하였다. 기술분류체계는 기술동향, 논문동향, 특허동향 등을 분석하는데 있어서, 조사·분석의 범위를 특정하기 위해 도입하는 접

근법이다. 본 연구에서 기술 분류는 시스템의 물리적 결합이나 기술의 속성별로 구분하고, 기술분류명은 일반적인 표준용어로 설정하여 다양한 기술이 반영될 수 있도록 고려하였다.

Table 1. Technical classification of oil and gas plant technologies search formular

| 중분류 | 소분류 | 검색식 |
|---------------------------|---------------------------------------|--|
| Exploration & Production | Exploration (A-1) | (자원 or 지하자원) and (oil OR 오일 or 천연가스 or 셰일 or shale or 유정 or "oil well" or 원유 or "crude oil" or "사워 가스" or "열 회수") AND (육상 or 지면 or 지하 or 지층 or 퇴적 or 극한 or 극지 or 동토 or 해저 or 격오지 OR 해역 or 북극 or 시베리아 or tundra or 툰드라) and (BOP or extraction or "seismic wave" or "earthquake wave" or analy* or fragment* or cracking or "reflection wave" or "elastic wave" or 탐사 or drilling or explor? or metering or 채굴 or 처리 or 회수 or 추출 or 개발 or 분리 or NGL or "Natural gas" or geochemical or sedimentary or petroleum or gathering or separation or de-oiling or recovery or dehydration or hydrate).AB. |
| | Production (Extraction) process (A-2) | |
| | Gathering & Separation (A-3) | |
| Pre-treatment & Upgrading | Oil treatment (B-1) | (자원 or 지하자원) and (oil OR 오일 or 천연가스 or 셰일 or shale or 유정 or "oil well" or 원유 or "crude oil" or "사워 가스" or "열 회수") AND (육상 or 지면 or 지하 or 지층 or 퇴적 or 극한 or 극지 or 동토 or 해저 or 격오지 OR 해역 or 북극 or 시베리아 or tundra or 툰드라) and (fragmaion or drilling or explor? or 탐사 or metering or 채굴 or 처리 or 회수 or 생산 or and or produced water or glycol dehydration, deliquescent, chloride desiccant or 에멀전 or 분리 or 황화수소 or (hydrogen adj sulfide) or petroleum or de-oiling or "gas compression" or "anti surge gas" or gas teg or scrubber or sulfur recovery or hydrogen plant or catalyst regenerator or upgrading or "heavy oil" or reflux or reboiler or vaccum or steam or "storage tank" or coking or "sulfur recovery" or "hydro treat*").AB. |
| | Gas processing (B-2) | |
| | Produced water treatment (B-3) | |
| | Upgrading (B-4) | |
| Pipeline | Pipe & Equipment (C-1) | 자원 or 지하자원) and (oil OR 오일 or 천연가스 or 셰일 or shale or 유정 or "oil well" or 원유 or "crude oil" or "사워 가스" or "열 회수") AND (육상 or 지면 or 지하 or 지층 or 퇴적 or 극한 or 극지 or 동토 or 해저 or 격오지 OR 해역 or 북극 or 시베리아 or tundra or 툰드라) and (pipe or pipeline or welding pipe or booster or booster station or monitor? or control or diagnosis or pigging).AB. |
| | Booster station & Terminal (C-2) | |
| | Monitoring & Control, Pigging (C-3) | |
| Construction Engineering | Site investigation9 (D-1) | (자원 or 지하자원) and (oil OR 오일 or 천연가스 or 셰일 or shale or 유정 or "oil well" or 원유 or "crude oil" or "사워 가스" or "열 회수") AND (육상 or 지면 or 지하 or 지층 or 퇴적 or 극한 or 극지 or 동토 or 해저 or 격오지 OR 해역 or 북극 or 시베리아 or tundra or 툰드라) and (upstream or plant or construction or in-site testor investigation or 탐사 or explor? or foundation or GBS or platform or "passive design utilizing" or seismic design).AB. |
| | Foundation & Structure (D-2) | |
| | Construction Method & Process (D-3) | |

2.2 유효특허 선별기준 및 분석방법

앞서 도출된 키워드 및 검색식을 적용하여 얻은 초기 데이터(Raw Data)에서 본 특허기술동향조사의 대상이 되는 극한지 오일 및 가스 플랜트 건설 기술과 무관한 내용의 특허는 분석에서 제외하고자 노이즈 제거 기준을 선정하고, 이를 기준으로 각 소분류별 국가별 유효특허를 Table 2와 같이 추출하였다. 추출한 유효데이터를 대상으로 본 조사 정량분석을 진행하였다.

Table 2. Number of effective patent in oil and gas plant technologies

| | | Raw-data | 유효특허 | | | | | 비율 |
|---------------------------|---------------------------------------|--------------|---------------|---------------|-------------|--------------|-----|------|
| | | 7,108 | 3,655 | | | | | 51% |
| 중분류 | 소분류 | 유효데이터 건수 | | | | | | |
| | | 한국 (KIPO) | 미국 (USPTO) | 캐나다 (CIPO) | 러시아 (RU) | 북유럽 (EPO) | 남미 | 계 |
| Exploration & Production | Exploration (A-1) | 89 | 120 | 82 | 92 | 22 | 24 | 429 |
| | Production (Extraction) process (A-2) | 156 | 123 | 74 | 76 | 7 | 6 | 442 |
| | Gathering & Separation (A-3) | 104 | 25 | 52 | 83 | 6 | 16 | 286 |
| Pre-treatment & Upgrading | Oil treatment (B-1) | 86 | 111 | 4 | 56 | 9 | 9 | 275 |
| | Gas processing (B-2) | 87 | 78 | 15 | 108 | 11 | 12 | 311 |
| | Produced water treatment (B-3) | 4 | 89 | 22 | 14 | 9 | 18 | 156 |
| | Upgrading (B-4) | 79 | 151 | 88 | 27 | 7 | 9 | 361 |
| Pipeline | Pipe & Equipment (C-1) | 48 | 64 | 41 | 32 | 4 | 9 | 198 |
| | Booster station & Terminal (C-2) | 107 | 162 | 16 | 8 | 10 | 24 | 327 |
| | Monitoring & Control, Pigging (C-3) | 54 | 171 | 42 | 26 | 14 | 28 | 335 |
| Construction Engineering | Site investigation (D-1) | 29 | 76 | 24 | 12 | 3 | 6 | 150 |
| | Foundation & Structure (D-2) | 13 | 185 | 8 | 11 | 3 | 5 | 225 |
| | Construction Method & Process (D-3) | 18 | 122 | 9 | 5 | 2 | 4 | 160 |
| 총계 | | 874 | 1477 | 477 | 550 | 107 | 170 | 3655 |

국가간 IP 관점의 국가간 기술경쟁력 분석을 위해 IP 관점에서 5가지의 factors (기술력, IP시장 확보력, 특허활동 위치, 연구개발 방향, 기술발전 속도)를 분석하며, 이를 위하여 본 특허기술 동향조사에서는 시장확보지수(PFS, Patent Family Size), 피인용도지수(CPP, Cites per Patent) 및 허핀달지수(HHI, Herfindal Index)를 이용하여 기술경쟁력 및 기술경쟁 강도를 분석하였다¹²⁾. 시장확보지수는 시장확보력을 의미하는 지수로서 지수가 높을수록 시장확보력이 높음을 의미하며, 낮은 경우 시장확보력 또한 낮음을 의미한다. 시장확보력 산출식을 아래와 같다.

$$\text{시장확보력}(PFS) = \frac{\text{출원인국적의 평균 패밀리수}}{\text{전체 평균 패밀리 특허건수}} \tag{1}$$

피인용도지수(CPP)는 출원국적의 특허당 인용되는 빈도(Forward Citation)와 출원인국적의 특허건수를 고려한 분석지표로서, 피인용도지수가 높을수록 기술력이 강한 리더그룹으로 분류되며, 낮은 경우 기술력이 약한 후발그룹으로 분류된다¹²⁾. 피인용지수 산출식은 아래와 같다.

$$\text{피인용도지수}(CPP) = \frac{\text{출원인국적의 피인용수}}{\text{출원인국적의 특허건수}} \tag{2}$$

허핀달 지수(HHI)는 시장의 독과점 현황과 경쟁강도를 평가하기 위해 사용되는 지표이다. 허핀달 분석에 특허 데이터를 사

용하여 기술적 측면의 독과점 상황과 기술경쟁의 강도에 대한 정보를 얻을 수 있다^{13,14)}.

$$\text{허핀달지수 (HHI)} = \sum_{i=1}^m \left(\frac{\text{주체의 시장/기술(논문, 특허) 규모}}{\text{전체 시장/기술(논문, 특허) 규모}} \right)^2 \quad (3)$$

본 특허기술동향조사는 특허동향분석(정량분석)을 수행하며, 특허동향 분석은 특허기술 Landscape와 주요 출원인, 세부기술별 Landscape를 분석하였다. 특허기술 Landscape에서는 조사대상국인 한국(KIPO), 미국(USPTO), 캐나다(CIPO), 러시아(RU), 북유럽 및 남미 등 주요 국가별 기술개발 활동현황, 구간별 출원인수와 출원건수의 증감정도의 분석을 통한 특허 기술 성장 단계를 분석한다. 주요 출원인 분석에서는 상위 다출원인을 도출하여 해당 출원인의 기술 확보력, 주력 기술분야, 특허출원 밀집도 등을 분석하고, 세부기술별 Landscape에서는 세부기술별 국가별 특허기술성장 단계 및 포트폴리오 분석 지표를 분석한다.

3. 특허분석 결과 및 고찰

3.1 국가별 landscape

극한지 오일 및 가스 플랜트관련 특허기술의 세계(한국, 미국, 캐나다, 러시아, 남미지역, 북유럽지역) 연도별 특허 출원(Fig. 1 참조)의 추세 및 증가율을 살펴보면, 2007년부터 2017년까지 연간 180~480건 수준의 특허 출원을 유지하고 있음을 알 수 있다. 본 기술에 있어 특허 출원 건수가 가장 높은 국가는 미국으로 약 10년간('07년~'17년) 1477건(40%)이 출원되었으며, 한국 874건(24%), 러시아 520건(15%), 캐나다 477건(13%), 남미지역 170건(5%) 및 북유럽지역 107건(3%) 순으로 나타났다.

극한지 오일 및 가스 플랜트 기술의 국가별 세계(한국, 미국, 캐나다, 러시아, 남미지역, 북유럽지역) 특허 출원 건수의 추세 및 증가율을 살펴보면, 미국이 2007년부터 2017년까지 연간 120~180건 수준의 특허 출원을 유지하며, 가장 많은 출원 활동을 보이고 있다. 본 기술에 있어 러시아는 2007년부터 2017년까지 연간 30~90건 수준의 특허 출원을 유지하며, 캐나다는 연간 약 30~60건 수준의 특허 출원을 유지하고, 한국은 연간 40~180건의 특허 출원을 유지하는 등 활발한 출원 활동을 보이고 있다. 대조적으로 남미국가 지역은 2007년부터 2017년까지 연간 12~30건 수준의 특허 출원을 유지하며, 북유럽국가 지역은 연간 약 10~27건 수준의 특허 출원을 유지하는 등 상대적으로 저조한 출원 활동을 보이고 있다.

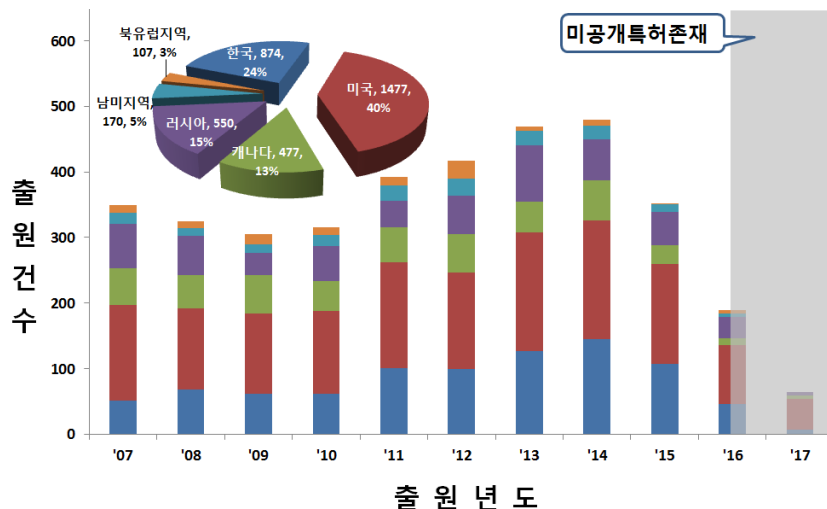


Fig. 1. Number of patent applications by country and region per year

3.2 세부기술별 경쟁력 분석

3.2.1. Exploration & Production 분야

Exploration 관련 기술분야의 시장확보지수(PFS)는 남미, 캐나다, 미국 순이었으며, 피인용지수(CPP)는 캐나다, 미국, 남미 순으로 분석되었다[Fig. 2(a)]. 기술의 피인용도지수와 시장확보지수 모두 평균 보다 높은 국가는 미국, 캐나다로 나타났으며, 이들 국가는 기술의 질적 수준이 높으면서 시장확보력이 높은 국가로 이해할 수 있다. 한국의 경우, 피인용도지수와 시장확보지수를 고려한 결과 기술선도국 지위 보다 약간 낮은 기술을 보유한 것으로 나타난다.

Production(Extraction) process 관련 기술분야의 시장확보지수는 북유럽, 남미, 캐나다 순이었으며, 피인용지수는 미국, 캐나다, 북유럽 순으로 분석되었다[Fig. 2(b)]. 기술의 피인용도지수와 시장확보지수 모두 평균 보다 높은 국가는 미국, 캐나다, 북유럽으로 나타났으며, 이들 국가는 기술의 질적 수준이 높으면서 시장확보력이 높은 국가로 이해할 수 있다. 한국의 경우, 피인용도지수와 시장확보지수를 고려한 결과, 질적수준 측면에서는 기술선도국 지위에 필요한 연구개발 및 시장 확보력 확충이 시급한 것으로 보여진다.

Gathering & Separation 관련 기술분야의 시장확보지수는 미국, 네덜란드, 프랑스 순이었으며, 피인용지수는 미국, 벨기에, 캐나다 순으로 분석되었다[Fig. 2(c)]. 기술의 피인용도지수와 시장확보지수 모두 평균보다 높은 국가는 네덜란드, 미국으로 나타났으며, 이들 국가는 기술의 질적 수준이 높으면서 시장확보력이 높은 국가로 이해할 수 있으며, 한국의 경우, 피인용도지수와 시장확보지수를 고려한 결과 평균 보다 낮은 것으로 나타났다.

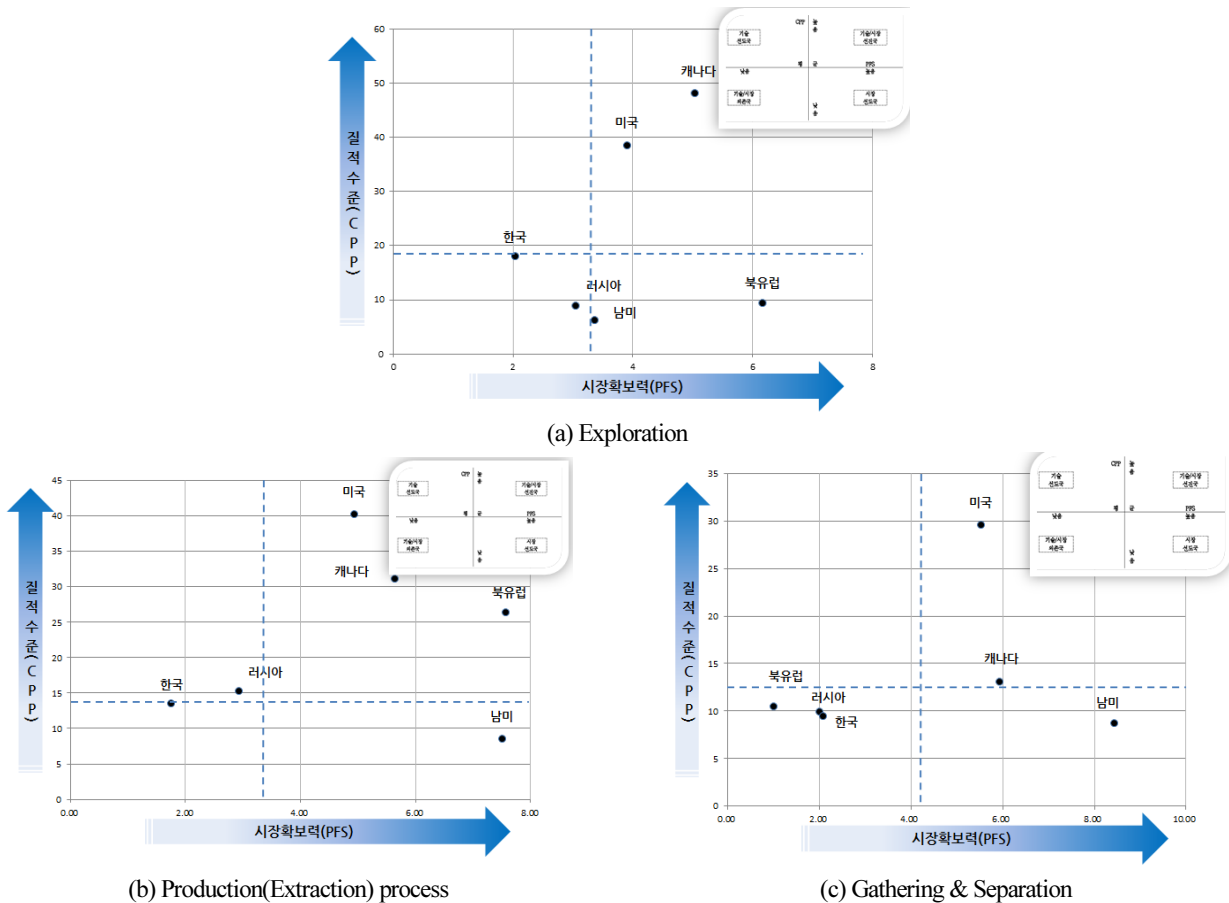


Fig. 2. Portfolio of technological competitiveness in exploration & production

Table 1에 Exploration&Production관련 기술분야의 특허건수 및 기술독점도(허핀달지수) 분석결과를 나타내었다. Exploration 관련 기술분야의 국가별 기술독점도(허핀달지수)를 살펴보면, 미국이 0.84로 5개국 가운데 가장 높은 기술독점도를 보였으며, 전체적으로 5개국 모두 상대적으로 낮은 기술독점도를 보이는 것으로 판단되어진다. 기술독점도(허핀달지수)가 낮다라는 사실은 기술의 시장 진입 장벽이 낮음을 의미한다. 또한 Exploration분야의 기술은 글로벌 대기업에 의한 기술독점력이 그다지 크지 않음을 시사한다. Production (Extraction)process관련 기술분야의 국가별 기술독점도(허핀달지수)를 살펴보면, 한국이 0.65로 상대적으로 높은 기술독점도를 보였으나 전체적으로 5개국 모두 낮은 기술독점도를 보이는 것으로 판단된다. Gathering & Separation관련 기술분야의 국가별 기술독점도(허핀달지수)를 살펴보면, 캐나다가 0.63으로 5개국 가운데 가장 높은 기술독점도를 보였으나 전체적으로 낮은 기술독점도를 보이는 것으로 판단된다.

Table 3. Analysis of patent cases and technology monopoly charts in major countries' exploration & production [Huffindal Index(HHI)]

| 출원국 | | 미국 | 캐나다 | 러시아 | 북유럽 | 남미 | 한국 |
|--------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | 특허건수 | 특허건수 | 특허건수 | 특허건수 | 특허건수 | 특허건수 |
| Exploration & Production | Exploration | 0.84 | 0.50 | 0.23 | 0.43 | 0.23 | 0.62 |
| | | 120 | 82 | 92 | 22 | 24 | 89 |
| | Production (Extraction) process | 0.27 | 0.42 | 0.33 | 0.25 | 0.22 | 0.65 |
| | | 123 | 74 | 76 | 7 | 6 | 156 |
| | Gathering & Separation | 0.42 | 0.63 | 0.43 | 0.47 | 0.40 | 0.62 |
| | | 25 | 52 | 83 | 6 | 16 | 104 |

3.2.2 Pre-treatment& Upgrading 분야

Oil treatment관련 기술분야의 시장확보지수(PFS)는 남미, 캐나다, 북유럽 순이었으며, 피인용지수(CPP)는 미국, 한국, 캐나다 순으로 분석된다[Fig. 3(a)]. 기술의 피인용도지수와 시장확보지수 모두 평균보다 높은 국가는 미국, 캐나다, 한국로 나타났으며, 기술의 질적 수준이 높으면서 시장확보력이 높은 국가로 이해할 수 있다. 한국의 경우, 피인용도지수와 시장확보지수를 고려한 결과 평균보다 약간 높은 것으로 나타났으며, 관련 기술 및 필요한 연구개발 및 시장 확보력 확충이 시급한 것으로 보여진다.

Gas processing관련 기술분야의 시장확보지수는 남미, 캐나다, 미국 순이었으며, 피인용지수는 캐나다, 미국, 러시아 순으로 분석되었다[Fig. 3(b)]. 기술의 피인용도지수와 시장확보지수 모두 평균보다 높은 국가는 미국, 캐나다로 나타났으며, 기술의 질적 수준이 높으면서 시장확보력이 높은 국가로 이해할 수 있다. 그리고 한국의 경우, 시장확보지수가 상대적으로 평균 보다 높은 것으로 나타났으며, 관련 기술 및 필요한 연구개발 및 시장 확보력 확충이 시급한 것으로 보여진다.

Produced water treatment관련 기술분야의 시장확보지수는 캐나다, 러시아, 남미 순이었으며, 피인용지수는 미국, 러시아, 캐나다 순으로 분석된다[Fig. 3(c)]. Produced water treatment 관련 기술에 있어서, 한국의 경우 자원개발에 요구되는 핵심기술 확보에 대한 연구개발 및 투자가 시급한 것으로 보여진다. 기술의 피인용도지수와 시장확보지수 모두 평균보다 높은 국가는 미국, 러시아, 캐나다로 나타났으며, 기술의 질적 수준이 높으면서 시장확보력이 높은 국가로 이해할 수 있다.

Upgrading관련 기술분야의 시장확보지수는 북유럽, 미국, 캐나다 순이었으며, 피인용지수는 미국, 캐나다, 북유럽 순으로 분석되었다[Fig. 3(d)]. Upgrading관련 기술분야에 있어서 한국의 경우, 선진국과의 기술격차가 크지 않아 자원개발에 요구되는 핵심 기술 확보에 대한 연구개발 및 투자가 시급한 것으로 보여지며, 기술의 피인용도지수와 시장확보지수 모두 평균 보다 높은 국가는 캐나다, 미국, 북유럽으로 나타났으며, 이들 국가는 기술의 질적 수준이 높으면서 시장확보력이 높은 국가로 이해할 수 있다.

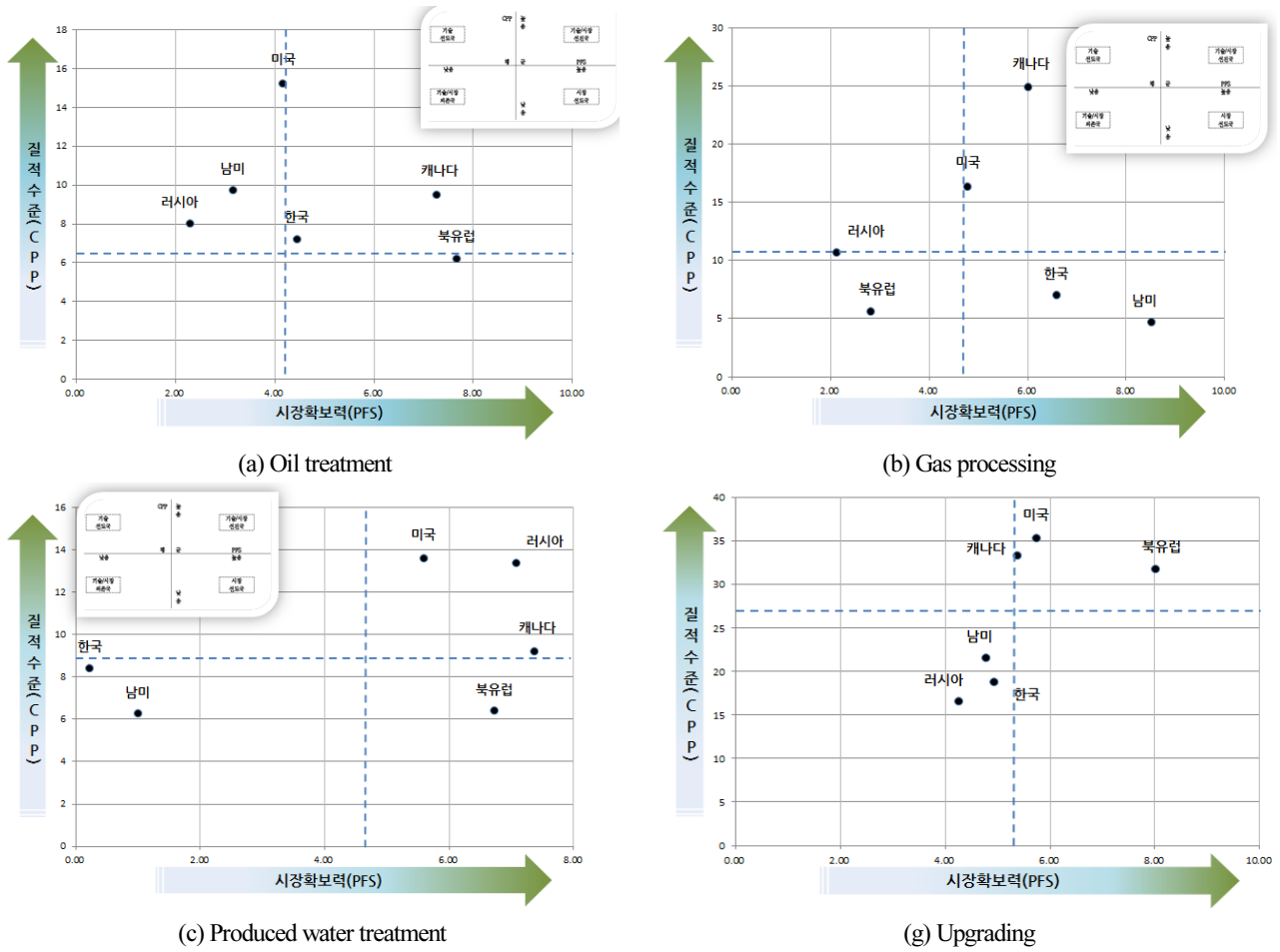


Fig. 3. Portfolio of technological competitiveness in pre-treatment & upgrading

Oil treatment 관련 기술분야의 국가별 기술독점도(허핀달지수)를 살펴보면, 러시아가 0.78로 5개국 가운데 가장 높은 기술독점도를 보였으나 전체적으로 5개국 모두 높은 기술독점도를 보이는 것으로 판단된다 (Table 2). Gas processing 관련 기술분야의 국가별 기술독점도(허핀달지수)를 살펴보면, 미국이 0.64로 5개국 가운데 가장 높은 기술독점도를 보였으나 전체적으로 5개

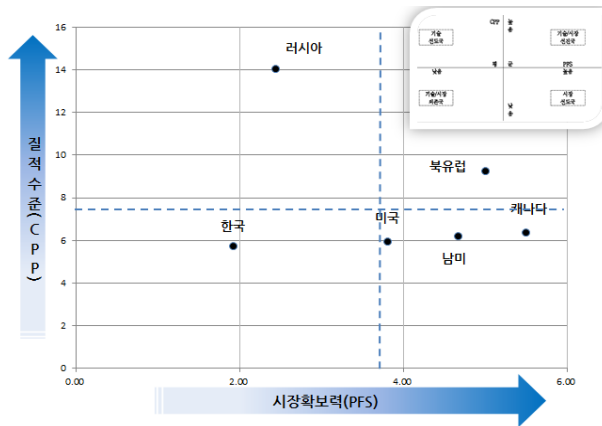
Table 4. Analysis results of patent cases and technology monopoly in the pre-treatment & upgrading field of major countries [Huffindal Index(HHI)]

| 분야 | 출원국 | 미국 | 캐나다 | 러시아 | 북유럽 | 남미 | 한국 |
|---------------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|
| | | 특허건수 | 특허건수 | 특허건수 | 특허건수 | 특허건수 | 특허건수 |
| Pre-treatment & Upgrading | Oil treatment | 0.78 | 0.76 | 0.80 | 0.64 | 0.68 | 0.72 |
| | | 111 | 4 | 56 | 9 | 9 | 86 |
| | Gas processing | 0.64 | 0.61 | 0.56 | 0.54 | 0.62 | 0.58 |
| | | 78 | 15 | 108 | 11 | 12 | 87 |
| Produced water treatment | 0.52 | 0.50 | 0.62 | 0.48 | 0.58 | 0.50 | |
| | 89 | 22 | 14 | 9 | 18 | 4 | |
| Upgrading | 0.72 | 0.70 | 0.76 | 0.74 | 0.68 | 0.67 | |
| | 151 | 88 | 27 | 7 | 9 | 79 | |

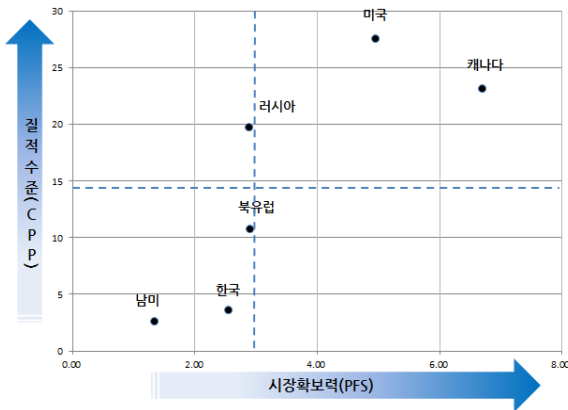
국 모두 낮은 기술독점도를 보이는 것으로 판단된다. Produced water treatment 관련 기술분야의 국가별 기술독점도(허핀달지수)를 살펴보면, 러시아가 0.62로 5개국 가운데 가장 높은 기술독점도를 보였으나 전체적으로 5개국 모두 낮은 기술독점도를 보이는 것으로 판단된다. Upgrading 관련 기술분야의 국가별 기술독점도(허핀달지수)를 살펴보면, 러시아가 0.76으로 5개국 가운데 가장 높은 기술독점도를 보였으나 전체적으로 5개국 모두 높은 기술독점도를 보이는 것으로 판단된다.

3.2.3 Pipeline 분야

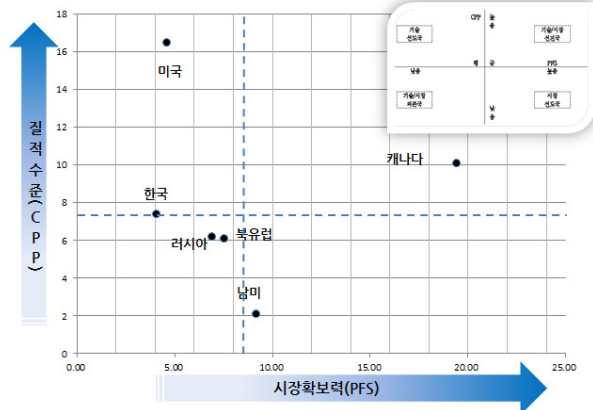
Pipe & Equipment 관련 기술분야의 시장확보지수(PFS)는 러시아, 캐나다, 북유럽 순이었으며, 피인용지수(CPP)는 러시아, 북유럽, 캐나다 순으로 분석되었다[Fig. 4(a)]. Pipe & Equipment 관련 기술분야에 있어서 한국의 경우, 선진국과의 기술격차가 크지 않아 자원개발에 요구되는 핵심기술 확보에 대한 연구개발 및 투자가 시급한 것으로 보여진다. 기술의 피인용도지수와 시장확보지수 모두 평균보다 높은 국가는 미국으로 나타났으며, 기술의 질적 수준이 높으면서 시장확보력이 높은 국가로 이해할 수 있으며, 한국의 경우, 피인용도지수와 시장확보지수를 고려한 결과 평균보다 낮은 것으로 나타났다.



(a) Pipe and Equipment



(b) Booster station



(c) Monitoring and Control

Fig. 4. Portfolio of technological competitiveness in pipeline

Booster station & Terminal 관련 기술의 시장확보지수는 캐나다, 미국, 북유럽 순이었으며, 피인용지수는 미국, 캐나다, 러시아 순으로 분석되었다[Fig. 4(b)]. Booster station & Terminal 관련 기술분야에 있어서 한국의 경우, 선진국과의 기술격차가 크지 않아 자원개발에 요구되는 핵심기술 확보에 대한 연구개발 및 투자가 시급한 것으로 보여진다. 기술의 피인용도지수(CPP)와

시장확보지수(PFS) 모두 평균보다 높은 국가는 미국, 캐나다로 나타났으며, 기술의 질적 수준이 높으면서 시장확보력이 높은 국가로 이해할 수 있다. 한국의 경우, 피인용도지수와 시장확보지수를 고려한 결과 평균보다 낮은 것으로 나타났다.

Monitoring& Control, Pigging관련 기술분야의 시장확보지수는 캐나다, 러시아, 남미 순이었으며, 피인용지수는 미국, 캐나다 순으로 분석되어지며, 한국의 경우 선진국과의 기술격차가 크지 않아 자원개발에 요구되는 핵심기술 확보에 대한 연구개발 및 투자가 시급한 것으로 보여진다[Fig. 4©)]. 기술의 피인용도지수와 시장확보지수 모두 평균보다 높은 국가는 미국, 캐나다로 나타났으며, 이들 국가는 기술의 질적 수준이 높으면서 시장확보력이 높은 국가로 이해할 수 있으며, 한국의 경우, 피인용도지수와 시장확보지수를 고려한 결과 질적수준 측면에서 우위에 있으나, 시장확보력이 상대적으로 저조한 것으로 나타났다.

Pipe& Equipment관련 기술분야의 국가별 기술독점도(허핀달지수)를 살펴보면, 러시아가 0.38으로 5개국 가운데 가장 높은 기술독점도를 보였으나 전체적으로 5개국 모두 낮은 기술독점도를 보이는 것으로 판단되어 진다(Table 3). Booster station& Terminal관련 기술 분야의 국가별 기술독점도(허핀달지수)를 살펴보면, 캐나다가 0.28으로 5개국 가운데 가장 높은 기술독점도를 보였으나 전체적으로 5개국 모두 낮은 기술독점도를 보이는 것으로 판단된다. Monitoring& Control, Pigging' 관련 기술 분야의 국가별 기술독점도(허핀달지수)를 살펴보면, 북유럽 및 러시아가 각각 0.62 및 0.53으로 5개국 가운데 가장 높은 기술독점도를 보였으나 전체적으로 5개국 모두 낮은 기술독점도를 보이는 것으로 판단된다.

Table 5. Analysis results of number of patents and technology monopoly in pipeline field of major countries

| 출원국 | | 미국 | | 캐나다 | | 러시아 | | 북유럽 | | 남미 | | 한국 | |
|--------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | | 특허건수 | 특허건수 | 특허건수 | 특허건수 | 특허건수 | 특허건수 | 특허건수 | 특허건수 | 특허건수 | 특허건수 | | |
| Pipe line | Pipe & Equipment | 0.20 | | 0.23 | | 0.38 | | 0.35 | | 0.24 | | 0.23 | |
| | | 64 | 41 | 32 | 4 | 9 | 48 | | | | | | |
| | Booster station & Terminal | 0.23 | | 0.28 | | 0.22 | | 0.16 | | 0.12 | | 0.23 | |
| | | 162 | 16 | 8 | 10 | 24 | 107 | | | | | | |
| | Monitoring & Control, Pigging | 0.21 | | 0.48 | | 0.53 | | 0.62 | | 0.49 | | 0.26 | |
| | | 171 | 16 | 8 | 10 | 24 | 107 | | | | | | |

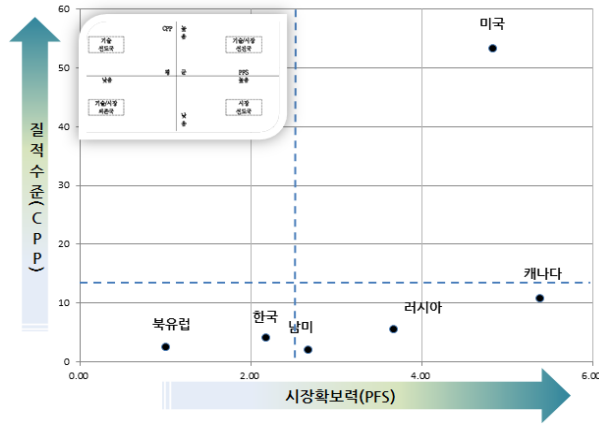
3.2.4 Construction Engineering 분야

Site investigation관련 기술분야의 시장확보지수(PFS)는 캐나다, 미국 순이었으며, 피인용지수(CPP)는 미국, 캐나다 순으로 분석되어졌다[Fig. 5(a)]. 기술의 피인용도지수와 시장확보지수모두 평균보다 높은 국가는 미국으로 나타났으며, 기술의 질적 수준이 높으면서 시장확보력이 높은 국가로 이해할 수 있으며, ‘Site investigation’ 관련 기술에 있어서, 한국의 경우 선진국과의 기술격차가 크지 않아 자원개발에 요구되는 핵심기술 확보에 대한 연구개발 및 투자가 시급한 것으로 나타났다.

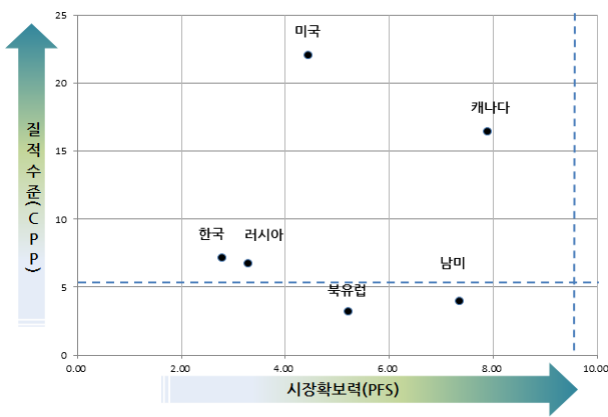
Foundation & Structure관련 기술분야의 시장확보지수는 캐나다, 북유럽 순이었으며, 피인용지수는 미국, 캐나다 순으로 분석되어 졌다[Fig. 5(b)]. 기술의 피인용도지수와 시장확보지수 모두 평균보다 높은 국가는 없었으며, 기술의 질적 수준이 높으면서 시장확보력 측면에서 아직까지 타국가에 비해 크게 앞선 국가가 없는 것으로 이해할 수 있다. 한국의 경우, 피인용도지수와 시장확보지수를 고려한 결과 질적 수준 측면에서 상대적으로 우위에 있는 것으로 보이며, 관련 기술에 있어서, 선진국과의 기술 격차가 크지 않아 자원개발에 요구되는 핵심기술 확보에 대한 연구개발 및 투자가 시급한 것으로 나타났다.

Construction Method & Process관련 기술분야의 시장확보지수는 캐나다, 미국 순이었으며, 피인용지수는 미국, 캐나다 순으로 분석되어졌다[Fig. 5(c)]. 기술의 피인용도지수와 시장확보지수 모두 평균보다 높은 국가는 미국, 캐나다로 나타났으며, 이들 국가는 기술의 질적 수준이 높으면서 시장확보력이 높은 국가로 이해할 수 있다. 한국의 경우, 피인용도지수와 시장확보지수를

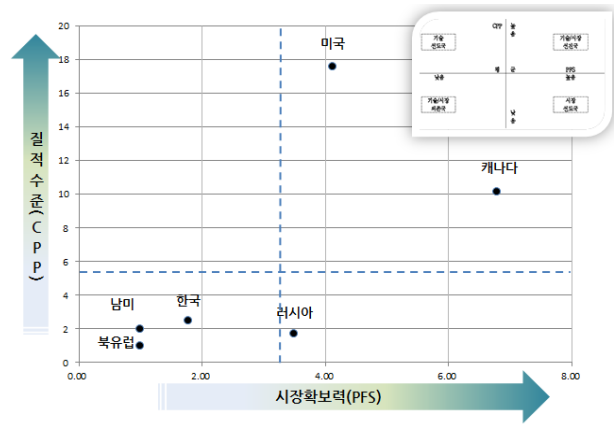
고려한 결과 평균 보다 다소 낮으나, 기술수준은 상대적으로 높은 것으로 나타났으며, 관련 기술에 있어서 선진국과의 기술격차가 크지 않아 자원개발에 요구되는 핵심기술 확보에 대한 연구개발 및 투자가 시급한 것으로 보여진다.



(k) Site investigation



(l) Foundation and Structure



(c) Construction Method & Process

Fig. 5. Portfolio of technological competitiveness in construction engineering

Site investigation 관련 기술분야의 국가별 기술독점도(허핀달지수)를 살펴보면, 미국이 0.49로 5개국 가운데 가장 높은 기술독점도를 보였으나 전체적으로 5개국 모두 낮은 기술독점도를 보이는 것으로 판단된다(Table 4). Foundation & Structure 관련 기술분야의 국가별 기술독점도(허핀달지수)를 살펴보면, 미국이 0.55로 5개국 가운데 가장 높은 기술독점도를 보였으나 전체적으로 5개국 모두 낮은 기술독점도를 보이는 것으로 판단된다. Construction Method & Process 관련 기술분야의 국가별 기술독점도(허핀달지수)를 살펴보면, 미국이 1.65로 5개국 가운데 가장 높은 기술독점도를 보였으나 전체적으로 5개국 모두 낮은 기술독점도를 보이는 것으로 판단된다.

3.3 기술 성장 단계

특허기술 성장단계 분석은 태동, 성장, 성숙, 쇠퇴 및 회복 과정을 파악할 수 있으며, 출원건수의 증가는 기술개발이 활발하고, 출원인수의 증가는 기술시장에의 신규 진입자가 증가함을 의미하며, 종합적으로 출원건수와 출원인수의 동시 증가는 해당 기술 시장이 확대되고 있다는 것을 의미한다.

Table 6. Analysis results of number of patents and technology monopoly in construction engineering field of major countries

| 분야 | 출원국 | 미국 | 캐나다 | 러시아 | 북유럽 | 남미 | 한국 |
|-----------------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 특허 건수 | 특허 건수 | 특허 건수 | 특허 건수 | 특허 건수 | 특허 건수 |
| Construction Engineering | Site investigation | 0.49 | 0.34 | 0.45 | 0.41 | 0.42 | 0.38 |
| | | 76 | 24 | 12 | 3 | 6 | 29 |
| | Foundation & Structure | 0.55 | 0.26 | 0.31 | 0.49 | 0.40 | 0.38 |
| | | 185 | 8 | 11 | 3 | 5 | 13 |
| | Construction Method & Process | 1.65 | 0.43 | 0.87 | 0.51 | 0.26 | 0.23 |
| | | 122 | 9 | 5 | 2 | 4 | 18 |

Fig. 3에 기술의 성장단계 분석을 통해 우리나라의 경우에, 기술분류체계 상 모든 기술영역에서 발전기 및 성장기로 분석되어, 기술개발 발전양상으로 볼 경우, 투자 활성화가 필요한 시점으로 분석된다. 국가별 특허기술 성장단계를 분석해 본 결과, 한국과 러시아는 출원건수와 출원인수가 동시에 증가하여 성장단계로 보이며, 미국은 출원건수는 많이 증가하였으나 출원인수가 다소 정체되면서 성숙기 단계로 나타났고, 캐나다는 출원건수가 감소하면서 성숙기 말기에 접근하는 것으로 보이며, 남미국가 지역이나 북유럽국가 지역은 상대적으로 출원활동이 저조한 것으로 분석된다.

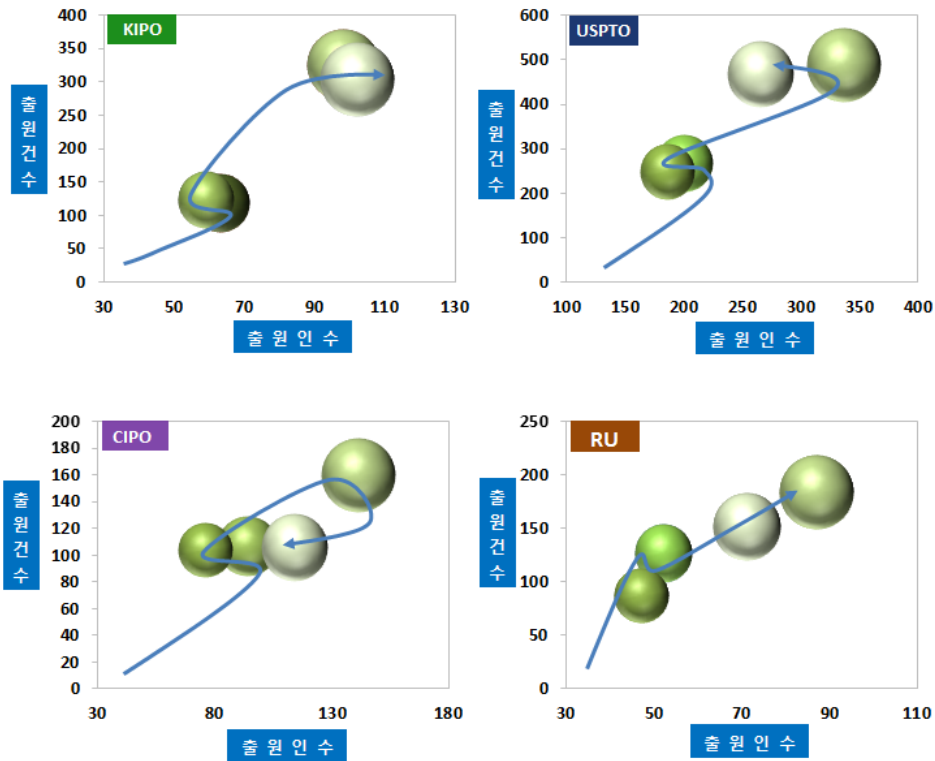


Fig. 6. Industry cycle of technology

미국, 캐나다, 러시아, 북유럽 및 남미 국가 지역의 특허청의 특허 데이터를 바탕으로 포트폴리오, 기술주기를 분석한 결과, 전체적으로 성장기 단계 및 부활기 단계에 있는 것으로 분석되며, 극한지 자원개발에 대한 연구개발 및 투자가 시급한 것으로 판단된다.

한국의 경우에, 발전기에 속하는 기술분류는 탐사, 개질, 극한지 조사 및 건설공법 등이고, 성장기에 속하는 기술분류는 생산, 수집 및 분리, 오일처리 및 가스처리, 생산수처리, 파이프라인, 승압스테이션, 모니터링 및 제어, 기반기초 및 구조 등으로 분석된다. 이를 통해 살펴본 사업영역의 기술분야는 발전기 및 성장기에 해당하는 기술발전 양상으로 볼 때, 국가R&D 투자 활성화가 필요한 시점으로 사료된다.

4. 결론

이상과 같이 극한지 오일 및 가스 개발에 있어 선도국가들의 특허 출원 및 등록 현황을 기초로 세계열 특허동향과 경쟁력 현황, 기술의 산업성장주기 등을 분석하였다. 이를 통해 선도국과 우리나라의 기술수준과 경쟁력, 기술니즈 등을 종합적으로 비교하고 기술개발방향에 관한 시사점을 도출하였다.

특허 분석결과, 탐사 및 생산, 전처리, 파이프라인, 건설공법 등 기술 분류 전반에 걸쳐 특허 출원 및 등록 특허의 약 68%가 미국, 캐나다 및 러시아에 집중되고 있음을 알 수 있었다. 주요 국가별 기술경쟁력 분석에 있어서 미국, 캐나다, 러시아, 북유럽 국가 등이 5위권 내에 선두그룹을 형성하고, 한국의 경우에 전반적으로 낮은 시장 확보지수와 피인용지수를 보이고 전 분야에 걸쳐 5-6위의 경쟁력을 가지는 것으로 분석되었다. 기술성장주기를 분석한 결과, 선도국의 대부분은 성장기 단계 및 부활기 단계에 있는 것으로 분석되며, 한국의 경우에는 발전기 및 성장기에 속하는 기술분류가 많았다.

미국이나 캐나다, 북유럽과 비교시에 특허 출원 및 등록 점유율은 낮으나 기술격차가 크지 않으며, 일부 국가에서 쇠퇴기 양상을 보였던 국가들의 특허기술 성장세도 조만간 변곡점을 지나 새로운 성장 혹은 부활기 양상으로 전개될 가능성이 큰 것으로 예상된다.

전 세계적으로 극한지에서 오일 및 가스 자원 확보 측면에서 경쟁이 더욱 심화될 것으로 예측되며, 본 기술분야는 발전기 및 성장기에 해당하는 기술발전 양상으로 볼 때, 그 발전 가능성이 타 분야에 비해 높다고 판단되므로, 보다 심층적인 연구개발 및 투자의 전략적 확대가 시급한 시점으로 분석되었다.

Acknowledgement

※ 본 연구는 2020년도 국토교통부의 재원으로 플랜트연구사업의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다(과제번호 :20IFIP-C146546-03).

References

1. 황인주, “극한지 자원화플랜트 연구사업 기획보고서”, 국토교통부, 2018.
2. I. J. Hwang, H. D. Lee, T. K. Oh, and S. J. Lee, “Analysis of Stacked Structural Frame for Construction of Modular Plant in the Cold and Harsh Areas”, The Society of Convergence Knowledge Transactions, Vol. 7, No. 4, pp. 87-93, 2019.
3. H. D. Lee, Y. K. Choi, M. S. Kong, and I. J. Hwang, “An Experimental Study on the Characteristics of De-oiling Equipment for Produced Water Treatment of Oil-sand Plant”, The Society of Convergence Knowledge Transactions, Vol. 7, No. 4, pp. 79-85, 2019.
4. United States Geological Survey, 2012.
5. World Energy Outlook-2017, IEA, 2017.
6. B. G. Jeong, J. W. Kim, and J. H. Yun, “Patent-based competitive intelligence analysis of augmented reality technology : Application of topic modeling”, The Korean Institute of Industrial Engineers, Vol. 2015, No. 11, pp. 2265-2270, 2015.

7. B. G. Yoon and Y. T. Park, "A text-mining-based patent network: Analytical tool for high-technology trend", *The Journal of High Technology Management Research*, Vol. 15, No. 1, pp. 37-50, 2004.
8. J. H. Bae, J. K. Park, and J. W. Lee, "Patents Trend Analysis on Unconventional Oil and Gas Technologies", *Economic and Environmental Geology*, Vol. 48, No. 4, pp. 361-369, 2015.
9. D. B. Nah, S. C. Kil, and M. S. Oh, "The Global Trends of the Patents for the Ocean Energy", *Economic and Environmental Geology*, Vol. 42, No. 4, pp. 377-384, 2009.
10. G. W. Park and I. J. Hwang, "Technology Trends of Oil-sands Plant Modularization using Patent Analysis", *Economic and Environmental Geology*, Vol. 49, No. 3, pp. 213-224, 2016.
11. K. Y. Park, S. D. Han, H. J. Han, K. S. Kang, W. S. Bae, and Y. W. Rhee, "A Study on the Trend of Technology for the Treatment of Oil from Oilsands by Patent Analysis", *Clean Technology*, Vol. 15, No. 3, pp. 210-223, 2009.
12. 한국산업기술평가관리원, "특허분석을 통한 산업기술분야 메가트렌드", 2012.
13. Y. K. Ko, J. W. Park, and D. H. Jo, "Study on the Impact from the Concentration of Technological Innovation Activity to the Management Achievement : Focused in Listed ICT Companies", *Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 16, No. 4, pp. 347-358, 2016.
14. H. S. Kang and S. H. Lee, "A Study on Efficient Noise Filtering of Patent Data Analysis and Level Assessment of Patent Technology which improve reliability", *Journal of Korea Technology Innovation Society*, Vol. 15, No. 1, pp. 105-128, 2012.