

정책 이슈페이퍼 18-15

석유·가스 부문의 지능형 기술 도입요인 조사연구

유학식·박기현

목 차

- I. 배경 및 문제점 / 1
- II. 조사 및 분석 결과 / 2
- III. 정책 제언 및 시사점 / 18
- <참고자료> / 21

I. 배경 및 문제점

- 최근 사물인터넷(IoT), 빅데이터 분석, 머신러닝 등 4차 산업과 관련된 지능형 기술이 에너지산업에서도 생산성 및 효율성 개선, 안전성 제고, 고객화, 시장 및 가격전망 등 다양한 용도로 도입 및 적용이 시도되고 있음.
 - 에너지산업도 사물인터넷이나 빅데이터 분석 등 지능형 기술의 유망 적용 분야로 인식되고 있고 실제로 해외에서는 많은 석유·가스 기업들에서 도입되고 있는 것으로 알려짐.
 - 해외의 경우 특히 상류부문 중심으로 유가스전 운영 효율화 및 생산성 향상을 위해 지능형 기술의 도입이 확산되고 있고, 중류 및 하류 부문에서도 관심이 증가하는 추세임.
- 한편 우리나라에서는 에너지부문 지능형 기술 적용이 스마트그리드와 같은 전력부문에서 먼저 논의되어 왔고, 관련 연구나 정책개발도 전력부문에서 보다 활발하게 이루어졌음.
 - 그 결과 그동안 석유·가스 산업 관점에서 지능형 기술의 도입 현황이나 기대효과, 향후 적용 가능성 등을 연구한 국내 사례가 사실상 거의 전무함.
 - 이에 따라 국내에서 접할 수 있는 석유·가스 부문의 지능형 기술의 도입동향에 관한 자료는 대부분 해외자료이며 국내에서는 석유·가스 산업에서 지능형 기술의 도입동향이나 업계의 인식이 어느 정도인지 조차도 정리된 바가 없음.
- 이에 본 연구는 석유·가스 부문의 지능형 기술 도입 동향과 생태계를 그려 보고, 이를 통해 석유·가스 부문에서 지능형 기술의 도입여건, 도입요인 및

기대효과를 정리·분석하고 나아가 우리나라 석유가스 산업에서의 지능형 기술의 도입 잠재력과 이와 관련한 시사점을 발굴하는 것을 목표로 함.

- 석유·가스 부문에서의 지능형 기술의 내용과 해외 동향을 이해하고, 우리나라 석유·가스 부문에의 도입 가능성과 잠재 적용 분야를 탐색하여 우리나라 석유·가스 산업의 경쟁력 제고를 위한 시사점을 제공할 수 있음.

II. 조사 및 분석 결과

1. 지능형 기술과 도입여건 변화

□ 「지능형」(intelligent-, smart-)이라는 용어는 일반적으로 정보를 습득하고 상황을 인지하여 예측해 나가는 기능이 있는 것을 의미함.

- 산업부에서 그동안 정보화, 자동화, 디지털화 등 유사한 형태의 다양한 단어들로 그 의미가 부분적으로 표현되어왔고 생산성 및 공정효율성 개선, 현장 안전성 강화, 비용 절감 등을 위한 노력의 일환으로 지속되어 왔음.
- 본 연구에서는 '사물인터넷을 기반으로 석유가스 상류, 중류, 하류의 생산 설비에 센서를 부착하여 실시간으로 수집된 빅데이터를 분석하고 이를 활용하여 설비운영을 최적화하거나 설비 고장의 예측 등에 활용되는 센서, 무선통신, 사물인터넷, 빅데이터 분석, 머신러닝 기술 등'을 석유가스 부문의 지능형 기술로 통칭하기로 함.
- 또한 핵심 생산 활동의 가치사슬 전후방에 확장되어 원료(피드원유) 수급 전략, 산출제품의 가격과 최적 믹스 분석, 파이프라인 및 물류의 최적경로 발견, 수송의 물리적/시간적 병목 회피, 서비스 고객화와 소매 마케팅 등

원료 수급과 판매, 서비스 측면에서도 수익 극대화과 안전성 강화를 위해 사용되는 진단 장비 및 빅데이터 분석 기술까지도 지능형 기술의 범위라고 할 수 있음.

□ **최근 사물인터넷(IoT), 무선통신, 대용량의 데이터 수집·저장·분석 등 기술적 여건이 급속히 개선되면서 산업부문에서 지능형 기술의 응용분야와 역할이 확산되었고 과거의 정보화, 자동화, 디지털화와는 현격하게 다른 수준의 “지능화”가 전개되었음.**

- 먼저 지능형 기기의 비용 하락 및 가용성 개선이 큰 여건 변화 중의 하나임. 센서 가격이 빠르게 하락하였고, 자동화 기기 설치 비용이나 설치 시간 감소로 석유·가스 부문에도 비용측면의 부담이 많이 개선되었음.
- 산업용 센서는 산업 현장의 가혹한 조건, 즉 고압이나 고온의 환경에서 내구성을 갖추고 진동, 폭발 등에도 견딜 수 있게 설계되어야 하는 경우가 많아 더욱 비쌌. 이러한 산업용 특수 센서 가격 역시 최근 크게 하락함.
- 또한, 무선 기술이 개선·안정화 되고 데이터 전송기술도 발전하고 있는 점도 기여하였음. 이로 인해 산업현장에서 발생하는 방대한 양의 빅데이터에 대한 접근성이 향상되었음.

□ **이러한 변화와 함께 석유가스 산업에서 지능형 기술에 관한 논의도 활발해지고 있으며 이는 ‘oil’, ‘gas’, ‘industry’라는 단어를 포함한 뉴스를 대상으로 한 텍스트마이닝 결과에서도 확인됨.**

- 특히 2013년을 지나면서 data, ICT, IoT와 같은 지능형 기술과 관련된 키워드의 빈도가 빠르게 증가한 것을 확인할 수 있음.
- 그리고 석유가스 부문에서 기술(technology)의 형태, 유용성, 기능 등과 관련된 키워드들도 최근에 노출빈도가 늘어나고 있음을 알 수 있음.

<표 1> 'oil', 'gas', 'industry'를 포함한 뉴스의 연도별 상위 20개 키워드

순위	2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	단어	빈도	단어	빈도	단어	빈도	단어	빈도	단어	빈도	단어	빈도
1	oil	12,033	oil	12,056	oil	9,264	oil	8,901	oil	9,519	oil	9,008
2	gas	10,409	gas	10,378	gas	8,405	gas	8,178	gas	8,288	gas	7,267
3	industry	3,296	industry	3,419	industry	2,895	industry	3,046	industry	3,388	industry	3,276
4	company	3,256	company	2,956	company	2,431	company	2,334	company	2,457	company	2,051
5	energy	1,909	energy	2,055	energy	1,867	energy	1,692	IoT	1,790	energy	1,348
6	production	1,322	production	1,399	production	945	service	963	energy	1,752	IoT	986
7	exploration	1,087	exploration	1,094	service	892	production	798	service	1,042	price	979
8	drilling	936	price	1,044	natural	745	technology	796	price	895	service	767
9	price	934	drilling	903	technology	741	natural	648	technology	851	business	688
10	natural	931	natural	858	exploration	712	market	637	business	800	technology	672
11	well	692	development	771	power	666	business	606	data	765	market	649
12	development	674	service	738	business	578	power	591	power	731	global	623
13	service	669	state	661	well	564	exploration	571	drilling	671	production	585
14	state	663	well	634	development	538	data	570	production	661	ICT	575
15	government	650	president	589	drilling	518	IoT	543	industrial	642	industrial	564
16	offshore	610	government	589	global	507	development	539	market	639	power	543
17	tax	576	petroleum	553	market	497	well	518	global	631	data	519
18	resources	575	environment	540	data	495	ICT	494	well	610	development	454
19	petroleum	574	business	534	government	465	drilling	491	exploration	563	well	447
20	business	523	resources	531	ICT	451	global	491	ICT	550	drilling	444

2. 석유·가스 부문의 특성과 지능형 기술 생태계

- 석유가스 산업은 자본집약적 산업으로 전통적으로 대규모의 투자비가 소요됨. 특히 상류부문을 특징적으로 보자면 자본소요가 큰 산업임.
- 역시 탐사-개발-생산 등 전 단계에서 대규모 자금 조달 능력이 필수적으로 요구됨. 특히 탐사/개발단계에서 심해시추 1공 당 약 1억 달러 소요되는 등 투자비(Capital cost)가 매우 높게 발생한다고 함.1)

- 세계적인 일관체제 메이저 석유기업의 경우, 상류부문이 투자액과 순이익에서 차지하는 비중이 절대적임.
 - 엑손모빌, BP, 토탈, 셰브론 메이저사들의 경우 평균적으로 기업의 총 순이익의 약 77%가 상류부문에서 발생하며, 상류부문 투자액이 기업의 총 투자액의 약 70% 차지함.²⁾

□ 한편 석유가스 산업은 지식집약적이고 기술집약적인 산업이면서 특히 상류부문의 사업은 리드타임이 길고, 사업성공률이 낮은 고위험 산업임.

- 상류부문의 경우만 해도 지질공학, 자원공학, 기계, 화공, IT 등 여러 분야의 지식과 기술이 접목되어야 하며, 이러한 기술력이 사업 경제성에 직결되는 경우가 많음.
- 경제성 있는 규모의 유가스전을 발견할 상업적 성공률은 약 5~10% 내외에 불과한 것으로 알려져 있고 일반적으로 전통유가스전의 경우 탐사성공 후 최초 생산까지 약 5~7년이 소요되고 투자비 회수에는 생산 이후 약 3~10년이 소요됨.³⁾

□ 또한, 석유가스 산업의 경우 현재 수작업으로 수행하고 있는 공정 중에서 사물인터넷을 활용하여 자동화가 가능할 것으로 여겨지는 작업의 비중이 타 산업 대비 높은 편임.⁴⁾

- 석유가스 상류부문은 특히 원격지나 해상 등 작업자가 신체적 위험에 노출되는 현상이 많음.

1) 한국석유공사 자문자료, ‘한국의 디지털 오일필드 사업모델 도출을 위한 추진전략 제안 초안(비공개 자료), 2017.7, p.3

2) *ibid*, p.4

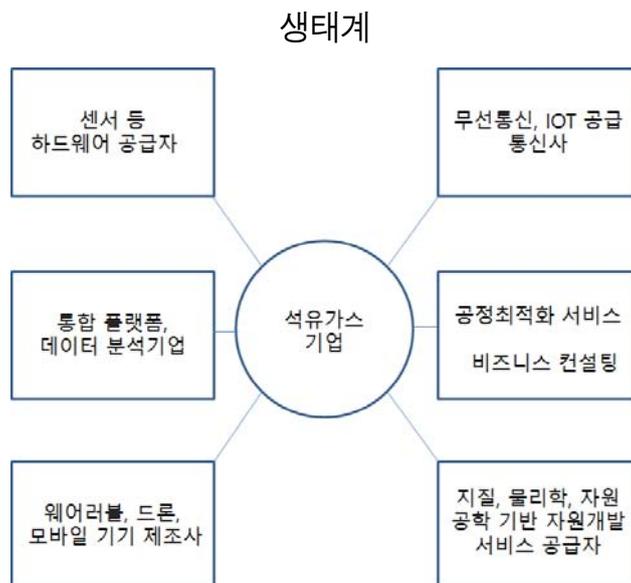
3) *ibid*, p.3

4) CISCO(2014), ‘Attaining IoT Value: How to move from connecting things to capturing insights’, 2014, p.10

- 또한 기기의 정밀한 조정이 요구되거나 육안으로 관측이 어려운 설비의 모니터링을 지속해야 하는 등 작업 특성으로 자동화 필요성도 높고 그만큼 지능형 기술의 도입 잠재력이 큰 산업이라고 할 수 있음.
- **지능형 기술의 도입을 통해 비용을 낮추고, 지질·자원·기계 등의 기술적 요소의 기능을 극대화하여 리드타임을 줄이거나 탐사성공률, 나아가 사업성공률을 높이는데 기여한다면 충분히 활용가치가 있다고 생각할 수 있음.**
 - World Economic Forum(2017)은 향후 10년 간(2016~2025) 세계 석유가스 부문의 디지털화를 통해 석유가스 산업, 소비자, 사회전반에 약 1.6조 달러의 가치를 창출할 것으로 평가하였음.
 - 이 중 석유·가스 기업에게 창출되는 부가가치가 약 1조 달러, 사회적 효용을 약 6,400억 달러로 추산하였음.
 - 그러나 석유가스 부문에서의 지능형 기술의 효과에 대한 잠재력이나 업계의 기대에도 불구하고, 여전히 석유가스 산업은 정보통신업, 미디어산업, 금융업종 등과 같이 통신과 데이터분석을 본연적 업무로 하는 업종들보다 디지털화 수준은 여전히 낮은 편으로 평가되고 있음.
- **석유·가스 부문에서 지능형 기술의 생태계의 구도는 석유가스 기업을 그 중심에 놓고 볼 때, 석유가스 기업에 지능형 기술과 관련된 하드웨어, 소프트웨어, 솔루션 등을 제공하는 연관 기업들로 구성됨.**
 - 상류부문일 경우 통상적인 E&P 기업(메이저, 독립계, 국영석유기업, 일반 자원개발기업)이, 중류부문일 경우 석유가스 파이프라인 운영사나 저장설비 운영사가, 하류 부문일 경우 정유사나 가스 소매업자 등 생태계의 가운데에 배치됨.

- 석유가스 기업을 가운데에 놓았을 때, 우선적으로 무선 센서와 같은 하드웨어 공급자가 생태계의 한 편을 차지함. 또한 웨어러블 기기나 드론 등 모바일 기기를 제조하고 공급하는 기업도 한 편에 존재함.
- 석유가스 부문 지능형 기술의 생태계 다른 한 편에는 사물인터넷, 무선통신, 클라우드 환경 등을 제공하는 통신사나 IT 기업과 같은 통신인프라 공급자가 존재함.
- 또 다른 한 편에는 통합 플랫폼, 분석프로그램 등을 공급하는 데이터 분석 전문 기관이 있을 수 있으며 이들은 빅데이터 분석, 인공지능 알고리즘 프로그램을 개발하고 공급하게 됨.
- 또한 석유가스 부문별 전문 서비스를 제공하는 기업이 존재함.
 - 상류부문의 경우 자원개발서비스 기업이 이에 포함될 수 있고, 하류 부문의 경우 공정최적화 컨설팅사 등이 이에 해당할 수 있음.
 - 일반적인 비즈니스 전략컨설팅사도 해당될 수 있음.

[그림 1] 석유가스 부문의 지능형 기술



자료: 저자 작성

- 물론 이러한 기능적 요소로 분류한 생태계가 그 구성원 간에 역할이 중첩되거나 다른 기능을 제공하는 기업 간에 전략적 제휴나 기업 인수합병 등을 통해서 그 경계를 넘어서기도 함.
- 석유가스 부문의 지능형 생태계는 결국 석유가스 산업부문과 ICT 부문이 융복합되는 영역이라는 특성 때문에, 이종 기업 간 또는 동종 기업군 내에 이종 전문분야 간의 제휴 및 협업이 활발하게 일어나고 있음.

3. 해외 석유가스 부문의 지능형 기술의 도입요인 및 기대효과

- 석유가스 산업을 상류, 중류, 하류로 나누어 각 산업적 특성과 여건변화, 지형 기술의 도입 필요성 및 기대효과를 서술하면 다음과 같음.

1) 상류 부문

- 상류부문의 환경변화로 지능형 기술에 대한 관심과 도입 시도가 확대되고 있음.**
- 특히 저유가 등 국제유가 변동성의 증가, 자원개발 서비스기업에서의 지능형 기술의 신규 사업화, 심해나 원격지 등 생산환경의 위협요인 증가 등을 배경으로 지능형 기술의 필요성이 최근 더욱 커졌음.
- 상류부문에서 지능형 기술은 생산설비 정밀조정을 통한 최적생산 수준 유지, 모니터링 비용 감소, 설비고장이나 사고 예방 등 안전성 개선에 도움 기대**
- 생산유정의 정두장치는 다양한 압력 밸브와 초크로 구성되는 바, 유정의 압력과잉 시 원유를 한 번에 많은 추출을 할 수 있으나 최적이지 아닐 수 있으며, 압력이 과도하게 낮은 것도 바람직하지 않음.

- 따라서, 압력이 매우 정밀하고 정확히 세팅되어야 하며 이를 위해서는 정밀하면서 반복가능한 제어가 필요함. 지능형 기술은 빅데이터 분석을 통해서 경험적으로 가장 최적의 조건을 도출해 내고 이를 원격으로 정밀하게 조정함으로써 최적 생산 수준을 유지할 수 있게 함.
- 즉, 생산설비에 부착된 센서에서 수집된 산출 유동속도, 튜빙 및 케이싱 압력, 물차단 동향, 모래생산률 등 빅데이터를 바탕으로 유사한 생산조건하에서 최적의 입력 조건을 도출하여 정밀한 조정을 통해 생산량이나 회수량 증진에 활용하게 됨.
- 이러한 방식은 특히 초기 생산개시 이후 빠르게 고갈이 진행되는 셰일유전에서 채수압파쇄 실시 여부나 시기를 결정하거나, 주입수의 양, 파쇄재의 투입량 등을 결정하는 데에도 활용 가능함.
- 또한 센서를 통한 무인 기록, 송신, 데이터 분석을 함으로써 현장인력이 직접 유정을 방문하여 모니터링 하는 데에 소요되는 비용과 시간, 안전사고에의 노출을 줄일 수 있음.
- 최근에는 웨어러블 기기나 드론과 같은 모바일 기기를 활용한 자산 모니터링 솔루션도 빠르게 개발되고 있음.
- 이는 작업자가 현장을 직접 모니터링 하는데 소요되는 시간과 직접 수작업 검사나 기록에서 발생할 수 있는 휴먼에러를 줄여주고 실시간으로 다양한 정보를 제공하고 작업자의 성과관리까지 실시간으로 측정해줄 수도 있음.
- 또한 설비에 전해지는 진동, 온도, 압력, 소리 등의 빅데이터를 바탕으로 사고 또는 고장직전의 상태에 대한 학습(머신러닝)을 통해 생산설비의 폭발이나 고장을 사전에 감지하여 다운타임을 감소시키고 작업자의 안전성도 제고할 수 있음.

- 이는 고장이나 사고에 따른 비용을 감소시키고, 설비의 경제성을 개선하는 효과를 가져 올 수 있음.
- 그리고 지능화에 따른 최적화된 조건에서 생산활동을 함으로써 에너지소비와 온실가스 배출을 감소시키고 생산정 주입용수 사용을 최적화 하여 물사용량도 절감하고, 원유가스의 누출이나 유출을 사전 탐지하거나 유출시 빠른 대처를 가능하게 하여 환경적 효익도 기대됨.

2) 중류 부문

- **북미 중류사업의 경우 파이프라인 수송망에 기반한 네트워크형 사업이라는 특성 하에서, 최근 셰일가스 개발 등 사업환경 변화, 파이프라인 노후화 등에 대응하기 위해 지능형 기술의 도입에 대한 관심이 높아지고 있음.**
 - 파이프라인을 통한 유가스류 수송업은 최근에는 셰일자원의 개발로 다양한 규격의 물량과 성상의 유류 및 가스를 다수의 지점으로부터 새로운 소비자와 시장으로 수송하는 다소 복잡하고 다이나믹한 사업으로 진화
 - 과거에는 유사한 품질의 유류와 천연가스를 고정된 공급원으로부터 수요센터까지 수송하는 비교적 단순한 사업이었음.
 - 한편 석유가스 파이프라인 회사들은 동시에 파이프라인 배관의 노후화와 넓고 수동형 방식의 모니터링 및 제어기기로 서비스 차별화 어려움에 직면하고 있음.
 - 또한 파이프라인은 매우 넓은 지역에 걸쳐 설치되어 있고 인적이 드문 황무지, 초원, 강, 숲 등을 관통하여 건설되는 경우가 많기 때문에 이 넓은 지역을 직접 모니터링하고 관리하는 데에 어려움이 많이 발생함.

□ **복잡한 네트워크를 이루는 배관망을 이용한 수송사업이라는 중류부문의 특성을 감안, 지능형 기술을 최적 수송루트 도출 등 수송서비스 차별화를 추구하는 데 활용 가능함.**

- 복잡한 파이프라인 네트워크 인프라에서 빅데이터 분석과 머신러닝 등 분석기법으로 최적 수송 노선을 도출하는 데 사용할 수 있으며 파이프라인 이용계약에 수송 노선의 선택사양을 포함해서 차별화된 서비스와 요금을 제안하는데 활용가능함.
- 특히 과거의 시간대/계절별 수송량과 혼잡도, 석유가스 시장의 수급데이터 등을 함께 분석하여 미래의 수송량과 혼잡도를 예측하고 이를 고려하여 이용료 차별화 등 기존의 단순한 계약구조를 벗어나 다양한 수송 옵션을 개발할 수 있음.

□ **또한 지능형 기술은 파이프라인에서 생성된 다양하고 방대한 빅데이터를 바탕으로 배관의 건전성과 안전성을 제고하는데 기여할 수 있음.**

- 지능형 센서를 통해 압력, 진동, 냄새, 소리 등 배관의 건전성을 실시간 모니터링하고 수집된 빅데이터를 학습하여 과거의 파이프라인 균열, 누출 등 설비의 위험성이 커졌던 상황에 유사한 조건들을 감지할 수 있음.
- 넓은 지역에 설치된 파이프라인의 모니터링에 소요되는 시간과 인력을 줄일 수 있으며 부식, 균열 등 배관 건전성 약화를 사전에 탐지하여 예측정비를 함으로써 운영비용과 사고비용을 감소시킬 수 있음.
- 또한 유사한 방법으로 파이프라인 폭발 등 위험을 예방할 수 있고, 절도, 방화, 사보타지 등 인위적 위해 행위를 차단하는 데에도 도움이 됨.
- 이는 동시에 차별화가 어려운 중류사업의 특성에서 벗어나 파이프라인 안

전성을 강화하고 사고위험을 줄임으로써 화주에게 신뢰성을 주어 자사의 차별화 전략에도 활용 가능함.

- 또한 최근에는 드론과 같은 모바일 기기나 위성의 영상데이터를 함께 이용할 경우 인력이나 기존 센서에 의존하는 모니터링 방식보다 우수한 효과를 기대할 수도 있음.

3) 하류 부문(원유정제)

□ 하류부문, 특히 원유정제업에서도 산업의 특성에 따라 지능형 기술의 도입에 관심이 커지고 있음.

- 원유정제업의 특징 중 가장 두드러지는 점은 원유 구매 비용이 석유제품 제조원가에서 차지하는 비중이 매우 높다는 점임.
- 또한 최근에 비전통원유의 생산 증가로 과거에는 고려하지 않았던 유종의 정제시설 투입을 고려해야하는 경우가 늘어나고 있음.
 - 이 경우 설비의 적합성이나 산출물의 생산성에 대한 정밀한 평가가 먼저 이루어져야 함.
- 또한 정유부문은 에너지산업 중에서 가장 제조업적 특성, 장치산업의 특성을 가진 산업으로 공정의 무결성이 제품의 수율, 불량률, 계획한 산출물의 획득에 매우 중요함.
 - 정유소의 가동중단 방지는 정제제품 산출량 극대화 및 영업손실 최소화에 필수적인 조건임.
 - 또한 많은 정유소에서 '시간 기준'(time-based)의 비효율적인 유지보수 관행을 갖고 있으며 비계획적 가동중단으로 운영비의 손실을 겪기도 함.

□ 빅데이터와 지능형 기술의 알고리즘을 활용하여 원유도입전략의 경쟁력을 강화와 설비 유지보수 효율성 개선 및 고장예방에 활용할 수 있음.

- 수백 종의 세계 원유 샘플을 빅데이터 분석을 통해서 원유가치를 분석하고 수만 개의 조합과 변수를 고려하여 가장 상품성(수익창출) 높은 석유제품 믹스에 필요한 원유 조합비율을 산출할 수 있음.
- 여기에 설비조건, 원유성질, 재고현황, 석유제품 시장 전망 등을 함께 고려하면서 유종별 내재적 가치와 공정의 반응성을 정밀히 평가하는 데에 지능형 알고리즘이 활용될 수 있음.
- 또한 실시간 모니터링을 통해서 빅데이터를 수집하고 이를 과거의 설비와 부품의 마모, 열화, 손상 당시의 데이터들을 학습하여 현재 해당 기기의 상태에 기반해서 정비에 가장 적절한 순간에 정비를 함으로써 부품이나 기계 잔존수명을 최대한 활용하여 낭비를 줄일 수가 있고 정비로 인한 유휴시간을 줄일 수 있음.
- 자산가치가 높은 주요 생산 설비일 경우, 예측적 유지보수가 더 적합하고 그 효율도 높을 것임.

4) 북미 석유가스 업계의 지능형 기술에 대한 인식조사 결과

- 본 연구는 석유가스 상류, 중류, 하류에서의 지능형 기술의 도입의 기대효과와 관련해서 북미 업계에서는 어떤 인식을 갖고 있는지 설문조사를 수행하였고 그 결과는 아래와 같음.
- 응답자들은 지능형 기술의 유용성에 대해서 대체로 높은 긍정적 인식을 갖고 있었으며, 특히 세부 기능적 요소에 대해서는 상류, 중류, 하류 모든 부문에서 '자산의 원격 모니터링' 기능의 유용성을 가장 높게 평가했음.

- 그리고 석유가스 부문에 지능형 기술 도입에 대한 장애요인으로는 지능형 기술에 투자했을 경우 투자비를 충분히 회수할 수 있는지에 대한 불확실성을 꼽았고, 조직문화의 보수성과 기존 인력 및 프로세스의 경직성, 물리적/사이버 보안 위협도 중요한 장애요인으로 평가되었음.

4. 우리나라 석유가스 부문의 지능형 기술 도입잠재력 및 장애요인

1) 우리나라 석유가스 부문의 지능형 기술 도입 잠재력

□ 상류부문

- 우리나라의 상류부문의 특징은 국내에 상류 자산은 존재하지 않는 반면 상류부문 사업자는 소수 존재하며 자원개발서비스 기업도 극소수 존재함.
 - 우리나라는 해외자원개발에 따른 해외광구에서의 운영, 투자는 다소 경험해 보았지만 여전히 해외의 유수의 상류기업과 경쟁하기에는 어려움이 있음.
- 그래서 소수의 해외자원개발 기업들을 중심으로 해외 유가스전에서 단독 혹은 투자파트너와 함께 현지에서의 상류부문 생태계에 속하여 활동하는 상황임.
 - 따라서 상류부문 지능형 기술의 생태계도 해외 상류부문에서 형성된 생태계의 일부로서 활동하게 됨.
- 한편 한국의 디지털 부품 및 센서 등 계측장치 제조업이나 정보통신 업체의 기술력은 세계적으로도 경쟁력을 확보한 것으로 평가되는데 반해 타겟 사업장이 전부 해외일 수밖에 없다는 지리적 위험성과 석유가스 상류부문이 일반적으로 국내 정보통신사들이나 센서 제조업체들의 경험이 축적되지 않은 미경험 분야라는 점 때문에 초기 투자가 꺼려지고 있음.

- 반면에 이미 해외, 특히 북미의 경우 상류기업의 지능형 기술 생태계가 초기임에도 불구하고 과거부터 최적화, 디지털화, 정보화, 통합솔루션 등의 운영효율성 개선 노력이 지속되어옴에 따라 상당 기간 석유개발기업, 통신사, ICT 기업, 자원개발서비스기업 등의 상호 간 협업 경험이 상당히 구축된 상황임.
- 따라서 디지털 계측장비, 시스템 통합 및 무선통신 등 국내의 정보통신 기술을 해외 석유개발 생태계에 융합시키고 확대해나가기 위해서는 실행가능성이 있는 기회나 여건을 우선적으로 활용하는 단계적 접근방식을 고려할 필요가 있음.
- 초기에는 국내 자원개발 기업이 운영권을 갖고 있거나 국내 자원개발기업과 협력 관계를 맺고 있는 해외 파트너사의 협조를 통해 해당기관이 해외에서 운영 중인 상류 자산을 시범사업장으로 활용할 수 있도록 제공받고 공동 연구개발 등을 통해 현장 경험을 축적하는 방식을 생각해볼 수 있음.
- 또한, 국내 자원개발 서비스 기업, 정보통신기업, 센서 제조사 등이 협력 체계를 잘 구축하는 것이 중요함.
- 이를 바탕으로 해외시장에서도 메이저사나 대형 자원개발서비스기업들과의 직접 경쟁을 하지 않는 중소형 규모의 유가스전을 대상으로 진출을 시도하면서 단계적으로 진입을 하는 방안을 모색해 볼 수 있을 것임.

□ 중류부문 (천연가스 도입/저장/재기화/도매공급)

- 우리나라의 중류부문 특히 천연가스 도매부문은 한국가스공사의 독점 체제로 LNG를 도입·저장·재기화 및 도매공급하고 있음.
- 이는 미국에서처럼 다수의 배관운영사가 다수의 고객(상류기업, 하류기업)을 상대로 경쟁하는 구조가 아니며 따라서 수송서비스 차별화나 최적 노선 발굴과 같은 필요성은 상대적으로 낮은 편임.

- 또한, 북미, 러시아, 중국 등에 비해 국토면적도 협소하여 장거리의 파이프라인 공급네트워크의 운영 시 압력유지 등을 위한 모니터링 부담도 사실상 적다고 할 수 있음.
- 그러나 주배관망(도매배관)의 경우 총연장이 4,697km에 달하고 전국 단일망으로 운영되고 있고 공기업인 한국가스공사의 안정적 가스공급과 안전성 확보 의무가 큼.
 - 전국 주배관을 안정적으로 운영하기 위해서는 수송장애를 방지하는 것이 최소한의 운영 원칙임.
 - 주배관망을 지속적으로 모니터링하여 지역별/계절적 소비차이에 따른 배관망의 압력 변화에 대응하여 액화천연가스의 재기화 및 송출을 통해서 압력을 제어하는 것이 매우 중요함.
- 그러나 '모니터링-분석-의사결정-피드백-제어'에 소요되는 시간을 단축하고, 보다 최적의 시점에 최적의 제어명령을 내릴 수 있도록 복잡한 알고리즘의 해결이 요구되는데 과거의 빅데이터의 학습을 통한 접근이 주배관망의 모니터링과 공급안정성 강화에 활용될 수 있음.
- 또한, 대량의 LNG를 액화상태로 저온 저장하고, 이를 재기화하여 송출하는 공정은 복잡하고 민감한 설비이며, 폭발 위험이 상존함.
 - 과거 온도, 압력, 거동, 진동 등 빅데이터를 통해서 학습능력을 축적한 인공지능에 의해서 어떤 온도, 어떤 압력에서 거동이 불안해지는지를 보다 정확하게 예측하고 사전적으로 대처할 수 있는 솔루션을 확보하여 생산기지 「LNG 저장-기화-송출 관리」 최적화 및 위험도 감소에 활용할 수 있음.
 - 또한 시뮬레이션을 활용한 설비개보수의 트러블 슈팅 최소화와 배관망의 건전성을 제고하는 데에도 이용할 수 있을 것임.

□ 하류부문(원유정제)

- 우리나라의 정유사들은 미국의 정유사들처럼 자국 내에서 또는 자사가 보유한 상류자산에서 직접 피드원유를 반입하는 경우가 없고, 전량 원유를 국제시장에서 구입해야 함.
 - 피드원유 전량을 수입에 의존해야하는 우리나라 정유사에게 원유 소싱 최적화의 필요성은 그만큼 더 큼.
- 이러한 여건에서 지능형 기술은 원유가격, 환율, 공장가동률, 설비조건, 원유 성질 및 수급, 제품 생산 규격, 제품 가격, 재고 현황, 출하계획 등을 활용하여 원유 도입계약 의사결정을 지원하거나, 도입 유종의 선택에 기여할 수 있을 것으로 보고됨.
- 또한 과거의 유해가스 유출사고 이력과 원인, 회전기계의 사고 사례를 빅데이터로 분석하고 이를 바탕으로 학습하는 머신러닝 알고리즘을 구축하여 사고 위험이 높은 공정과 사고위험을 높이는 조건들을 사전에 파악하여 사고를 예측하여 대비할 수 있음.

2) 지능형 기술 도입의 장애요인

- 한편 석유가스 부문의 지능형 기술의 도입을 저해하는 요소로 데이터의 공유와 활용에 따르는 보안문제, 데이터의 소유권 및 접근권에 대한 분쟁 우려, 데이터 및 기술표준화의 부재 및 낮은 상호운용성, 사이버 보안 침해 위험 등을 들 수 있음.
 - 사이버 보안 문제 대응, 기술 및 데이터의 표준화, 데이터의 지적재산권 문제 등은 업계의 상호 노력뿐만 아니라 정부의 역할도 요구될 수 있음.
 - 이에 사이버 보안 수준을 강화하기 위한 여건 개선 및 제도 마련, 법적 검

토 등이 필요하며 기술 및 데이터의 표준화를 위한 국제협력, 지적재산권 문제를 효율적으로 대응하기 위한 법적 검토 및 연구가 필요할 것임.

- 특히 우리나라의 경우 아직까지 석유가스 부문의 지능형 기술에 대한 인식이 낮고 국내에 지능형 기술 생태계의 형성이 미비한 상황임.
- 이에 국내에 석유가스 부문 지능형 기술 생태계가 구성될 수 있기 위해서는 산업 여건에 대한 보다 면밀한 조사/연구가 필요하며 이종 산업 간에 협업 여건 마련에 정책적 노력도 필요함.
 - 해외에서는 ‘자원개발서비스기업+데이터 분석기업’, ‘석유가스 설비 사업자+데이터 분석기업’, ‘비즈니스 컨설팅 기업+하드웨어 개발 기업’ 등 다양한 조합으로 제휴하여 석유가스 기업에 지능형 기술을 판매하려는 노력을 기울이고 있음.
 - 우리나라의 석유가스 기업은 실질적인 지능형 기술의 소비자 입장에서 자신에 맞는 지능형 기술을 도입하는 전략으로 솔루션 직접 개발, 지능형 기술 관련 자회사 설립 또는 M&A, 솔루션 구매, 전략적 제휴, 공동 R&D 등 다양한 형태의 협력을 구상할 수 있으며 최적의 효용을 위해서는 자사의 여건에 대한 분석이 선행되어야 할 것임.

Ⅲ. 정책 제언 및 시사점

- 우리나라는 우리의 산업구조와 환경, 경쟁여건, 기술수준, 물리적 환경과 필요성에 맞는 지능형 기술의 도입이 구상, 시험, 도입되고 있으며 향후에도 그런 방향으로 접근해야 할 것으로 생각됨.
- 해외의 석유가스 산업과 우리나라의 석유가스 산업은 산업본질적인 특성에

서 유사성이 있으나, 산업구조/경쟁여건/기술/정책 측면에서 분명한 차이가 있음.

- 해외는 (특히 북미의 경우) 상류부문이 석유가스 산업의 지배적 산업이며 자원개발서비스 기업이나 초일류 IT 기업이 다수 존재함. 또한 이들 간의 협업이 디지털오일필드 구축 등의 방식으로 이미 십여 년째 계속되어 왔음.
- 중류부문도 북미의 경우 다수의 사업자가 광대한 국토를 배경으로 경쟁적으로 사업을 영위하고 있으며 하류인 원유정제부문도 정유단지에 집약적으로 설비를 배치하는 방식이 아닌 보다 넓은 부지에 공장이 분포함으로써 수입 원유의 로지스틱스 최적화 문제부터 대응해야 하는 여건임.
- 반면에 우리나라는 국내에 상류부문 사업장이 존재하지 않으며, 중류부문인 도매 파이프라인은 한국가스공사가 독점하고 있고 소매파이프라인은 지역적 독점체제임.
- 또한 우리나라는 국토 면적이 작아서 중류부문에서 안정적 수송을 위한 압력 제어에 대한 부담은 국토면적이 큰 미국, 중국, 러시아 같은 나라에 비해서 상대적으로 작다고 할 수 있지만 주배관망의 안정적 운영은 무엇보다 중요함.
- 하류부문은 울산, 여수에 정제 설비가 집적되어 있고, 미국의 일관체제 석유 기업들처럼 자국 내에서 또는 자사가 보유한 상류자산에서 직접 피드원유를 반입하는 경우가 전혀 없으며, 전량 원유를 국제시장에서 구입해야 함.

□ 이러한 국내외 여건의 차이로 지능형 기술의 필요성이나 도입효과도 상류, 중류, 하류 별로 차별화되게 나타남.

- 보다 장기적 관점에서라면 상류부문의 지능화는 기보유한 해외 생산자산의 효율성을 개선하는 측면과 우리나라의 자원개발 생태계의 신산업·융합 분

야로써 잠재성과 의미가 있을 수 있을 것임.

- 중류부문의 지능화는 국내 천연가스의 안정적 공급을 위한 주배관망 관리 효율화와 안전성 제고 등에서 의미를 가질 수 있음.
- 하류부문의 지능화는 원유 도입의사결정 최적화, 정제설비의 고장 및 사고 예방 등의 역할을 할 수 있을 것임.
 - 또한 정유부문은 민간 사업영역임에도 불구하고 원유도입 최적화를 통해 국가 석유안보에 기여할 수 있다는 점도 주목할 만한 사항임.

□ **한편 지능형 기술이 보다 잘 활용되려면 사이버 보안 문제 대응, 데이터 및 기술의 표준화, 데이터에 대한 지적재산권 등 다수의 장애요인들을 보다 효과적으로 대응하기 위한 업계의 협업과 정부의 제도적 접근이 함께 이루어져야 할 것임.**

- 우리나라는 IT 기술, 배터리, 공정최적화 등 지능형 기술 생태계의 주요 기술을 보유하고 있는 기업들이 존재하고 있음. 우리의 석유가스 기업들과 협력해 석유가스 기업의 경쟁력 강화와 지능형 기술의 수출 등 다양한 기회를 발굴해 내기 위해서는 민관, 산학의 노력이 필요할 것으로 보임.
- 지능형 기술의 다양한 기능, 종류에 따라 우리나라가 경쟁력이 있을 수 있는 분야를 탐색하여 신산업으로서 성장가치를 진단하고 기술과 정책, 산업과 학계가 다양한 협력을 통해 중장기적인 로드맵을 그려보는 것도 중요한 과제가 될 수 있음.

< 참고자료 >

- 강병호, 2017. '인공지능 개론(머신러닝 중심)' 발표자료, SK 주식회사, 2017.6
- 디지털타임즈, '정유업계, 빅데이터로 원유 관리', 2017.6.2
- 미래창조과학부 보도자료, 초연결 디지털 혁명의 선도국가 실현을 비전으로 사
물인터넷 국가전략 수립', 2014.5.8
- 성원모 외 역, 2013. 『쉽게 풀어 쓴 석유·가스 개발』
- 심성희, 이성인, 2015. 『ICT 융복합 기술과 연계한 에너지수요관리 추진전략
연구』, 에너지경제연구원 기본연구보고서
- 양기철, 2003. 『인공지능의 이해』
- 윤미진·권정은, 2013. '창조적 가치연결. 초연결사회의 도래', 정보화진흥원,
2013.11.18.
- 이용민, 2015, 'IoT 기반 예지 정비를 통한 비즈니스 혁신' 발표자료, SAP
Korea
- 정용찬, 2012. 『빅데이터 혁명과 미디어 정책 이슈』 (KISDI Premium Report
12-02). 정보통신정책연구원
- 한국경제신문, 2017.5.2., 'SK이노베이션의 미스터리'
- 한국석유공사 자문자료, '한국의 디지털 오일필드 사업모델 도출을 위한 추진
전략 제안(초안)', 2017.7 (비공개 자료)
- 한국에머슨, 2014.7.31. '세일산업과 기술진보의 역학관계 2부'
_____, 2014.8.7. '세일산업과 기술진보의 역학관계 3부'

<외국문헌>

Accenture, 2015. 'Industrial Internet Insights report for 2015'

Andrew Slaughter, Gregory Bean, and Anshu Mittal, 2015. 'Connected barrels: Transforming oil and gas strategies with the Internet of Things', Deloitte University Press, August 14, 2015

CISCO, 2014. 'Attaining IoT Value: How to move from connecting things to capturing insights', 2014

EIA, 2016a. 'Annual Energy Outlook 2016 with projections to 2040', 2016.9

EIA, 2016b. 'Initial production rates in tight oil formations continue to rise', 2016.2.11.

GE, 2016. 'Adopting the IoT paradigm - GE's journey to becoming a digital industrial company', 2016.1

JOGMEG, 2017. '石油天然ガス上流業界におけるビッグデータ等利用の取り組みの紹介', 石油・天然ガスレビュー, Vol.51 No.5, 2017.9

John Tredennick and Jeremy Pickens, 2017. 'Deep learning in E-Discovery: Moving Past the Hype', 2017.7.12

Jonathan Holdowsky, Monika Mahto, Michael E.Raynor, Mark Cotteleer, 2015. 'Inside the Internet of Things(IoT)', 2015.8.21

Michael Copeland, 2016. 'What is the difference between artificial intelligence, machine learning, and deep learning?', 2016.7.29

Microsoft, 2016. 'Empowering Oil and Gas industry to Achieve More', 2016.9.(2016 IoT in Oil and Gas Conference 발표자료)

MIT, 2015., 'Strategy, not technology, drives digital transformation'

O'Reilly Radar Team, 2012. 'Planning for Big Data'

Robert Creek, 2013. 'Optimizing Chevron's Refineries', Chevron, 2013.4.8

Robert Moriarty, Kathy O'Connell, Nicolaas Smit, Andy Noronha, Joel Barbier, 2015. A new reality for oil and gas: Complex market dynamics create urgent need for digital transformation, CISCO

The White House, 2015. 'Quadrennial Energy Review: Energy Transmission, Storage, and Distribution Infrastructure'

Van den Berg, F., Perrons, R. K., Moore, I., Schut, G, 2010. 'Business Value From Intelligent Fields', SPE 128245

World Economic Forum, 2017. 'Digital Transformation Initiative: Oil and Gas Industry, White Paper', 2017.1

<웹사이트>

네이버 지식백과 IT 용어사전 (<http://terms.naver.com>)

한국가스공사 (<http://www.kogas.or.kr>)

한국에머슨 블로그 (<http://emersonkoreablog.com>)

한국정보통신기술협회 정보통신용어사전 (<http://terms.tta.or.kr>)

SK이노베이션 블로그 (<http://skinnovation-if.com>)

GE 홈페이지 (<https://www.ge.com>)

미에너지정보청 홈페이지 (<http://www.eia.gov>)

미환경보호청 홈페이지 (<http://www.epa.gov>)

정책 이슈페이퍼 18-15

석유·가스 부문의 지능형 기술 도입요인 조사연구

2018년 5월 31일 인쇄

2018년 5월 31일 발행

저 자 유 학 식·박 기 현

발행인 박 주 현

발행처 **에너지경제연구원**

44543 울산광역시 중구 405-11

전화: (052)714-2114(대) 팩시밀리: (052)714-2028

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 (사)한국척수장애인협회 인쇄사업소 (031)424-9347
