



석유가스 부문 4차 산업혁명 기술의 활용 및 도입 기대효과¹⁾

유 학 식 에너지경제연구원 부연구위원 (hsyoo7@keei.re.kr)

1. 서론

최근 사물인터넷(IoT), 빅데이터 분석, 머신러닝 등 소위 4차 산업혁명과 관련된 신기술들이 경제 및 사회 각 분야에서 빠르게 도입되고 논의되고 있다. 4차 산업혁명이라는 단어는 이제 더 이상 낯선 신조어가 아닌 생활 속의 단어로 자리 잡고 있다. 2016년 스위스 다보스 포럼²⁾에서 처음 논의된 것으로 알려진 '4차 산업혁명'이라는 개념은 중요한 기술적 진보를 바탕으로 산업측면에서 혁명적 변화가 일어난 것을 '산업혁명'이라고 칭한다고 할 때 인류 역사적으로 네 번째로 일어난 산업혁명이라는 의미일 것이다.

18세기 증기기관 발명으로 근대적 산업화를 이루었던 역사적 계기를 1차 산업혁명이라 한다면, 이후 19~20세기 초 전기 에너지를 기반으로 한 대량 생산체제를 2차 산업혁명, 그리고 최근 20세기 말 컴퓨터와 인터넷 기반의 지식정보 사회로의 도약을 3차 산업혁명이라고 보고

있다. 이제 21세기에 들어 인공지능, 사물인터넷, 빅데이터, 모바일 등 신기술이 융합되어 혁신적인 변화를 만들어내는 현상으로 4차 산업혁명은 이해된다.³⁾

4차 산업혁명과 관련된 이러한 기술들은 여러 산업에서 생산성 및 효율성 개선, 안전성 제고, 서비스 및 제품의 고객화, 시장 및 가격 전망 등 다양한 목적으로 도입되거나 시도되고 있다. 석유가스 산업도 이러한 4차 산업 기술이 적용되기에 유망한 분야로 인식되고 있고 실제로 해외의 주요 석유가스 기업들에서 보다 이러한 변화가 보다 더 관찰된다. 특히 상류부문 중심으로 유가스전 운영 효율화 및 생산성 향상을 위해 4차 산업기술의 도입이 확산되고 있고, 중류 및 하류 부문에서도 관심이 증가하는 추세라고 할 수 있겠다.

우리나라는 에너지부문에서 그동안 4차 산업 관련 기술의 도입과 융합에 대해서는 스마트그리드와 같은 전력 부문에서 주로 논의되어 왔고, 관련 연구나 정책개발 역시 전력부문에서 보다 더 많이 이루어졌다고 볼 수 있다. 그

1) 본고는 에너지경제연구원 기본연구사업 유학식·박기현(2017), '석유가스 부문 지능형 기술 도입요인 조사연구'의 주요 내용을 요약 및 재편집한 것임을 미리 밝힙니다.

2) 미래창조과학부 미래준비위원회, 2017.4. "4차 산업혁명 시대의 생산과 소비(요약본)," p.1

3) 네이버 지식백과 IT 용어사전(검색어: 제4차 산업혁명, 접속일: 2018년 8월 29일, <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3548884&cid=42346&categoryId=42346>)



결과 그동안 석유·가스 산업의 측면에서는 4차 산업혁명 기술의 도입 동향이나 기대효과, 향후 적용 잠재력 등에 대한 검토는 거의 이루어지지 않고 있었다 해도 과언이 아니다. 사실 국내에서는 석유·가스 부문에서의 4차 산업혁명에 대한 국내 문헌도 접하기 어려우며 그나마 그것조차도 대부분은 석유가스 상류를 중심으로 공학적 관점에서의 문헌들이다. 따라서 그동안 국내에서는 석유·가스 산업에서 4차 산업혁명과 관련된 여러 기술들의 도입동향이나 업계의 인식에 대해서도 정리된 바가 없었다. 이에 보고는 국내의 석유·가스 부문에서의 4차 산업혁명 관련 기술의 도입 동향과 생태계를 그려보고, 이를 통해 석유·가스 부문에서 지능형 기술의 도입여건과 도입요인 및 기대효과를 정리·분석하고자 한다. 이를 위해 석유·가스 부문에서의 4차 산업혁명 관련 기술의 기초적인 내용과 해외 동향을 이해하고, 우리나라 석유·가스 부문의 도입 가능성과 잠재 적용 분야를 탐색함으로써 우리나라 석유·가스 산업의 경쟁력 제고를 위한 시사점을 발굴하고자 한다.

2. 4차 산업 기술과 석유가스 부문에의 도입 여건 변화

가. 4차 산업 기술과 도입여건 변화

산업부에서 4차 산업과 관련된 기술들은 어떤 면에서는 대단히 새로운 것만은 아니기도 하다. 예를 들어 그동안에도 정보화, 자동화, 디지털화 등 유사한 형태의 다양한 단어들로 그 기능과 성격이 부분적으로 표현되어왔고 이러한 기술들은 생산성 및 공정효율 개선, 안전 강화, 비용 절감 등을 위한 업계의 노력의 일환으로서 역할을 해왔다. 그러나 최근에 이야기하는 4차 산업혁명과 관

련된 기술들, 예를 들어 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능, 모바일 기술 등은 이전의 정보기술, 자동화 기술 또는 디지털기술과는 분명히 차별화된다.

4차 산업혁명 기술들이 이전의 정보기술과 차별화되는 가장 큰 차이점은 바로 '지능화'라는 특성에서 찾을 수 있다. '지능형' 또는 '지능화'라는 용어는 정보를 습득하고 상황을 인지하여 예측을 하는 기능을 말하는 바, 즉 인간의 두뇌의 작용과 유사한 방식의 기능을 할 경우 '지능화'라고 할 수 있다. 최근에 사물인터넷, 무선통신, 대용량의 데이터 수집과 저장 및 분석 등 기술적 도약이 빠르게 일어나면서 이전의 정보화, 자동화, 디지털화와는 현격하게 다른 수준의 '지능화'가 가능하게 되었는데 이것이 바로 4차 산업혁명 기술의 핵심이 되겠다.

과거의 인터넷이 컴퓨터와 컴퓨터 간에 정보교환에 한정되었다면 사물인터넷은 컴퓨터가 아닌 다른 기기들, 예를 들어 가전기기, 자동차, 산업설비 등에도 인터넷이 연결되어 정보교환이 가능하게 되었다는 것을 의미한다. 사물인터넷은 특정 '사물'에 센서를 부착하여 그 '사물'에서 발생하는 각종 정보를 습득하고 이를 인터넷 통신망을 통해 실시간으로 전송하게 되며 클라우드 등의 방식으로 공유되고 수집된 빅데이터는 인공지능 알고리즘을 통한 분석과 각종 응용프로그램을 통해 활용된다. 인공지능이란 컴퓨터가 마치 인간의 두뇌활동처럼 스스로 추론하고 학습하여 판단하고 문제해결을 지원하는 시스템으로 여기서 특히 '학습'이란 반복되는 과정에서 사실과 규칙을 습득하는 것으로 이를 구현하는 기법으로는 머신러닝, 딥러닝 등이 있다. 이러한 여러 인공지능 기법을 가능하게 한 배경에는 앞서 언급한 빅데이터가 있다. 빅데이터는 말 그대로 기존과는 비교할 수 없이 많은 양의 정형 데이터나 비정형 데이터를 총칭하는 말로 기존의 관리체계나 분석틀로는 처리하기 어려울만큼 많은 양이다. 빅데이터가 바로 머신러닝이나 딥러닝 등 인공지능 알고리즘의 성숙



도를 크게 개선하여 소위 컴퓨터가 학습하여 사실과 규칙을 습득해내는 정확성이 매우 높아지게 된 것이다.

또한 계측기기의 비용 하락과 가용성 개선도 최근의 4차 산업 혁명을 가능하게 하는 큰 여건 변화 중의 하나다. 즉 센서 가격이 빠르게 하락하였고, 자동화 기기의 설치 비용이나 설치에 소요되는 시간도 감소하여 석유·가스 부문에서도 지능형 기술을 도입하는 데에 요구되는 비용 부담도 많이 낮아진 것이다. 특히 석유가스 산업의 생산 현장에 부착되는 산업용 센서는 현장의 가혹한 조건, 즉 고압이나 고온의 환경에서 내구성을 갖추어야 하고 지속적인 진동이나 폭발 등에도 견딜 수 있게 설계되어야 하는 경우가 많아 가격이 매우 비싸기 마련이다. 이러한 산업용 특수 센서 가격 역시 최근 크게 하락하여 4차 산업혁명 관련 기술의 도입에 보다 유리한 여건을 마련해 준 것이다. 이 외에도 무선 기술이 빠르게 개선되고 안정화 되어 왔으며 데이터 전송기술도 발전하고 있다는 점도 크게 기여하였다. 이러한 여건 변화는 다시 석유가스 산업의 현장에서 발생하는 방대한 양의 빅데이터에 대한 접근성을 향상 시켰다.

본고는 석유가스 부문에서의 4차 산업기술, 즉 지능형 기술에 대해 서술하고자 하는바, '사물인터넷을 기반으로 하여 석유가스 상류, 중류, 하류의 생산설비에 센서를 부착하고 실시간으로 수집된 빅데이터를 분석하여 학습된 결과를 통해 설비운영의 최적화나 고장 예측 등에 활용되는 센서, 무선통신, 사물인터넷, 빅데이터 분석, 인공지능 기술' 등을 통칭하는 말로 사용하기로 한다. 이에 더 나아가 핵심 생산 활동의 가치사슬 전후방까지 개념을 확장하여 본다면 '원료 수급 전략, 산출제품의 가격과 최적 믹스 분석, 파이프라인 및 물류의 최적경로 발견, 수송의 물리적/시간적 병목 회피, 서비스 차별화 및 고객화, 소매 마케팅 등 원료의 수급과 판매, 서비스 측면에서도 석유가스 기업의 수익 극대화를 위해 사용되는 진단 장비 및 빅

데이터 분석 기술'까지도 지능형 기술의 범위라고 할 수 있을 것이다.

나. 텍스트마이닝을 통해 본 석유가스 부문의 지능형 기술에 대한 논의 동향

이러한 변화와 함께 석유가스 산업에서 지능형 기술에 관한 논의나 관심도 점차 높아지고 있다. 이는 'Oil', 'Gas', 'Industry'라는 단어를 포함한 뉴스를 대상으로 한 텍스트마이닝 결과에서도 확인된다. 2010~2016년 기간의 'Oil Industry', 'Gas Industry', 'Oil and Gas'라는 문구가 포함된 영문 뉴스 중에서 각 연도별로 1만 개의 뉴스를 무작위 추출하여 매해 상위 키워드 분석, 연관단어 분석과 노출빈도 분석을 하는 텍스트마이닝 기법으로 석유가스 부문의 지능형 기술의 논의 동향을 살펴보았다. 그 결과 2013년을 지나면서 Data(데이터), ICT(정보통신기술), IoT(사물인터넷)와 같은 4차 산업혁명 기술과 관련된 키워드의 빈도가 빠르게 증가한 것을 <표 1>과 같이 확인하였다. 즉 2013년에는 'Technology', 'Data', 'ICT'라는 단어가 각각 9위, 18위, 20위에 등장했다. 2014년에는 이러한 단어들의 순위가 각각 상승하였고 'IoT'라는 단어가 처음으로 15위에 등장했다. 2015년에는 'IoT'라는 단어가 5위로 상승하였고, 2016년에도 6위를 기록하였다. 2015년과 2016년에는 'Oil', 'Gas', 'Industry'와 같은 기본적으로 포함된 단어들과 'Company'나 'Energy'와 같은 일반적 단어를 제외한다면 사실상 빈도수에서 'IoT'가 1위에 해당한다. 그만큼 최근에 석유가스 산업과 관련한 뉴스들에서 IoT에 관해 빈번히 다루었다는 것을 의미하며 이는 최근에 석유가스 산업에서도 IoT에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다는 것을 시사한다.

또한 2013년 이후 20대 키워드에 계속해서 등장한 'technology'라는 단어에 대해 상위 10대 연관단어를 살



펴본 결과는 <표 2>에 정리하였다. 2010~2012년 기간에는 주로 'Production', 'Development', 'Drilling'과 같은 상류부문의 전통적 활동과 관련된 것이 많은 반면 2013년 이후에는 처음으로 'Smart'라는 단어가 등장했고 2014년에는 'ICT', 'Smart', 'IoT'와 같은 4차 산업혁명 기술과 관련된 단어들도 등장하였다. 특히 2015년과 2016

년에는 IoT, ICT와 같은 연관단어의 순위가 상승하였고, 'Solution'과 'Data'와 같은 단어도 새로이 등장하여 'Technology'라는 단어를 논할 때 최근에는 사물인터넷, 정보통신, 데이터 분석과 솔루션에 대한 논의가 연관되어 이루어지고 있음을 알 수 있었다.

그리고 2010~2016년 기간 동안 매년 1만 개의 뉴스

<표 1> 연도별 상위 20개 키워드

순위	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	단어	빈도	단어	빈도	단어	빈도	단어	빈도	단어	빈도	단어	빈도	단어	빈도
1	oil	12,382	oil	12,033	oil	12,056	oil	9,264	oil	8,901	oil	9,519	oil	9,008
2	gas	9,343	gas	10,409	gas	10,378	gas	8,405	gas	8,178	gas	8,288	gas	7,267
3	industry	3,878	industry	3,296	industry	3,419	industry	2,895	industry	3,046	industry	3,388	industry	3,276
4	company	2,757	company	3,256	company	2,956	company	2,431	company	2,334	company	2,457	company	2,051
5	energy	1,750	energy	1,909	energy	2,055	energy	1,867	energy	1,692	IoT	1,790	energy	1,348
6	drilling	1,305	production	1,322	production	1,399	production	945	service	963	energy	1,752	IoT	986
7	gulf	1,081	exploration	1,087	exploration	1,094	service	892	production	798	service	1,042	price	979
8	well	963	drilling	936	price	1,044	natural	745	technology	796	price	895	service	767
9	production	883	price	934	drilling	903	technology	741	natural	648	technology	851	business	688
10	exploration	875	natural	931	natural	858	exploration	712	market	637	business	800	technology	672
11	natural	786	well	692	development	771	power	666	business	606	data	765	market	649
12	government	755	development	674	service	738	business	578	power	591	power	731	global	623
13	offshore	752	service	669	state	661	well	564	exploration	571	drilling	671	production	585
14	spill	628	state	663	well	634	development	538	data	570	production	661	ICT	575
15	environment	626	government	650	president	589	drilling	518	IoT	543	industrial	642	industrial	564
16	state	615	offshore	610	government	589	global	507	development	539	market	639	power	543
17	price	608	tax	576	petroleum	553	market	497	well	518	global	631	data	519
18	mexico	594	resources	575	environment	540	data	495	ICT	494	well	610	development	454
19	development	565	petroleum	574	business	534	government	465	drilling	491	exploration	563	well	447
20	petroleum	526	business	523	resources	531	ICT	451	global	491	ICT	550	drilling	444

자료: 유학식·박기현, '석유·가스 부문 지능형 기술 도입요인 조사연구', p.20, 2017

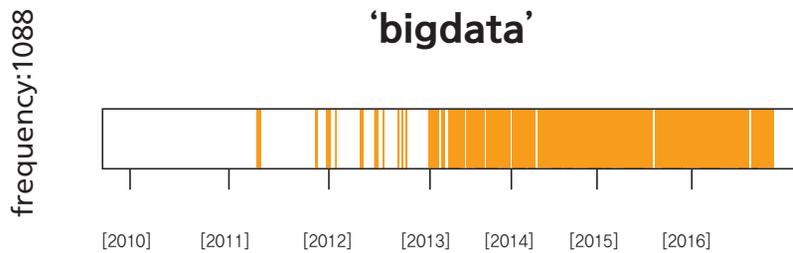


〈표 2〉 'technology'의 상위 10대 연관어

년도	상위 10대 연관 단어
2010	oil, gas, industry, energy, company, service, production, drilling, development, well
2011	gas, oil, industry, company, energy, service, production, development, environment, information
2012	oil, gas, industry, service, energy, company, production, business, global, drilling
2013	gas, oil, industry, company, natural, research, service, smart, company, work
2014	oil, gas, industry, energy, service, ICT, company, smart, IoT, solution
2015	oil, gas, industry, IoT, energy, ICT, company, service, solution, data
2016	oil, gas, industry, IoT, ICT, energy, company, service, solution, business

자료: 유학식·박기현, '석유·가스 부문 지능형 기술 도입요인 조사연구', p.21, 2017

[그림 1] 키워드 'Big Data'를 포함한 뉴스의 분포



자료: 유학식·박기현, '석유·가스 부문 지능형 기술 도입요인 조사연구', p.23, 2017

중, 4차산업 혁명 기술의 주요 요소나 특성으로 이해되는 'Mobile', 'IoT', 'Big Data', 'Cloud', 'Analytics', 'AI'와 같은 단어가 등장하는 뉴스가 얼마나 존재하는가를 연도별로 표시한 결과 위의 키워드들은 거의 유사하게 2013년 이후 빈도수가 매우 높아진 것을 발견할 수 있었다. [그림 1]은 'Big Data'라는 단어를 포함한 뉴스의 노출 빈도와 연도별 분포를 표시한 결과의 예시로 총 1,088개의 뉴스에 등장하였고 그 뉴스는 주로 2013년 이후에 집중적으로 나타난 것을 의미한다.

다. 석유가스 산업에서의 4차 산업혁명 기술에 대한 해외 업계의 인식 및 효과에 대한 평가

해외의 주요 보고서나 관련 업계에서 바라보는 석유가스 산업에서의 4차 산업혁명 기술에 대한 인식이나 평가는 어떠한지 문헌 검토를 통해 알아보았다. World Economic Forum은 향후 10년 간(2016~2025) 세계 석유가스 부문의 디지털화로 석유가스 산업, 소비자, 사회전반에 약 1.6조 달러 규모의 부가가치가 창출



될 수 있을 것으로 평가하였다.⁴⁾ 이중 석유가스 기업들에
에게 창출되는 부가가치가 약 1조 달러 중 상류부문에
5,800~6,000억 달러, 중류부문에 1,000억 달러, 하류
부문에 2,600~2,750억 달러가 각각 귀속될 것으로 보
았다. 한편 사회적 효용가치 6,400억 달러는 소비자의 에
너지비용 절감효과로 약 1,700억 달러, 생산성향상 효과로
100억 달러, 물소비량 절감 효과로 300억 달러, 온실가
스 배출량 절감효과로 4,300억 달러가 창출될 것으로 평
가하였다. 사회에 미치는 환경적 효익은 직접적으로는 세
계 CO₂ 배출량을 약 13억 톤 감소시키고, 물소비량은 8억
갤런 감소, 석유 누출량은 23만 배럴을 감소시킬 것으로
추산하였다. 석유가스 부문의 환경성 개선을 위한 규제와
노력이 강화되고 있는 최근의 동향을 감안한다면 지능형

기술의 파급효과가 경제적 측면뿐만 아니라 환경적 측면
의 효과도 상당히 기대할 수 있다는 점에서 의미가 있다
고 할 수 있다.

최근 4차 산업혁명 기술 활용을 적극 고려하고 도입하
고 있는 것으로 알려진 GE社의 경우, 다각화된 여러 사
업군 중에서 석유·가스 사업부문에 지능형 기술의 수
익기여 효과가 가장 크게 나타날 것으로 보고하였다.⁵⁾ 이
에 따르면 GE社는 사물인터넷, 지능형 머신, 빅데이터 등
을 활용하여 향후 15년간 총 2,760억 달러의 수익가치 창
출이 가능할 것으로 자체 분석하였는데, 수익가치 창출
기여 가능성을 각 사업부별로 평가한 결과 석유가스 사업
부문에 900억 달러의 자본투자비 감소효과로 가장 큰
효과가 나타날 것으로 분석하였다. 이렇듯 석유가스 부문

[그림 2] GE 사업부별 산업인터넷 도입 기대 효과

Industry	Segment	Type of savings	Estimated value over 15years (Billion nominal USDollars)
 Aviation	Commercial	1% fuel savings	\$ 30B
 Healthcare	System-wide	1% reduction in system inefficiency	\$ 63B
 Rail	Freight	1% reduction in system inefficiency	\$ 27B
 Power	Gas-fired generation	1% fuel savings	\$ 66B
 Oil and Gas	Exploration and development	1% reduction in capital expenditures	\$ 90B

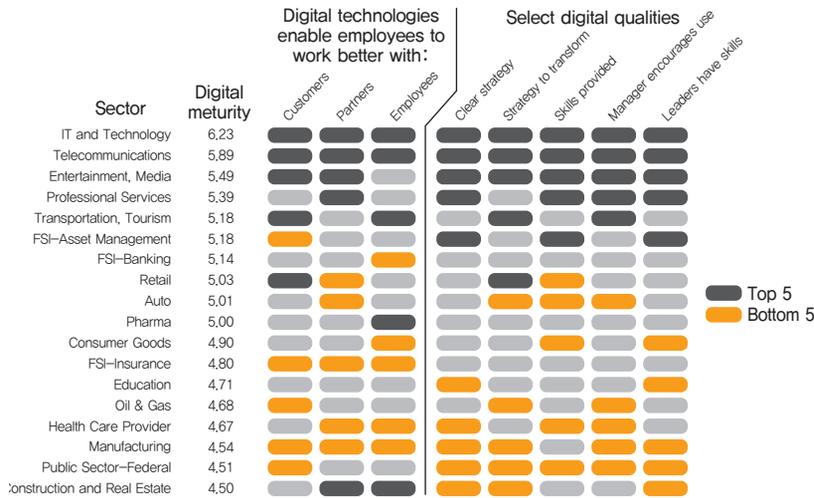
자료: 유학식·박기현, '석유·가스 부문 지능형 기술 도입요인 조사연구', p.16에서 재인용, 2017
(원자료: GE, 'Adopting the IoT paradigm-GE's journey to becoming a digital industrial company', 2016.1, p.9)

4) 유학식·박기현, '석유·가스 부문 지능형 기술 도입요인 조사연구', p.15에서 재인용, 2017(원자료: World Economic Forum, 'Digital Transformation Initiative: Oil and Gas Industry, White Paper, 2017.1, p.11~12)

5) 유학식·박기현, '석유·가스 부문 지능형 기술 도입요인 조사연구', p.16에서 재인용, 2017(원자료: GE, 'Adopting the IoT paradigm-GE's journey to becoming a digital industrial company', 2016.1, p.9)



[그림 3] 산업별 디지털화 수준 성숙도



자료: 유학식·박기현, '석유·가스 부문 지능형 기술 도입요인 조사연구', p.18에서 재인용, 2017 (원자료: MIT(2015), 'Strategy, not technology, drives digital transformation' p.9)

에서의 4차 산업 기술의 도입효과에 대한 여러 자료들은 대체적으로 긍정적인 가치창출 효과가 있을 것으로 보고 있다.

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 있다. World Economic Forum(2017) 보고서에서도 역시 석유가스 기업들에 대한 설문조사 결과, 응답 기업의 약 38%가 이미 빅데이터 분석에 투자를 하고 있으나, 응답 기업의 13%만이 시장이나 경쟁기업 등 사업여건을 고려한 의사결정에 빅데이터 분석결과를 활용하고 있으며 디지털 기술

적용 수준도 단편적 기술 위주에 머물고 있다고 보고하였다.⁶⁾

3. 석유가스 부문의 특성과 지능형 기술 생태계

가. 석유가스 산업의 본원적 특성과 경영 환경

석유가스 산업은 보통 자본집약적 산업으로 전통적으로 대규모의 투자비가 소요된다. 특히 상류부문을 특징적으로 보자면 자본소요가 큰 산업이다. 탐사-개발-생산 등 전 단계에서 대규모 자금 조달 능력이 필수적으로 요구되며 특히 탐사/개발단계에서 심해시추의 경우 시추

6) 유학식·박기현, '석유·가스 부문 지능형 기술 도입요인 조사연구', pp.17~18에서 재인용, 2017(원자료: World Economic Forum, 'Digital Transformation Initiative: Oil and Gas Industry, White Paper, 2017.1, p.9)



공 하나에 약 1억 달러가 소요되는 등 투자비가 매우 높다. 상류와 중류, 하류에 모두 사업을 영위하는 일관체제 메이저 석유기업의 경우 상류부문이 투자액에서나 순이익 측면에서 그 비중이 절대적이다. 또한 석유가스 산업은 지식집약적이고 기술집약적인 산업이면서 특히 상류부문의 사업은 리드타임이 길고, 사업성공률이 낮은 고위험 산업이다. 상류의 경우 지질공학, 자원공학, 기계, 화학, IT 등 여러 지식과 기술이 복합적으로 사용되어야 하고 이러한 기술력이 기업의 경쟁력이나 사업 경제성에 직결된다.

한편 석유가스 산업은 수작업으로 수행하고 있는 공정 중에서 사물인터넷을 활용하여 자동화가 가능할 것으로 여겨지는 작업의 비중이 타 산업 대비 높은 편으로 여겨진다.⁷⁾ 동시에 상류부문은 특히 원격지나 해상 등 작업자가 신체적 위험에 노출되는 현상이 많고 중류의 경우 장거리에 복잡하게 형성된 파이프라인 네트워크의 관리나 모니터링이 상당히 중요하며 상류와 하류 모두 기기의 정밀한 조정이 요구되거나 육안으로 관측이 어려운 설비의

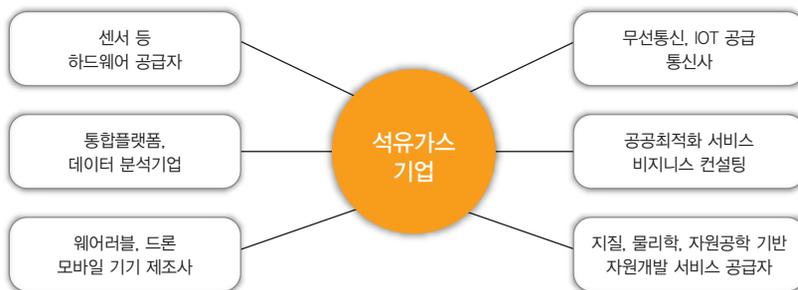
모니터링을 지속해야 하는 작업 특성으로 자동화 필요성도 높고 그만큼 4차 산업혁명과 관련된 기술의 도입 잠재력이 큰 산업이라고 할 수 있다.

나. 석유가스 부문의 4차 산업혁명 기술 생태계

한편 석유·가스 부문에서 4차 산업혁명 기술 생태계는 어떻게 구성되는지 살펴볼 필요가 있다. 석유가스 부문의 4차 산업혁명 기술 생태계는 석유가스 기업을 그 중심에 놓고 볼 때, 석유가스 기업에 4차 산업혁명 관련 하드웨어, 소프트웨어, 솔루션 등을 제공하는 연관 기업들로 구성된다. 상류부문을 가정할 경우 통상적인 E&P 기업(메이저, 독립계, 국영석유기업, 일반 자원개발기업), 중류부문일 경우 석유가스 파이프라인 운영사나 저장설비 운영사가, 하류 부문일 경우 정유사나 가스 소매업자 등 생태계의 가운데에 배치된다.

그리고 이들 석유가스 기업을 중심으로 무선 센서와 같은 하드웨어 공급자가 생태계의 한 편을 차지하며 웨어러

[그림 4] 석유가스 부문의 지능형 기술 생태계



자료: 유학식·박기현, '석유·가스 부문 지능형 기술 도입요인 조사연구', p.35, 2017

7) 유학식·박기현, '석유·가스 부문 지능형 기술 도입요인 조사연구', pp.32~33에서 재인용, 2017(원자료: CISCO(2014), 'Attaining IoT Value: How to move from connecting things to capturing insights', 2014, p.10)



블 기기나 드론 등 모바일 기기를 제조하고 공급하는 기업도 한 편에 존재한다. 생태계 다른 한 쪽에는 사물인터넷, 무선통신, 클라우드 환경 등을 제공하는 통신사나 IT 기업과 같은 통신인프라 공급자가 존재한다. 그리고 통합 플랫폼, 분석프로그램 등을 공급하는 데이터 분석 전문 기관이 있을 수 있으며 이들은 빅데이터 분석, 인공지능 알고리즘 프로그램을 개발하고 공급하게 된다. 또한 석유가스 부문별로 전문 서비스를 제공하는 기업이 존재한다. 예를 들어 상류부문의 경우 자원개발서비스 기업이 이에 포함될 수 있고, 하류 부문의 경우 공정최적화 컨설팅사 등이 이에 해당할 수 있다. 또한 일반적인 비즈니스 전략 컨설팅사도 최근에는 사업영역을 확장하여 석유가스 부문의 4차 산업혁명 기술 생태계에 참여하기도 한다. 아래 그림은 이러한 내용을 도식화한 것이다.

4. 해외 석유가스 부문의 4차 산업혁명 기술의 도입요인 및 기대효과

다음으로는 우선적으로 해외, 특히 북미에서의 석유가스 상류, 중류, 하류 부문에서 4차 산업혁명 기술이 석유가스 기업에서 도입되어 유용성을 발현할 것으로 기대되고 있는 업계의 동향과 경험을 통해 살펴본다. 북미의 석유가스 상류, 중류, 하류 부문 사업의 여건 변화와 특성을 바탕으로 4차 산업혁명 기술의 필요성과 기대효과를 정리하는 것이다.

가. 상류부문

최근 국제 유가가 다소 반등하여 배럴당 70달러 대를 형성하고 있지만 불과 2016년 만해도 최저 20~30달러 수준까지 유가가 하락하는 등 2~3년간 저유가 시기를 겪

었다. 그러나 불과 2014년 이전만 해도 유가 100달러 대를 오르내리는 등 고유가 시기가 있었다. 이렇게 특히 국제유가 변동성이 큰 상류부문 사업환경에서 더욱이 심해나 원격지 등 유가스전 개발 현장은 상당히 관리가 어렵고 작업자의 위험도도 높은 특성이 있다. 또한 환경규제에 맞춰 누출되는 메탄가스를 억제해야 하는 등 생산현장의 위험요인 또한 강화되었다. 이러한 사업환경과 생산환경에서 노출된 여러 위험요소들을 보다 잘 통제하고 효율적으로 관리하기 위해서 4차 산업혁명 기술에 관심이 높아지는 추세다. 또한 4차 산업혁명 기술을 통한 데이터분석과 효율성 개선 솔루션 등이 자원개발서비스 기업에게는 신규 사업 아이템으로 활용되어 보다 적극적으로 시도되고 있다.

이러한 필요성을 기반으로 현장에서 어떻게 4차 산업혁명 기술이 적용되는지를 살펴보자. 상류부문에서 4차 산업혁명 기술은 유가스전 생산설비를 정밀조정하여 최적생산 수준을 유지하는 데에 도움을 줄 수 있다. 생산정에 설치된 정두장치는 다수의 압력 밸브와 초크가 설치되어 있다. 유정에 가해지는 압력이 낮으면 추출되는 원유량이 작아서 효율적이지 않고, 압력이 높으면 원유를 더 많이 추출할 수 있지만 그것이 최적은 아닐 수 있다. 또한 과한 압력에는 폭발 위험도 수반한다. 또한 이러한 압력 조절은 최적화와 생산물의 상황에 맞게 매우 미세하게 조절되어야 하는데 이를 위해서는 압력, 진동 등 생산정에서의 여러 인자들을 실시간으로 지속적으로 관찰해야 한다. 따라서 압력이 매우 정밀하고 정확히 세팅되어야 하며 이를 위해서는 정밀하면서 반복가능한 제어가 필요하다. 지능형 기술은 빅데이터 분석을 통해서 경험적으로 학습하여 가장 최적의 조건을 도출해 내고 이를 원격으로 정밀하게 조정함으로써 최적 생산 수준을 유지할 수 있게 한다. 예를 들어 생산설비에 부착된 센서에서 산출 유동 속도, 튜빙 및 케이싱 압력, 물차단 동향, 모래생산물 등



을 실시간으로 수집하여 축적된 빅데이터를 분석하여 유사한 생산조건에서 최적의 입력 조건을 도출할 수 있으며 이에 따라 정밀한 조정을 통해 생산량이나 회수량 증진에 활용할 수 있을 것이다. 특히 생산개시 후 고갈이 빠르게 진행되는 세일유전에서 채수압파쇄 실시 여부 또는 적용 시기를 결정할 수도 있으며 주입수의 양이나 파쇄재의 투입량 등을 결정하는 데에도 활용 가능하다. 4차 산업혁명 기술을 통해 최적화된 조건에서 생산활동을 유지함으로써 생산에 투입되는 자재나 에너지, 용수 등을 최소화 또는 최적화하여 이에 따른 비용절감이나 환경적 효과도 기대할 수 있다. 즉 생산에 투입되는 에너지의 소비량을 최적화 하여 에너지 소비량을 줄이고 온실가스 배출량을 감소시킬 수 있고 생산정에 주입하는 용수 사용을 최적화하여 물사용량도 절감할 수 있다.

또한 센서를 통해 자동으로 기록하고 데이터를 송신하여 분석을 할 경우 인력이 현장 유정을 직접 방문하여 모니터링을 하는 것을 무인화 할 수 있고 그만큼 비용과 시간을 절약하고 인력의 안전사고 노출을 줄일 수 있다. 특히 최근에는 웨어러블 기기나 드론과 같은 모바일 기기를 활용하여 자산을 모니터링 하는 솔루션도 개발되고 있다. 작업자가 넓은 유전지대에 분포한 유정 현장을 직접 운전하여 돌아다니면서 모니터링 하는 시간을 줄일 수 있고 수작업 검사와 기록에서 발생할 수 있는 휴먼에러를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 실시간으로 다양한 정보를 제공하여 작업자의 성과관리까지 실시간으로 측정해줄 수도 있다. 한편 유정에 설치된 설비에 전해지는 진동, 온도, 압력, 소리 등의 과거의 빅데이터를 바탕으로 사고 또는 고장 이전의 상태에 대해 학습함으로써 생산설비의 폭발이나 사고를 사전에 감지하여 작업자의 안전성을 제고할 수 있을 뿐만 아니라 고장을 사전에 감지하여 다운타임을 감소시켜 생산 중단에 따른 비용발생을 예방하고 설비나 부품의 교체나 수리비용도 줄일 수 있다고 한다. 또한 원유나 메

탄의 누출이나 유출을 사전 탐지할 수 있으며 유출 시 빠른 대처를 가능하게 하여 환경에 미치는 영향을 최소화 하는 데에도 도움이 될 수 있다.

나. 중류부문

중류부문 사업은 파이프라인 수송망에 기반한 네트워크형 사업이라는 기본적인 성격 하에서 특히 북미에서는 최근 세일가스 개발 등으로 사업환경이 많이 변화하고 있고 방대한 부지에 장거리 수송노선을 관리를 보다 효율적으로 수행할 방법을 모색해야 할 뿐만 아니라 노후화된 파이프라인이 많아 이에 따른 문제에 대응하기 위해 4차 산업혁명 기술의 도입에 대한 관심이 높아지고 있다. 파이프라인을 통한 유가스류를 수송하는 중류사업은 과거에는 유사한 품질의 유류와 천연가스를 고정된 공급원 으로부터 수요센터까지 수송하는 비교적 단순한 사업이었다. 그러나 세일자원의 개발로 보다 다양한 규격의 물량과 성상의 유류 및 천연가스를 다수의 지점에서 새로운 소비자와 시장으로 수송하는 다소 복잡하고 다이나믹한 사업으로 진화했다. 또한 석유가스 파이프라인 회사들은 배관이 낡고 노후하여 수동 모니터링 및 제어로는 서비스의 차별화에 어려움을 겪기도 한다. 또한 파이프라인은 매우 넓은 지역에 걸쳐 설치되어 있고 그것도 대부분은 인적이 드문 황무지, 초원, 강, 숲 등을 가로지르는 경우가 많아 이러한 넓은 지역을 인력이 직접 모니터링하고 관리하는 데에 어려움이 많이 발생한다.

우선 4차 산업혁명 기술로 복잡한 네트워크를 이루는 배관망에서 최적 수송루트 도출하거나 수송서비스를 차별화하는 데에 활용이 가능하다. 복잡한 파이프라인 네트워크 인프라에서 빅데이터 분석을 통해서 최적 수송 노선을 도출하는 데에 활용할 수 있으며 기존의 파이프라인 이용계약에 수송 노선의 선택사항을 포함하여 차별화된



서비스와 요금을 제안할 수 있다. 구체적으로는 과거의 시간대 별 그리고 계절별 수송량과 혼잡도, 석유가스 시장의 공급데이터 등을 함께 분석하여 미래의 수송량과 혼잡도를 예측하거나 이를 바탕으로 이용료를 차별화할 수 있으며 기존의 단순한 계약구조를 벗어나 다양한 수송 옵션을 개발할 수 있는 것이다.

또한 파이프라인에 부착된 무선센서를 통해 수집된 빅데이터를 분석하여 배관의 건전성과 안전성을 제고하는데 활용할 수 있다. 지능형 센서를 통해 압력, 진동, 냄새, 소리 등 배관의 건전성을 실시간 모니터링하고 수집된 빅데이터를 학습하여 과거의 파이프라인 부식, 균열, 누출 등 설비의 위험성이 커졌던 상황에 유사한 조건들을 파악해냄으로써 이후 발생할 수 있는 배관 건전성 악화 상태와 위험상태를 사전에 인지할 수 있게 하는 것이다. 위험이 사전에 탐지되면 예측정비가 가능하며 운영비용과 사고비용을 감소시킬 수 있다. 유사한 방법으로 폭발, 절도, 방화, 사보타지 등 인위적 위해 행위를 차단하는 데에도 활용할 수 있을 것으로 보고 있다. 또한 드론 등 모바일 기기나 위성 영상데이터를 함께 활용하여 인력이나 기존 센서에 의존하는 모니터링 방식보다 우수한 효과를 기대할 수도 있을 것으로 기대한다.

다. 하류부문(원유정제)

하류부문, 특히 원유정제업에서도 해외에서는 4차 산업혁명 기술의 도입에 관심이 커지고 있다. 원유정제업 고유의 특징과 최근의 환경변화가 4차 산업혁명 기술의 도입을 보다 의미 있게 만드는 요인이 되기도 한다. 원유정제업의 가장 두드러지는 특징 중 하나는 원유 구매비용이 석유제품 제조원가에서 차지하는 비중이 매우 높다는 점이다. 따라서 구매비용을 절감하기 위한 노력이 늘 중요하게 평가된다. 또한 최근에 비전통원유의 등장으로 과

거에는 고려하지 않았던 유종의 정제시설 투입을 고려해야 하는 경우도 늘고 있다. 이 경우 설비에의 유종 적합성이나 산출물의 생산성에 대한 정밀 평가가 선행되어야 한다. 또한 정유부문은 에너지산업 중에서 가장 제조업적 특성, 장치산업의 특성을 가진 산업으로 공정의 무결성이 제품의 수율, 불량률, 계획한 산출물의 획득에 매우 중요하다. 따라서 정유소의 가동중단을 방지하는 것이 석유제품 산출량을 극대화하고 영업손실을 최소화하는 데에 필수적인 조건으로 여겨진다. 또한 많은 정유소에서 부품의 평균 마모 주기와 시간에 기반을 두는 '시간 기반'(Time-Based)의 유지보수를 수행하고 있으며 계획되지 않은 가동중단 시 많은 비용부담을 감수하기도 한다.

먼저 빅데이터를 활용하여 원유도입전략의 경쟁력을 강화하고 설비 유지보수의 효율성을 개선하거나 고장을 보다 잘 예방하는 데에 활용할 수 있다. 수백 종의 세계 원유 샘플을 조합하여 상품성 또는 수익창출 기여가 높을 것으로 예상되는 석유제품 산출 믹스에 필요한 원유 조합 비율을 알아내기 위해 수만 개의 조합과 변수의 조합에서 원유의 가치를 분석하는 데에 빅데이터를 활용하는 방법이다. 더 나아가 여기에 설비조건, 원유성상, 재고현황, 제품시장 전망 등을 함께 고려하면서 유종별로 내재적 가치와 공정의 반응성을 정밀히 평가하는 데에 지능형 알고리즘이 활용될 수 있는 것이다.

또한 실시간 모니터링을 통해서 빅데이터를 수집하고 이를 과거의 설비와 부품의 마모, 열화, 손상이 발생했던 과거의 조건들을 학습하여 현재 기기의 상태에 기반해서 정비가 가장 적절한 순간에 정비를 할 수 있게 된다. 이러한 '상태기반(Condition-Based)'의 유지보수 방법은 부품이나 기계의 잔존수명을 최대한으로 활용할 수 있어 기존의 평균적 부품 수명주기에 기반한 '시간기반' 유지보수 방식에 비해 낭비적 요소를 줄일 수가 있고 정비로 인한 유희시간을 줄일 수 있을 것으로 본다. 자산가치가 높은



주요 생산 설비일수록 예측적 유지보수에 의한 유지보수 비용 절감과 자산의 최대 활용, 다운타임 예방 효과가 더 클 것이다.

5. 우리나라 석유가스 부문 4차 산업기술의 도입 잠재력

가. 상류부문

우리나라는 국내에 상류부문 자산은 사실상 존재하지 않으면서 상류부문 사업자는 공기업과 민간기업에 소수 존재하고 있으며 자원개발서비스 기업은 더욱 없는 현실이다. 우리나라의 자원개발 기업들은 해외광구에서의 운영이나 투자는 그동안 다소 경험하긴 하였으나 여전히 해외의 주요 자원개발 기업들에 대비해서는 경쟁력이 다소 부족하다. 그래서 소수의 국내 자원개발 기업들은 해외 유가스전에서 단독으로 또는 외국의 투자파트너와 함께 현지에서 상류부문 생태계에 속하여 활동하는 상황이다. 즉 국내에는 자원개발 기업은 존재하나 사업장은 존재하지 않으므로 온전한 형태의 자원개발 생태계가 존재한다고 보기는 어렵고, 따라서 상류부문의 4차 산업혁명 기술 생태계 또한 해외의 상류부문에서 형성된 생태계에서 일부로서 참여하여 활동하게 된다.

한편 한국의 디지털 부품 및 센서 등 계측기거나 정보통신 기술력은 상당한 경쟁력을 가진 것으로 평가되는데 반해 목표 사업장이 전부 해외에 있을 수밖에 없다는 지리적 격리성으로 인해 국내 정보통신사들이나 센서 제조업체들에게는 석유가스 상류부문이 일반적으로 미경험 분야로 남아있고 그만큼 초기 투자도 꺼려지는 부분도 분명히 있다. 이와 반대로 전장에서 언급한 바와 같이 해외, 특히 북미의 경우에는 상류기업의 지능형 기술 생태

계가 초기임에도 불구하고 과거부터 운영효율성 개선 노력의 일환으로 상당 기간 탐사개발기업, 통신사, IT 기업, 자원개발서비스기업 등 다수의 4차산업 생태계 참여자들 간의 상호 협업 경험이 상당히 구축된 상황이다.

이러한 여건을 감안한다면 만약 우리가 국내의 정보통신 기술을 해외 석유개발 생태계에 융합시키고 확대해나가고자 한다면 우선적으로 실행가능성이 높은 기회나 여건을 활용하는 점진적이고 단계적인 접근방식을 고려할 필요가 있다. 초기에는 국내 자원개발 기업이 운영권을 갖고 있거나 국내 자원개발기업의 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 있다. 해외시장에서도 메이저사나 대형 자원개발서비스기업들과 직접적인 경쟁 보다는 중소형 규모의 유가스전을 대상으로 진출을 시도하면서 단계적으로 진입을 하는 방안을 모색해 볼 수 있을 것이다. 중장기적으로는 국내 자원개발 서비스 기업, 정보통신기업, 센서 제조사 등이 다양한 생태계 구성원간의 협력관계를 구축하는 것이 매우 중요하다. 이미 4차 산업혁명 관점에서 상류부문은 자원개발 업체만의 영역은 아닌 것이 분명하기 때문이다.

나. 중류부문(가스 도매)

우리나라의 중류부문 특히 천연가스 도매부문은 한국가스공사의 사실상 독점 체제로 LNG를 도입, 저장, 재기화하여 도매공급을 하고 있다. 따라서 북미처럼 다수의 배관운영사가 다수의 고객(상류기업, 하류기업)을 상대로 경쟁하는 구조가 아니어서 수송서비스 차별화나 최적 노선 발굴과 같은 필요성은 상대적으로 낮은 편이다. 또한, 북미, 러시아, 중국과 같이 국토면적이 넓은 국가들에 비해 우리나라는 국토면적도 협소하여 장거리의 파이프라인



인 공급망 운영에 필수적인 압력유지 등을 위한 모니터링 부담도 상대적으로 적다고 할 수 있다.

그러나 주배관망(도매배관)의 경우 총연장이 4,697km에 달하며 전국 단일망으로 공기업인 한국가스공사에게 안정적 가스공급과 안전한 가스공급은 매우 중요하며, 주배관망을 안정적으로 운영하기 위해 수송장애를 방지하는 것이 최소한의 운영 원칙이다. 따라서 배관망 운영측면에서 지역별/계절적 소비차이에 따른 배관망의 압력 변화를 지속적으로 모니터링하고 LNG의 재기화 및 송출을 통해서 압력을 제어하는 것이 매우 중요하다. 예를 들어 특정 수요처에서 소비가 커지면 배관 내 압력이 낮아져 가스를 추가 주입하여 적정 압력을 회복토록 해야하며 반대로 소비가 감소하여 배관 내 재고가 증가하면 배관 압력이 커져 가스를 오히려 빼줌으로써 압력을 낮춰야 하는 식이다. 사실 이렇게 각 계층기에서 수집된 유량, 유압 데이터를 바탕으로 압력 조절을 위한 최적해를 구하는 것은 매우 복잡한 연립방정식을 푸는 문제로 슈퍼컴퓨터로도 수일이 소요된다. 따라서 실제로는 배관망 운영 전문가의 경험과 노하우를 바탕으로 전국망을 제어하고 있는 현실이다. 이렇게 배관망의 지점마다 압력 변화에 따라서 적정 압력 유지를 위한 '모니터링-분석-의사결정-피드백-제어'에 걸리는 시간을 단축하고 최적의 제어명령을 내리는 데에 과거의 시간대별, 계절별, 지역별 유량 및 유압 관련 빅데이터를 학습한 결과를 활용할 수 있는 것이다.

한편 대량의 LNG를 액체상태로 저온 저장하고, 이를 재기화하여 송출하는 공정은 매우 복잡하고 민감한 설비로 폭발 위험이 상존한다. 과거 온도, 압력, 거동, 진동 등의 빅데이터를 통해 온도, 압력 등 거동이 불안해지는 조건을 학습하여 보다 정확하게 거동불안을 예측하고 사

전적으로 대처할 수 있는 솔루션을 확보하여 생산기지 「LNG 저장-기화-송출 관리」 최적화와 위험성 감소에도 활용할 수 있을 것이다.

다. 하류부문(원유 정제)

우리나라의 정유사들은 전장에서 언급한 북미의 정유사들과는 사업여건이 매우 다르다. 예를 들어 미국의 정유사들도 많은 경우 원유를 수입하고 있지만 그래도 자국내에서 생산되는 원유를 구입하거나 자사가 보유한 국내 상류부문 자산에서 직접 피드원유를 반입할 수도 있다. 그러나 우리나라는 피드원유 전량을 국제시장에서 구입해야 하므로 원유 소싱 최적화의 필요성은 그만큼 더 크다고 할 수 있다.

전장에서 설명했듯이 원유가격, 환율, 공장가동률, 설비조건, 원유 성질 및 수급, 제품 생산 규격, 제품 가격, 재고 현황, 출하계획 등 다양한 조건들을 모두 고려하여 원유 도입의사 결정을 내리거나 유종을 선택하는 데에 빅데이터 분석기술과 인공지능 학습능력의 활용이 가능하다. 우리나라의 정유사들은 이러한 관점에서 이미 4차 산업혁명 기술의 도입과 활용을 시도하고 있다. SK이노베이션에서는 빅데이터 프로그램 '크로노스'를 개발하여 원유 도입시기와 물량 결정에 활용하고 있는 것으로 알려지고 있다.⁸⁾

또한 4차 산업기술을 활용하여 예측적 유지보수를 통한 예방 정비와 사고 예방, 설비 신뢰성 제고와 작업자 안전성 개선에 매우 의미 있게 활용이 가능하다. 실제로 국내 정유사들 중에는 과거의 유해가스 유출사고의 이력과 원인, 회전기계의 사고 사례를 빅데이터로 분석하여 이

8) 유학식·박기현, '석유·가스 부문 지능형 기술 도입요인 조사연구', p.90, 2017(원자료: 한국경제신문, 2017.5.3, 'SK이노베이션의 미스터리')



를 학습함으로써 사고 위험이 높은 공정과 사고위험을 높이는 조건들을 사전에 파악하여 사고를 예측함으로써 회피하는 기술을 시범적으로 도입하고 있다.⁹⁾ 이렇게 센서를 통한 자동화는 작업자의 직접 관측과 기록에 따른 휴먼에러를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 빅데이터 분석과 인공지능 학습을 통해 설비의 고장이나 사고에 대한 예측력을 높임으로써 결과적으로 다운타임을 줄이고 생산효율성 개선과 유지보수 비용의 절감 효과를 기대할 수 있다.

6. 결론

해외의 석유가스 산업과 우리나라의 석유가스 산업은 산업 자체의 본질적인 특성에서는 유사성이 분명히 있으나, 생태계의 성숙도, 산업구조, 경쟁여건, 기술수준, 정책 측면 등에서 분명한 차이가 있다. 해외의 경우 특히 북미에서는 상류부문이 석유가스 산업의 지배적 산업으로 자원개발서비스 기업이나 초일류 IT 기업이 다수 존재하고 이들 간의 협업이 디지털오일필드 등의 방식으로 이미 십여 년째 계속되어 오는 등 4차 산업혁명 기술의 자원개발 부문 생태계가 상당한 수준으로 형성되어 있다. 중류부문도 북미에서는 다수의 파이프라인 사업자가 광활한 국토를 배경으로 화물 유치를 위해 경쟁하고 있으며 압력 유지나 유지보수의 부담도 크다. 하류인 원유정제부문도 정유단계에 집약적으로 설비를 배치하는 방식이 아닌 보다 넓은 부지에 공장이 분포하고 있어 우리와는 달리 수입 원유를 공장별로 분배하는 최적화 문제부터 발생한다. 또한 수입 원유가 아니더라도 자국 내 유전이나 자사가 보유한 유전에서 피드원유를 반입할 수도 있다.

반면 우리나라는 국내에 상류부문 사업장이 존재하지 않으며, 중류부문인 도매 파이프라인은 한국가스공사가 독점하고 있고 소매파이프라인은 지역적 독점체제를 이루고 있다. 국토 면적은 협소하여 중류부문에서 안정적 수송을 위한 압력 제어에 대한 부담은 국토면적이 큰 미국, 중국, 러시아 등에 비해 상대적으로 작은 편이긴 하지만 독점적 도매공급자인 한국가스공사의 주배관망의 안정적 운영은 무엇보다 중요하다. 하류 정제부문은 울산, 여수에 정제 설비가 집중되어 있고, 정제를 위해 투입할 원유 전량을 국제시장에서 구입해야 한다. 따라서 우리나라는 우리의 산업구조와 환경, 경쟁여건, 기술수준, 물리적 환경과 필요성에 맞게 4차 산업혁명 기술의 도입을 구상하고 시험하고 있으며, 향후에도 이런 방향에서 접근해야 할 것이다.

이러한 국내의 여건의 차이를 감안할 때 그리고 국내 상류부문, 중류부문, 하류부문의 특성과 여건을 감안해 보면, 4차 산업혁명 기술의 필요성이나 도입효과도 상류, 중류, 하류 별로 차별화되게 기술될 수 있다. 보다 장기적 관점에서라면 상류부문의 지능화는 기보유한 해외 생산 자산의 효율성을 개선하는 측면과 우리나라의 자원개발 생태계의 신산업·융합 분야로써 잠재성과 의미가 있을 수 있을 것이다. 중류부문의 지능화는 국내 천연가스의 안정적 공급을 위한 주배관망 관리 효율화와 안전성 제고 등에서 의미를 가질 수 있다. 하류부문의 지능화는 원유 도입의사결정 최적화, 정제설비의 고장 및 사고 예방 등의 역할을 할 수 있을 것이다. 정유부문은 특히 민간부문임에도 불구하고 전량의 원유를 수입한다는 측면에서 보면 원유도입 최적화를 통해 국가 석유안보에 기여할 수 있다는 점도 기억할만한 점이다.

9) 유학식·박기현, '석유·가스 부문 지능형 기술 도입요인 조사연구', p.91, 2017(원자료: SK이노베이션 블로그, 2017.6.19, 'SK이노베이션, 에너지화학업계 최초! '스마트플랜트' 도입)



그러나 우리나라에서 아직까지 석유가스 부문의 4차 산업혁명 기술 또는 지능형 기술에 대한 일반적인 인식은 낮은 편이라 할 수 있고 현실적으로도 국내에 석유가스부문의 4차 산업혁명 기술 생태계의 형성은 미비한 상태다. 이에 국내에 석유가스 부문 4차 산업혁명 기술 생태계가 구성될 수 있기 위해서는 산업 여건에 대한 보다 면밀한 조사와 연구가 필요하며 이종 산업 간에 협업 노력이나 협력 여건 마련을 위한 정책적 노력도 필요하다. 해외에서는 '자원개발서비스기업과 데이터 분석기업', '석유가스 설비 사업자와 데이터 분석기업', '비즈니스 컨설팅 기업과 하드웨어 개발 기업' 등 다양한 조합으로 제휴와 협력이 활발히 이루어지고 있다. 이들은 전통적인 석유가스 기업에게 4차 산업혁명 기술을 판매하려는 노력을 경주하고 있는 것이다.

우리나라의 석유가스 기업의 관점에서 보면 실질적인 4차 산업혁명 기술의 소비자 입장에서 자신에 맞는 4차 산업혁명 기술의 도입을 위한 전략으로 솔루션 직접 개발, 4차 산업혁명 기술 관련 자회사 설립 또는 M&A, 솔루션 구매, 전략적 제휴, 공동 R&D 등 다양한 형태의 협력을 구상할 수 있다. 이러한 여러 형태의 협력 방식 중에서 최적의 효과를 창출하기 위해서는 자사의 여건에 대한 분석이 선행되어야 할 것이다.

마지막으로 4차 산업혁명 기술의 장애요인으로 공통적으로 지적되고 있는 사이버 보안 문제 대응, 데이터 및 기술의 표준화 미비 문제, 데이터에 대한 지적재산권 이슈 등 다양한 문제들에 대해서도 고려가 필요하다.

생산과 소비(요약본),” 2017.4

유학식·박기현, “석유·가스 부문 지능형 기술 도입요인 조사연구,” 에너지경제연구원 기본연구보고서, 2017

SK이노베이션 블로그, “SK이노베이션, 에너지화학업계 최초! ‘스마트플랜트’ 도입(재인용 문헌의 원자료),” 2017.6.19

한국경제신문, “SK이노베이션의 미스터리(재인용 문헌의 원자료),” 2017.5.3

<외국 문헌>

CISCO(2014), “Attaining IoT Value: How to move from connecting things to capturing insights(재인용 문헌의 원자료),” 2014

GE, “Adopting the IoT paradigm-GE’s journey to becoming a digital industrial company(재인용 문헌의 원자료),” 2016.1

MIT(2015), “Strategy, not technology, drives digital transformation(재인용 문헌의 원문),” 2015

World Economic Forum, “Digital Transformation Initiative: Oil and Gas Industry, White Paper(재인용 문헌의 원문),” 2017.1

<웹사이트>

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

참고문헌

<국내 문헌>

미래창조과학부 미래준비위원회, “4차 산업혁명 시대의