

4차 산업혁명과 전력소비의 증가

한양대에너지거버넌스센터

※ 해당 원고는 4차 산업혁명이 전력소비에 미치는 영향에 대한 분석임. 즉 전체 경제·사회 분야에 대한 예측은 아님을 밝힘

I. CES는 어떤 행사인가?

- 매년 초 미국 라스베이거스에서 개최되는 세계 최대 가전쇼 CES(Consumer Electronics Show)는 다양한 IT관련 기업들이 참가하여 현재의 기술을 공개함과 동시에 미래의 방향성에 대해 논의하는 자리임. 때문에 현 시대의 정보기술 뿐만 아니라 경제의 방향성도 짚어낼 수 있는 주요 행사로 지목이 됨
- 1967년 시작하여 올 해로 51회를 맞이했으며, 2018년에는 약 4,000개의 참가기업과 약 20만 명의 참가자를 기록하였음
- 2014~2017년 기조연설에 계속해서 자동차업계 거목들이 등장함. 2014년에는 루퍼트 슈타들러(Rupert Stadler) 아우디 회장, 2015년에는 디터 제체(Dieter Zetsche) 메르세데스-벤츠 회장, 2016년은 헤르베르트 디스(Herbert Diess) 폭스바겐 CEO, 2017년에는 카를로스 곤(Carlos Ghosn) 르노-니산 회장이 기조연설 담당. 이를 보건대, 결국 4차 산업혁명의 핵심요인은 자동차와 IT의 융합, 즉 커넥티드카(connected car)의 출현임을 알 수 있음
- 특히 2014년 루퍼스 슈타들러 아우디 회장의 연설이 핵심을 찔렀음. 그에 따르면, 자동차는 1세대 “달리는 것”, 2세대 “길들인 것”, 3세대 “안정/효율/기술/고급”을 지나 이제 4세대 “연결(connectivity)”에 도달했다고 함. 현대의 정보기술(IT)과 자동차가 빠르게 연결되고 있음
- 이를 볼 때, 궁극적으로는 IT device와 자동차의 연결, 즉 스마트홈/스마트폰처럼 스마트카(smart car)의 등장이 불가피함. 스마트카의 대표적인 형태는 무인차로, 무인차는 자동차 안에서 인간에게 시간과 공간의 극적인 효율증대를 제공할 것임



2014 CES Keynote speech from Rupert Stadler

“자동차의 1세대는 그저 달리는 기계를 개발한 것(created a machine)이었습니다. 이어진 2세대는 기계를 길들이는 것(taming)이었구요. 즉 자동차에 대한 신뢰감을 높이는 가운데 일상생활에 녹아들 수 있게 한 것이었죠. 3세대는 오늘까지도 계속되는 일인데, 안정성, 효율성, 기술력 그리고 고급스러움(safety, efficiency, technology and luxury)을 계속 증대시키는 것이었습니다. 그러나 지금 우리는 중대한 변화에 직면해 있습니다. 자동차의 기동성에 대한 개념을 재정립(redefining mobility) 해야 하는 4세대가 다가왔으니 말입니다. (중략) 4세대 핵심은 연결(connectivity)입니다”

자료: SK증권

□ 2015년 디터 제체 벤츠 회장의 기조연설은 더욱 구체적인 해답을 제시함. 당시 “F015 Luxury in Motion”이라는 미래형 컨셉카를 공개하였는데, 이는 완전한 무인차 시스템으로서 자동차 내부 공간이 회의실 및 휴게공간으로 사용될 수 있음을 나타냈음. 결국 자동차가 단순한 운송수단이 아닌 핵심적 이동공간(mobile vital space)으로 변하게 될 것임을 주장한 것.

□ 이후 헤르베르트 디스 폭스바겐 CEO, 카를로스 곤 르노-니산 회장도 무인차 시대가 올 것임을 강하게 피력하였음



“자동차는 지금까지 수송의 목적을 지닌 수단으로서 발전해왔지만, 앞으로는 핵심적인 이동공간(mobile vital space)으로 자리매김하게 될 것이다”
- Dieter Zetsche, from 2015 CES

“자율 주행은 일상 생활의 일부가 될 것이며 모빌리티를 완전히 바꿔 놓을 것이다.”
- Herbert Diess, from 2016 CES

“자율주행, 전기차, 커넥티드카라는 파괴적인 세 요인(disruptive triangle)의 동장은 지난 50년간 겪은 변화보다 앞으로 10년간 올 변화가 더 클 것임을 의미한다 - Carlos Ghosn, from 2017 CES

자료: SK증권

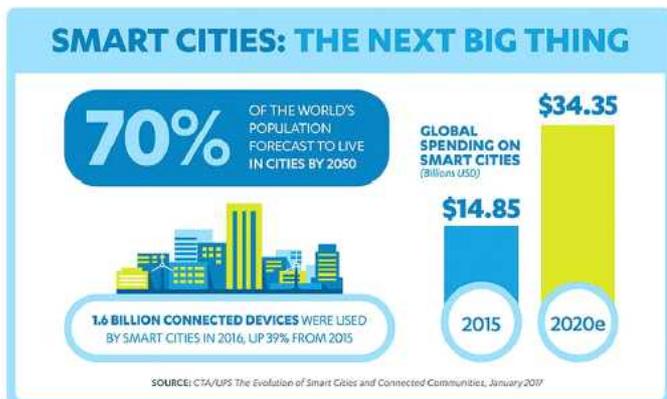
□ CES의 기조연설을 자동차업계 거목들이 맡은 근본적 이유는 자동차의 의미에서 찾을 수 있음. 역사적 “killer application”인 자동차의 변신은 늘 산업혁명을 동반했음



자료: SK증권

□ 2018 CES의 키워드는 스마트시티였음. 스마트폰이 열었던 IoT와 AI의 시대를 얼마 전까지 스마트카가 받았다면, 이제는 그보다 더 상위의 개념인 스마트 시티가 화두가 된 것. 심지어 2018년에는 기존에 없던 SMART CITY에 관련한 section이 따로 오픈 되었을 정도임. 기술의 최종 지향점이 스마트시티임을 알 수 있음

《CES가 지목한 “The next big thing: SMART CITIES》



자료: SK증권

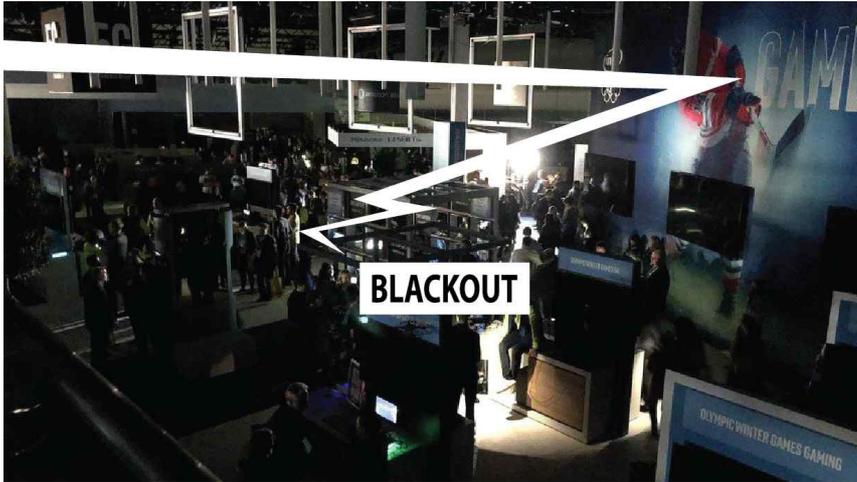
II. 2018 CES에서는 왜 정전이 났을까?

□ 2018년 행사에서 예상치 못한 정전이 발생했음. 사고발생시각은 1월 10일 오전 11시 16분이었음

□ 주최 측은 이에 대해 “폭우로 인한 자체 핵심 전압기 섬락현상”으로 발표함

□ 그렇지만 좀 더 거시적/구조적 시각에서 바라볼 때 4차 산업혁명 시대에서의 전력부족 가능성에 대한 위험신호(warning signal)로서도 충분히 해석 가능함

《지난 1월 정전사태가 발발했던 CES 내 센트럴홀》



자료: SK증권

□ 20세기 말에 흔히 3차 산업혁명으로 표현되는 인터넷 혁명이 발생하면서부터 IT 기기(device)의 기술은 획기적으로 진보함. 여기에는 이제 우리의 일상이 된 TV, 컴퓨터, 휴대폰 등등이 모두 포함됨

□ 그리고 최근의 4차 산업혁명, 즉 연결(connectivity) / 인공지능(Artificial Intelligence) / IoT(Internet of Things) / 자율주행(Autonomous Driving) 기술은 이런 IT 기기에 있어서의 또 한 차례 획기적 진보를 견인하고 있음

□ 하지만 이와 같이 IT기기에 새로운 기술이 담길수록 전력소비도 동반 증대함.

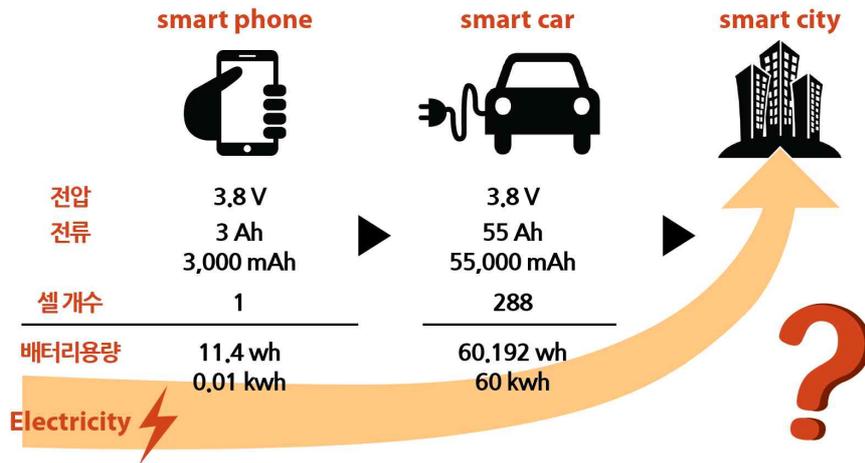
□ 이미 현 시대를 장악한 스마트폰의 배터리 용량은 갤럭시 S9 기준 11.4Wh(=0.01kwh)에 불과함. 그리고 스마트폰 이후 최근 스마트카로 기술이 진보되기 시작했는데, 현재 전기차의 대표주자인 GM BOLT의 배터리 용량이 이를 압도하는 60,192Wh(=60kwh)임. 단순 용량비교에서 무려 5,000배를 초과함. 스마트카에 탑재되고 있는 다양한 IT device를 감안할 때 차후 100,000Wh(=100kwh) 이상이 될 가능성이 농후함

□ 문제는 4차 산업혁명 궁극의 기술인 인공지능/IoT/자율주행 등 다양한 기술이 현재

‘스마트 시티(smart city)’로 구현되고 있고, 거시경제 흐름 상 앞으로 이는 더욱 구체화될 수밖에 없다는 것임. 스마트 시티는 현 세대 모든 기술이 장착되는 개념이라는 것을 감안 할 때, 앞선 휴대폰이나 자동차와는 비교도 안 될 전력소비가 발생할 수밖에 없는 상황임

□ 즉, 스마트시티가 디지털(digital) 기술의 최첨단이 될 텐데, 문제는 이를 구현하기 위해 아날로그(analogue)적 전기가 대규모 필요하다는 것임

《스마트폰 → 스마트카 → 스마트시티, 늘어날 수밖에 없는 전력소비량》



자료: SK증권

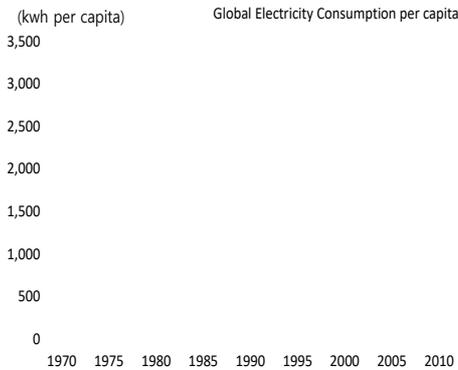
Ⅲ. 4차 산업혁명으로 향할수록 전력부족은 가속화

□ 전 세계 전력소비는 꾸준한 우상향임. 다만 이는 4차 산업혁명에 따른 IT 기기의 사용 증대로 연결 짓기보다는, 중국, 브라질, 인도와 같은 개발도상국들의 2차 산업 측면에서의 빠른 성장에 따른 전력소비증대로 해석하는 것이 타당함

□ 따라서 2차 산업적 경제 진보는 마무리가 되었고, 막대한 소비를 바탕으로 4차 산업혁명에 가장 가까우며 신규 IT기기 적용이 세계적으로 가장 빠른 미국의 전력소비를 살펴볼 필요 있음

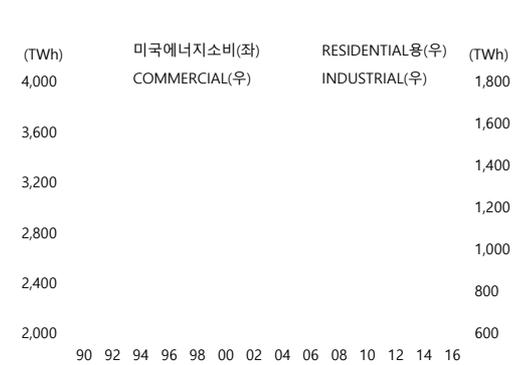
□ 미국의 전력소비는 지난 10여 년 간 횡보추세를 이어가고 있음. 다만 유형별 소비를 살펴볼 경우, 산업(industrial)은 감소하는 반면 주거(residential)와 상업(commercial)은 증대 중임

《글로벌 인당 전력소비량은 지속 우상향 중임》



자료: World Bank, SK증권

《미국 에너지 소비는 산업용 지속 감소 반면 주거/상업 증대 중》



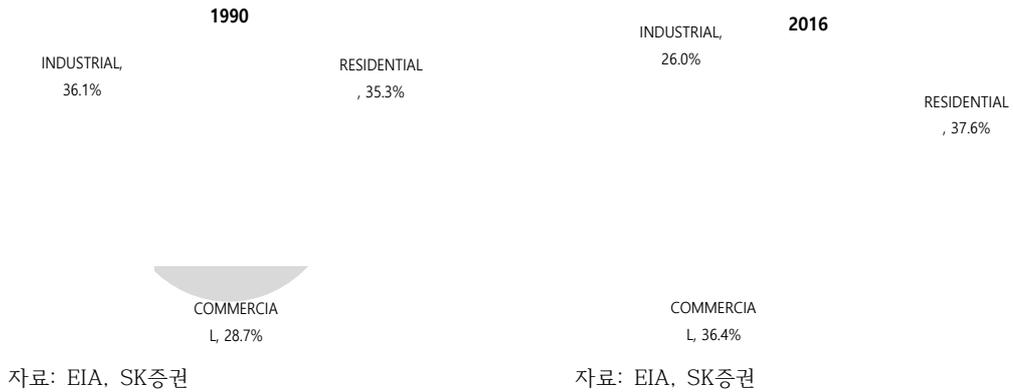
자료: EIA, SK증권

□ 가정용/상업용 전기수요 급증의 원인은 신규 IT기기임. 수치적으로 보자면, 산업용은 전체 전력소비에서 비중이 1990년 36.1% → 2016년 26.0%로 감소했음. 다만 주거용(35.3% → 37.6%)과 상업용(28.7% → 36.4%)은 지속 우상향임

□ 산업용의 비중이 하락한 것은 전력효율의 증대, 자국 내 공장의 캐나다, 멕시코 등으로의 해외 이전 등이 주된 이유임. 반대로 주거용과 상업용의 증대 이유가 중요한데, 이는 “신규 IT기기”의 사용 확대 때문으로 해석됨

《90년 미국 전력소비비중: 산업 36.1% / 주거 35.3% / 상업 28.7%》

《16년 미국 전력소비비중: 산업 26.0% / 주거 37.6% / 상업 36.4%》

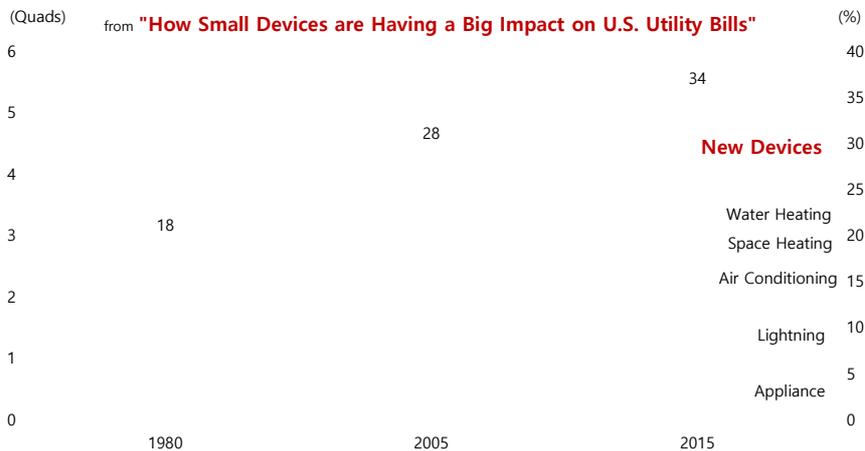


□ 미국 주거용 전력소비의 증대는 신규 IT기기 영향임이 데이터에서도 나타남. 일반적으로 TV, 컴퓨터, 휴대폰의 전력소비 영향은 기존 주거에서 대다수를 차지했던 냉난방, 조명에 비해 크지 않을 것으로 지레 짐작을 하지만, 2015년 기준 미국 주거용 전력소비에서 새로운 기기(new devices)가 차지하는 비중은 80년 18% → 05년 28% → 15년 34%로 30년 새 2배 확대되었음

□ 새로운 기기는 TV, 컴퓨터, 휴대폰, 소규모 가전기기를 의미함

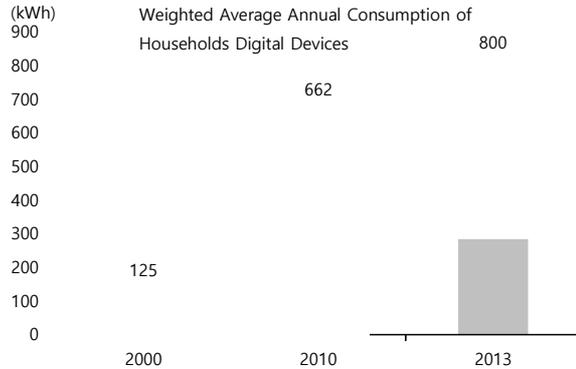
□ 절대규모로만 본다면 하더라도 닷컴버블의 시작점이었던 2000년에서 가구당 평균 IT 기기 소비가 125kwh였는데, 2013년에는 800kwh까지 6배 이상 증대

《미국 가정용 전력소비에서 새로운 IT 기기 비중은 80년 18% 불과했지만 15년에 무려 34%까지 증가》



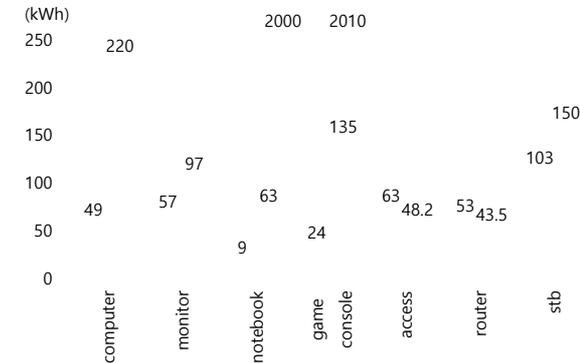
주: New devices는 televisions, computers, mobile phones, small home appliances을 의미함

《미국 가구당 IT 기기 전력소비: 00년 125kwh → 13년 800kwh》



자료: EIA, SK증권

《컴퓨터를 중심으로 대다수의 IT기기 관련 전력소비는 증대되었음》



자료: EIA, SK증권

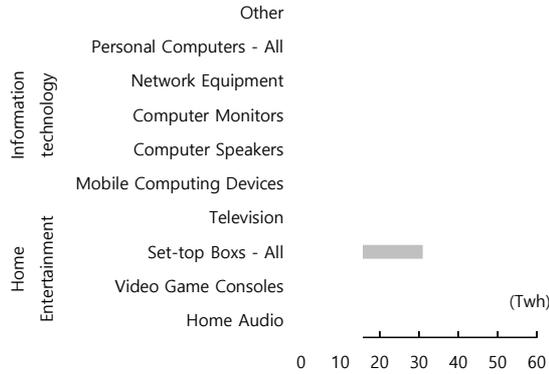
□ 세부적으로 살펴보면 주거용 전력소비량을 이끄는 것은 역시 TV와 STB(Set-Top Box), 그리고 PC라는 것을 알 수 있음. 그리고 관련 제품들의 보유량은 2000년부터 2010년까지 10년 간만 본다고 하더라도 현격하게 증대되었음

□ 해당 10년 간 PC의 경우 약 5,450만대 → 1억대, 모니터는 5,450만대 → 1.5억대, STB는 4,900만대 → 8,700만대 증대되었음. 평균적으로 2배 이상은 증대된 셈임. 그 외 노트북(1,600만대 → 1.3억대), 게임기(5,400만대 → 1.1억대)의 급증도 눈 여겨 볼 부분임

□ 우리가 워낙 가까이에 있어서 인지를 못했을 뿐이지 사실 이것만으로도 전력소비는 크게 증대하고 있었음이 확인됨

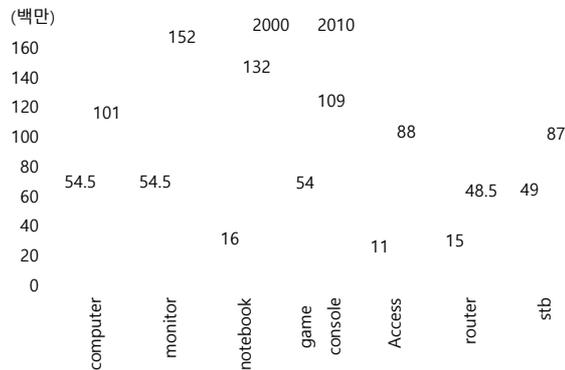
□ 오히려 만약 미국이 전력소비의 효율성 증대, 공장의 해외 이전 등의 효과로 인해 산업용(industrial) 등의 소비를 줄이지 못했다면, 미국 내 전력 난의 문제는 더욱 빨리 수면 위로 부각되었을 것임

《가정용 전력소비의 많은 부분은 TV, STB, PC가 차지하고 있음》



자료: EIA, SK증권
주: 아이템별 총 소비량

《대다수 가정용 IT 기기의 보유량도 급증하였음》



자료: EIA, SK증권

□ 더욱 궁금한 것은 상업용(commercial)임. 다시 한 번 확인하자면 상업용의 미국 내 전력소비 비중은 1990년 28.7% → 2016년 36.4%로 가장 많이 증대되었음. 그리고 이런 급증의 주된 이유는 바로 데이터센터(Data Center) 때문임

□ 인터넷 혁명의 시작과 함께 지금의 SNS로 전 세계가 연결되면서 점점 중요해지는 것이 DB(Database)의 존재감임. 이에 저장된 정보를 기반으로 AI와 IoT 등등 다양한 기술들이 파생되고 있기 때문임

□ 그리고 이 데이터를 저장함과 동시에 유통까지 시키는 핵심 인프라가 바로 데이터센터임. 흔히 말하는 빅데이터의 결정체라고 할 수 있고, 4차 산업혁명이 진행될수록 데이터센터의 필요성과 중요도는 더욱 높아질 수밖에 없음

□ 그런데 데이터센터의 큰 특징 중 하나가, 전력소비량이 대단히 높다는 것임

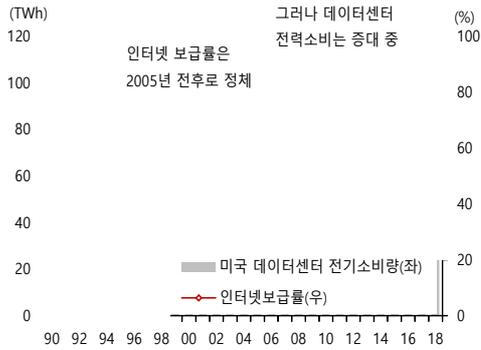
《노트북과 스마트폰의 판매증가는 결국 요구되는 서비스와 저장시설의 확대로 이어짐》



자료: EIA, SK증권

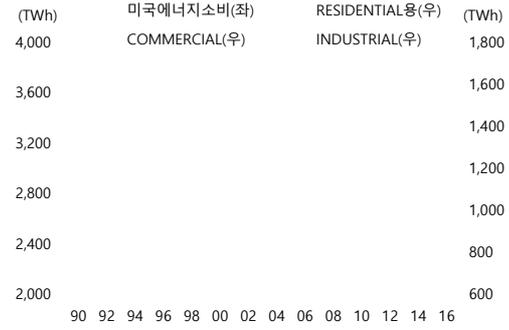
- 데이터센터 전력소비 상 특징은 2가지를 살펴볼 필요가 있음. 첫 번째는 인터넷보급률이 정체되어도 전력소비는 늘어나는 현상임
- 통념적으로는 데이터센터 전력소비와 인터넷 보급률은 동행할 것 같지만, 미국의 인터넷 보급률은 2005년을 전후로 정체(내지는 포화) 국면에 진입했음. 그러나 전력 소비량은 지속 증대 중임. 유럽도 이와 같은 상황은 다르지 않음
- 이는 지속적으로 데이터 활용량 자체가 증대하는 방향으로 기술이 발전하고 있기 때문임. 데이터센터의 전력소비에 있어서 무려 50%가 냉각(cooling)이라는 것에서도 확인이 가능함. 많이 서버를 굴리니 그만큼 많이 식힐 수밖에 없음

《미국 인터넷 보급률은 정체인 반면 데이터센터 전력소비는 급증 중임》



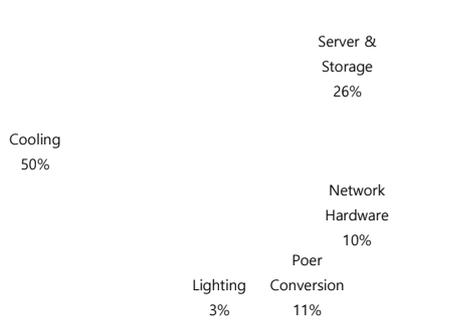
자료: EIA, SK증권

《유럽도 데이터센터 전력소비가 증대하기는 마찬가지임》



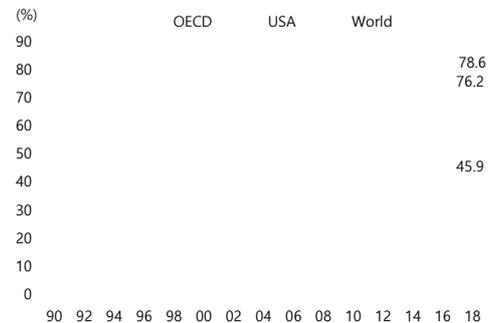
자료: EIA, SK증권

《9데이터센터 전력소비의 절반이 냉각(cooling)임을 이해해야 함》



자료: EIA, SK증권

《특히 이머징은 인터넷 보급조차 되지 않은 상황임》



자료: EIA, SK증권

□ 두 번째는 이제 개발도상국도 봐야 한다는 것임. 아직 세계 인터넷보급률은 40% 내외에 불과함(미국과 OECD 약 75%). 즉 개발도상국을 중심으로 데이터센터가 더 많이 보급될 수밖에 없는데, 이는 전력소비의 추가급증을 의미함

□ 그런데 개발도상국의 데이터센터 급증, 즉 4차 산업혁명의 촉진을 부를 수 있는 단초가 이미 시작이 되었는데, 그것이 바로 스마트 시티임

Ⅲ. 산업혁명은 늘 새로운 도시를 탄생시킨다

□ 1차 산업혁명은 영국에서 시작되었으며, 당시 급격하게 성장한 도시는 런던이 아닌 항구도시 리버풀(Liverpool)임. 석탄에 의해 증기기관이 발명되면서 선박과 기차에 의한 무역에 융성했고, 때문에 대규모 항구도시인 리버풀은 거점으로서 빠른 성장세를 보임

□ 그러나 1차 산업혁명이 마무리 되고 2차 산업혁명이 시작되던 당시, 석유가 개발되면서 운송수단의 대형화, 고속화에 대응하지 못하면서 빠르게 몰락함

□ 그렇게 2차 산업혁명이 미국에 의해서 시작이 되는데, 당시 급격하게 성장한 도시는 뉴욕이 아닌 중북부의 공업화지대임. 자동차의 디트로이트(Detroit), 석유의 클리블랜드(Cleveland), 철강의 피츠버그(Pittsburgh), 이를 아우르는 금융과 교육의 시카고(Chicago)가 바로 그 대상임

□ 그러나 번성했던 중북부 지역 역시 3~4차 산업혁명의 시작과 함께 변화시대에 적응하지 못하면서 최근 러스트벨트(rust belt)로 몰락함

□ '도시의 승리(Triumph of the city)'의 저자인 에드워드 글레이저(Edward Glaeser)에 의하면 도시는 결국 그 시대의 자본, 기술, 인력이 집중되면서 탄생할 수밖에 없는 결과물임. 그렇다면 3~4차 산업혁명에서 새로운 도시의 탄생은 필연적이고, 그 형태는 스마트시티임을 짐작할 수 있음

《1차 산업혁명: 리버풀, 영국》



자료: Google이미지, SK증권

《2차 산업혁명: 디트로이트, 미국》



자료: Google이미지, SK증권

《3차 산업혁명: ???》



자료: Google이미지, SK증권

□ 스마트시티 건설에 앞장서고 있는 대표적 개별기업으로는 구글(Google)의 모회사인 알파벳(Alphabet)을 꼽을 수 있음. 알파벳은 그들의 도시재생 자회사인 사이드워크랩스(Sidewalk Labs)를 통해 캐나다 온타리오 호수 지구 내 폐역항만에 사이드워크 토론토(Sidewalk Toronto)라는 프로젝트를 진행 중임

□ 초기투자비로는 \$5,000만(약 550억원)이 투입되었으며 궁극적으로는 \$10억(약 1.1조 원)에 이를 것으로 추정됨. 부지규모는 초기 12에이커(약 50만 m²)이며 이후 800에이커(약 320만 m²)로 확대 예정임

□ 마이크로소프트(Microsoft)는 빌 게이츠(Bill Gates)의 주도로 미국 애리조나 피닉스 사막지대에 스마트시티 건설 계획임. 아직 알파벳만큼 구체적이지는 않지만, 프로젝트명(혹은 도시명)은 벨몬트(Belmont)로 알려짐

□ 벨몬트의 토지매입에만 \$8,000만(약 900억원) 투자함. 규모는 25,000에이커(약 1.1억 m²)로서 알파벳 대비 30배 이상에 해당함. 알파벳보다 대규모일 것으로 예상

□ 두 프로젝트의 공통점이 있다면 우리가 일반적으로 알고 있는 유명도시, 혹은 대도시가 아니라 폐역항만, 사막지대와 같은 허허벌판에 건립되고 있다는 것임. 즉 새로운 기술이 기반이 된 인프라를 구축하려면 결국 기존도시가 아닌 신규도시에서 진행하는 것이 합리적임을 알 수 있음. 말하자면 무(無)에서 유(有)를 창조해야 하는 것이 바로 스마트시티임

□ 그런 측면에서 반드시 주목할 수밖에 없는 스마트시티 프로젝트는, 바로 세계 최대 산유국 사우디아라리아가 추진하고 있는 NEOM mega city 프로젝트임

□ NEOM을 주도하는 인물은 사우디 왕세자 모하메드 빈 살만(Mohammed bin Salman, 이하 MBS 통칭)임. 살만 왕조가 2015년 시작된 이래 자국뿐 아니라 국제세계에 큰 영향력을 미치고 있음. 그의 별칭 “Mr. Everything”을 통해서도 이런 면모 확인 가능함. 간략한 소개에 대해서는 아래 테이블 참조

《“Mr. Everything” Mohammed bin Salman(MBS)에 대한 간략 요약》

시간	주요내용	비고
1985년 8월 31일	Mohammed bin Salman	탄생 이하 MBS로 통칭
2015년 1월 23일	살만왕조 시작	보수 강경파라는 이미지가 강했음 국왕 살만 빈 압둘아지즈 알 사우드의 아들이 MBS임
즉위 직후	국방장관 MBS	MBS는 아버지의 기존 직위인 국방장관 물려받음 시아파 공격 단행하며 수니파 리더 이미지 축적
	CEDA 위원장 MBS	경제 부분에 대한 장악력도 군사와 함께 갖춤
2016년 4월 25일	Vision 2030	사우디 경제의 탈석유를 MBS가 직접 주장함 NEOM 신도시에 대해서 처음 발표(\$5,000억 투자)
2016년 5월 27일	석유장관에 오른 팔 칼리드 알 팔리 임명	21년 간 집권한 기존 석유장관 알 나이미 사실상 해임 오른 팔 칼리드 알 팔리 에너지산업광물부 장관 임명 동시에 알 팔리는 아람코의 CEO에서 의장으로 승격 아람코의 IPO도 직접 진행함
	국부펀드 PIF를 MBS 직속으로	기존 재무부 관할이었던 국부펀드 PIF를 CEDA 직속으로 변경함. 사실 상 MBS 관할이 됨 참고로 아람코 IPO 대금은 PIF로 유입이 되며 NEOM 프로젝트도 PIF가 직접 주도함
2017년 6월 21일	왕위 계승서열 1위 등극	왕위의 형제상속 원칙 깨고 부자상속을 단행 왕위계승서열 2위의 MBS가 1위로 변경 기존 왕세자는 MBS 친위부대에 의해 가택 연금
	반부패척결위원회 위원장도 MBS	잠재적 경쟁자라 할 수 있는 왕자들 대규모 체포 이후 부정축재 혐의 조사 후 벌금 징수 총 \$1,000억에 이르는데 사우디 왕정으로 편입됨

자료: 각종 언론, SK증권

□ 그는 경제개발위원회(CEDA) 위원장을 역임한 이후 국부펀드 PIF를 통해서 이 프로젝트를 발제/주도하고 있는데, 총 투자비용은 무려 \$5,000억(약 550조원)으로서 알파벳 혹은 마이크로소프트와 비교도 안 될 정도로 대규모임

□ 도시가 건설되는 위치는 사우디 북서부 홍해해안임. 지리적으로는 요르단, 이집트와 연결되어 있음. 현재 투자부지규모는 2,600만 m²로 알려짐. 서울의 44배 규모에 해당함

□ 2025년까지 1단계 건설을 목표로 하고 있으며, 세부적으로는 NEOM City, NEOM bay, Dubai Industrial Zone으로 구성이 됨

□ 도시를 구성하는 기술 기반은 자율주행(automated driving), 인공지능(artificial intelligence), 가상현실(virtual reality), 신재생에너지(renewable energy), 드론(passenger drones) 로봇(robot) 등 우리가 일반적으로 인지하고 있는 4차 산업혁명의 핵심 기술들임

《사우디 아랍뉴스(arab news)가 공개한 NEOM 프로젝트에 대한 개괄》



자료: SK증권

IV. NEOM에 데이터센터와 발전소부터 들어서는 이유

- 흥미로운 부분은 이처럼 스마트 시티 건설에 가장 앞서 있는 사우디 NEOM이 초기 건립에서 먼저 구축하고 있는 인프라가 데이터센터와 발전소라는 것
- 올 해 2월 1일 유력외신들은 알파벳(Alphabet)이 사우디의 국영석유기업 아람코(Saudi Aramco)와 데이터센터를 건축한다고 보도. 사우디 내 여러 지역에 건설될 예정이고, 특히 아람코는 클라우드 컴퓨팅을 필요로 하고 있다고 함
- 동시에 아마존(Amazon) 역시 클라우드 컴퓨팅 산업과 관련해 사우디에서 수주를 받았다고 보도됨. 규모는 \$10억(약 1.1조원)에 이른다고 하고, 3개의 데이터 센터를 올린다는 구체적인 내용까지도 포함되었음
- 이 달은 MBS가 4월 직접 미국을 방문해 체결한 것으로 알려졌다
- 스마트시티는 기본적으로 빅데이터(big data)에 기반하여 생성되는 새로운 도시인 만큼 데이터센터의 건축이 우선될 수밖에 없음을 입증하는 소식임

《Google And Saudi Aramco May Build Data Centers In The Desert》

The world's **second** largest publicly traded company by market cap has been in discussions for a joint venture with the world's largest privately held company (which is hoping to become the world's largest public company, by market cap, within a year). **Alphabet** GOOGL-5.28% (parent company of **Google** GOOGL-5.28%) and Saudi Aramco are apparently in talks to build data centers in various locations around the desert kingdom.

자료: Forbes, SK증권

《Google parent Alphabet and Aramco are in talks to build a tech hub》

Amazon, one of the leaders in the cloud computing industry, is also reportedly in the mix. Sources tell the Journal it could soon sign a \$1 billion deal to build three data centers in Saudi Arabia, with the deal expected to be announced during Salman's anticipated visit to the United States this year.

Salman is the driving force behind Saudi Arabia's Vision 2030, a plan to overhaul the economy that includes a greater focus on the technology sector. A network of data centers could provide the backbone for a burgeoning tech industry in the kingdom.

자료: CNBC, SK증권

□ 동시에 앞에서 분석한 바와 같이, 현재의 사우디처럼 대규모 데이터센터를 동시에 여러 개 건립할 경우에는 전력수급에 문제가 발생할 수밖에 없다는 것을 주목해야 함

□ 사우디는 이에 대응하기 위해 이미 구체적인 발전소 건설 청사진을 제시하고 있음. 현재 1.4GW 규모의 원자력 발전소 2기를 짓는 사업(사업규모 \$200억, 약 22조원)을 추진 중에 있고, 이를 수주하기 위해 한국 / 미국 / 러시아 / 중국 / 프랑스 등이 치열하게 경쟁 중임

□ 또한 중장기적인 관점에서는 태양광발전소 건립도 추진 중임. MBS는 3월 소프트뱅크 손정의 회장과 만나 2030년까지 총 200GW 규모의 태양광 발전소 건설을 위한 합작회사 설립에 합의한 바 있음

□ 알려진 바에 의하면 태양광발전 사업의 규모는 \$2,000억(약 220조원)임

《750조원 '살만 머니' 풀린다, 사우디 금고지기 모셔라》

(전략) 정부는 알팔리 모시기에 공을 들이고 있다. 그가 7000억달러(약 750조원) 규모의 21세기 최대 단일 프로젝트인 '비전 2030' 실무를 맡고 있기 때문이다. 비전 2030은 사우디가 석유 의존 경제에서 벗어나 첨단 기술과 투자 허브로 변신하려는 국가 프로젝트다. 이 중 5000억달러(약 530조원)는 '중동판 실리콘 벨리'인 미래 신도시 네옴(NEOM) 건설비다. (중략) 우리가 수주를 기대하는 사업은 원전이다. 사우디는 200억달러를 들여 1400MW급 원전 2기를 짓는 사업을 추진 중이다. (후략)

자료: 조선일보, SK증권

《사우디 빈살만, 손정의와 태양광 사업》

사우디아라비아와 소프트뱅크가 세계 최대 규모의 태양광 발전 사업을 추진한다. 27일(현지시간) 블룸버그 보도에 따르면 모하마드 빈살만 사우디 왕세자와 손정의 소프트뱅크그룹 회장은 이날 미국 뉴욕에서 만나 총 2000억달러(약 214조원)를 투자해 2030년까지 200GW 규모의 태양광발전소 건설사업을 추진하기 위한 양해각서(MOU)를 체결했다. 이는 1400MW 규모의 한국형 원자로 143기에 해당한다. (중략) 계약 체결 후 빈살만 왕세자는 "이는 인류 역사상 가장 큰 진전"이라며 "이번 프로젝트는 대담하고 위험하지만 우리는 성공을 희망한다"고 말했다. 손 회장도 "사우디는 광활한 대지, 위대한 기술자들과 함께 최고의 비전을 가지고 있다"고 밝혔다. (하략)

자료: 매일경제, SK증권

V. 세계 전력수급분석

□ 전 세계 전력소비의 3년간 CAGR(누적성장률)은 2015년 2.4%임. (주: CAGR로 산출한 이유는 연간변동률로 할 경우 경제쇼크 등 1회적 요인에 의해 변동성이 의미 없이 커지기 때문임)

□ 경제수준별로 나눠보면 2015년 기준 OECD 0.2% / non-OECD 4.4%임

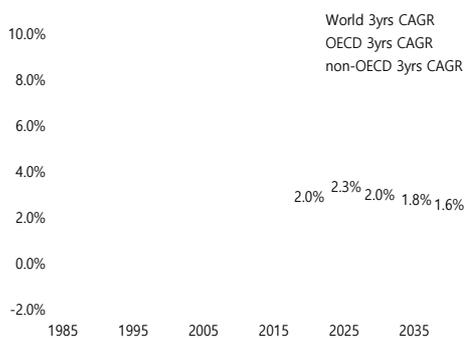
□ OECD의 경우 2000년 이전까지만 하더라도 non-OECD와 큰 차이 없었지만, 이후로는 기술증대와 함께 차량의 연비효율증대 및 IT기기의 전력효율증대에 기인하여 non-OECD와 차이를 보이며 하향추세임

□ Non-OECD는 2000년대 개발도상국의 강세(일명 BRICs)로 인해 지속적인 강세를 보이다가 2010년 이후로는 경제둔화 영향으로 하락하였음

□ EIA의 전력수요전망에 의거한다면, 현재 2% 내외의 전력수요상승률은 2040년까지도 크게 달라지지 않을 것으로 예상함. 추정치의 절대규모로 본다면 2020년 23,319TWh, 2030년 28,793TWh, 2040년 33,985TWh임

□ 다만 이는 과거 GDP와 전력소비의 높은 연동성을 감안할 때, 4차 산업혁명 등의 이슈를 크게 감안하지 않은 단순추정이었을 것으로 판단함

《전 세계 전력소비추이와 EIA의 추정치》



자료: EIA, SK증권

주: 2020년 이후 추정치는 5yrs CAGR임

《과거 전력소비와 GDP성장률은 매우 연관성이 높았음》



자료: EIA, IMF, SK증권

□ 앞서 언급한 바와 같이 미국이 IT기기의 사용량과 인터넷보급률을 급격히 끌어올린 시기는 1995년~2005년 구간임. 그 당시 상업용 전력소비는 10년간 CAGR 3.9%, 주거용 전력소비는 약 2.7% 증대되었음

□ 이는 현재 2% 내외에 불과한 글로벌 전력소비를 크게 상회하는 수치임

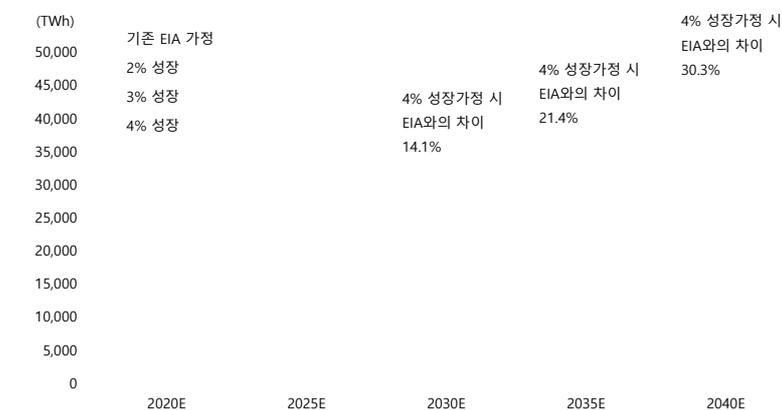
□ 따라서 4차 산업혁명의 시작과 함께 데이터센터 및 IT 기기의 소비가 본격화 된다면, 이 당시 미국과 같은 성장률을 보일 수 있다는 가정이 가능함. 역시 앞서 언급했지만 2005년 인터넷 보급률이 75%에서 포화된 미국과 달리 개발도상국은 여전히 45% 수준에 불과하기 때문임

□ 2007년 IEA가 공개한 데이터에 의거하면 전 세계 전기소비 중 상업/주거용이 차지하는 비중은 각각 23%, 27%로서 도합 50%였음. 현재까지 이와 크게 다르지 않은 수준일 것으로 판단됨

□ 따라서 전 세계 수요의 절반(상업/주거)이 2015년 이후 각각 2%, 3%, 4%로 성장한다는 시나리오별 분석을 해 볼 경우, 기존 EIA의 추정치와 당연히 달라지는 것을 확인할 수 있음. 상업/주거를 대상으로 삼은 이유는 미국의 예시로 봤을 때 4차 산업혁명에 따른 새로운 IT기기 내지 데이터센터 소비가 늘어날 경우 해당 두 섹터의 소비가 가장 크게 늘어나기 때문임 (2007년 IEA의 자료를 본다면, 상업/주거는 현재 전체 전력소비의 절반 가량에 해당)

□ 수치상 만약 4%의 성장을 가정한다면, 2030년의 경우는 기존 EIA 추정치 28,793TWh에서 32,839TWh로(+14.1%), 2035년의 경우는 31,444TWh에서 38,260TWh로(+21.4%), 2040년에는 33,985TWh에서 44,292TWh(+30.3%)로 늘어나게 됨

《주거/상업용의 추가성장 가정 시 EIA 기존 추정치 대비 추가전력소비 예상분》



자료: EIA, SK증권

□ 문제는 최근 전력소비의 글로벌 우하향 추세, 환경오염문제 등에 발맞춰 발전설비용량도 세계적으로 축소되는 추세였다는 것임. 2015년의 3yrs CAGR은 2.4%로 산출되어 2000년 진입 이후로는 최저 수준에 해당함

□ 지역별로 본다면 아시아, 유럽, 중남미, 유라시아, 중동 등 대다수에서 감소현상이 발생하였음. 오로지 북미만이 최근 공격적으로 투자 중임

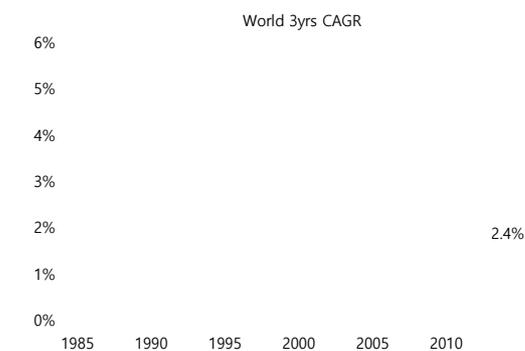
□ 이와 같은 투자계획이라면 4차 산업혁명이 생각보다 이른 시점에서 도래할 때 전력부족의 문제가 더욱 극대화될 수 있음

□ 참고로 2040년까지 가장 공격적인 예측인 상업/주거 4% 성장이 이뤄져서 EIA의 예측보다 +30.3%(10,307TWh)의 추가전력소비가 발생한다면, 이를 감당하기 위해서는 차후 약 30년간 \$3.6조 달러, 즉 약 4,000조원에 해당하는 추가발전소 투자가 필요한 것으로 단순 계산됨

□ 이는 수력/태양광/풍력/가스/원자력/석탄 발전의 평균 건설비용인 약 \$3,000/kw에 대입해서 추출한 결과물임

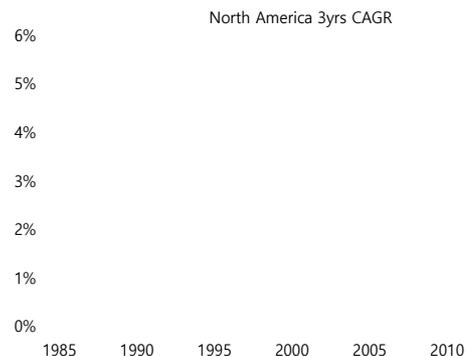
□ 참고로 상기 계산은 EIA가 발표한 데이터, 발전원별 건설단가에서 가스발전소가 kw 당 895달러, 태양광이 2,434달러라는 추정치에 의거해 산출한 것임

《전 세계 발전설비용량의 3yrs CAGR》



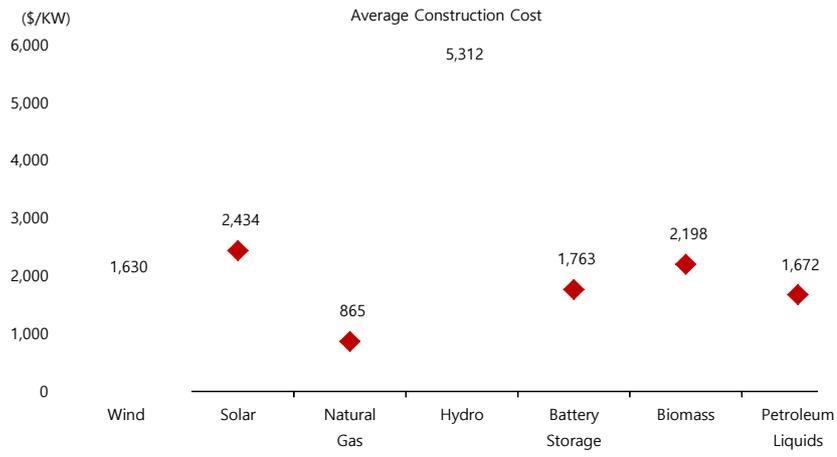
자료: EIA, SK증권

《북미 발전설비용량의 3yrs CAGR》



자료: EIA, SK증권

《발전원별 평균건설단가》



자료: EIA, SK증권

VI. 결론

- 2018 CES 정전사태에서 알 수 있듯이, 4차 산업혁명으로의 진보속도가 빨라질수록 전력소비량은 증대될 수밖에 없음. 많은 IT기기들이 사용되기 때문임
- IT기기의 대규모 사용이 전력소비량을 증대시킨다는 것은 미국의 예시에서도 확인됨
- 특히 4차 산업혁명 구현의 핵심인 데이터센터의 활용증대는 전력소비의 급증을 견인하고 있는데, 현재 스마트시티 탄생으로 인해 데이터센터 수요는 크게 증대될 수밖에 없음. 스마트시티는 big data 기반이라는 것을 잊어서는 안 됨
- 스마트시티의 탄생은 뜬금없는 현상이 아님. 경제사적으로 보더라도 산업혁명 때는 시대의 기술, 자본, 인력이 집중되며 대규모 도시가 자연스럽게 조성 됨 그렇기에 4차 산업혁명에서 스마트시티 탄생은 필연적 결과물이라 할 수 있음
- 이미 구글, 마이크로소프트 같은 선진기업들은 그렇기 때문에 허허벌판 위에서 무(無)에서 유(有)를 창조하기 위한 스마트시티의 건립에 앞장서고 있음
- 그러나 놀랍게도 가장 앞서있는 국가는 바로 사우디임. 그들은 막대한 자금력과 왕세자 모하메드 빈 살만의 적극 주도 아래 NEOM을 이미 건설하고 있음
- 흥미로운 것은 NEOM 건립에 있어서 그들이 선행적으로 추진하는 인프라 구축이 바로 데이터센터와 발전소라는 것임. 스마트시티에서 전력소비가 어느 정도로 중요한 것인지 입증시켜주는 부분임
- 한 가지 반드시 인지해야 할 부분은, 전력소비라는 것은 신규 IT 기기의 소비처럼 연간 수십%씩 폭발적인 성장을 할 수 있는 분야가 아님
- GDP와 유사한 부류로서 이해하는 것이 옳은데, 추정치 대비 1%p의 추가 성장 혹은 둔화가 나타나기만 하더라도 파급효과가 상당히 큼 (예를 들면 글로벌 GDP 성장률은 4%면 호황, 3%면 중립, 2%면 불황으로 평가됨)
- 2014년 EIA 기준 전 세계 전력설비용량은 약 5,700GW로, 1%의 추가건립을 진행한다면 57GW의 용량이 증설되는 것인데, 수력/태양광/풍력/가스/원자력/석탄 발전의 평균 건설비용인 약 \$3,000/kw를 대입하여 계산해보면, 산술적으로 약 \$1,750억 가량의 건립비용이 투입되어야 함을 알 수 있음 (한화 약 200조원에 해당)

□ 상기 가정과 같이 4차 산업혁명으로 인하여 예상보다 1%p 가량의 전력수요가 더 필요한 상황이 10년간 이어진다고 할 경우, 현재 ‘계획된’ 발전소 투자대비 ‘추가로’ 2,000조원 가량의 자금이 투입되어야 함을 의미하며, 위의 건설비용에서는 토지(부지)의 개념이 빠져있음을 감안해야 함

- 참 고 -

※ 전력소비 예측에서 가장 중요할 수 있는 “전기차”에 대한 부분은 미포함. 이에 대해서는 차후 추가 연구가 필요함. 이 보고서는 4차 산업혁명이라는 ‘일반론적’ 관점의 접근만으로도 전력소비가 예상보다 증대한다는 것을 입증한 것임