



원전사고 이후 일본의 에너지 수급 동향 및 전망



신 동 진
LS산전(주) 태양광영업실 이사

1. 개요

2011년 3월 11일 일본 방사능누출로 인한 10만 명의 피난민이 발생하고 반경 20Km이내의 지역은 체르노빌

처럼 앞으로 수 십 년간 버려진 땅으로 전락했다. 방사능 오염 제염비용은 아직 계산조차하지 못한 상태에서 2년간 피해보상금액만 6조 엔. 일본은 체르노빌 이후 최대 원전사고를 초래한 후쿠시마 원전 사고 발생 이후

간접피해를 입은 원전의 가동중지에 이어 운전 불안 종식을 위한 정기점검 진행으로 지난 5월초 1970년 이후 42년 만에 처음으로 원전제로 상황을 맞이하였다.

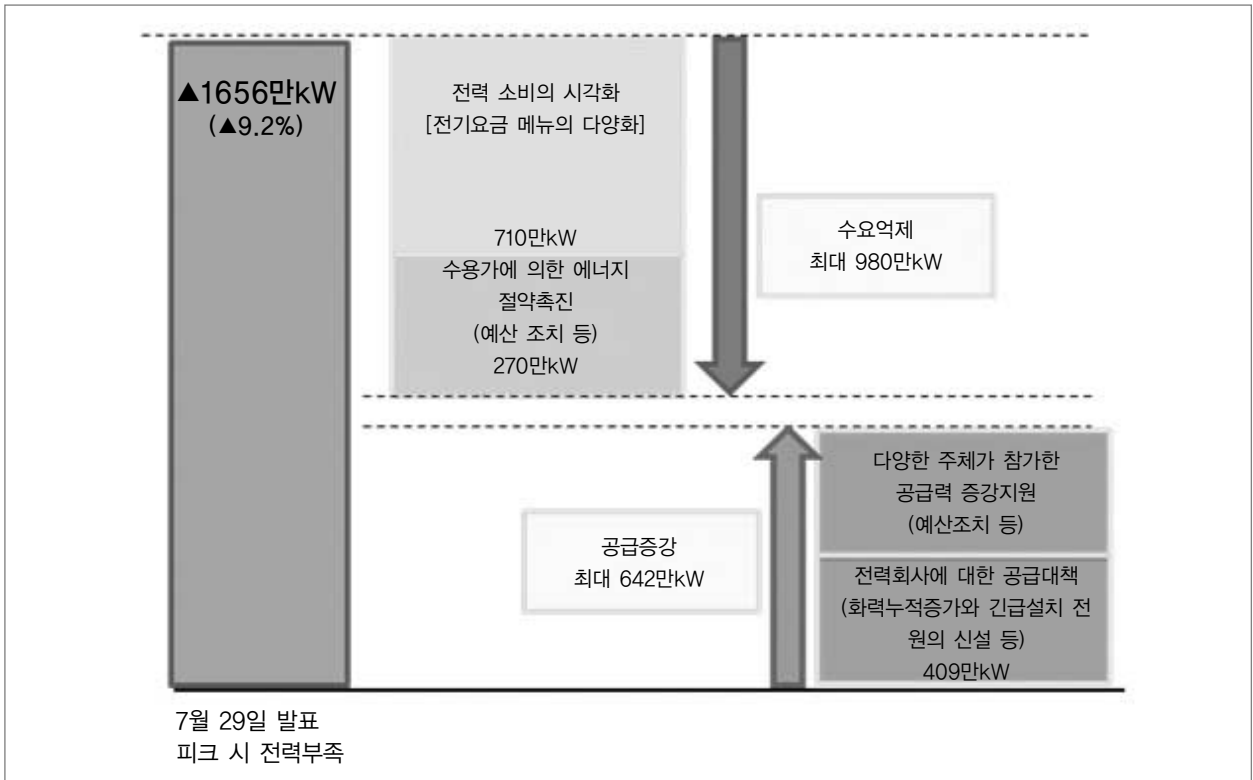
일본 전체 전력 생산의 약 30%를 담당하는 원전이 가동을 멈추자 당장 여름피크 전력 수급에 빨간불이 켜졌고, 원전을 재가동하지 못할 경우 오사카 지역을 관할하는 간사이전력의 경우 올 여름 전력공급량이 수요보다 15% 가량 부족할 것으로 전망되고 있다. 또 전력 업체 9개사 모두 올 회계연도 적자가 예상되며, 적자액은 2조7000억 엔에 이를 전망이다. 원전 불가동에 의한 전력 부족분의 화력발전대체는 전력 가격인상으로 이어져 동경전력은 산업용 전력비용을 17% 인상하는 조치를 취하였고, 지난 5월에는 일반 표준가정의 경우 약 10.28% 전기료 인상안을 공지하여 국민생활경제에 불안감을 가중시켰다. 이러한 상황에서 원전의 안정성을 점검하여 재가동하지는 정부의 입장에 일반국민의 반응은 57%가 반대(아시히 신문 설문조사)했다. 일본 정부는 재가동

조건으로 점검을 통해 안정성이 확인될 경우 재가동을 원하고 있지만 국민의 절반 이상이 정부를 신뢰하지 않고 있는 상황이다.

‘과연 원전을 재가동 할 것인가?’, ‘재가동을 못하면 전력 대란이 올 것인가?’ 하는 논란이 거듭되는 가운데 환태평양 지진대에 속해 있는 일본은 지진과 쓰나미에 의한 원전사고 리스크가 항상 존재한다는 불안감과 이번 피해로 상처받은 국민감정이 쉽게 수그러들지 않을 전망이다. 탈원전에 대한 국민 요구도가 높고 정부의 정책 또한, 탈원전 중심의 에너지 절약과 신재생에너지 확대 정책으로 전환될 것은 확실할 것으로 보인다.

2. 일본의 에너지 수급 방안

2011년 11월 일본정부가 발표한 2012년 여름 전력 부족에 대한 대응책으로 제시한 ‘에너지 수급안정화



행동계획'을 살펴보면 향후 일본의 에너지 수급방향을 엿 볼 수 있다. 에너지 수급 방향으로는 ▲전력소비의 Visual화와 시장 메커니즘 활용(스마트미터 도입, 절전 촉진 요금 메뉴 확대) ▲수용가 에너지 절약촉진(수요 구조 개혁) ▲다양한 주체가 참가한 공급능력 확대(공급 구조 개혁)로 가닥을 잡았다고 파악된다.

가. 전력소비의 Visual화와 시장 메커니즘 활용

절전목표를 공유하고 스마트미터를 활용하여 전력 소비량을 가시화할 것이다. 절전을 촉진시키는 요금 체계를 개혁하여, 성에너지 성과에 대한 인센티브 제공의 체제정비를 통해 성에너지 체제 정착을 목표로 추진하고 일본 정부는 적절한 절전목표를 제시, 스마트미터 도입 가속화를 위한 제도 정비 움직임을 가속화 할 것이다. 전력회사는 수용가에 수급조정이 가능한 유연한 요금 체계신설과 확충을 시행하고, 이러한 활동을 통해 스마트 그리드 기반 구축을 추진할 것으로 보여진다.

주요 내용을 구체화해 보면,

- 적절한 절전 목표의 설정
- 목표의 공유와 긴급 상황의 철저한 예보
- 스마트미터 도입 촉진
- 수급 조정 계약의 보급 확대 도모
- 유연한 전기 요금제 신설과 확충
- 스마트 커뮤니티의 실현

나. 수용가의 에너지 절약촉진

성에너지 투자를 촉진하기 위해 당초예산 및 추가 예산을 최대한 활용하며, 가정부문은 주택의 성 에너지 개보수 및 설비 도입, HEMS, 축전지 도입 등을 지원하고, 업무부문은 빌딩의 성에너지화 지원, BEMS, 축전지

도입 등을 지원할 계획이다. 산업부문은 절전 설비, 축전지 도입을 지원하며, 절전상품 관련 산업지원, 제도 개선, 절전상품 보급촉진과 더불어 국제적경쟁력을 강화해 나갈 예정이다.

구체적인 주요 내용은

- HEMS/BEMS의 도입 촉진(300억 엔)
- BESS 도입 촉진(210억 엔)
- 에너지 절약 설비 도입 촉진(151억 엔)
- 주택과 빌딩의 에너지 절약 설비투자 촉진 (1824억 엔)
- 절전 진단을 활용한 각 주체의 절전대처 촉진 (8억 엔)
- 절전형 제품, 부품생산 확대 촉진 (성장분야의 국내 입지 보조금)

다. 다양한 공급주체자 참가에 의한 공급력 증강

전력회사가 아닌 수요자 중심의 발전설비(분산형 전원) 투자를 촉진하고 지속 가능한 공급구조를 구축 하며, 이를 위해 기초예산과 추가예산을 최대한 활용할 예정이다.

규제와 제도 개혁을 통해 산업, 업무, 가정 등 각 부문에서의 신재생에너지 도입, 연료전지, 열병합복합발전 시스템 도입촉진과 자가발전 참여확대를 추진하는 규제 제도 개선을 추진할 것이다. 또한, 연료의 안정적 공급을 위한 자원, 연료전략을 추진하고 신재생에너지 관련 산업 지원을 통해 자국내 신재생에너지 보급을 촉진 하고 국제경쟁력을 강화해 나가는 한편 전력회사 자체의 공급능력 확대(화력발전 재가동 등)를 추진해 나갈 것이다.

- 신재생에너지 도입 촉진(1183억 엔)
- 주택용 태양광 도입 촉진(1543억 엔)
- 신재생에너지 관련 제품 생산 확대 촉진
(성장분야의 국내 입지 보조금지원)
- 고정 가격매입제 실시(2012. 7 이후)와 규제
제도 개혁에 의한 신재생에너지 도입 촉진
- 가정용 연료전지 도입 촉진(137억 엔)
- 자가발전 및 열병합발전 설비 도입 촉진(438억 엔)
- 자가발전 공급 계약의 개선
- 자가 발전 잉여전력의 활용
- 자원, 연료 전략
- 전력회사 자체의 공급 능력(화력 발전 재가동
등) 확대 방안

3. 일본의 주요 에너지 수급활동

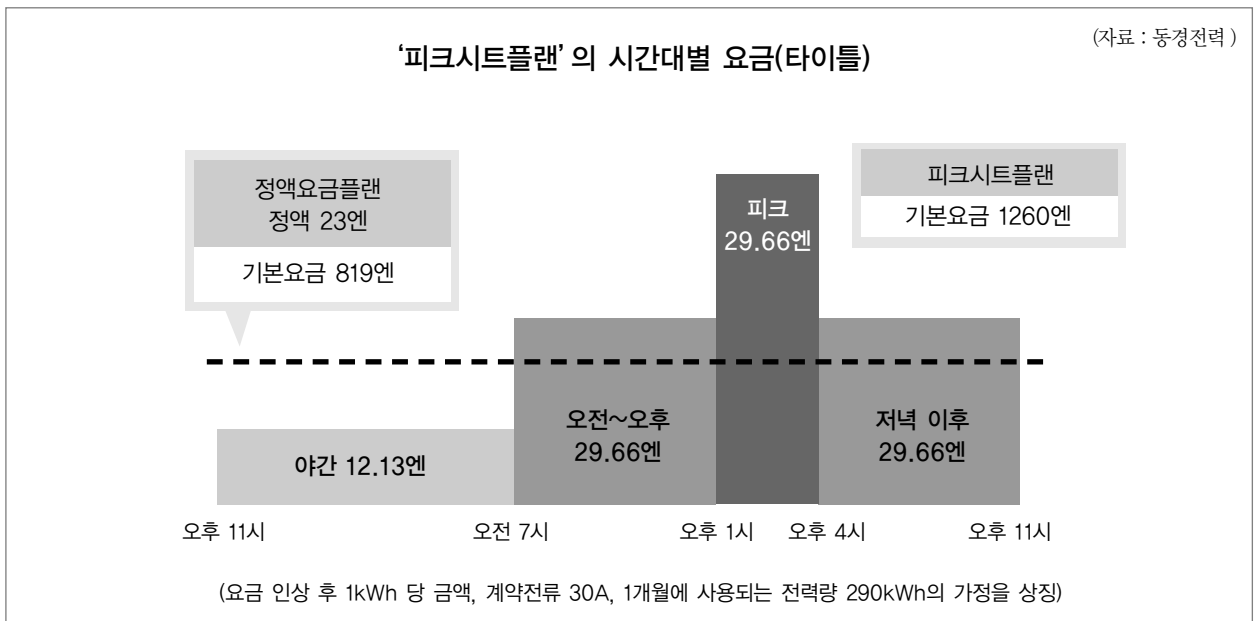
가. 에너지 절감 목표 설정 및 시장 메커니즘 활용

2011년 여름 피크 시 전력부족에 대비하여 일본 정부는 동북 및 동경전력 관내의 수용가에 대해서 전년도 여름

피크 시 대비 15% 절감 관서전력은 10% 이상 절감을 요청하여 엘리베이터, 에어컨, 조명 등의 절전활동과 가정에서의 절전활동을 통해 동경전력 관내 19% 절감, 동북전력 관내 19% 절감, 관서전력 관내 8% 절감을 달성하였다.

절전활동 요청에 대한 국민의식 조사결과에서도 향후 지속적으로 절전활동을 하겠다고 응답한 숫자가 약 90%였으며, 약 65%가 절전요청이 있으면 10% 이상 절전이 가능하다고 답하는 높은 국민의식 수준을 보여주었다.

피크 시 전력사용을 최대한 억제하기 위한 전력가격 메커니즘 적용 등에 의한 높은 효과가 기대되고 있다. 2011년 7월에 예상한 원전제로 하에서 2012년 여름 피크 전력 여유율은 9.2% 부족했으나, 금년 4월에 예상한 자료에 의하면 국민의 절전의식 확대에 의한 수요억제 1063만kW, 화력 및 양수발전 등에 의해 공급능력 확대분 322만kW로 공급예비율이 전국적으로 약 0.4%(67만 kW) 예상되는 상당한 개선을 이루었다고 할 수 있다.



나. 신재생에너지 도입 촉진 및 고정가격 매입제도 도입

세계적인 기술을 보유하고 있으면서도 일본의 전력 회사는 청정에너지 확대에 소극적이다. 원전보다 발전 비용이 비싸다는 것이 최대 이유였다. 하지만 후쿠시마 원전 사고로 이러한 비용 인식에도 변화가 나타나고 있다. 2008년 기준, 일본의 발전량 구성을 보면 화력(65.7%), 원자력(23.9%), 수력(7.7%), 바이오매스 및 폐기물(2.1%), 지열(0.3%), 풍력(0.2%), 태양광(0.2%) 순으로 분포되어 있다.

지난 4월 25일 일본 경제산업성 조달가격 산정위원회는 금년도 7월 1일부터 적용하는 신재생에너지 발전량 전량 매입을 의무화하는 ‘신재생에너지 전량 매수제도’의 태양광 가격을 업계요구 수준에 근접한 42엔/kWh의 가격을 정부에 제안하였다. 이 같은 가격제안은 원전사고 이후 탈 원전 촉진을 위한 파격적인 제안으로 받아들여지고 있다.

이 제도의 특징은 신재생에너지를 매입하는 전력회사가 해당 비용의 부담을 지는 것이 아니라 비용 상승분을 가정이나 기업체의 전기료에 부가하는 제도이다. 가정의 추가 비용 부담을 100엔/월을 초과하지 않게 한다는 전문가들의 의견이지만 2000년부터 이 제도를 시행하고 있는 독일의 사례(태양광 발전 매입에 따른 추가 비용 약 7500엔/년이 부담되어 매입가격 인하 및 매입량 85~90% 축소)를 볼 때 시행단계별로 축소될 가능성이 크다.

다. 스마트미터 및 스마트그리드 도입

동경전력은 전력 사용의 효율화를 촉진하는 스마트미터(차세대 전력계)를 2018년도까지 약 1700만대, 거의 모든 가구에 설치하는 계획을 제시하였으며, 일본정부는 5년간 전체의 80%에 보급을 한다고 발표했다. 스마트미터의 도입 비용절감 차원에서 해외 기업의 참여와








향후 국제시장 판매를 위한 방안으로 국제규격을 기준으로 제품을 개발할 계획이지만, 일본 독자의 Eco Lite Net이 국제화에 방해가 될 가능성이 있다. 스마트미터의 보급 확대가 실현되면 태양광발전과 축전지, 가전기기와 쌍방 에너지의 효율적 관리가 가능한 HEMS실현이 가능해지면서 빌딩에너지의 효율적 관리 시스템인 BEMS 보급도 확대될 전망이다.

라. 축전지 ESS

신재생에너지 보급확대에 따른 전력품질 불안 해소가 가능한 것이 축전지 시스템이다. 일본 원전사고 이후 가정에서도 사용 가능한 축전지 제품이 출시되었으나, 아직은 높은 가격으로 보급이 활발하지 못한 실정이다. 일본 정부는 리튬이온 축전지 도입 시 도입비용 1/3을 지원(예산 210억 엔)해 준다는 정책에 힘입어 향후 시장 확대를 기대하고 있다. 최근 동경시의 경우도 관내 주민이 축전지 도입 시 지원금을 보조하기로 했다는 내용이 언론에 공표됐다. 가정용 소형 축전지에서 대형 주택단지까지 사용 가능한 대형 컨테이너형 축전지 시스템(2011년

일본 가정용 축전지 제품 비교

		NEC	Panasonic	Toshiba	Edison Power	LS
Image					 BYD제품 추가	
Model		ESS-H-002006A	U-SA32A5K/6K	SBE1P-U10010SC	BESS6600	미정
Storage Module Specification	Cell Type	리튬 이온	리튬 이온	리튬 이온(SCiB)	리튬 폴리머	Lithium-ion
	I/O	2kW	700W	700W	3kW	1kW
	Capacity	6kWh	32kWh	1.6kWh	6.7kWh	2.2kWh
	Nominal V.	181.3V	100V	100V	100/200V	100V(50Hz)
System Components	Recharging		12시간 만충전	8시간 만충전		Fast Charging
	Product Concept	단품	단품/모듈 (1.6kWh*2EA)	모듈타입	단품 / Cell (34EA)	단품
Control Component	Connection	계통 연결 가능 태양광 연결 가능	독립형	독립형	독립형	독립형
Environmental Component	Installation Condition	실외형	실내형	실내형	실내형	실내형
Size	W*H*D:mm	450 880 760	560 600 630	228 689 640	350 1259 713	400 480 500
Weight	kg	200kg	111kg	59kg	106kg	미정
Battery 수명						

6월 미쓰비시중공업 개발 발표)과 전기자동차(EV)의 축전지를 활용하는 축전지(미쓰비시 자동차, 닛산)와 태양광발전시스템을 이용한 축전시스템 등 제품을 다양화해 가는 추세이다.

마. 태양광 발전

원전사고 이후 탈원전을 외치며 사재 100억 엔을 출원 하여 '자연에너지재단'을 설립, 35개 지방 자치단체장과 협력하여 추진 중인 소프트뱅크 등과 같은 대형 업체의

일본의 태양광 발전 매전 제도

	10kW미만	10kW이상 500kW미만	500kW이상
주택용 가정용의 남은 전력을 전력 회사가 구입	잉여분 42엔/kW (10년, 25만호)		
비주택용	전력매전 42엔(세금포함), 20년 매입한도 : 무제한 3년 후 재검토		
발전용			



최근 진행 중인 일본의 주요메가솔라 개요

(단위: 만kW)

추진 주체	장 소	규 모	가동 시기
교세라, IHI 등	가고시마현 가고시마시	7	미정
소프트뱅크	홋카이도현 도마코마이시	20	미정
미쓰이화학, 도시바 등	아이치현 다하라시	5	2013년 9월
미쓰이물산, 소프트뱅크 등	돗코리현 요나고시	3	2013년
유러스에너지	효고현 아와지시	3~4	2013년
오릭스	일본 내 5~10곳	10	2013년부터

※ 자료 : 니혼게이지아이신문

참여확대로 메가솔라 태양광발전 사업의 확대가 촉진될 것으로 보여진다. 태양광발전 시스템뿐만 아니라 축전지 장치까지 확대한 에너지 최적관리 시스템으로 발전될 것으로 예상된다.

바. 풍 력

섬 나라의 특성을 살릴 수 있는 것이 풍력발전으로 미쓰비시중공업은 5000kW급 초대형 풍차를 개발하고 있고, 이토추상사와 스미토모상사는 지난 4월 미국 최대급 풍력발전 사업에 출자하는 등 관심이 지대하다.

소형 풍력발전기 제조업체 제퍼는 탄소섬유를 사용해 2006년에 초경량 풍력발전기를 개발, 도심 한복판에서도 풍력발전이 가능하게 하였고 이 제품은 벌써 5000대나 판매됐다. 지금까지 일본의 풍력발전 프로젝트는 육상을 중심으로 전개되었지만 육상풍력발전(2.83억kW)의 5배 이상 능력을 가진 해상풍력발전(15.7억kW)도 확대시켜 나갈 전망이다. 일본 정부와 교토대학, 후지중공업 등이 수십 200미터까지 설치 가능한 부양식 해상풍력발전소를 최근 나가사키현을 중심으로 실증시험에 돌입하였고, 2016년 상용화를 목표로 움직이고 있어 향후 풍력발전의 증가도 기대되고 있다.

사. 지 열

화산 국가인 일본은 인도네시아와 미국에 이어 세계 3위(2350만kW)의 지열 자원을 갖고 있지만 80% 이상이 개발규제로 적용되는 국립공원에 집중되어 있다.

하지만 작년 6월 일본 환경성의 규제완화(공원외부에서 경사면 천공에 의한 공원 내 지열 회수사업 인정)로 비약적인 발전량 증가가 예상된다. 환경성에 의하면 공원 내 지열 사용 불가시 220만kW의 발전이 가능하지만 1.5미터 미만 경사면 천공이 가능해지면 636만kW, 굴삭 거리가 2배로 증가하면 1022만kW의 발전이 가능할 것으로 추정되고 있다.

현재 규슈전력과 이데미쓰고산그룹이 전국 18개 온천지를 중심으로 가동하고 있다. 일본의 지열발전은 200~250℃의 증기와 열수(熱水)로 터빈을 돌리는 발전 방식인데 사용한 증기와 열수는 다시 지중(地中)으로 보내기 때문에 자원고갈의 문제가 없으며, 날씨나 시간에도 영향을 받지 않기 때문에 안정적으로 전력을 공급 할 수 있다.

문제는 발전 출력량이 적다는 것이다. 한 곳의 발전 출력은 2만7500kW로 100만kW 이상 발전하는 원전과는

비교가 되지 않을 정도로 적다. 또한, 1kW당 비용이 8엔~22엔으로 원전의 5~6엔보다 비싸다는 단점이 있다. 하지만 일본 환경성은 일본의 지리적 특성을 살리면 연간 총 발전량의 8.5% 충당이 가능할 것으로 전망하고 있다.

사. 바이오 매스

농작물 및 폐자재 등을 활용하는 바이오 매스의 경우 일본은 해조류에 주목을 하고 있다. 2011년 4월 배양조에 CO₂를 넣어 배양을 촉진하여 해조류를 대량 생산하는 프로젝트는 동경공업대학, 다케나카공무점, 히다치제작소 등이 참가하고 있다.

아. 직류 전송

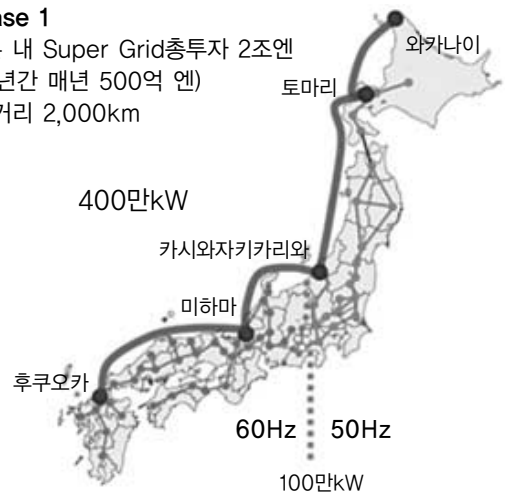
대부분의 전력 송전은 교류로 이루어 지고 있지만 송전 거리가 장거리화 될 경우(육상 송전일 경우 600~1000Km, 해저케이블일 경우 50Km전 후) 교류 송전에 비해 비용 측면에서 유리하다. 계통의 상이성을 극복하는 기술이 직류전송(HVDC) 이다.

원전사고 발생시에도 일본은 동서간 전력 주파수가 상이하기 때문에 상호 전기 송전이 곤란하여 아무런 역할을 하지 못했다는 반성에서 HVDC 기술 적용확대가 활성화 될 것으로 예상된다.

소프트뱅크 손정의 사장이 3단계 과정을 거쳐 구축 제안한 'Asia Super Grid' 구상이 점차 힘을 받아 갈 것으로 기대되지만 해당 기술과 실적이 취약한 일본기업 보다는 ABB, Siemens, 알스톰과 더불어 제주도 실증 단지에 HVDC 기술 적용예정인 LS산전에게 좋은 사업의 기회가 될 것으로 보여진다.

Phase 1

일본 내 Super Grid 총투자 2조엔
(40년간 매년 500억 엔)
총 거리 2,000km



Phase 2

동아시아 Super Grid(한-일-러 계통연계)
- 총 거리 3,800km



Phase 3

아시아 Super Grid (한-일-러-중 계통연계)
- 총 거리 36,000km



4. 전망

원전사고 이후 일본의 추가 원전 건설은 현재 어렵다는 것이 대다수 전문가들의 의견이다. 그러나 원전 재가동에 대한 국민적 이해를 전제로 한 원전에서 화력으로의 전환은 추가적인 전력가격 인상으로 이어지는 국민경제의 부담으로 단기간내 완전 탈원전은 쉽지않을 것으로 예상된다. 향후 일본은 점진적인 탈원전 정책 지향과 에너지 절감활동 및 신재생에너지의 비중이 확대되면서

에너지 수급 상황이 바뀔 것으로 보이며, 최근 발표된 전량매수제도에 의한 신재생 보급확대 영향으로 약 3년간 신재생에너지 사업이 확산되는 호기가 될 전망이다. 이는 관련기업의 일본 시장 확대 기회로 보여지며, 중국의 저가 제품에 대한 충성도가 상대적으로 낮고 품질의식이 상대적으로 높은 일본 고객의 특성으로 보아 일본제품과 중국제품의 중간 가격대를 형성하는 국내 생산제품의 시장진출 기회가 될 것으로 조심스럽게 예상된다. KEA