

기본연구2012-26

제주지역 LNG 상용화의 정책방향과 과제

김현철 · 장영호

발 간 사

최근까지도 제주도의 주요 냉난방 연료는 LNG가 아니고 LPG를 쓰고 있으며 제주도는 현재 대한민국 통틀어서 유일하게 LNG가 공급이 안 되는 지역이다. LPG가 LNG에 비해 서 비교적 비싼 연료이지만 LNG가 공급되어지는 지역에 필수적으로 있어야 할 파이프라인 인프라가 없는 관계로 LNG공급이 불가 해왔기 때문이다. LNG, LPG 모두 가스체 연료 (Gst type fuel)이긴 하지만 경제적인 면과 환경측면에서 전자가 후자에 비해 우위를 갖고 있는것이 사실이다. 또한 LPG가 기본적으로 석유류 연료이기 때문에 유가등락시 그대로 가격에 반영되는 측면도 사용자에게 있어서 일정 부분 부담이 되게 하는것이 사실이다.

정부의 장기 천연가스 수·급 계획에 따르면 제주시 애월항에 2010년도부터 시작하여 2017년 완공예정으로 LNG인수기지를 건설하겠다고 발표 한바 있으며 현재는 시공단계에 있다. 예정대로 2017년도에 LNG인수기지가 완공되면 제주도도 명실공히 LNG연료 나아가 LNG도시가스가 공급되어 질것이다. 하지만 LPG와 달리 LNG의 경우 그것이 상용화 단계에 접어들기 위해서는 일정부분 경제적 타당성이 담보가 되어야 LNG공급 인프라 시설이 가능해질것 이므로 향후 상용화를 위한 정책적 준비가 되어 있어야 하며 본 보고서는 바로 LNG인수기지가 제주에 건설된 이후 LNG가 상용화 될 수 있는 핵심적 정책방향과 주요 과제에 대한 논의를 담은 기초연구서라 할 수 있다. 모쪼록 본연구가 제주지역 LNG 상용화에 대한 귀중한 기초자료로 활용될 수 있기를 바라며 어려운 여건 속 에서도 본 연구에 참여하여 주신 본 연구원의 김현철 박사와 싱가포르 난양 기술대학의 장영호 교수님께 깊은 감사를 드린다.

2012년 11월

제주발전연구원
원 장 양 영 오

연구요약

I. LNG 장기수급계획과 소비, 수입현황

1. 정부의 LNG 장기수급계획

- 정부는 LNG 중장기수급계획을 수립하여 LNG 수급안정과 LNG산업의 종합적이고 장기적인 정책방향을 제시하고 있음.
- 가장 최근에 공표된 정부의 LNG장기 수급계획은 2010년 12월에 공고한 「제10차 장기 천연가스 수급계획」이며 이에 따르면 불확실한 천연가스 수급환경에 대한 대응능력 확보, 천연가스 공급인프라 확충 및 효율적 이용체계구축, 합리적 천연가스이용 추진을 위한 수요관리 체제구축, 타 에너지 기본계획과의 적합성 제고에 중점을 두고 있음.

2. LNG 수요현황 및 전망

- 국내 천연가스 총 소비량은 2010년 기준 3,308만톤으로 2000년도부터 10년간 연평균 8.6%의 증가율을 나타내고 있음.
- 국내 소비량 중 발전부문은 44%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 지난 10년간 연평균 12.9%의 증가율을 나타내어 국내 천연가스 소비 증가의 주원인으로 파악됨.
- 현재 우리나라의 LNG 수입은 중동, 동남아시아 지역에 대한 특정지역에 대한 의존도가 높은 상황이나 점차 다변화될 전망이다.
- 2010년 기준 국내 LNG 총수입의 42.3%를 카타르 등을 비롯한 중동에 의존하고 있으며, 인도네시아와 말레이시아에서 각각 16.7%, 14.4%를 도입하고 있음.

II. 도시가스 보급현황, 주요지역 가격비교 및 LNG 인수기지 건설계획

1. LPG 및 도시가스 보급현황

- 제주도는 육지부의 다른 지역과 달리 도시가스로서 LNG가 사용되지 않고 기존 LPG에 AIR를 혼합시켜 공급하고 있음.
- 제주의 가스사용률은 99%를 보여 전국대비 1%의 비중에 불과하지만 가스사용률은 전국 평균치를 상회하고 있음.
- 전국, 제주 공히 10톤과 20톤 사의의 저장능력의 설치형태가 가장 빈도가 높은 것으로 나타나고 있음.

2. 도시가스의 지역간 가격비교

- 육지부에서 도시가스의 도매는 한국가스공사가 담당하는 반면 제주의 경우 LNG가 아니고 LPG를 도시가스 원료로 사용하는 관계로 LPG업체가 도매공급을 담당함.
- 제주의 경우 도시가스의 원료로 LPG를 압축하여 공급하며 통상 LPG의 경우 액화석유이므로 석유가격과 연동되어 있고 이것이 LNG에 비해 높은 도매가격의 원인이 되고 있음.
- 서울의 경우 전국에서 제일 낮은 도시가스 가격을 시현하고 있는데 이는 다른 지역과 비교하여 도시가스의 수요가 크고 이로 인한 규모의 경제가 있음을 방증해줌.
- 단순 비교만을 보더라도 제주의 경우 여타지역에 비해 도시가스 가격이 상당히 높은 수준임을 알 수 있으며 이에 대한 근본원인은 LPG를 쓰기 때문임.

3. 애월항 LNG 인수기지건설 사업개요 및 기대효과

- 개략적인 사업개요는 다음과 같음.
 - 위치: 제주특별자치도 제주시 애월항 일원
 - 사업기간: 2010년 ~ 2017
 - 사업규모: 총사업비 4,199억원 (항만 1,620원, 인수기지 2,579억원)
 - 항만개발: 안벽 270m, 방파제 1,465m, 준설 및 매립 1식
 - 인수기지: 접안 및 하역시설, 저장시설 2.5만kl 2기 등
- 향후 기대효과로서는 비교적 저렴하고 청정한 LNG공급으로 도민 연료비가 절감될 수 있고 항만시설의 적절한 활용으로 석유제품의 비축을 담당 유가 안정화에 도움이 될 수 있음.

III. 해외사례

1. 싱가포르

- 싱가포르에서 전력생산은 거의 천연가스에 의존하고 있으며 장기 계약에 의해 수입되는 천연가스 도입이 2023년에 끝남.
- 파이프라인을 통해 주변국가에서 천연가스를 수입하는 것은 천연가스비용이 상승하거나 불가능할 경우를 대비하여 연료수입다변화의 일환으로 LNG수입을 검토하였음을 알 수 있음.
- 싱가포르 정부는 이에 그치지 않고 싱가포르가 지닌 지리적인 이점을 최대한 살려 향후 LNG교역이 활발해질 때를 대비해 싱가포르가 교역의 중심지가 될 수 있음을 숙지하고 이를 미리 준비하는 전략의 일환으로 LNG터미널을 건설하였음을 알 수 있음.

2. 오키나와

- 오키나와전력회사는 (OEPC: Okinawa Electric Power Company) 요시노우라 (Yoshinoura)에 LNG터미널을 건설하고 전력발전원 다변화를 위해 LNG를 사용하는 화력발전소를 건설하고 있음.
- 가스발전이 전혀 없음을 인식하고 발전연료 다변화의 일환으로 2012년 11월에 가스발전소가 가동할 계획을 세우고 오키나와에 LNG터미널을 건설 중에 있음.
- 오키나와전력회사는 연료다변화와 기업의 사회적 및 환경적 책임 감에 기인하여 LNG발전을 추구하였으며 이로 인해 에너지안보와 기업의 환경적 책임을 동시에 진작하는 효과를 본다고 할 수 있음.
- 2015년에 LNG가 발전에 차지하는 비중은 15%, 2020년에는 30% 까지 늘리기로 목표를 세웠음.

IV. 정책방향과 향후과제

1. 정책방향

- LNG상용화를 위해서는 크게 단기적, 장기적 정책방향으로 나누어 볼 수 있음.
- 단기적으로 보았을때 지나치게 높은 에너지 비용 및 친환경성 측면의 제고를 위한 순조롭고 차질없는 LNG 공급인프라의 도입임.
- 장기적으로는 인수기지 건설이후 화력발전소 같은 LNG 연료의 새로운 활용처에 대처하기 위한 LNG 공급인프라 확충과 에너지 안보와 사회적, 환경적 책임 등 다각적 대의명분을 충족하는 방향으로 정책이 진행되어야 함.

2. 향후과제

1) 합리적 공급체계

- 도시가스 파이프라인 망이 구축되기 위해서는 어느 정도의 운영상의 경제적 타당성이 있어야 하기 때문에 LNG인수기지가 건립된 이후에도 파이프라인의 부재로 인해 LNG가 공급되지 않는 지역이 있을수도 있음.
 - 이러한 경우 기존에 사용되던 LPG인프라에 대한 확충도 고려해야 할 필요가 있음.
- 제주도에서는 제주시와 서귀포시간 균형발전을 위해 노력하고 있으며 LNG가 서귀포시에 공급되지 않는다면 도민의 에너지비용이 심각한 편차를 나타나게 될 것임.
 - 일부에서는 서귀포시에 위성기지를 설치하고 애월항에서 탱크로 운송하여 공급할 수 있다는 의견이 있으나 이는 안전성 측면에서 심각한 문제를 야기할 수 있음.
 - 이를 해소하기 위하여 LNG인수기지를 건설하는 애월항에서 서귀포시 까지 LNG공급 주배관을 설치해야 할 필요성이 있음.
 - 따라서, 정부에서 2013년 2월에 확정할 제11차 장기천연가스 수급계획에 인수기지 건설 완공후 애월항에서 서귀포 시내까지 주배관 설치에 대한 내용이 반영하여야 한다고 사료됨
- LPG의 사용계층에 정부의 추가적 지원이 필요함.
 - LNG는 배관이 공급된 지역의 취사·난방용 연료로, LPG는 배관이 공급되지 않은 지역의 취사용 연료로 보급되는 대표적 민생연료임.
 - 경제적 약자일수록 LPG 및 등유를 취사 상업용으로 사용하고 경제력을 갖춘 계층일수록 LNG(도시가스 및 지역난방 등)의 저

가의 연료를 사용하고 있음.

- 현재 LPG가 국내에너지원에서 차지하는 비중이 그렇게 높지 않지만 LPG는 LNG 공급배관이 설치 되지 않은 달동네, 도서벽지 등 경제적 약자들이 주로 사용하는 연료이기 때문에 정부의 정책적 관심과 지원이 필요하다고 볼 수 도 있음.

2) LNG 수요창출 방안

- 배관망이 연결된다면 네트워크 효과가 매우 높기 때문에 LNG는 파이프라인을 통해 모든 용도 및 수요처에 공급될 수 있음.
- 소매부문은 총괄원가주의 요금산정방식하에서 저렴한 가스를 사용하기 위해서는 다양한 용도에 많은 물량이 공급되어야 함.
- 타 지역에서의 도시가스의 공급이 주로 아파트단지 같은 공동주택에 이루어지고 있으므로 향후 LNG가 제주도 전역에 보급되면 공동주택에 공급 하는 방안을 생각해볼 수 가 있음.
- 현재 제주도에 있는 화력발전소의 발전연료를 중유나 보일러등 유에서 LNG로 전환시킬 경우 개략적으로 추정을 하여도 현재 애월항 인수기지 저장용량이 최소 두 배 이상으로 확대되어야함.
- 도내 화력발전소 세 군데중 한군데가 LNG 발전소로 전환되고 그 에 더하여 신규로 LNG 발전소가 건립되어 진다면 애월항 인수기지 저장용량의 팔요 확충량은 현재 계획하고 있는 용량의 두 배를 훨씬 상회할 것임.
- 현재 제주지역 내 수송연료로서 휘발유와 LPG연료가 주종을 이루고 있지만 향후 친환경적이며 저렴한 LNG류의 연료를 사용하는 수송체계를 고려해 볼 만함.
- 주택 난방용 이외에 발전소, 수송용 등 으로서 LNG가 추가적으로 공급되기 위해서는 현재 계획 중인 LNG저장시설 용량에 대

한 대폭적인 증설이 필요하며 장기적으로는 제2의 인수기지 건설이나 현재 추진중인 해군항 등 기존 항만을 활용하는 방안을 검토 해볼 필요가 있음.

목 차

제1장 연구의 배경 및 주요내용	1
제1절. 연구의 필요성	1
제2절. 연구의 목적	1
제2절. 연구방법 및 주요내용	2
제2장 LNG 장기수급계획과 수요현황 및, 전망	3
제1절. 도시가스, LPG 및 LNG의 개념	3
제2절. 정부의 LNG 장기수급계획	4
1. 기본방향	4
2. 분야별 계획	5
제3절. LNG 수요현황 및 전망	10
1. LNG 수요현황	10
2. 수요전망	11
제3장 국내 도시가스 보급현황, 주요지역 가격비교 및 LNG 인 수기지 건설계획	13
제1절. LPG 및 도시가스 보급현황	13
제2절. 도시가스의 지역간 가격비교	16
제3절. 애월항 LNG 인수기지건설 추진현황 및 계획	20
1. 사업개요 및 추진상황	20
2. 향후 추진계획과 기대효과	21
제4장 해외사례	23
제1절. 전세계 LNG 수급현황 및 전망	23

1. LNG 생산 및 소비현황	24
2. LNG 교역량	25
3. LNG 교역량전망	26
제2절. 싱가포르의 LNG 정책사례	28
1. 개관	28
2. LNG수입 타당성 조사	30
3. LNG수입 결정 후 터미널건설	33
4. LNG터미널 개관 및 건설에 따른 연관효과	35
5. 싱가포르 가스산업 및 산업구조	36
6. LNG 구매와 소비자	39
7. 싱가포르 사례요약	41
제3절. 오키나와	43
제4절. 해외사례로 부터의 시사점	47
 제5장 정책방향과 향후 과제	48
제1절. 정책방향	48
제2절. 향후과제	49
1. 합리적 공급체계	49
2. LNG 수요창출방안	55
참고문헌	60
 <부록 I> 미국의 천연가스 산업 행태와 천연가스 운송 및 분배현황	63
<부록 2> LNG, CNG차량 국·내외 동향	71
<부록 3> 제주지역 도시가스 가격표	82
<부록 3> 시도별 도시가스요금표	83
Abstract	85

표 목 차

<표 2 - 1> 저장설비 건설계획	6
<표 2 - 2> 부두설비 건설계획	6
<표 2 - 3> 기화·송출설비 건설계획	7
<표 2 - 4> 구간별 공급배관 건설계획	7
<표 2 - 5> 재정투자계획	8
<표 2 - 6> 도시가스 공급지역 및 시기	9
<표 2 - 7> 주배관 및 공급관리소 건설계획	9
<표 2 - 8> 장기 천연가스 수요전망	12
<표 3 - 1> 제주도내 유류공급현황	13
<표 3 - 2> 전국 연도별 가스 수요가 수	14
<표 3 - 3> 지역별 가스 수요가 수	15
<표 3 - 4> LPG 충전시설 설치 형태별 현황	15
<표 3 - 5> LPG 충전시설 저장능력별 현황	16
<표 3 - 6> 제주지역 도시가스 공급가격	17
<표 3 - 7> 주요지역 도시가스 공급가격비교	18
<표 3 - 8> 연차별 투자계획	21
<표 4 - 1> 2011년도 국가별 수출·수입량	25
<표 4 - 2> 국가별 PIPELINE, LNG 수출·수입량	26
<표 4 - 3> 싱가포르 발전원별 balance table	29
<표 4 - 4> 최종 천연가스 판매량	29
<표 4 - 5> 세계 천연가스 부존량 현황	31
<표 4 - 6> 시나리오별 LNG 수요	32
<표 5 - 1> 전국 2011년 배관 실적	50
<표 5 - 2> 제주도 동별 2011년 배관 실적	51

그 립 목 차

<그림 4 - 1> 싱가포르 가스산업 구조	37
<그림 4 - 2> 오키나와전력 발전원별 발전량	45
<그림 4 - 3> LNG를 연료로 사용하는 요시노우라 화력발전소 조감도	46
<그림 4 - 4> 요시노우라 화력발전소 건설현장	46

사 진 목 차

<사진 4 - 1> 건설되고 있는 LNG탱크 야경	39
<사진 4 - 2> 1차 LNG탱크 내부모습	40

제1장 연구의 배경 및 주요 내용

제1절 연구의 필요성

- 현재 전 세계적으로 LNG형태의 천연가스가 거래되기 시작한지 40년이 되어가고 있으며 1965년에 64만톤에 불과했던 교역량이 2002년에는 1억5천만톤 수준으로 증가 하였고 향후 20년 후에는 2억톤을 넘을 것으로 예상되고 있음.
- 현재 제주에는 LPG를 이용한 도시가스 공급이 주류를 이루고 있으며 이로 인해 유가변동에 취약하고 LNG보다 상대적으로 가격이 비싼 연료를 사용할 수 밖에 없어 제주도민의 소비자 후생이 제약을 받고 있는 실태임.
- 따라서 제주도민의 후생증가와 기후변화 적응 그리고 장기적 에너지 효율 면에서 LNG도입이 필요함.
- 정부의 천연가스 공급확대 계획에 따르면 제주는 2011년 ~ 2013년 내 공급지역으로 확정. 공급 되어질 예정임.
- 하지만 현재까지는 기존 제주도내 도시가스 공급을 대체하는 수준에서 공급되어진다는 것 외에 구체적인 LNG공급계획이 설정되어 있지 않은 단계이며 종래의 도시가스 이외의 LNG 수요물량에 대한 추정, 기존 대체연료인 LPG산업 및 업체와의 합리적인 관계정립 등 에 대한 연구 및 제도적 보완 사항에 대한 연구가 필요함.

제2절 연구의 목적

- 제주도민의 에너지 비용 감소를 통한 제주도민의 후생증대와 중앙정부의 녹색성장, 신재생에너지 장려정책 등 친환경· 에너지 안보차원에 따른 LNG인프라의 구축
- 국내 도시가스 수요 및 보급 실태를 분석하고 정부의 천연가스 장기수급계

획 등에 대해 검토함.

- LNG관련 기초연구를 통하여 제주지역에 LNG가 도입시 예측가능한 문제의 최소화를 위한 합리적 공급 정책
 - 사회적 형평성 제고 차원에서 기존 LPG공급업체와 향후 LNG업체와의 합리적 역할 분담
- 향후 제도개선 실행시 기초자료로 활용

제3절. 연구방법 및 주요내용

- 본 연구는 향후 도입예정인 LNG의 상용화에 대한 기초적 자료를 제공하기 위해 타지역과의 제주지역 특이적인 도시가스 수·급실태 및 가격비교, 해외사례 검토와 제도적 보완점 적시를 통한 정책방향과 향후 과제 등에 대한 논의를 함.
- 주요 연구방법으로는 문헌조사, 전문가 인터뷰 등으로 이루어짐
- 중앙정부 및 제주지역 LNG수급 계획에 대한 검토
- 제주지역 가스공급실태 및 타지역과의 지역주민의 에너지 비용부담 비교
- 해외사례
- 정책방향 및 과제 제시
 - 합리적 공급체계에 대한 방안
 - 공급시 LPG 공급업체와의 마찰완화 방안
 - 수요창출 방안

제2장 LNG 장기수급계획과 수요현황 및 전망

제1절 도시가스, LPG 및 LNG의 개념

- 도시가스는 배관을 통하여 수요자에게 공급하는 연료용 가스로, 석유정제 시 나오는 나프타를 분해시킨 것이며 LPG, LNG를 원료로 사용함.
- 도시가스 주요특징
 - 도시가스는 편리성, 안전성, 청정성 등의 장점으로 가정에서 산업용, 발전 용에 이르기까지 아주 광범위하게 사용되고 있음.
 - 도시인의 가정연료로서 취사용과 난방 및 급탕용으로 널리 사용되어지며 영업용, 업무용, 산업용, 각종 요리시설로 활용됨.
 - 건물의 난방 및 냉방용으로 사용되어 하절기 전력수요를 대체하는 가스 터빈을 이용한 열병합 발전용으로도 이용됨.
 - 운송연료로서 도시가스를 원료로 천연가스버스(CNG)를 수도권뿐만 아니라, 주요도시에서 운행중에 있으며 지방 도시까지 확대 운행계획을 하고 있음.
- 우리나라의 경우 강원도, 충청북도, 경상북도 일부지역에서 LPG/Air 방식의 도시가스를 공급하고 있으며, 그 이외의 지역은 모두 LNG(천연가스)를 공급하고 있음.
 - 액화석유가스 (LPG: Liquefied Petroleum Gas)
 - 주성분은 프로판(가정용)과 부탄(차량용)이며, 원유 정제시 나오는 탄화 수소를 비교적 낮은 압력으로 가하여 액화시키면 부피가 1/240~1/280로 줄어들어 저장 · 수송 · 취급에 편리하고 주로 자동차 연료용에는 부탄 을 사용¹⁾
 - LNG와 달리 상온에서 압력을 가하여 용기에 담아 액체상태로 이동

1) 가정용 연료용에는 프로판을 사용함.

- 도시가스에 공급될 경우 LPG에 Air를 혼합한 방식으로 배관을 통해 공급
- 액화천연가스 (LNG: Liquefied Natural Gas)
 - 주성분은 메탄이며, 지하에서 뽑아 올린 천연가스를 저장 및 수송에 용이하게 하기 위해, -162°C 로 액화시켜 부피를 1/600로 압축시킨 무색 투명의 액체
 - 액화과정에서 분진, 황 질소 등을 제거하여 연소시 공해가 없는 청정연료라 할 수 있음.
 - 공기보다 가볍고 발화온도가 높아 사고위험이 적은 안전한 에너지이며, 타 연료에 비해 열효율이 뛰어나고 균일한 발열량으로 고품질의 산업용 연료로 쓰임.
- 천연가스는 대도시의 환경문제 해결을 위한 연료사용 규제, 소득수준의 향상에 따른 청결하고 사용이 편리한 에너지 선호 등으로 인해 가격비탄력적인 소비구조를 가지고 있음.
- 천연가스는 1987년 공급개시 이후 연평균 20% 이상의 증가율을 보였으며, 전국 주요도시에 보급이 완료된 2002년 이후로는 10% 이내로 둔화되었음. (김광석, 2010)

제2절 정부의 LNG 장기수급계획

1. 기본방향

- 정부는 매 2년마다 천연가스 수요전망을 바탕으로 향후 10년 이상의 기간에 대한 LNG 중장기수급계획을 수립하여 LNG 수급안정과 LNG산업의 종합적이고 장기적인 정책방향을 제시하고 있음.
- 2010년 12월에 공고한 「제10차 장기 천연가스 수급계획」에 따르면 불확실한 천연가스 수급환경에 대한 대응능력 확보, 천연가스 공급인프라 확충 및 효율적 이용체계구축, 합리적 천연가스이용 촉진을 위한 수요관리 체제

구축, 타에너지 기본계획과의 적합성 제고에 중점을 두고 있음.

2. 분야별 계획

1) 도입계획

- 공급안정성 및 효율성 제고를 위해 천연가스를 적기 확보하되 단기·중장기 물량을 적정 배분함.
 - 2014년 전후까지 부족물량은 아시아태평양 지역 공급원을 중심으로 5년 이내의 중·단기 계약을 활용하여 확보함.
 - 2015년 이후는 장기계약 체결을 추진하되 시황변화, 직수입자 계약체결 추이 등에 따라 유연하게 대응함.
- 중장기 시황예측을 통해 구매자에게 유리한 시장상황(Buyer's Market)하에서 최대한 경쟁력 있는 도입계약 체결
 - 고유가 대응 가격구조, 해외자원개발 참여, 국적선 발주, 재판매 허용, 증감량권 확보 등 계약조건 개선 추진

2) 공급설비 건설 및 투자 계획

- 저장 설비
 - 저장설비를 지속 확충하여, 저장비율(저장용량÷연간수요)을 2010년 10%에서 2024년 21%까지 제고
 - 저장설비 확충을 통해 동절기 고가의 현물구매를 줄여 천연가스 도입원가를 절감하고, 중·장기적인 공급 안정성 확보
 - 삼척기지 준공(2013년) 및 동해가스전 저장시설 전환(2017년) 등을 통해 2024년까지 총 1,536만kl(약 697만톤)의 저장용량 확보
 - 2011년부터 연차적으로 454만kl를 증설하여 2016년까지 총 1,166만kl(약

530만톤)의 저장용량 확보

- 2017년 이후 동해가스전을 저장시설로 전환하여 약 370만kl(약 168만톤)의 저장용량 추가 확보

< 표 2 - 1 > 저장설비 건설계획

(단위 : 10만kl)

구 분	2010실적	2011 ~ 2012	2013 ~ 2014	2015 ~ 2016	2017	2018 ~ 2024
생산기지건설 (누계)	10 (71.2)	17.4 (88.6)	8 (96.6)	20 (116.6)	- (116.6)	- (116.6)
동해가스전 (누계)	-	-	-	-	37.0 (37.0)	- (37.0)
계 (누계)	10 (71.2)	17.4 (88.6)	8 (96.6)	20 (116.6)	37 (153.6)	- (153.6)
저장비율(%)	10	12	13	17	22	21

자료출처: 지경부 홈페이지, 재인용

* '16년에 인천생산기지의 여유부지에 저장탱크 40만kl 추가 증설

* 포스코의 자가용 설비 제외

○ 부두 설비

- 통영(2011년), 삼척(2013년)에 부두설비를 추가 건설하여 2024년까지 총 7개 선좌 운영

< 표 2 - 2 > 부두설비 건설계획

(단위 : 선좌)

구 분	2010실적	2011~ 2012	2013~ 2014	2015~ 2016	2017~ 2020	2021~ 2024
부두설비 건설 (누계)	- (5)	1 (6)	1 (7)	- (7)	- (7)	- (7)
처리량 (만톤/선좌)	476	525	479	481	451	468

자료출처: 지경부 홈페이지, 재인용, * 포스코의 자가용 설비 제외

○ 기화·송출 설비

- 피크수요 증가에 따른 적정수준의 예비율 유지를 위해 기화·송출설비를 증설하여 2024년까지 시간당 12,398톤의 공급능력 확보

< 표 2 - 3 > 기화·송출설비 건설계획

(단위 : 톤/시간)

구 분	2010	2011	2013	2015	2020	2024
공급능력	9,638	9,758	10,538	11,498	11,798	12,398
기화요구량	7,619	7,750	8,600	9,511	10,009	10,780
공급예비율(%)	26.5	25.9	22.5	20.9	17.9	15.0

자료출처: 지경부 홈페이지, 재인용, * 포스코의 자가용 설비 제외

○ 공급배관 설비

< 표 2 - 4 > 구간별 공급배관 건설계획

배관망	건설규모	준공시기	비 고
평택 ~ 용인	30"×64km	2011	수도권 공급압력 보강
울진 ~ 영덕	30"×69km	2013	영남권 공급압력 보강
김해 ~ 부산	30"×25km	2013	영남권 안정성 확보
삼척기지 ~ 영월	30"×120km	2013	삼척기지~영월 주배관 연계
의정부 ~ 포천	30"×47km	2013	포천 복합발전소 공급
안동	30"×1km	2013	안동 복합발전소 공급
춘천	30"×3km	2014	춘천 복합발전소 공급
파주 ~ 장흥	30"×14km	2014	장흥 복합발전소 공급
교하 ~ 포천	30"×76km	2014	문산·동두천 복합발전소 공급
인천기지 ~ 대부도	30"×18km	2014	안산 복합발전소 공급
영종도 ~ 교하	30"×50km	2014	수도권 공급압력 보강
54개 지역 공급	20"/30"×859km	2011~2016	미공급지역 주배관 건설
거제 ~ 부산*	30"×44km	2024	영남권 공급압력 보강

자료출처: 지경부 홈페이지, 재인용, * 동해가스전 활용계획과 연계하여 건설시기 조정
 * 54개 지역 공급사업은 세부설계용역 후 배관길이 조정

- 2010년말 기준, 공급 주배관 2,853km를 운영하며 158개 시·군에 도시가스 공급 중
- 2016년까지 총 4,200km를 건설·운영하며 212개 시·군으로 공급권역 확대

○ 투자 계획

< 표 2 - 5 > 재정투자계획

(단위 : 억 원)

구 분	2009까지	2010~ 2012	2013~ 2014	2015~ 2017	2018~ 2022	2023~ 2024	계
생산기지 (저장설비 등)	75,329	24,461	10,033	12,488	442	229	122,982
공급배관	42,531	20,527	9,925	2,184	929	1,428	77,524
계	117,860	44,988	19,958	14,672	1,371	1,657	200,506

자료출처: 지경부 홈페이지, 재인용

3) 도시가스 미공급지역 보급 계획

- 경제성 미흡으로 도시가스 공급에서 소외되었던 지방에 도시가스를 보급하여 지방 취약계층의 생활 안정 및 에너지 형평성을 제고함.
- 2011~2013년까지 37개 시·군에 도시가스를 공급하고, 2016년까지 17개 시·군에 추가로 도시가스를 공급

< 표 2 - 6 > 도시가스 공급지역 및 시기

구 분	2011~ 2013	2014~ 2016	계
중부권	영동, 단양, 괴산, 금산, 옥천, 보은, 부여, 속초, 고성, 강릉, 태백, 양양, 동해, 삼척	고성, 정선, 평창	17
영남권	상주, 문경, 예천, 영덕, 거제, 거창, 청도, 함양, 하동, 창녕, 안동, 영주, 울진	성주, 고령, 의령, 봉화, 의성, 군위	19
호남권	장성, 남원, 부안, 무주, 영광, 담양, 해남, 고창, 곡성, 순창	함평, 임실, 보성, 장흥, 강진, 구례, 고흥, 진안	18
소 계	37	17	54

자료출처: 지경부 홈페이지, 재인용

- 미공급지역 보급을 위해 2011~2016년간 약 859Km의 주배관 건설 및 공급
관리소 신·증설

< 표 2 - 7 > 주배관 및 공급관리소 건설계획

구 분	사 업 규 모
중부권	주배관 약 299km 및 공급관리소 건설
호남권	주배관 약 274km 및 공급관리소 건설
영남권	주배관 약 285km 및 공급관리소 건설

자료출처: 지경부 홈페이지, 재인용, * '14~'16년에 추가로 실시되는 미공급지역 보급사업은 지자체, 일반도시
가스사업자, 가스공사의 3자간 공급 동의를 전제로 추진

4) 수요관리계획

- 가스요금 체계의 합리화
 - 계절별 차등요금제의 점진적 확대를 통해 요금의 수급관리 기능을 강화하
고 설비효율 증대 및 투자비 절감을 유도함.
 - 현재 발전용, 열병합용, 산업용에 적용하고 있는 계절별 차등요금제²⁾를 일
반용까지 확대 시행
- 가스냉방 및 바이오가스 보급 확대

2) 동고하저의 수요패턴 개선을 위해 동절기, 하절기, 기타 월의 공급비용을 차등화한 요금제 (동절기 요금은
상승, 하절기 요금은 하락하는 효과)

- 동고하저 천연가스 수요패턴 완화를 위한 가스냉방 보급 확대
- 가스냉방 설계 및 설치비 보조금 지원 확대
- 도시가스에 새롭게 포함된 바이오가스³⁾ 등 대체가스의 보급 확대를 위해 판매 및 유통방식을 제도화하고 품질기준을 고시
- 비상상황 발생시 단계별 수요관리 실시
 - 비상시 에너지 수급계획('10.10월)에 따라 위기상황 발생시 단계별(관심, 주의, 경계, 심각) 적기 대처
 - 가스소비 절감 인센티브제 시행, 가스소비 절약 홍보 실시, 발전용 가스의 수요저감 대책⁴⁾ 및 가스사용 제한조치 시행

제3절 LNG 수요현황 및 전망

1. LNG 수요현황

- 국내 천연가스 총 소비량은 2010년 기준 3,308만톤으로 2000년도 부터 10년간 연평균 8.6%의 증가율을 나타내고 있음.
- 국내 소비량 중 발전부문은 44%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 지난 10년간 연평균 12.9%의 증가율을 나타내어 국내 천연가스 소비 증가의 주원인으로 파악됨.
- 총 26%의 비중을 차지하고 있는 가정용은 지난 10년간 연평균 4%의 증가율을 보이고 있어 안정적인 소비성향을 나타냄.
- 산업용 소비는 19%로 3번째의 비중을 차지하고 있으며 지난 10년간 연평균 9.3%의 높은 증가율을 나타내고 있음.
- 그 외에 비중은 작은 편이나 수송용 소비 증가율이 연평균 약 58%에 달하고 있어 향후에도 빠른 속도의 소비 증가가 예상됨.

3) 법 개정으로 2009.9월부터 바이오가스 등 대체천연가스가 도시가스에 포함

4) 석탄 등 기저발전 가동률 제고, 중유발전기 우선가동 등

- 현재 우리나라의 LNG 수입은 중동, 동남아시아 지역에 대한 특정지역에 대한 의존도가 높은 상황이나 점차 다변화될 전망이다.
 - 2010년 기준 국내 LNG 총수입의 42.3%를 카타르 등을 비롯한 중동에 의존하고 있으며, 인도네시아와 말레이시아에서 각각 16.7%, 14.4%를 도입하고 있음.
 - 2015년부터 미국 Shale 가스 수입이 계획되어 있고 향후 수년간 개발될 호주의 LNG 프로젝트 역시 주요 소비지를 한중일로 규정하고 있어 중동과 동남아의 수입 비중은 줄어듦 전망.
- 이미 수년 전부터 러시아 시베리아 천연가스를 북한을 통과하는 pipeline을 통하여 수입을 검토하는 등 러시아와의 협력도 집중 검토 되고 있어 향후 수입선은 더욱 다변화될 전망이다.
 - 다만, 정치적 리스크로 인하여 북한 통과 파이프라인은 실현 가능성이 낮아 보이며 어떠한 형태의 개발과 운송이 될 것인지에 대한 논의는 더 진행이 필요할 것으로 보임.

2. 수요전망

- 전체 천연가스 수요는 2009년 25,917천톤에서 2024년 34,115천톤으로 연평균 1.8% 증가 전망
 - 도시가스 수요는 '09년 15,510천톤에서 '24년 21,770천톤으로 연평균 2.3% 증가
 - 가정용은 보급률 포화 등으로 인해 증가율이 둔화할 전망이나 산업용은 산업체 연료전환 등으로 수요 증가
- 발전용 수요는 '09년 10,407천톤에서 '24년 12,345천톤으로 연평균 1.1% 증가
 - 2014년까지는 10,407천톤에서 16,692천톤으로 증가하나, 2015년 이후 원전 및 신재생에너지 비중 증가로 발전용 LNG 수요는 감소 전망

< 표 2 - 8 > 장기 천연가스 수요전망

(단위 : 천톤)

연도	도시가스용				발전용				합계
	가정용	일반용	산업용	소계	발전전용	열병합	자가용*	소계	
2009실 적	7,417	2,779	5,314	15,510	7,660	2,231	516	10,407	25,917
2010 잠정	7,932	3,016	6,169	17,118	11,010	3,114	600	14,724	31,842
2015	8,208	3,374	7,628	19,210	12,309	2,946	550	15,805	35,015
2020	7,941	3,545	8,813	20,298	9,071	2,996	550	12,617	32,915
2024	7,928	3,773	10,069	21,770	8,797	2,998	550	12,345	34,115
연평균 증가율	0.4%	2.1%	4.4%	2.3%	0.9%	2.0%	0.4%	1.1%	1.8%

자료출처: 지경부 홈페이지, * 자가용 : 포스코 발전용

제3장 국내 도시가스 보급현황, 주요지역 가격비교 및 LNG 인수기지 건설계획

제1절 LPG 및 도시가스 보급현황

- 제주도는 육지부의 다른 지역과 달리 도시가스로서 LNG가 사용되지 않고 기존 LPG에 AIR를 혼합시켜 공급하고 있음.
- 따라서 현재 도내에는 LNG가 없는 이유로 현황 자료 기술은 LPG와 도시가스 보급현황을 다루기로 함.
- <표 3 - 1>은 LPG를 포함한 제주도내 유류공급현황을 나타낸 것임.
- <표 3 - 1>에서 세 번째 열은 LPG를 제외한 유류제품 즉, 가솔린, 등유, 경유와 중유를 합한 것임.

<표 3 - 1> 제주도내 유류공급현황

(단위: 리터)

년도	총계	비LPG유류 제품소계	LPG		
			LPG소계	프로판	부탄
2001	723,157,500	628,393,500	94,764,000	46,611,000	48,153,000
2002	768,808,285	661,015,285	107,793,000	53,630,000	54,163,000
2003	765,314,699	650,594,699	114,720,000	56,750,000	57,970,000
2004	727,998,490	611,620,490	116,378,000	53,416,000	62,962,000
2005	707,598,019	582,437,019	125,161,000	59,237,000	65,924,000
2006	705,693,135	579,733,135	125,960,000	58,276,000	67,684,000
2007	685,285,610	546,963,610	138,322,000	63,991,000	74,331,000
2008	647,150,519	511,717,119	135,433,400	64,045,400	71,388,000
2009	657,386,367	523,823,504	133,562,863	65,771,863	67,791,000
2010	683,785,834	552,925,467	130,860,367	63,478,367	67,374,000
2011	822,626,506	690,146,796	132,479,710	58,235,710	74,244,000

자료: 제주도청 스마트그리드과 내부자료

- LPG는 프로판과 부탄으로 나누어 질수 있는데 전자는 취사와 냉·난방에 후자는 수송에 각자 쓰이고 있음.

- <표 3 - 1>의 두 번째열은 비LPG 유류제품의 공급량과 LPG유류제품의 공급량을 합한 것임.
- 2009년 이후부터 총유류제품 공급량에 대한 LPG공급량의 비율이 조금씩 하락함을 보이고 있음.

○ <표 3 - 2>는 전국의 연도별 가스 수요가 수를 나타낸 것임.

<표 3 - 2> 전국 연도별 가스 수요가 수

구분	총가구수	L P G 사 용 수요가수	도시가스사 용 수요가수	가스사용수요 가수(계)	가 스 사 용 률(%)
2000	16,822,389	8,620,711	7,871,392	16,492,103	98.0
2001	17,075,635	8,231,165	8,595,526	16,826,691	98.5
2002	17,611,617	7,923,201	9,439,472	9,439,472	98.6
2003	18,420,019	7,839,872	10,178,871	10,178,871	97.8
2004	18,922,601	7,676,339	10,844,762	10,844,762	97.9
2005	19,070,670	7,076,523	11,592,847	11,592,647	97.9
2006	19,792,623	7,467,584	12,116,369	12,116,369	98.9
2007	20,218,711	7,329,221	12,680,800	12,680,800	99.0
2008	20,578,960	7,059,048	13,311,222	13,311,222	99.0
2009	20,647,356	6,582,051	13,889,102	13,889,102	99.1
2010	21,154,321	6,504,697	14,409,624	14,409,624	98.9
2011	21,442,804	6,123,676	15,104,700	15,104,700	99.0

출처: 가스통계, 2011

- <표 3- 2>에서 세 번째 열인 LPG사용 수요가 수는 주택용과 영업용을 합한 것임.
- 넷째열의 도시가스 사용 수요가 수는 단독주택, 공동주택, 산업용 그리고 상업+업무용을 합산한 것임.
- 마지막 열인 “가스사용률”은 총가구수 대비 가스사용 수요가수의 비율임.
- 2000년도부터 2010년도 까지 10년 동안 전국의 가스사용률은 최하 97%를 넘어서고 있음.

○ <표 3 - 3>은 지역별 가스 수요가 수를 나타내고 있음.

- 제주의 가스사용률은 99%를 보여 전국대비 1%의 비중에 불과 하지만 가스사용률은 전국 평균치를 상회 하고 있음.

<표 3 - 3 > 지역별 가스 수요가 수

구분	총가구수	LPG사 용 수요가수	도시가스사 용 수요가수	가스사용수요 가수(계)	가스사 용 률(%)
계	21,442,804	6,123,676	15,104,700	21,228,376	99.0
서울	4,558,278	383,554	4,144,278	4,527,832	99.3
부산	1,473,242	414,745	1,041,235	1,455,980	98.8
대구	995,116	227,566	754,736	982,302	98.7
인천	1,141,096	165,563	965,935	1,131,498	99.2
광주	583,945	57,798	521,924	579,722	99.3
대전	607,435	75,034	525,907	600,941	98.9
울산	442,917	78,860	359,684	438,544	99.0
경기	4,851,168	953,025	3,861,182	4,814,207	99.2
강원	693,747	444,240	240,261	684,501	98.7
충북	676,652	316,742	350,787	667,529	98.7
충남	917,273	504,732	403,050	907,782	99.0
전북	812,414	389,430	412,430	801,860	98.7
전남	852,418	565,963	273,982	839,945	98.5
경북	1,197,877	625,594	551,767	1,177,361	98.3
경남	1,393,215	688,233	686,689	1,374,913	98.7
제주	246,011	232,597	10,862	243,459	99.0

출처: 가스통계, 2011

<표 3 - 4 > LPG충전시설 설치형태별 현황

구분		저장탱크			
		지상	지하		소계
			매물	격납	
전 국	계	151	1,911	91	2,153
	용기	25	40	3	68
	자동차	31	1,530	26	1,587
	용+자*	53	327	62	442
	기타	42	14	0	56
제 주	계	10	34	0	44
	용기	6	0	0	6
	자동차	0	25	0	25
	용+차	1	9	0	10
	기타	3	0	0	3

출처: 가스통계, 2011, *: 용기와 자동차의 혼합형태

○ <표 3 - 4>는 LPG충전시설의 설치형태별 현황을 요약 해주고 있음.

- 두 번째 열에서 볼수 있는 “용기”는 가정용으로 쓰이는 LPG의 저장형태이며 기타는 “탱크로리”를 지칭함.

○ <표 3 - 5>는 LPG 충전시설 저장능력별 현황을 요약 해주고 있음.

- 전국, 제주 공히 10톤과 20톤 사의의 저장능력의 설치형태가 가장 빈도가 높은 것으로 나타나고 있음.

<표 3 - 5 > LPG 충전시설 저장능력별 현황

구분		저장능력						
		10톤 이하	10톤~20톤	20톤~30톤	30톤~50톤	50톤~100톤	100톤~200톤	200톤 초과
전국	계	151	997	817	106	43	8	31
	용기	0	12	11	31	13	1	0
	자동차	105	775	692	12	3	0	0
	용+자*	42	206	112	59	16	6	1
	기타	4	4	2	4	11	1	30
제주	계	9	15	10	0	7	0	3
	용기	0	0	0	0	6	0	0
	자동차	7	10	8	0	0	0	0
	용+자	2	5	2	0	1	0	0
	기타	0	0	0	0	0	0	3

출처: 가스통계, 2011, *: 용기와 자동차의 혼합형태

제2절 도시가스의 지역간 가격비교⁵⁾

○ <표 3 - 6>은 제주지역 도시가스 공급가격을 나타내고 있음

- 동표는 2012년 9월에 해당하는 제주지역의 도시가스 공급가격을 정리 한것

5) 제주지역 및 여타지역의 도시가스 가격과 그 비교 수치는 PP. 83 ~ 85에 있는 도시가스 협회와 (주)도시가스에서 제공한 원료를 바탕으로 이루어 졌음.

임.

<표 3 - 6> 제주지역 도시가스 공급가격

(단위, 원)

구분			소매가격	LNG열량환산가 격	공급비용
개별공급	가정용	1 ~ 10 m ³	1,764.90	1,225.63	215.65
		11 ~ 30	1,742.90	1,210.35	193.65
		31 ~ 50	1,720.90	1,195.07	171.65
		51 ~ 100	1,704.40	1,183.61	155.15
		101이상	1,671.40	1,160.69	122.15
	업무용	1 ~ 300	1,808.65	1,256.01	259.40
		301 ~ 3,000	1,781.15	1,236.91	231.90
		3,001이상	1,764.65	1,225.45	215.40
			1,659.25	1,152.26	110
	냉방용	1 ~ 15,000	1,748.15	1,213.99	198.9
		15,000 ~	1,659.25	1,152.26	110
	영업용	—	1,808.65	1,256.01	259.4
집단공급	외도부영	—	2,680	1,861.11	148
	화북주공	—	2,646	1,837.50	114
	부영1차	—			

출처: (주)제주도시가스 내부자료, 재작성

- 도시가스 소비량이 많을수록 규모의 경제가 적용되어 도시가스의 가격은 일정부분 하락함을 보여주고 있음
- 육지부에서 도시가스의 도매는 한국가스공사가 담당하는 반면 제주의 경우 LNG가 아니고 LPG를 도시가스 원료로 사용하는 관계로 LPG업체가 도매 공급을 담당함.
- 도매가격(매입단가)은 kg기준으로 되어 있으며 m³기준으로 환산하기 위해서는 매입단가에 1.25를 곱해주어야 함.
- 예: 표에는 나타나지 않았지만 9월 가정용의 1 ~ 10m³에 해당하는 매입 단가는 1,239.4/kg 원이며 m³기준으로 환산하기 위해 1.25를 곱해주면 1549.25/m³원이 됨.

- 소매가격은 매입단가와 공급비용을 합산하여 얻어짐.
 - 예: 9월 가정용의 1 ~ 10m³의 경우 1549.25(매입단가) + 215.65 = 1764.9/m³원
- 하지만 LPG와 LNG는 근본적으로 열량에 차이가 있으므로 상기에 얻어진 소매가격을 다른 지역의 소매가격과 직접 비교 하는 것은 불가 함.
- 통상 LPG의 열량배수는 15,000 Kcal이고 LNG의 그것은 10,400 Kcal이므로 15,000/10,400≒ 1.44를 곱하여 LNG환산가를 얻어야 함 (동표 3열이 이에 해당).

<표 3 - 7> 주요지역 도시가스 공급가격 비교

(단위, 원)

구분	도매요금	소매요금(소비자 가격)			
		서울시	광주시	원주시	제주시
가정용	912(1,549)	959	1,000	1,054	1,721
업무용	937(1,549)	1,000	1,044	1,099	1,753
냉방용	585(1,549)	624	632	719	1,739

출처: 도시가스협회, (주) 제주도시가스 내부자료, 재작성

- <표 3 - 7>은 주요지역의 도시가스 공급가격 비교를 나타내고 있음.
- 동표는 2012년 9월에 해당하는 주요지역의 도시가스 공급가격을 정리 하여 비교 한 것 임.
- 지역간 비교는 개별공급의 가정용, 업무용 냉방용을 대상으로 하였음.
- 주요지역의 통계의 경우 제주지역의 수치와 비교하기 쉽도록 원표를 재조정하였음.
- 주요지역의 경우 가정용(주택용)은 취사용, 주택난방 그리고 중앙난방으로

나뉘어지며 동표에서는 세 가지 용도의 수치를 산술평균하였음.

- 제주지역의 경우 규모에 따라서 도시가스 가격이 하락하지만 비교의 용성을 위해 산술평가를 하였음.
 - 업무용은 난방용이며 난방용의 경우 <3 - 7> 원표의 “난방용 공조용”에서 “동절기”, “하절기”, “기타월”에서 “하절기”만을 인용하였음.
 - 제주의 자료가 부가세 포함이고 여타지역의 자료가 부가세 별도 이므로 통계수치의 통일을 위해서 여타지역 가격에 10%를 가산하여 계산하였음.
 - <표 3- 7>의 두 번째 열의 경우 괄호안의 수치는 제주지역의 도매가격(LPG회사를 통한 매입단가)을 나타내고 괄호밖의 수치는 여타지역의 도매가격(한국가스공사 공급)을 나타냄.
 - 제주의 경우 도시가스의 원료로 LPG를 압축하여 공급하며 통상 LPG의 경우 액화석유이므로 석유가격과 연동되어 있고 이것이 LNG에 비해 높은 도매 가격의 원인이 되고 있음.
 - 서울의 경우 전국에서 제일 낮은 도시가스 가격을 시현하고 있는데 이는 다른 지역과 비교 하여 도시가스의 수요가 크고 이로 인한 규모의 경제가 있음을 방증해줌.
 - 광주시의 경우 전국에서 대략 중간정도의 도시가스 가격을 보이고 있는 지역이며 원주시의 경우는 상위수준의 가격을 보이고 있는 지역임.
 - 비교의 단순화를 위해서 상위가격을 시현하는 원주시와 비교를 하여도 가정용 ($667/\text{m}^3$ 원), 업무용 ($654/\text{m}^3$ 원), 난방용($1020/\text{m}^3$ 원)의 차이를 각각 보이고 있음.
 - 특히 난방용의 경우는 서울의 소매가격과 비교하여 거의 세배 가까이 차이가 나고 있음.
- <표 3 - 7>를 통한 지역간 단순 비교만을 보더라도 제주의 경우 여타지역에 비해 도시가스 가격이 상당히 높은 수준임을 알 수 있으며 이에 대한 근본원인은 LPG를 쓰기 때문임.

- 따라서 향후 LNG인수기지가 건설되고 LNG가 쓰일수 있게 되면 제주지역의 도시가스가격이 현재 보다 훨씬 저렴해질 것으로 사료됨.

제3절 애월항 LNG 인수기지건설 추진현황 및 계획

1. 사업개요 및 추진상황

- 정부의 제주지역 천연가스 공급계획에 따라 도민에게 청정하고 저렴한 LNG의 안정적 공급을 위한 인수기지를 건설이 필요하며 이는 곧 제주지역경제활성화에 일조하며 주민편익을 제고시킴.
- 개략적인 사업개요는 다음과 같음.
 - 위치: 제주특별자치도 제주시 애월항 일원
 - 사업기간: 2010년 ~ 2017
 - 사업규모: 총사업비 4,199억원 (항만 1,620억원, 인수기지 2,579억원)
 - 항만개발: 안벽 270m, 방파제 1,465m, 준설 및 매립1식
 - 인수기지: 접안 및 하역시설, 저장시설 2.5만kl 2기 등
- 현재까지의 추진상황은 다음과 같음.
 - 2008년 8월: 정부, 제주지역 LNG 인수기지 건설 본격추진 발표
 - 2008년 12월: 정부, 제9차 장기천연가스수급계획 반영
 - 2009년 3월:
 - 애월지역주민에 LNG 인수기지 유치 발표 및 건의(85%찬성)
 - 제주도가 한국가스공사에 애월항내 LNG 인수기지 건설을 요청함.
 - 2009년 7월:
 - 한국가스공사가 애월항내 LNG 인수기지 안정성 검토용역 완료함.

- 애월항 LNG 인수기지 부지확정 및 제주도 - 한국가스공사간 MOU체결
- 2010년 8월: 기획재정부로부터 예비타당성조사에 대한 결과를 통보받았으며 B/C비율이 1.26으로 나타남으로써 사업의 명분검증받음.
- 2010년 10월 ~ 2011년 7월: 애월항 2단계 개발사업 실시설계용역 착수
- 2010년 12월 ~ 2011년 12월: 환경영향평가 용역 착수
- 2011년 10월: 애월항 2단계 공사 및 책임감리 발주
- 2011년 2월 ~ 2012년 9월: 항만개발과의 어업피해조사 용역시행
- 2011년 8월 ~ 2011년 12월: 한국가스공사로부터 LNG 인수기지 설계
- 2011년 12월: 제주도, 한국공사와 1차 추진상황 점검회의 개최 (향후 정기적개최 예정)
- 2011년 12월 ~ 2012년 9월: 한국가스공사의 LNG 인수기지건설 기본계획 수립 및 이사회상정

2. 향후 추진계획과 기대효과

- <표 3 - 8>은 LNG 인수기지건설에 소요되는 연차별 투자계획을 정리한것임.

< 표 3 - 8 > 연차별 투자계획

(단위 : 억원)

구분	합계	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년 이후
계	4,199	40	80	139	600	3,340
국비	1,620	40	80	139	400	961
가스공사	2,579	—	—	—	200	2,379

출처: 제주특별자치도, 스마트그리드과 내부자료, 재작성

- 총예산은 국비와 민자(한국가스공사)와 합작이며 2010년에 40억을 필두로 2014년 이후 3,340억을 투자하여 이루어질 예정임.

○ 향후 추진계획은 다음과 같음.

- 2012년 9월 ~ 2012년 12월: 항만개발과의 어업피해조사용역에 따른 피해보상
- 2012년 3월 ~ 2017년 2월: 항만개발과 애월항 2단계 공사시행
- 2012년 9월 ~ 2013년 6월: 한국가스공사의 LNG 인수기지 설계 및 상부층 환경영향평가 실시
- 2013년 6월 ~ 2013년 10월: 한국가스공사의 인수기지 발주 및 인허가 절차 이행
- 2013년 10월 ~ 2016년 12월: 한국가스공사의 LNG 인수기지 건설 시공
- 2017년 목표: LNG 도시가스 시운전 및 공급

○ 향후 기대효과로서는 비교적 저렴하고 청정한 LNG공급으로 도민 연료비가 절감될 수 있고 항만시설의 적절한 활용으로 석유제품의 비축을 담당 유가 안정화에 도움이 될 수 있음.

제4장 해외사례

- 천연가스는 석유와같이 생산되는 경우가 흔한데 천연가스가 최초 발견되었을때 석유생산자들은 천연가스를 보관하는 방법을 몰라 석유가 나올때 까지 천연가스를 태워버리곤 했음.
- 그러나 천연가스가 유용하게 쓰일 수 있음을 알게 되었으며 보관 및 수송방법을 개발하게 된후 천연가스는 일차연료로서 중요한 비중을 차지하게 되었음.
- 천연가스는 석유층과 같은 곳에서 발견되거나 석유층과 상관없이 발견되기도 함.
- 최근에 들어 비전통적인 천연가스의 일종인 셰일가스가(shale gas) 기술발전 등으로 인해 천연가스공급 가능성을 증가시키고 있으며 향후 천연가스시장을 변화시키는 동력으로 자리 잡고 있음.
- 본장에서는 전세계 LNG수요 및 공급현황과 전망을 살펴보고 구체적으로 싱가포르가 LNG를 에너지부문에 어떻게 도입 했는가를 살펴 보고자함.

제1절 전세계 LNG 수급 현황 및 전망

- 전통적으로 천연가스시장은 파이프라인으로 수송하는 공급자와 소비자가 20년이나 30년에 걸친 장기계약이 주를 이루는 형태임.
- 생산기술과 보관방법이 발전하고 천연가스사용처가 다양하게 증가함에 따라 장기계약 형태의 시장에서 단기계약형태의 시장으로 변하고 있고 정보 통신 기술 및 전력시장에서 천연가스가 더욱 많이 쓰임에 따라 천연가스수요는 증가할 것으로 예상되며 이에 따라 시장형태도 변화할 것으로 예상됨.

1. LNG 생산 및 소비현황

- 2011년 세계천연가스 소비는 3,222.9 billion m³로 2010년에 비해 2.2% 증가한 것임.
 - 유럽지역에서 수요가 제일 크고 (34.1%) 그 다음이 북미지역이며 (26.9%) 아시아-패시픽지역은 (18.3%) 세번째로 큰 수요지역임.
- 2011년에 천연가스 수입또는 수출물량이 1,025.4 billion m³로 전체 공급 또는 수요에서 약 1/3로서, 천연가스가 생산량 중 2/3정도가 생산된 국가에서 소비된다고 보면 됨.
 - 액화천연가스 (LNG:Liquefied Natural Gas)는 1964년 알제리아에서 영국으로 수송된 것이 전세계에서 LNG가 처음 사용하게 된 시점임 (Dahl, 2004).
 - 전세계 가스시장에서 수입수출되는 물량중 LNG가 차지하는 비중은 대략 1/3 정도임.
 - 2010년에 천연가스가 물동량중 파이프라인에 의한 것이 685.6 billion m³이며 LNG에 의한 것은 300.6 billion m³임.
 - 2011년에는 약간 증가하여 파이프라인에 의한 것이 694.6 billion m³이며 LNG에 의한 것이 330.8 billion m³임.
 - LNG물동량 증가가 파이프라인 물동량증가보다 큼.
- LNG수입의 2/3정도는 아시아-패시픽지역으로 공급되며, 그중에서도 일본이 수입을 제일 많이하고 그 다음이 한국임.
 - 주 수입원은 말레이시아, 인도네시아, 브루나이, 호주, 카타르, 러시아 등임.
 - 2011년 전세계 천연가스 생산량은 3,276.2 billion m³로 2010년에 비해 약 3.1%증가한 것임.
- <표 4- 1>은 LNG의 수출(생산, 공급)과 수입(수요)을 보여주고 있음.
 - LNG 생산과 수요를 보여주고 있음. (LNG는 소비자와 장기계약이 이루어진 후 생산이 되기에 생산된 것은 다 수요 되었다고 볼 수 있음.)

- 앞에서 2010년과 2011년을 비교한 것에서 언급한 바와 같이 LNG공급 및 수요는 증가하고 있으며, 천연가스가 가지는 여러 특성으로 인해⁶⁾ 향후 LNG 수요 및 공급은 증가할 것으로 예상됨.

< 표 4 - 1 > 2011년도 국가별 수출·수입량

Billion cubic metres				From																	
To	US*	Trinidad & Tobago	Peru	Belgium*	Norway	Spain*	Russian Federation	Oman	Qatar	United Arab Emirates	Yemen	Algeria	Egypt	Equatorial Guinea	Libya	Nigeria	Australia	Buruel	Indonesia	Malaysia	Total imports
US	-	3.8	0.5	-	0.4	-	-	-	2.6	-	1.7	-	1.0	-	-	0.1	-	-	-	-	10.0
Canada	-	1.2	-	-	-	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3
Mexico	-	-	0.7	-	-	-	-	-	1.8	-	0.2	-	-	-	-	1.2	-	-	0.3	-	4.0
North America	-	4.9	1.1	-	0.4	-	-	-	6.5	-	1.9	-	1.0	-	-	1.2	-	-	0.3	-	17.4
Argentina	-	3.0	-	-	-	0.2	-	-	0.7	-	-	-	0.1	-	-	0.4	-	-	-	-	4.4
Chile	0.1	1.3	-	-	-	-	-	-	0.6	-	0.5	-	0.1	1.2	-	-	-	-	0.1	-	3.9
Other S. & Cent. America	0.3	1.8	-	-	0.1	-	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	2.7
S. & Cent. America	0.4	6.1	-	-	0.1	0.2	-	-	1.7	-	0.5	-	0.2	1.2	-	0.5	-	-	0.1	-	10.9
Belgium	-	0.1	-	-	-	-	-	-	6.1	-	0.3	0.1	-	-	-	0.1	-	-	-	-	6.6
France	-	0.4	-	-	0.5	-	-	-	3.2	-	0.2	5.7	0.9	-	-	3.6	-	-	-	-	14.6
Italy	-	0.2	-	-	0.2	0.2	-	-	6.1	-	-	1.6	0.5	-	-	-	-	-	-	-	8.7
Spain	0.2	2.5	1.9	0.2	1.3	-	-	0.2	4.8	-	-	4.0	2.3	-	0.1	6.6	-	-	-	-	24.2
Turkey	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	-	-	4.0	0.4	-	-	1.3	-	-	-	-	6.2
United Kingdom	0.1	0.6	-	-	0.4	-	-	-	21.9	-	0.7	0.2	0.1	-	-	1.3	-	-	-	-	25.3
Other Europe & Eurasia	-	0.1	-	0.1	0.2	-	-	-	0.7	-	-	1.1	0.2	-	-	2.8	-	-	-	-	5.1
Europe & Eurasia	0.3	3.9	1.9	0.3	2.6	0.2	-	0.2	43.4	-	1.2	16.8	4.3	-	0.1	15.7	-	-	-	-	90.7
Middle East	-	0.3	-	-	-	0.1	-	-	2.4	0.1	-	-	0.1	-	-	0.9	0.3	-	-	0.5	4.6
China	0.2	0.5	0.1	-	-	-	0.3	-	3.2	-	1.1	-	0.2	0.2	-	1.0	5.0	-	2.7	2.1	16.6
India	0.4	0.6	-	-	0.1	-	-	0.1	13.0	0.2	0.2	0.2	0.6	-	-	1.4	0.2	-	-	0.2	17.1
Japan	0.5	0.4	0.5	0.3	0.2	0.2	9.8	5.4	15.8	7.7	0.3	0.1	0.9	2.0	-	2.7	19.0	8.4	12.6	20.3	107.0
South Korea	0.2	2.2	1.0	0.1	0.4	-	3.9	5.0	11.1	-	3.7	-	0.6	1.1	-	1.5	1.1	1.0	10.8	5.6	49.3
Taiwan	-	0.1	0.1	-	0.2	0.1	0.3	0.2	5.3	0.1	0.2	-	0.7	0.8	-	0.9	0.4	-	2.6	4.5	16.3
Thailand	-	-	0.3	-	-	-	0.2	-	0.3	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	0.1	-	1.0
Asia Pacific	1.3	3.7	2.0	0.3	0.9	0.2	14.4	10.8	48.6	7.9	5.4	0.3	3.0	4.0	-	7.6	25.6	9.4	28.8	32.8	207.3
Total exports	2.0	18.9	5.1	0.6	4.0	0.7	14.4	10.9	102.6	8.0	8.9	17.1	8.6	5.3	0.1	25.9	25.9	9.4	29.2	33.3	330.8

*Includes re-exports.

Source: Includes data from GIIGNL, Poten, Waterburen.

자료출처: BP Statistical Review of World Energy

2. LNG교역량

- <표 4- 2>는 전세계에서 LNG가 수출·입되는 물량을 보여 주고 있음.
- 전 세계 LNG교역량은 2011년이 2010년 보다 약 10% 정도 증가하였음.
- 이런 추세는 향후 계속 될 것으로 예상됨.
- LNG 주 수입국가는 일본과 한국이며 주 수출국은 카타르, 인도네시아, 트리니다드토바고임.

6) 예를 들면 연료효율성이 높으며, 이산화탄소를 적게 방출하는 것, 무엇보다도 북미지역에서 많이 생산되는 셰일가스로 인해 가격이 내려가는 추세가 계속될 것으로 예상되는 것 등

< 표 4 - 2 > 국가별 PIPELINE, LNG 수출·수입량

Billion cubic metres	2010				2011			
	Pipeline imports	LNG imports	Pipeline exports	LNG exports	Pipeline imports	LNG imports	Pipeline exports	LNG exports
US	93.3	12.2	30.3	1.6	88.1	10.0	40.7	2.0
Canada	20.9	2.1	92.4	-	26.6	3.3	88.0	-
Mexico	9.4	5.7	0.9	-	14.1	4.0	0.1	-
Trinidad & Tobago	-	-	-	20.4	-	-	-	18.9
Other S. & Cent. America	14.3	9.2	14.3	1.8	15.6	10.9	15.6	5.1
France	34.6	14.2	1.5	-	32.3	14.6	2.2	-
Germany	91.7	-	14.9	-	84.0	-	11.7	-
Italy	65.8	9.1	0.1	-	60.8	8.7	0.1	-
Netherlands	16.8	-	53.3	-	13.6	0.8	50.4	-
Norway	-	-	96.3	4.71	-	-	92.8	4.0
Spain	8.9	27.9	0.5	-	12.5	24.2	0.5	0.7
Turkey	28.4	8.0	0.7	-	35.6	6.2	0.7	-
United Kingdom	35.0	18.7	15.7	-	28.1	25.3	16.3	-
Other Europe	98.9	10.6	11.3	0.6	101.8	10.9	6.2	0.6
Russian Federation	32.7	-	189.5	13.4	30.1	-	207.0	14.4
Ukraine	33.0	-	-	-	40.5	-	-	-
Other Former Soviet Union	32.2	-	51.5	-	30.4	-	62.5	-
Qatar	-	-	19.2	76.1	-	-	19.2	102.6
Other Middle East	31.5	2.9	8.4	25.3	31.6	4.6	9.1	27.8
Algeria	-	-	37.0	19.3	-	-	34.4	17.1
Other Africa	4.9	-	18.0	39.5	5.7	-	8.3	39.8
Japan	-	95.1	-	-	-	107.0	-	-
Indonesia	-	-	9.9	31.8	-	-	8.7	29.2
South Korea	-	44.4	-	-	-	49.3	-	-
Other Asia Pacific	33.4	40.4	19.9	66.1	43.2	51.0	20.3	68.6
Total World	685.5	300.6	685.5	300.6	694.6	330.8	694.6	330.8

Source: Includes data from Cedigaz, CISStat, GIIGNL, Poten, Waterborne.

자료출처: BP Statistical Review of World Energy

3. LNG 교역량전망 (2020년까지)

- 연구보고서에 따르면 2005년부터 2020년까지 세계LNG교역량은 연간 6.7%씩 증가할 것이라 예상함. (California Energy Commission, 2007)
- 향후 LNG교역량이 어떻게 증가할 것인가에 대해서는 불확실성이 많으므로 예상하기가 쉽지 않으나 몇 가지 경우로 나누어 살펴보면 다음과 같음.
 - 기본 시나리오 (Base Case): 2020년까지 동북아시아지역이 주시장이 되겠으나 북미와 유럽시장도 빠르게 성장할 것으로 예상되며 중국과 인도가 중요한 시장이나 소규모시장으로 남을 것으로 예상됨.
 - 고성장 시나리오 (High Case): LNG수요는 기본 시나리오보다 29% 많고 저성장 시나리오 (Low Case)의 경우 기본 시나리오보다 15%정도 적을 것으로 예상됨.
 - 태평양지역이 초기에 공급의 주축이었으나 시간이 지남에 따라 그 비중이 줄어드는 것으로 나타남.

- 기본 시나리오의 경우 2020년에는 대서양지역에서 공급되는 양이 태평양지역에서 공급되는 양을 넘어서는 것으로 나타나며 중동지역에서 공급되는 양이 대서양지역에서 공급되는 양과 비슷하게 나타남.
- 고성장 시나리오의 경우 대서양지역에서 공급되는 양이 괄목하게 성장하며 태평양지역과 중동지역에서 비슷한 양이 공급되는 것으로 나타남.
- 저성장 시나리오의 경우 태평양지역과 중동지역에서 공급되는 양은 대략 비슷하며 대서양지역에서 공급되는 양이 제일 많은 것으로 나타남.
- 전세계에서 아직 개발되지 않은 비전통적 천연가스 부존량이 향후 LNG교역에 소요되는 양을 감당하고도 남을 정도의 부존량이 있는 것으로 예상됨.
 - 구체적으로 살펴보면 2005년에 18 billion cubic feet per day (Bcfd)⁷⁾ 이던 것이 2020년에는 48 Bcfd로 될 것이라 예상됨.
 - 북미지역으로 수입되는 물량도 2005년 1.8 Bcfd에서 2020년에는 12.7 Bcfd로 될 것으로 예상됨.
 - 고성장 시나리오의 경우 2020년에 약 62 Bcfd가 될 것으로 예상됨.
 - 저성장 시나리오의 경우 개발의 어려움이나 지정학적인 이유로 LNG교역이 둔화될 것으로 예상되며 교역량도 2020년에 41 Bcfd로 될 것으로 예상됨.
 - 이 경우 북미지역에 수입되는 LNG량은 기본 시나리오와 비교해서 2020년에 약 0.6 Bcfd가 증가할 것으로 예상됨.
- 운송비용 (액화비용, 수송 및 재기체화비용 포함한것)은 증가한 것으로 나타났다는데 이는 높은 건설비용을 충당할 만큼 규모의 경제가 크지 않다는 것에 기인하는 것으로 보임.
 - LNG를 호주에서 북미 태평양연안지역으로 운송할 경우, 재기체화시설이 육상에 세워진 것을 가정한 상태에서, 2003년에 대략 1 million British thermal unit (Btu)에 \$2.75 이었는데 2007년에는 \$3.50으로 증가한 것으

7) 일간 10억 입방피트로서 하루동안에 생산, 저장, 소비 이동되는 가스량의 측정단위임.

로 파악되었음.

제2절 싱가포르의 LNG 정책 사례

1. 개관

- 싱가폴은 에너지가 전혀 생산되지 않기에 전량 수입에 의존하고 있음.
 - 1991년까지 전량 석유에 의존 하였으나 1992년부터 천연가스를 사용하기 시작하였음.
 - 현재 석유와 천연가스비중은 약 8대1이며 천연가스는 전량 전력생산 및 가정용으로 쓰임.
 - 석유 사용량이 상대적으로 천연가스보다 많은 것은 정유사에서 쓰이는 물량을 포함했기 때문임.
 - 싱가폴은 1992년부터 천연가스를 사용하기 시작하여 점진적으로 천연가스의 비중을 증가시켜 왔음.
- < 표 4 - 3 >은 싱가폴에서 전력발전에 사용된 연료별로 얼마나 사용되었나를 보여주고 있는데, 총 9,660.2 ktoe⁸⁾의 1차에너지가 (primary energy) 사용되어 2차에너지인 (secondary energy) 전력이 3,955.2 ktoe가 생산되었음을 보여줌.
- 전반적인 효율성이 약 41%인데 이는 천연가스를 사용한 발전이 상대적으로 석유를 연료로 사용한 발전보다 효율성이 높기 때문에 통상적 효율성인 33%보다 높게 나타났다고 볼 수 있음.

8) kilo toe의 약자로서 toe(Ton of Oil Equivalent)는 석유환산톤임. 이는 지구상에 존재하는 모든 에너지원의 발열량에 기초해 이를 석유의 발열량으로 환산한 개념이며 각종 에너지 단위를 비교하기 위한 가상 단위라고 볼 수 있음. 1toe는 1000kcal에 해당함. 석유의 단위는 배럴, 무연탄의 단위는 t(톤), 가스의 단위는 갤런 등으로 각 에너지원의 단위가 다르므로 이를 합계할 때는 통일된 단위가 필요하며 이를 위해 toe의 개념이 사용된다. 예를 들어 석유 4억 배럴, 유연탄 3000만t, 가스 5만 갤런 등을 소비한다고 할 때 이를 석유환산톤으로 표시하면 1억5000만 toe (15ktoe)가 됨.

< 표 4 - 3 > 싱가포르 발전원별 balance table (단위: ktoe)

	석유제품	천연가스	기타	전력생산량
총 전력생산량	-1,901.4*	-6,825.2	-933.6	3,955.2
산업용발전	-1,886.5	-6,561.6	-603.3	3842.1
자기사용발전	-14.9	-263.6	-330.3	113.1

자료출처: Energy Market Authority, Singapore Energy Statistics 2012, *: -의 의미는 2차 에너지인 전력을 생산하기 위해 소요된 1차에너지량을 의미함

○ 총전력생산에 사용된 연료에서 천연가스가 차지하는 비중은 약 71%임.

- 2011년 싱가포르에서 소비된 천연가스량은 1,240.6 ktoe로 산업발전에 사용된 천연가스는 포함되지 않은 것이며, 천연가스와 타운가스만 포함한 것임 (natural gas liquid도 제외).

○ <표 4 - 4>는 천연가스 최종판매량이 어떻게 부문별로 나누어지는 가를 보여줌.

- 산업관련 사용이 가장 많아 1,077.3 ktoe 또는 86.9%를 차지하며, 상업 및 서비스 관련산업이 69.5 ktoe또는 5.6%를 차지하며 가정용이 55.2 ktoe 또는 4.4%이며 교통부문이 28.3 ktoe또는 2.3%를 차지함.

< 표 4 - 4 > 최종 천연가스 판매량 (2011)

부문	사용량 (ktoe)	비중 (%)
산업	1,078.3	86.9
상업 및 서비스	69.5	5.6
가정	55.2	4.4
교통	28.3	2.3
기타	9.3	0.8
합계	1,240.6	100

자료출처: Energy Market Authority, Singapore Energy Statistics 2012

- 상업 및 서비스산업과 가정용에서 사용되는 천연가스는 주로 취사용이며 교통부문에서 사용되는 천연가스는 압축천연가스(CNG: Compressed Natural Gas) 로 택시나 소량의 일반차량에 이용되고 있음.

- 도시가스사용료는 (town gas tariffs) 2005년을 기준으로 했을 때 2011년 가

격은 약 18.7%가 상승했음.

· 2008년에는 석유가격이 가장 높았던 관계로 도시가스 사용료는 2005년 보다 약 25.4% 상승했음.

○ 천연가스는 현재 인도네시아와 말레이시아로부터 장기계약으로 파이프라인을 통하여 공급 되고 있으며 싱가포르가 LNG에 관심을 갖게 된 것은 크게 두 가지로 나누어 살펴볼 수 있음.

- 첫째, 연료와 연료수입선의 다변화를 통하여 에너지안보를 공고히 할 수 있음에 유의했음.

- 둘째, 향후 아시아지역에서 LNG교역이 늘어날 것에 대비해 싱가포르가 교역의 중심지가 될 수 있음을 염두에 두고 LNG교역을 할 경우를 대비해 LNG탱커의 접안에 필요한 부두 (jetty) 건설, 저장시설 및 재기체화설비를 시설해 놓는 것으로 상업적인 포석을 했다고 볼 수 있음.

○ 이하에서는 싱가포르가 어떻게 LNG수입을 결정하게 되었는지, 수입을 결정한 뒤 어떻게 이를 진척해 왔는지, LNG수입과 연관된 여러 물류 및 제도적인 것에 대한 준비는 어떻게 해왔는지를 살펴봄으로서 제주도가 LNG상용화를 위하여 무엇을 어떻게 준비 해야되는 가에 대한 시사점을 살펴보겠음.

2. LNG수입 타당성조사

○ 에너지원 및 에너지 공급원의 다변화 일환으로 싱가폴은 2005년 액화천연가스 수입타당성조사를 실시한 뒤 액화천연가스를 수입하기로 결정하고 싱가포르에 액화천연가스 터미널을 건설하기로 결정함.

- 액화천연가스 터미널 건설은 타당성 조사를 도쿄가스에 위임하여 실시하였고 그 결과를 대중에게 공시하고 의견을 청취한 뒤 최종 결정을 내렸음.

- 당시 투자비용이 높을 것이며 터미널완성 후 수요가 많지 않을 것 또는 싱가포르가 공급받을 수 있는 물량이 충분치 않을 것이라는 등 반대의견이 많았으나 싱가포르 정부는 제기된 문제점을 철저히 살펴본 후 LNG수입을 결정하고 터미널 건설을 시작하였음.

- 타당성 조사를 하는데 구체적이며 심층적으로 고려된 사항은, 세계 LNG수요 공급 시나리오, 싱가포르 내 가스수요, 다양한 연료비용 비교 및 영업모형 등이며 이를 토대로 통행료 체계모형을 싱가포르 LNG터미널 운영방식으로 결정했음.
- 이중에서 세계 LNG수요공급 예상을 한 것을 살펴보면 현재 천연가스를 수입하는 국가 (인도네시아, 말레이시아) 또는 향후 파이프라인으로 수입할 수 있는 국가의 (부르나이) 부존량이 적은 관계로 부존량이 풍부한 국가, 예를 들면 카타르, 러시아, 이란 등에서 천연가스를 수입하려면 LNG 상태가 유리하다는 판단을 했을 것으로 사료됨.
- 또한 싱가포르 주변국가에서 파이프라인으로 도입할 수 있는 천연가스의 양이 향후 줄어들 수 있다는 판단과 천연가스가 앞으로 국제간 교역이 더욱 활발해 질 수 있으며 싱가포르가 지리적으로 교역통로 중심에 있기에 교역의 허브가 될 수 있다는 판단에 따라 경제발전의 한 전략으로 LNG터미널이 건설되었음을 알 수 있음.
- 연구당시 사용된 부존량자료는 <표 4 - 5>와 같음.

< 표 4 - 5 > 세계 천연가스 부존량 현황

국가	부존량 2003년 (Bcm ⁹⁾)	채굴가능한 양 (Bcm)
러시아	47,525	33,061
이란	26,591	8,907
카타르	25,743	1,164
인도네시아	2,554	3,105
호주	2,546	3,066
말레이시아/부르나이	2,122	1,981
오만	828	956

자료출처: Energy Market Authority (2005)

- 싱가포르 내 가스수요는 주로 전력생산에서 기인하는데, 향후 가스수요를 예측하는데도 전력수요가 얼마가 될것 인가를 먼저 예측하고, 새로운 발전설비가 가동 되게되면 LNG에 대한 수요가 증가할 것을 가정하였음.
- LNG수요는 3가지 시나리오 나뉘어져 예측되었음 (<표 4 - 6> 참조).

9) Billion Cubic Meters: 10억 입방미터

< 표 4 - 6 > 시나리오별 LNG수요

년 도	LNG수요 (단위: Mtpa ¹⁰⁾)		
	저성장	기본시나리오	고성장
2012	0.24	0.75	2.07
2013	0.62	1.13	2.37
2014	1.02	1.53	2.69
2015	1.43	1.95	3.15
2020	3.72	4.24	4.97
2025	5.13	7.47	10.22
2030	7.41	9.38	12.05
2035	9.60	11.56	14.20

자료출처: Energy Market Authority (2005)

- 파이프라인으로 수입되는 가스가 2023년에 만료되며 이를 고려하여 LNG 수요를 결정하였고 이를 기준으로 LNG터미널의 크기와 터미널 사용료를 결정하였음.
- 다양한 연료공급원과 경로간 (LNG, 파이프라인, 석탄등) 발전단가를 비교하여 LNG를 이용한 전력생산이 비교우위에 있는 지 검토하였음.
- LNG와 파이프라인으로 공급된 천연가스를 (PNG) 사용한 전력생산단가 비교표는 <표 4 - 7>과 같음.

< 표 4 - 7 > 전력생산단가 비교표 (LNG 대 PNG)

전력발전단가	시나리오	유가 (\$25/bbl)	유가 (\$30/bbl)	유가 (\$40/bbl)
	LNG - 저	78.41	81.50	87.68
	LNG - 기본	81.81	85.64	93.30
	LNG - 고	85.21	89.78	98.93
	파이프 (PNG)	79.24	90.23	112.31

자료출처: Energy Market Authority (2005), bbl: barrel의 약어.

- LNG터미널을 영업을 (Business Model) 어떻게 할 것인가를 다방면에 걸쳐 검토한 뒤 규제체계와 목적을 결정하였음.

10) Million metric Ton Per Annum, 연간 백만메트릭톤 단위

- 구체적으로 규제체계는 민간소유, 제3자 접근성, 가격규제, 시장경쟁을 중점으로 개발 되었음.
- 이를 통하여 제시된 LNG터미널 영업모형은 세가지로 통행료체계모형 (Tolling structure), 직접적 또는 종합적인 체계 (Aggregated or integrated structure) 및 도매체계임 (Merchant).
- 이중에서 통행료체계모형이 채택되어 구체적으로 계약체계 (Contractual Structure), 위험분산 (Risk Allocation), 터미널소유권 (Terminal Ownership), 시설용량 분배 및 요율체계 (Capacity Allocation and Tariff Structure), 사장되는 설비 처리권 (Stranding of Assets), LNG터미널의 담보권 설정여부 (Bankability of the LNG Terminal) 및 LNG수입을 어떻게 할 것인가 (Approaches to LNG Imports) 등이 구체적으로 연구되었음.

3. LNG수입 결정 후 터미널건설

- 2006년 8월 7일, 싱가포르정부는 증가하는 에너지수요를 감당하기 위한 에너지원 다변화의 한 방안으로 LNG를 수입하기로 결정하고 이를 위한 터미널을 건설하기로 발표함.
- 2007년 9월 4일, 싱가포르 정부는 LNG수입을 담당할 업체¹¹⁾를 공개입찰을 (RFP: Request for Proposal) 통해 결정하기로 하고 이를 공고하였음.
- LNG터미널 소유 및 운영회사로 PowerGas Ltd (PowerGas)를 선정 하였으며 PowerGas는 Singapore Power Ltd가 100%소유한 자회사임.
- 2008년 4월 18일, BG Singapore Gas Marketing Pte Ltd가 LNG수입회사로 결정되었으며 BG는 재기체화된 천연가스를 싱가포르에 있는 최종수요자에 공급하며 연간 3 Mtpa (Million Tonnes Per Annum)¹²⁾의 LNG를 구매할 수 있음.
- 2008년 4월 28일, PowerGas가 LNG터미널 개발업자로 결정됨

11) Aggregator: 여러 실수요자들로 부터 각각 필요한 양을 받아 이를 통합한 양 을 수입하는 역할을 담당함.

12) 연간 백만톤단위

- 2009년 6월 30일, 싱가포르정부는 LNG터미널을 민간업자가 상업적인 목적으로 개발하기에는 어려움이 따를 것을 인지하고 LNG터미널개발과 소유권을 정부가 갖기로 결정함.
- 이에 Singapore LNG Corporation Pte Ltd (SLNG)라는 새로운 회사를 설립하고 이 회사가 LNG터미널을 소유하고 감독하게끔 함.
- 2010년 2월 8일, SLNG는 LNG터미널의 기술, 구매, 건설 (engineering, procurement and construction: EPC)을 삼성 C&T Corporation이 하기로 함. SLNG는 Forster Wheeler Asia Pacific Pte Ltd (Foster Wheeler)를 감리감독으로 임명함.
- 2010년 3월 31일, 주룽섬에서 싱가포르 LNG터미널 공사를 시작함. 6개 발전 회사가 SLNG로부터 첫번째 물량인 약 1.5 Mtpa 재기체화된 천연가스를 구입하겠다는 의사를 밝힘.
- 6개 회사는 Senoko Energy, PowerSeraya, Tuas Power Generation, Keppel Marlimau Cogen 및 Island Power (현재는 GMR Energy)이며 BG 와 장기매입계약을 맺었음.
- 2010년 11월 2일, 싱가포르정부는 터미널내에 3번째 LNG를 저장할 탱크를 건설하기로 결정하고 발표함. 상기 6개 회사는 재기체화된 LNG를 2 Mtpa까지 매년 구입하기로 확인함.
- 2011년 1월 21일, SLNG는 3번째 LNG저장탱크의 EPC를 담당할 회사로 삼성을 선택함.
- 3번째로 지어지는 탱크는 용량이 180,000 m³로 기존 두개의 탱크와 용량이 비슷하며 다 지어지면 터미널의 저장용량은 6 Mtpa로 됨.
- 새로이 더해지는 용량은 싱가포르가 향후 증가하는 천연가스수요를 잘 감당할 수 있게하며, LNG시장에서 일어날 수 있는 비즈니스기회를 추구할 수 있는 역량을 갖게함.
- 2011년 8월 4일, SLNG는 2번째 Berth Project를 Samsung에게 맡김. 이 공사는 싱가포르 LNG터미널 공사비용인 S\$1.7 billion에 포함되는 것으로 두번째

부두를 건설하는 것인데, 이 부두는 향후 LNG 선적용량이 60,000에서 265,000 m³ 인 배들을 접안할 수 있는 부두를 건설하는 것임.

- 세번째 부두는 이보다 적은 용량의 LNG배를 접안할 수 있는 부두로 선적용량은 10,000에서 40,000 m³임.
- 두번째 Berth공사는 싱가포르에 유연성을 제고하며 SLNG가 지역적으로 제공할 수 있는 다방면에 걸친 LNG서비스에 가치를 부여함.

4. LNG터미널 개관 및 건설에 따른 연관효과

- 터미널에는 3개의 탱크가 설치되며 3개소의 Jetty (접안시설)가 있으며 총 처리물량은 6 Mtpa임.¹³⁾
 - 각 탱크는 높이 53미터 너비 90미터로 180,000 m³의 LNG를 담을 수 있음.
 - 각 탱크 건설에 27,832 m³의 콘크리트가, 5,032톤의 강철강화바 (reinforcement bar)가, 3,861톤의 강철판이 사용됨.
 - 탱크 기초공사에 532개 강철파일이 소요되었으며 차지하는 면적은 6,358 m²임.
 - 각 탱크에는 두장의 니켈-강철판과 탄소강판이 1미터 상당의 콘크리트벽 안에 설치됨.
 - 각 탱크 지붕은 약 1,200톤이며 지상에서 만들어진 후 53미터 높이까지 올려짐.
 - 재기체화 용량은 3.5 Mtpa로서 2013년 2사분기에 건설 완료 예정이고 2013년 말에 이 용량을 6 Mtpa로 증가시킬 예정이며 세번째 탱크는 2014년 1사분기에 완공예정임.
- 싱가포르에 LNG를 수입 담당할 회사 (aggregator)는 BG Singapore Gas Marketing으로 2.65 Mtpa를 판매하고 있으며 2013년까지 이용량은 3 Mtpa

13) 현재 LNG터미널부지에 일하고 있는 사람의 수는 약 1,400명이며 총 1,555톤의 파이프가 사용됨.

로 증가할 예정임.

- BG Singapore Gas Marketing은 2023년까지 싱가포르에서 천연가스를 수입 및 재가스화 한것을 3 Mtpa까지 판매할 수 있는 자격이 있으므로 BG와 계약이 끝난 후 천연가스 수입과 관련하여 어떤 형태를 택할 것인가에 대한 연구가 진행되고 있음.

○ LNG터미널 건설에 따른 연관 효과

- 싱가폴은 건설되는 LNG터미널이 싱가폴의 에너지수요를 충당하며 에너지 안보를 공고히 할 뿐만 아니라 향후 이 지역에서 천연가스 무역의 중심에 서고자 함.
- 이를 통하여 새로운 고용 창출효과도 기대하고 있으며 LNG 가격이 경쟁적으로 결정되는 지를 지속적으로 살피며 연구하고 안정된 공급이 이루어 질 수 있도록 모든 노력을 경주하고 있음.

5. 싱가포르가스산업 및 산업구조

- 싱가포르에서 천연가스는 주로 전력발전에 사용되고 있으며, 가스산업은 전력 시장 구조개편을 공고히 하기위해 시장경쟁체제로 재편되고 있음.
- 가스시장 구조개혁은 2008년 9월 15일에 시작되었으며 가스수송부문은 (gas transport business) 가스수입과 소매로 나누어져 있음.
- 가스산업에 관련된 사업자를 살펴보면 다음과 같음.

· 가스수송업자 (Gas Transporter): PowerGrid Ltd

가스수송 대행업자 (Gas Transport Agent): SP PowerGrid Ltd

가스소매업자 (Gas retailers)

가스 배달업자 (Gas Shipper)

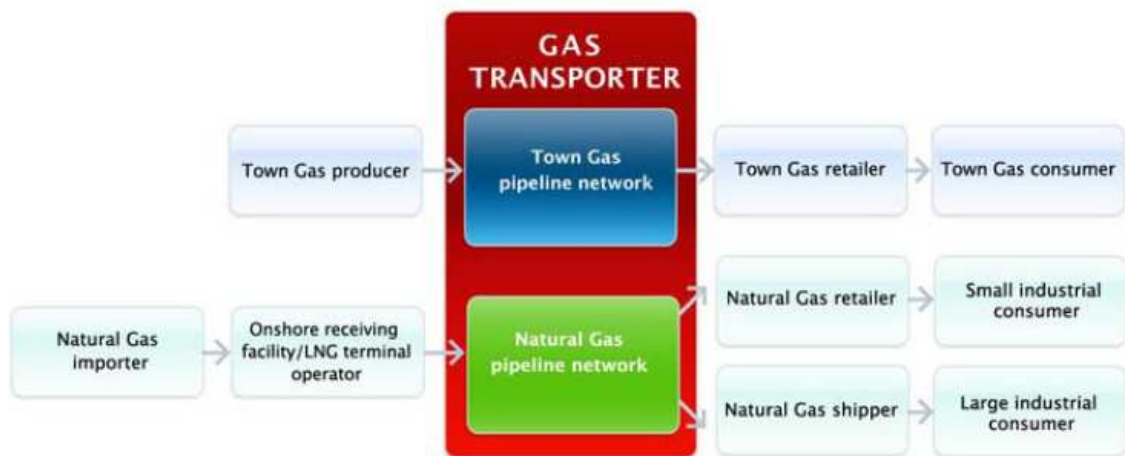
가스 수입 면허소지업자 (Gas Importer License)

액화가스 수입 면허소지자 (Gas Importer (LNG) License)

육상가스시설 운영자 (Gas Onshore Receiving Facility Operator License)

○ 산업구조

- 개편된 가스산업을 살펴보면 아래도표와 같음.



자료출처: Energy Market Authority, Singapore

<그림 4 - 1> 싱가포르 가스산업구조

- 현재 싱가포르내 가스파이프라인은 두가지 형태임.
 - 하나는 도시가스 파이프라인 네트워크이고 (town gas pipeline network)
 - 다른 하나는 천연가스 파이프라인 네트워크임 (natural gas pipeline network).
- 가스수송업체인 (Gas Transporter) PowerGas는 가스파이프라인 네트워크를 소유하고 있으며, 가스 수입과 소매는 할 수 없음.
- SempCorp Gas Pte Ltd는 가스수송, 수입 및 소매영업으로 영역을 확장하였으나 가스수송 영업은 포기하였고 소유하고 있던 파이프라인도 관련법

규에 의거 PowerGas에 이전하였음.

- PowerGas는 SP PowerGrid Ltd를 가스를 전달하며 PowerGas를 대신하여 가스 파이프라인 네트워크를 관리를 대행하는 사업자로 선정하였음.
- 도시가스의 흐름은 도시가스 생산자가 도시가스를 가스수송업체가 소유 운영하고 있는 도시가스 파이프라인 네트워크를 통해 도시가스 소매업자에게 가스를 전달하며 소매업자는 이를 도시가스 수요자에게 공급함.
- 천연가스 수입업자가 수입한 가스를 육상기지 또는 LNG 터미널에서 받아 천연가스 파이프라인 네트워크를 통해 천연가스 소매업자 또는 천연가스운송업체에게 전달하면 소매업자는 천연가스를 소규모산업용 소비자에게 공급하며 운송업자는 대규모 산업소비자에게 천연가스를 공급함.
- 도시가스는 싱가포르의 약 50%를 감당하고 가정과 상업용 소비자의 취사, 온수등에 사용되며 City Gas Pte Ltd가 제조하여 소매하고 있음.
- 말레이시아와 인도네시아로부터 수입되는 천연가스는 4개의 해상 파이프라인에 의해 싱가포르로 수송되고 있으며 사용처는 주로 발전과 산업용임.
- 말레이시아로 부터는 Senoko Energy 와 Keppel Gas가 수입을 담당하고 있으며 전자는 전량이 발전에 사용되며 후자는 주사용처가 발전용임.
- 인도네시아로부터는 두 군데 에서 천연가스가 수입되는데 SembCorp Gas 가 (수입업자 및 소매업 겸업) West Natuna로 부터 수입하여 발전용과 산업용으로 사용되며 South Sumatra로 부터는 Gas Supply (수입업자) 및 City Gas (소매업자)가 수입하여 발전용 및 산업용으로 사용하고 있음.

6. LNG 구매와 소비자

- 앞에서 살펴본 바와 같이 싱가포르 정부는 LNG터미널을 싱가포르 서쪽지역인 주롱섬에 (Jurong Island) 건설하고 있음.
- LNG가 선택된 요인으로서는
 - 첫째, 가스발전이 다른 화력발전에 비해 상대적으로 높은 효율성을 지니고

있음.

- 둘째, 대체연료로 사용가능하기에 석유의존도를 낮출 수 있음.
- 세째, 환경친화적임.
- 네째, 다양한 공급처가 있음으로 기존 소비국가나 중국이나 인도의 수요가 증가하더라도 수입할 수 있는 가능성이 많음.
- 아래 두사진은 현재 삼성이 건설하고 있는 LNG탱크의 야경 및 내부모습임.



자료출처: Energy Market Authority, Singapore

<사진 4 -1> 건설되고 있는 LNG탱크 야경



자료출처: Energy Market Authority, Singapore
 <사진 4 - 2> 1차 LNG탱크 내부모습

○ LNG구매

- LNG수입 및 싱가포르내 판매는 BG Singapore Gas Marketing Pte Ltd가 맡고 있음.
- 싱가포르정부는 LNG가 수입되는 것에 즈음하여 가스수입 제한조치를 (Policy on Gas Import Control) 취하였음.
 - 이는 LNG터미널에 투자한 기업에게 LNG에 대한 수요가 충분하다는 신호를 보냄으로써 투자위험을 줄여주며 궁극적으로 LNG산업이 싱가포르에 잘 정착할 수 있게 하기 위해 도입된 제도임.
- 하지만 예외규정을 두어 이 규제가 발효되기 전에 전기발전허가가 난 발전회사에게는 이 규제의 영향을 받지 않게 하였음.
 - 따라서 Keppel Merlimau Cogen Pte Ltd와 Island Power Company Ltd는 이 규제의 영향을 받지 않고 계속 파이프라인으로 공급되는 천연가스를 이용해 발전할 수 있게 되었음.
- 이를 구체적으로 살펴보면, LNG의 연간 수입량이 3 Mtpa에 이르기 전까

지는 파이프라인을 통하여 천연가스를 수입하는 것이 기존의 양을 제외하고는 더 이상 허락되지 않음.

- 싱가포르 정부는 산업체와 긴밀히 의논을 하며 LNG수입량이 3 Mtpa에 이르는 시점과 2018년중 둘중 빠른 시점에 이 수입제한조치를 재검토할 계획임 (Energy Market Authority, 2006).
- LNG를 받는 터미널이 완성되기 전까지는 비상업용 발전이나 다른 용도로 (산업용 피드스톡이나 자가발전) 천연가스를 파이프라인으로 수입하는 것을 사안별로 검토하며 허가를 결정함.
- 이 때 주로 살피는 것이 새로운 파이프라인을 통한 천연가스 수입의 경제적 효과와 향후 LNG수요에 미칠 영향임.
- LNG를 받는 터미널이 완성된 이후 LNG가 도착하게 되면 새로이 야기되는 모든 파이프라인 천연가스 수입에 적용됨.

○ 소비자

- 가스소비자는 가스가 어떻게 전달되느냐에 따라 대소비자 및 소매 소비자로 나누어짐
- 대소비자는 일반적으로 전력회사나 산업사용자로 사용할 가스를 트랜스미션 네트워크에서 바로 가스를 공급받으며 가스공급을 위해 가스수송업자나 (Gas Transporter) 가스배달업자와 (Gas Shipper) 직접 가스공급계약을 맺음.
- 소매소비자는 가스소매업자로부터 가스를 구매하는 소비자를 가리키며 가스소매업자는 가스수송업자가 소매소비자에게 가스공급을 할 수 있도록 연결해줌.

7. 싱가포르 사례요약

- 앞에서 살펴본 바와 같이 싱가포르에서 전력생산은 거의 천연가스에 의존하고

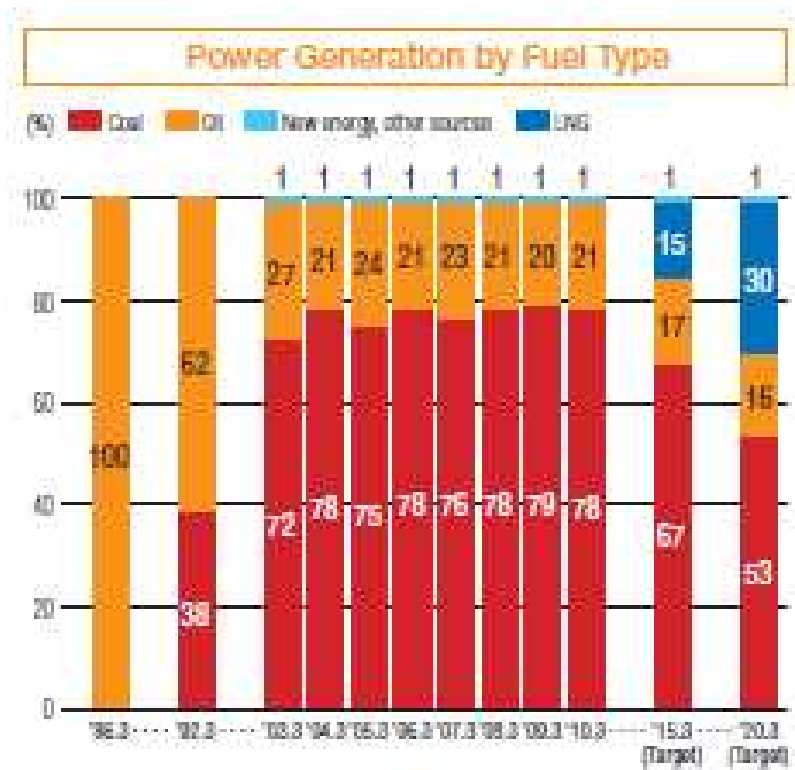
있으며 장기계약에 의해 수입되는 천연가스도입이 2023년에 끝남.

- 파이프라인을 통해 주변국가에서 천연가스를 수입하는 것은 천연가스비용이 상승하거나 불가능할 경우를 대비하여 연료수입 다변화의 일환으로 LNG수입을 검토하였음을 알 수 있음.
- 즉, 연료구성의 다변화와 연료수입원의 다변화를 통해 에너지조달비용이 장기적으로 안정화 또는 하락하는 영향을 가져오며 아울러 에너지안보에도 긍정적인 효과를 가져옴.
- 장기적으로 에너지원의 확보와 에너지비용의 안정화는 기업이 활동하기에 좋은 환경을 제공하여 국내외로부터 투자를 촉진시키며 궁극적으로 경제발전에도 기여하게 됨을 볼 수 있음.
- 싱가포르 정부는 이에 그치지 않고 싱가포르가 지닌 지리적인 이점을 최대한 살려 향후 LNG교역이 활발해질 때를 대비해 싱가포르가 교역의 중심지가 될 수 있음을 숙지하고 이를 미리 준비하는 전략의 일환으로 LNG터미널을 건설하였음을 알 수 있음.

제3절 오키나와

- 오키나와전력회사는 (OEPC: Okinawa Electric Power Company) 요시노우라 (Yoshinoura)에 LNG터미널을 건설하고 전력발전원 다변화를 위해 LNG를 사용하는 화력발전소를 건설하고 있음.
- 오키나와전력에서 사용한 발전연료를 살펴보면 2010년에 석탄이 전체발전의 약 78%를, 석유발전이 21%를, 그리고 재생가능에너지가 1%정도 차지하고 있음.
- 가스발전이 전혀 없음을 인식하고 발전연료 다변화의 일환으로 2012년 11월에 가스발전소가 가동할 계획을 세우고 오키나와에 LNG터미널을 건설 중에 있음.
 - 이는 오키나와 최초의 LNG를 사용하는 발전소이며, 네 개의 가스발전시설이 건설되며 발전용량은 각각 251MW임.
 - 두개의 LNG저장탱크가 건설될 예정이며 각각 용량은 140,000kl 임.
 - 1호 발전기는 2012년 11월에, 2호 발전기는 2013년 5월에, 3 - 4호 발전기는 2016-17년 회계년도 이후에 발전을 시작할 예정임.
- 오키나와 전력회사는 2011년 5월에 오사카가스 (Osaka Gas)로부터 매년 400,000mt의 LNG를 2012년부터 2036년까지 구입하기로 계약을 체결 하였음.
- 오키나와전력회사는 첫번째 LNG물량을 2012년 4월에 받기로 되어있는데, 한달가량 지연되었으며 이 물량은 호주로부터 선적된 것으로 65,000톤의 LNG에 해당됨.
- 요시노무라 화력발전소는 오키나와전력회사의 (Okinawa Electric Power Company OEPC) 관리를 받고 있고 오키나와섬의 중심지역에 있는 나카구수쿠 마을 (Nakagusuku Village)에 건설될 예정이며 오키나와에는 한개의 LNG 터미널이 건설될 계획임.
- 나카구수쿠마을이 화력발전소부지로 채택된 이유는 다음과 같음.

- 나카구수쿠마을의회가 화력발전소건설을 환영하였음.
- 화력발전소건설예정지는 Nippon Oil Corporation이 오래전부터 석유정유 시설을 가동하고 있던 곳으로 2002년까지 석유저장탱크가 있던 곳임.
- 따라서 화력발전소를 건설하기 위해 다시 바다를 매워야할 필요가 없기에 오키나와전력회사는 이 지역을 선택한 것임.
- 1970년 무렵에 석유저장시설과 정유시설이 건설될 때 많은 반대와 시위가 있었기에 오키나와전력회사는 다시 주민들의 반발을 가져오는 화력발전소 건설을 하지 않았을 것이라고 판단됨.
- 현지신문보도에 의하면, 오키나와전력은 환경보호를 위해 저탄소가 방출되는 LNG를 사용할 것이라고 천명하였음.
- 오키나와전력회사는 연료다변화와 기업의 사회적 및 환경적 책임감에 기인하여 LNG발전을 추구하였음.
- 이로 인해 에너지안보와 기업의 환경적 책임을 동시에 진작하는 효과를 본다고 할 수 있음.
- 2015년에 LNG가 발전에 차지하는 비중은 15%, 2020년에는 30%까지 늘리기로 목표를 세웠음(오키나와전력회사 연차보고서 2010).
- <그림 4 - 6>은 오키나와전력이 발전원별 전력생산량과 2012년 이후 예상치를 보여주고 있음.
- 석탄의 비중이 제일 많이 줄며 석유에 의한 전력생산도 소량이지만 줄고 있고 LNG화력발전이 그 부족량을 채우고 있음을 볼 수 있음.



자료출처: 오키나와전력회사 연차보고서 2010

< 그림 4 - 2 > 오키나와전력 발전원별 발전량

○ <그림 4 - 7 >과 <그림 4 - 8 >은 요시우노라에 건설되고 있는 LNG화력발전소의 조감도 및 실제로 건축 중에 있는 발전소의 모습을 보여주고 있고 앞에서 설명한 바와 같이 두개의 LNG저장탱크가 건설되며 4기의 발전기가 설치됨을 볼 수 있음.



그림출처: 오키나와전력회사 연차보고서 2010

<그림 4 - 3 > LNG를 연료로 사용하는 요시노우라 화력발전소 조감도



그림출처: 오키나와전력회사 연차보고서 2010

< 그림 4 - 4 > 요시노우라 화력발전소 건설현장

제4절 해외사례로 부터의 시사점

- 앞에서 살펴본 바와 같이 싱가포르의 LNG수입을 두가지 관점 - 즉 에너지안보증진 및 향후 LNG교역중심이 되는 것을 고려한 뒤 추진하였음을 보았고, 오키나와전력도 LNG를 사용하기로 한 결정이 에너지안보를 증진하며 환경을 보호한다는 목적에서 추진하였음.
- 싱가폴은 이미 천연가스를 파이프라인으로 수입하고 있는 상태에서 LNG를 수입하는 것이라 LNG터미널 설치 및 수요를 확실히 하기 위해 기존의 파이프라인으로 계약된 물량을 제외하곤 새로운 계약을 한시적으로 중단시키는 조치를 취했는데 제주도도 이와 유사한 정책을 써야 되는지 살펴야 할 것임.
- 싱가포르 사례의 함의점을 간단히 요약하면, 첫째, 정책의 주목적면에서 에너지안보라는 측면을 경제성보다 더 중시한 점을 들 수 있겠고 둘째, 장기적으로 가스교역모델로 전환한다는 정책을 수립한 것으로 볼 수 있으며 특히 에너지안보에 대한 강력한 정책방향이 제주에 주는 함의가 클 것으로 사료됨.
- 싱가포르 사례에서 에너지 허브를 위한 향후 지속적인 확장계획은 현재 동북아에서 중심부에 위치하고 있는 제주에 장기적인 관점으로 보아 이러한 지리적 잇점을 살릴 수 도 있다는 사례라 할 수 있음.
- 오키나와의 경우 전혀 천연가스를 사용하지 않은 상태에서 LNG를 수입하는 것이기에 싱가포르와 같은 파이프라인 수요를 규제할 필요는 없을 것임. 제주도도 현재 LNG를 사용하고 있지 않은 상태임.
- 오키나와의 경우가 싱가포르의 그것과 다른 점은 수입되는 LNG물량이 오키나와전력회사가 건립한 화력발전소가 다 소비하고 있으며 이는 현재 LNG인수기지 건립이후 수요 창출이 시급한 제주에 좋은 시사점을 보여주고 있음.

제5장 정책 방향과 향후 과제

제1절 정책방향

- LNG상용화를 위해서는 크게 단기적, 장기적 정책방향으로 나누어 볼 수 있음.
- LNG 상용화의 단기적 정책 방향은 차질 없는 LNG 인프라의 도입임.
 - 본보고서의 제2장 2절에 기술한 바와 같이 LPG 가격이 가정용 LNG 가격에 비해 비싼 관계로 현재 제주도민이 지불 하고 있는 에너지 비용은 타 지역에 비해서 무척 높다고 볼 수 있음.
 - 전국 17개 시·도중 유일하게 제주지역에만 LNG가 공급되지 못하고 있음.
 - 현재의 화석에너지 중심의 에너지체계는 가격이 지속적으로 상승할 것으로 전망되고 있고 앞으로 주민의 에너지비용이 계속 증가하게 될 것임을 시사 하고 있으며 이를 완화하기 위해서도 LNG도입이 필요하다고 볼 수 있음.
 - 즉, 제주도민의 생활 안정 및 에너지 형평성을 제고하기 위해서라도 향후 도민부담이 낮은 연료로서 LNG 도입에 대한 타당성을 방증 해주고 있음.
- 장기적으로는 인수기지 건설이후 화력발전소 같은 LNG 연료의 새로운 활용처에 대처하기 위한 LNG 공급인프라 확충임.
 - LNG연료의 친환경적인 특성으로 인해 LPG를 사용 할 때에 비해 탄소배출이 현재 냉난방, 취사용으로만 제한된 LNG의 용처를 발전 및 공공교통 등의 용처로 확 대할 필요가 있음.
 - 따라서, 인수기지 건설이후 화력발전소 같은 LNG 연료의 새로운 활용처에 대처하기 위한 인프라 확충도 필요할 것임.
- 또한, 싱가포르, 미국, 오키나와 등의 해외 사례에서도 살펴보았듯이

LNG의 활용은 에너지 안보(연료의 다변화), 비즈니스 모델 창출, 기업의 사회적 및 환경적 책임 등의 다각적 대의명분이 있으며 향후 제주의 경우도 그러한 대의명분을 충족하는 방향으로 LNG상용화 정책을 시행 할 필요가 있음.

- 제주지역은 총 에너지사용량의 95% 이상을 해상운송에 의존하는 열악한 에너지 공급체계를 갖고 있음.
- 외부의 영향으로 도내 에너지수급이 불안해지는 구조이며 에너지정책은 무엇보다 안정적인 공급에 제1의 가치를 두어야 한다고 사료됨.
- 에너지의 안정적인 공급을 확보하기 위하여 여러 가지 방법이 있겠지만 에너지원의 다원화가 매우 중요하다고 볼 수 있음.
- 특정 에너지원에 의존하면 에너지확보처의 여건, 기상조건, 재난발생 등에 따라 큰 문제가 발생할 수 있기 때문이며, 에너지를 다원화하면 특정 에너지원의 공급에 문제가 발생할 경우 다른 에너지원으로 대체할 수 있기 때문임.
- 이러한 측면에서 본다면 제주도는 가스체 에너지중 LPG에 전적으로 의존하고 있으므로 장기적으로 LNG를 안정되게 공급할 수 있는 여건을 마련해야함.

제2절 향후 과제

- 정책방향을 달성하기 위한 구체적 과제로서는 합리적 공급체계와 적절한 수요창출 방안에 대한 논의와 고민이 있어야 할 것임.

1. 합리적 공급체계

- 합리적 공급체계의 의미

- 가장 우선적으로 고려해야 할 부분은 공급체계의 경제적 효율성 이외에도 지역간, 사용계층간 격차해소와 같은 공공정책이 목표로 하고 있는 공정성을 담보로 하는 사회.정치적 목표까지도 아울러야하며 기존 LPG 가스업체와의 마찰도 완화 시킬 수 있는 공급체계를 말함.
- 즉, 기존 도시가스가 공급되어졌던 파이프라인 망에 대한 우선적 활용도 중요하지만 LPG/LNG산업간 상호 상생 할 수 있는 총체적 공급체계가 되어야함.

1) 지역 간 격차해소를 고려한 공급체계

- 2014년 이후 애월항에 건설중인 LNG인수기지가 완공과 더불어 LNG연료를 각 가정에 공급할 수 있는 파이프라인 망을 구축해야함.
- 하지만 제주지역에는 기존에 주로 아파트 단지와 같은 공동주택단지에 집중적으로 LPG와 AIR를 혼합한 도시가스 공급에 이용되었던 파이프 라인망이 있기에 이에 대한 활용이 있어야 함.
- <표 5 - 1>은 2011년도 전국 배관실적을 요약한 것임.

<표 5 - 1 > 전국 2011년 배관 실적 (단위: km)

구분	사업자자산분	사용자자산분	합계
제주	60.391	133.529	193.920
지방계	17,306.901	86,855.325	104,162.226
전국계	34,519.957	214,295.921	248,815.878

자료출처: 한국도시가스협회 홈페이지 [http://www.citygas.or.kr/upload/notice/1.%20배관실적\(2011\)1.pdf](http://www.citygas.or.kr/upload/notice/1.%20배관실적(2011)1.pdf)

- 동표 두 번째 열에 해당하는 사업자 자산분은 본관(중압관)과 공급관(저압관)으로 나누어짐.
- 세 번째 열인 사용자 자산분은 단지내 가스공급의 허브기능을 하는 단지

내공급관과 가지역할을 하는 내관으로 나누어짐.

- 지방계에서 제주가 차지하는 비중은 약 0.18%이며 전국계에서 차지하는 비중은 훨씬 적은 0.077%로서 통상 전국대비 제주의 비중이 1%임을 감안하면 미미한 비중으로 볼 수 있음.

<표 5 - 2 > 제주도 동별 2011년 배관 실적(사업자자산분) (단위: km)

구분	노 형 동	연동	오라 동	도 남 동	이 도 동	용담 동	아 라 동	화 북 동	삼양 동	서 귀 포	계
배 관 연 장	17.7	12.5	1.4	5.1	6.4	1.8	2.7	2.5	5.3	5.9	61 .3

자료출처: 제주도시가스 내부자료

○ <표 5 - 2 >는 제주지역내 동별 배관연장실적을 요약해 놓은 것임.

- 첫 번째 행은 해당 개별 동을 두 번째 행은 배관연장길이를 나타냄.
- 도내 총배관 연장에서 노형동이 17.7km로 가장길고 연동이 12.5km로 두 번째로 김.
- 이는 인구가 상대적으로 더 밀집된 지역인 신도시(신제주지역)에 구도시(구제주지역) 보다 도시가스 배관 혜택이 상대적으로 더 많이 돌아감을 의미함.
- 제주도 인구중 대략 30%가 거주하는 것으로 알려진 서귀포시 지역의 배관 연장 길이가 5.9km에 불과하며 이는 제주시권의 노형동에 있는 배관의 30%에 불과함.
- 타지역의 경우 인구 8만 이상은 도시가스가 무리없이 공급되는것을 상정할 때 8만을 훨씬 상회하는 인구가 있는 서귀포지역에 LNG가스 공급망 확충에 대한 고려가 있어야 함을 보여줌.

- 도시가스 파이프라인 망이 구축되기 위해서는 어느 정도의 운영상의 경제적 타당성이 있어야 하기 때문에 LNG인수기지가 건립된 이후에도 기존 파이프라인의 부재로 인해 LNG가 공급되지 않는 지역이 있을수도 있음.
- 이러한 경우 기존에 사용되던 LPG인프라에 대한 확충도 고려해야 할 필요가 있음.
- 합리적 공급체계 측면에서 보면 서귀포시 지역이 좋은 예가 될 수 있음.¹⁴⁾
 - 제주도에서는 제주시와 서귀포시간 균형발전을 위해 노력하고 있으며 LNG가 서귀포시에 공급되지 않는다면 도민의 에너지비용이 심각한 편차를 나타나게 될 것임.
 - 일부에서는 서귀포시에 위성기지를 설치하고 애월항에서 탱크로리로 운송하여 공급할 수 있다는 의견이 있으나 이는 안전성 측면에서 심각한 문제를 야기할 수 있음.
 - 이를 해소하기 위하여 LNG인수기지를 건설하는 애월항에서 서귀포시까지 LNG공급 주배관을 설치해야 할 필요성이 있음.
 - 서귀포시에 LNG저정탱크를 설치하여야 하는 문제도 있으나 이 보다는 LNG운송을 위한 탱크로리가 평화로를 지속적으로 운행하여야 하는 문제가 발생하기 때문에 애월항에서 서귀포시까지 LNG공급 주배관 설치가 반드시 필요하다고 사료됨.
 - 애월항에서 서귀포시까지 직경 20인치 규모의 LNG공급 주배관을 설치할 경우 거리는 약 60km 내외가 될 것이고 사업비는 약 840억원 정도로 예상되고 있으며 정부에서 2013년 2월말 확정할 제11차 장기천연가스 수급계획에 이 내용이 반영하여야 한다고 사료됨.¹⁵⁾

14) 김영길 (제주발전포럼, 2012, 가을)

15) 현재 공사를 담당하고 있는 한국가스공사의 담당자의 말에 따르면 인수기지 건설완료 후 애월항에서 서귀포시까지 LNG 주배관 시설물 설치 작업을 할 예정이나 현재까지는 공사의 건설기본계획에 포함되어 있지 않은 상태임.

2) LPG의 사용계층에 정부의 추가적 지원이 필요

- LNG는 배관이 공급된 지역의 취사·난방용 연료로, LPG는 배관이 공급되지 않은 지역의 취사용 연료로 보급되는 대표적 민생연료임.
- 충전업계의 노력으로 2013년부터 2017년 까지 5년동안 LPG 소형저장탱크에 매년 42억 9천 만원씩 총 214억 5천만원을 지원하는 예산이 배정되었음.
- 경제적 약자일수록 고가의 LPG 및 등유를 취사 상업용으로 사용하고 경제력을 갖춘 계층일수록 LNG(도시가스 및 지역난방 등)의 저가의 연료를 사용하고 있는 역설적 행태가 나타나고 있음.
- 현재 LPG가 국내에너지원에서 차지하는 비중이 그렇게 높지 않지만 정부의 LPG-LNG간 합리적 역할분담에 대한 논의가 필요하며 LPG의 사용계층에 해당하는 사회적 소수, 농어촌 거주자등에 대한 정부의 추가적 지원이 필요하다고 볼 수 있음.

3) 기존 LPG공급 업체와의 마찰 완화방안

- LNG 인수기지가 건설되고 LNG가 도시가스형태로 제주지역에 사용되면 기존 LPG 공급업체와의 마찰이 예상됨.
- 향후 파이프라인망이 들어설수 있는 지역은 LNG로 공급하고 그렇지 못한 지역은 LPG가 공급될 수 있도록 하는 역할분담을 통하여 기존 LPG업체와의 마찰을 완화 하도록 함.
- 현재 제주지역내 도시가스망은 인구밀도가 높고 아파트 단지가 있는 곳에 집중되어 있음.
- 인구가 적고 도심의 중심부와 떨어진 곳은 파이프라인을 매개하여 도시가스를 공급받는것이 아니고 탱크형 저장소나 이동식 저장기의 형태로 공급받고 있음.

- LNG의 공급은 파이프라인으로 이루어진 도시가스망을 매개로 하여 이루어지며 도시가스망은 어느 정도의 경제적 타당성이 있어야만 구축을 할 수 있음.
- 따라서 파이프라인이 구축되기 힘든 지역에서는 LNG공급이 용이하지 않을 수 있으므로 LPG 형태로 공급이 이루어 질수 있도록 하고 이를 위한 도정의 지원을 고려해야함.
- LPG를 LNG로 대체하는 데는 매우 큰 어려움이 있을 수 있으며 이에대한 주원인은 LNG공급배관을 설치하여야 하기 때문임.
- 가구밀도가 낮은 지역에 LNG공급배관을 설치한다는 것은 경제적 타당성에 문제가 있을 수 있으므로 LPG의 역할은 여전히 유효한 것이 사실임.
- LNG공급으로 LPG산업이 크게 위축되고 LPG소비자 가격이 상승하게 될 가능성이 매우 높음.
- 즉, 도심지역에는 LNG가 공급되어 저렴한 에너지를 사용할 수 있겠지만 외곽지역과 시골은 상대적으로 경제력이 낮음에도 비싼 LPG를 사용해야 하므로 지역간 불균형이 더욱 심화될 수 있음.
- 이를 해소하기 위하여 LPG 업계는 가격경쟁력을 높여 나가야 함.
- 우선 LPG산업계에서 경쟁력을 확보하기 위하여 경영합리화, 도입가격의 인하 노력 등 많은 자구노력을 하여야 할 것임.
- 그러나 이것만을 통해서만 완전한 경쟁력을 확보하기는 불가능할 것으로 보인다는 점에서 정책적 지원이 필요하다고 할 수 있음.
- 기존 LPG 업계에서 가스안전, 보급 등의 업무를 수행해 온 기술인력을 LNG 업계로 흡수토록 하고 LPG 공급소의 이전을 지원하는 등 기존 LPG 업계의 경쟁력 강화를 지원하여야 할 것임.
- 또한, 도매부문의 경쟁체제를 유도하고, LPG산업체의 집단화 등 유통구조 개선을 통한 원가절감이 가능해 질 수 있는 여건마련을 위한 지원을 하고, 가격이 저렴한 DME (Dimethyl Ether)¹⁶⁾ 를 LPG와 혼합하여 판매

16) DME(Dimethyl Ether) 는 천연가스, CBM(Coal Bed Methane), Biomass 등 다양한 원료로부터 합성된 연

할 수 있도록 제도를 마련하고, 소형저장탱크 및 벌크로리의 보급 확대 등을 지원하는 방안을 고려해 볼 수 있음.

○ “LPG-LNG 간 적정 역할분담 방안”¹⁷⁾

- 에너지원 다원화, 에너지 안보, 자원배분의 효율성과 공정성 측면에서 LNG/LPG간 합리적이고 적절한 역할분담이 필요
- LNG 비중의 증가에 따른 공급안정성 저하에 대한 보완재로서의 LPG의 역할 재고 필요
- 수송용의 경우 LNG가 환경성 및 경제성의 우위를 확보 하였으며 산업, 상업, 취사의 경우 LPG산업기반 유지대책수립관련 취약계층에 대한 정책적 지원을 강화할 필요가 있음.
- 향후 LNG인수기지 완공을 앞둔 제주의 경우에도 LNG공급을 본격적으로 시행하기 전에 이에 대한 면밀한 제도적 고려가 있어야 할 것으로 사료됨.

2. LNG 수요창출 방안

- LNG는 청정성은 물론, 경제성, 안전성 등의 장점으로 에너지의 범용성이 매우 높은 에너지임.
- 즉, LNG는 청정연료로서 LPG보다 위험도가 낮고 가격이 저렴하여 주민의 취사 및 난방용 연료로 공급하게 될 것임.
- 배관망이 연결된다면 네트워크 효과가 매우 높기 때문에 모든 용도 및 수요처에 공급될 수 있음.
- 소매부문은 총괄원가주의 요금산정방식하에서 저렴한 가스를 사용하기 위해서는 다양한 용도에 많은 물량이 공급되어야 함.
- 제주에 LNG인수기지가 건립된 이후 인수기지 인프라 활용도를 제고하기

료로서, 물리적 성질이 LPG와 유사하며 세탄값이 디젤연료와 유사하여 연소시 매연이나 검댕이 발생하지 않는 청정 연료임.

17) 지경부 발주 용역, 에너지 경제연구원 연구수행

위해서는 LNG의 다양한 수요창출이 관건이라 볼 수 있으며 먼저 주택용 난방연료로서 LNG활용방안, LNG발전시설로의 활용방안을 들 수 있겠고 다음으로 수송용 연료로서의 LNG공급을 들 수 있음.

1) 공동주택단지에 난방용으로의 LNG활용방안

- 타 지역에서의 도시가스의 공급이 주로 아파트단지 같은 공동주택에 이루어지고 있으므로 향후 LNG가 제주도 전역에 보급되면 공동주택에 공급하는 방안을 생각해볼 수 가 있음.
- 최근 육지부의 경우 기존 비 LNG 사용 아파트 단지를 대상으로 LNG로 교체하는 사업이 진행중에 있음.
 - 중앙난방 방식으로 설계된 영구임대아파트들의 난방연료를 2012년 겨울부터 벙커C유에서 액화천연가스(LNG)로 교체하는 것임.
 - 액화천연가스 가격이 벙커C유보다 낮아 연료 교체에 따른 보일러 부품 교환비용을 감안하더라도 액화천연가스를 쓰는 것이 경제적으로 저렴함.
 - 이 사업을 추진하는 한국토지주택공사(LH)는 세대당 연간 20만원 가량의 난방비 절감이 가능할 것으로 예상하고 있음.
 - 현재 전국의 영구임대아파트 가운데 벙커C유를 연료로 쓰고 있는 곳은 52개 단지 6만725호이며 나머지는 이미 액화천연가스를 사용하는 개별난방방식을 사용하고 있음.
 - LH는 보일러 부품을 모두 교체하는데 약 80억원 가량이 소요되지만 연간 연료비 절감 예상액이 124억원으로 1년이면 비용을 모두 뺄 수 있을 것으로 보고 있음.
 - 같은 열량을 내는 용량이라고 가정할 경우 지난 2009년까지만 해도 LNG보다 벙커C유가 더 싼지만 2010년 이후에는 벙커C유 가격이 올라가면서 현재는 벙커C유가 LNG보다 45% 가량 비싸다고 알려지고 있음.

- 도시가스를 사용할 경우 기초생활수급자나 장애인 유공자이자, 독립유공자의 경우는 가구당 연간 7만3000원 가량의 추가할인 혜택도 있어 난방 연료 교체효과가 더 클 것으로 보고 있음.
- 제주도의 경우 향후 영구임대주택이외에도 아파트단지를 포함한 다양한 공동 주택단지에 LNG를 보급하여 충분한 수요가 창출 될 수 있는 방안을 찾아야 함.¹⁸⁾

2) LNG의 발전시설로의 활용방안

- 제주지역 천연가스사업 활성화를 위해서는 일정 수요확보가 필수적이기 때문에 발전시설을 설치, 적극 활용 하여 충분한 LNG수요확충을 위한 스윙역할을 하도록 해야 함.
- 현재의 석유류를 사용하는 도내 발전소에도 LNG발전기를 설치하고, 장기적으로는 기존의 발전기로 LNG발전기로 대체해 나감으로써 도내 전력공급의 안정성과 청정성을 높일 수 있도록 해야 할 것임.
- 정부에서 향후 확정할 제6차 전력수급계획에 제주지역 LNG발전 30만 kW 건설계획이 반영되어야 할 것 임.
- 제주시 삼양동 소재 한국중부발전(주)에서는 제주화력발전소 부지 내에 건설 하겠다는 건설의향서를 정부에 제출하였음.
- 현재 제주도내에 있는 화력발전소의 발전연료를 중유나 보일러등유에서 LNG로 전환시킬 경우 개략적으로 추정을 하여도 현재 애월항 인수기지 저장용량이 최소 두 배 이상으로 확대되어야함.
- 현재 애월항 인수기지 LNG 저장시설 용량은 5만kl이며 이는 현재까지는 LPG로 공급되어 지고 있는 기존 도시가스를 LNG로 대체하는것 이외의 LNG용처를 고려하지 않은 것임.
- 따라서, 발전소 공급 원료로 LNG를 사용한다면 추가적인 용량증설이 있어

18) 개별 주민들이 얻게 되는 가격의 잇점은 앞에서 기술한 바와 같이 병커C유가 LNG에 비해서 대략 45%가량 저렴하므로 제주지역의 공동주택도 LNG로 연료 전환 할 경우 초창기 보일러 교체 비용이 들어가는 하지만 기존 병커C유를 사용할 때 비해 45%가량의 저렴한 소매가격 혜택을 볼 수 있을 것임.

야함.

- 제주시 삼양동에 소재하고 있는 “제주중부발전”의 경우를 보면,
 - 총 28만5천kW 공급용량이 있는 제주중부화력의 경우 15만kW 기력을 보유하고 있음.
 - 이용률 80%, 열량 9,900Kcal기준을 적용하면 중유의 일별(per day)사용량은 680kl
 - 중유를 LNG로 전환할 경우, 이용률 80%시, 열량 10,400Kcal 기준을 적용하면 647kl
 - “제주중부화력”의 월 LNG 필요량은 $647kl \times 30 = 19,410kl$
- “남제주화력발전소”는 20만kW, “한림복합 발전소”가 10만5천kW의 기력을 보유하고 있고 논의의 편의성을 위해서 이용률, 열량 등 모든 조건이 동일하다고 가정한다면 대략 “제주중부화력발전소”의 월 LNG필요량의 두배 가량이 소요되며 “제주중부화력”, “제주남부화력”, “한림복합” 세군데 화력 발전소의 월 LNG 필요량은 대략 5만8천kl가량이 소요됨.
- 상기의 가정을 그대로 적용 하면 제주가 건설부에 제안하고 있는 30만kW의 신규 LNG 발전소가 건립 될 경우, LNG 월 필요량은 대략 4만kl로 추정되어짐.
- 도내 화력발전소 세 군데중 한군데가 LNG 발전소로 전환되고 그에 더하여 신규로 LNG 발전소가 건립되어 진다면 애월항 인수기지 저장용량의 필요확충량은 현재 계획하고 있는 용량의 두배를 훨씬 상회할 것임.

3) 수송용으로서의 LNG 활용 및 추가적 인수기지 필요

- 현재 제주지역 내 수송연료로서 휘발유와 LPG연료가 주종을 이루고 있지만 향후 친환경적이며 저렴한 LNG류의 연료를 사용하는 수송체계를 고려해 볼 만함.

- 수송용으로서의 공급을 확대하게 되면 상대적으로 저렴한 LNG요금으로 수송
부분의 비용부담을 덜어줄 수 있게 됨.
- 한국 천연가스 차량협회는 천연가스 자동차의 지속적인 보급을 추진하기 위
해 3단계 기술 및 인프라구축 로드맵을 제안하고 있음.¹⁹⁾
- 제주도의 경우 장기적으로 단순한 LNG이용을 뛰어넘어 상기 계획에 선제
적으로 대응할 수 있는 로드맵 작성 및 그에 따른 실행이 필요할 것으로 사
료됨.
- 앞서 LNG화력발전소에서 간략한 추정사례에서 나타났듯이 주택 난방용이
외에 발전소, 수송용 등 으로서 LNG가 추가적으로 공급되기 위해서는 현
재 계획 중인 LNG저장시설 용량에 대한 대폭적인 증설이 불가피함.
- 앞서 제기되었던 LNG수요가 현재 추진중인 애월항 인수기지의 용량한
도를 초과할 경우 장기적으로는 제주도내 재2의 LNG인수기지의 필요성이
대두 되어질 수 도 있음.
- 현재 계획 중인 인수기지 LNG 저장용량의 증설 한계치는 현재의 두배 임.
- 하지만 이는 현재 제기중인 LNG발전소가 건립된다면 애월항 인수기지의
예상 최고 저장용량을 채울 가능성이 있음.
- 따라서 발전소이외의 추가적 LNG공급은 현재의 애월항 인수기지가 아닌
새로운 인수기지가 건설되거나 현재 진행중인 해군기지같은 기존 기지를
활용하는 방안을 검토 해 볼 필요가 있음.

19) 천연가스 자동차보급 10년사, 2011, 한국천연가스차량협회

< 참 고 문 헌 >

- 김광석(2010), “지역별 도시가스요금 격차 해소를 위한 제도개선방안”, 대구 경북연구원.
- 김영길(2012), “청정 LNG(천연가스) 도전역 조기보급 및 LNG발전소의 건설”, 제주발전포럼, 통권 제 43호 가을.
- 김진형(2007), “석유제품의 가격 비대칭성에 관한 연구”, 환경경제연구, 16(4).
- 이달석(2002), “석유산업 자유화 이후의 동향과 과제”, 에너지경제 연구원.
- 이만우(2007), “우리나라 에너지 조세체계의 현황 및 개선방안”, 세무와 회계 저널, 8(3).
- 정우진(1999), “석유산업의 대외개방이 미치는 영향 및 대응방안 연구”, 에너지경제연구원.
- 한국천연가스 차량협회(2011), 천연가스 자동차 보급10년사.
- 현대자동차(2009), 친환경 자동차 개발 동향 및 향후 전망.
- Bachmeier, L. J. and J. M. Griffin(2005), “New Evidence on Asymmetric Gasolin Price Response,” *The Journal of Economics and Statistics*, MIT Press, Vol. 85, No 3.
- Bacon, R. W.(1991), “ Rockets and Feathers: The Asymmetirc Speed of Adjustment of UK Retail Gasolin Prices to Cost Changes,” *Energy Economics*, Vol. 13, No.3.
- British Petroleum(2012), BPStatisticalReviewofWorldEnergy 2012.
- California Energy Commission (2007), Theoutlookforglobaltradeinliquefiednaturalgasprojectionstotheyear2020,preparedbyJensenAssociate,August.
- Chazan, Guy(2012), “Shale gas boom helps slash US emissions,” *FinancialTimes*,May23.
- Dahl, Carol (2004), EnergyEconomicsandInternationalEnergyMarkets,PennWorld.
- Deutch, John(2012), “The US natural-gas boom will transform the world,” *WallStreetJournal*,14August.

Energy Information Administration (2012),
AnnualEnergyOutlook2012,U.S.EnergyInformationAdministration.

Energy Market Authority (2005),
InitialfindingsandviewsonLNGimportationintoSingapore,EnergyMarke
tAuthority,Singapore.

Energy Market Authority(2012), “LNG terminal will diversify energy
sources and enhance Singapore’s energy security,” Press Release
by the Energy Market Authority, Singapore.

Okinawa Electric Power Company (OEPC), Incorporated(2010),
AnnualReport 2010.

Radchenko, S.(2010) “Oil Price Volatility and Asymmetric Response of
Gasolin Prices to Oil Price Increases and Decreases,” *Energy
Economics*, Vol. 27, No.5.

Riley, Alan(2012), “Shale gas to the climate rescue,”
NewYorkTimes, August13.

Smith, Rebecca(2012), “Cheap natural gas unplugs U.S. nuclear-power
revival,” WallStreetJournal, March19.

websites

지식경제부, <http://www.mke.go.kr/>

기획재정부, www.petroleum.or.kr

Issue Briefing, 2012, “LNG 시장 동향 및 전망, 해외경제연구소 산업투자조
사실, Vol. 2012 - R - 04

대한석유협회, www.petroleum.or.kr

한국석유공사 www.knoc.co.kr

한국자동차 공업협회 www.kama.or.kr

Angva (Asian pacific Natural Gas Vehicle Association)

<http://www.angva.org/index.asp?pageid=1&Access>

Energy Market Authority of Singapore

<http://www.accenture.com/us-en/Pages/success-singapore-intelligent-energy-system-project.aspx>

IGU(International Gas Union)

www.igu.org/

<부록 I> 미국의 천연가스 산업 행태와 천연가스 운송 및 분배현황

1. 미국내 천연가스 산업의 시장구조의 변천

- 미국에서 천연가스교역은 1880년대에 시작되었는데, 주로 타운가스 또는 석탄가스가 교역의 주대상이었으며 때부터 천연가스시장에 대한 규제가 이루어졌음.
- 20세기 초기에는 천연가스생산지가 시장 가까운 곳에 있었기에, 단기계약이 주를 이루었고 경쟁적인 현물시장이 왕성하게 이루어졌음.
- 가스시장이 계속 성장함에 따라 연관산업이 수직적으로 뭉치게되는 현상이 1920년대에 나타났음.
- 1930년대에 이르러서는 규제가 심화되면서 장기계약이 주를 이루는 시장형태가 나타남.
 - 이런 시장이 출현하게 된 이유는 마감처리가 잘 된 강관이 천연가스수송에 사용되어지게 되면서 천연가스를 먼거리에 까지 수송이 가능하게 되었고, 이에 따라 가스수송이 여러 주를 거치게 됨에 따라 각기 다른 주가 다른 판단을 하므로 이를 통합하여 관리할 필요가 대두된 것임.
 - 이에 관련하여 연방차원의 법령이 제정되었으며 이에 따라 다른 주간에 (interstate) 이루어지는 천연가스교역을 조정할 수 있게 되었고 아울러 재판매를 (sale-for-resale) 위한 판매도 관리할 수 있게되었음.
- 1970년대에 두 번의 오일파동을 거치면서 경쟁적인 현물시장이 1980년대에 다수 나타남.
- 1990년대에 이르러 장기계약이 다시 시장에서 두드러지게 나타남.
 - 이와 같이 시장구조가 변천하게 된 이유는 천연가스수송에 필요한 시설투자의 높은 기회비용 (high specificity and sunk cost) 및 계약자의 불확실한 행동 등으로 볼 수 있음.

- 미국천연가스시장에서 생성된 장기계약은 대략 다음과 같은 조건을 가지고 있는 것이 특징임.
 - 첫째, take-or-pay조건: 계약된 물량을 받든지 안받든지 간에 생산자가 계약된 금액을 받을 수 있음을 확실하게 한 조건임.
 - 둘째, minimum-billing조건: 지역분배업자가 계약된 물량을 받든지 아니면 금액을 지불하도록 요구함.
 - 셋째, most-favored-nation 조건: 생산자 또는 판매자에게 어느 주어진 지역에서 가장 높은 금액을 소비자에게 요구할 수 있는 권리를 줌.
 - 네째, price re-negotiation 조건: 이는 어느 특정한 날 또는 조건에 의해 가격조정을 할 수 있음을 명시
 - 다섯째, automatic price adjustment조건: 자동적인 가격조정이 특정기간에 의하거나 특정사건이 일어날 경우 자동적으로 가격조정이 이루어짐.
 - 여섯째, exclusivity or “sole source”조건: 이는 매장량이 누구에게 속할 것인가를 규정한 것을 포함함.
- 근본적으로 이런 조건들이 지향하는 것은 거래시 발생하는 비용과 손해를 최소화하려는 것이며 불확실성에 의해 야기되는 부정적인 영향을 최소화하는데 있음.

2. 미국내 천연가스 계약시장

- 현재 미국내 천연가스시장에선 전력시장자유화와 시장경제를 천연가스시장에 도입하려는 움직임이 일어나고 있고, 시장자유화 이전에 유행하던 20년 장기계약은 더 이상 주류가 되지 않는 상황이라 할 수 있으며 대신에 1년에서 5년에 이르는 계약이 주종을 이루고 있음.
- 현물시장에서 이루어지는 계약은 단순화되고 표준화되었는데 계약조건에 물량, 계약기간, 가격, 운송지점, 가격지불조건, 계약이행조항등이 포함되며 (quantity, contract term, price, delivery point, payment schedule,

performance obligations) 이를 통해 거래비용을 줄이는 것이 주목적이라 하겠음.

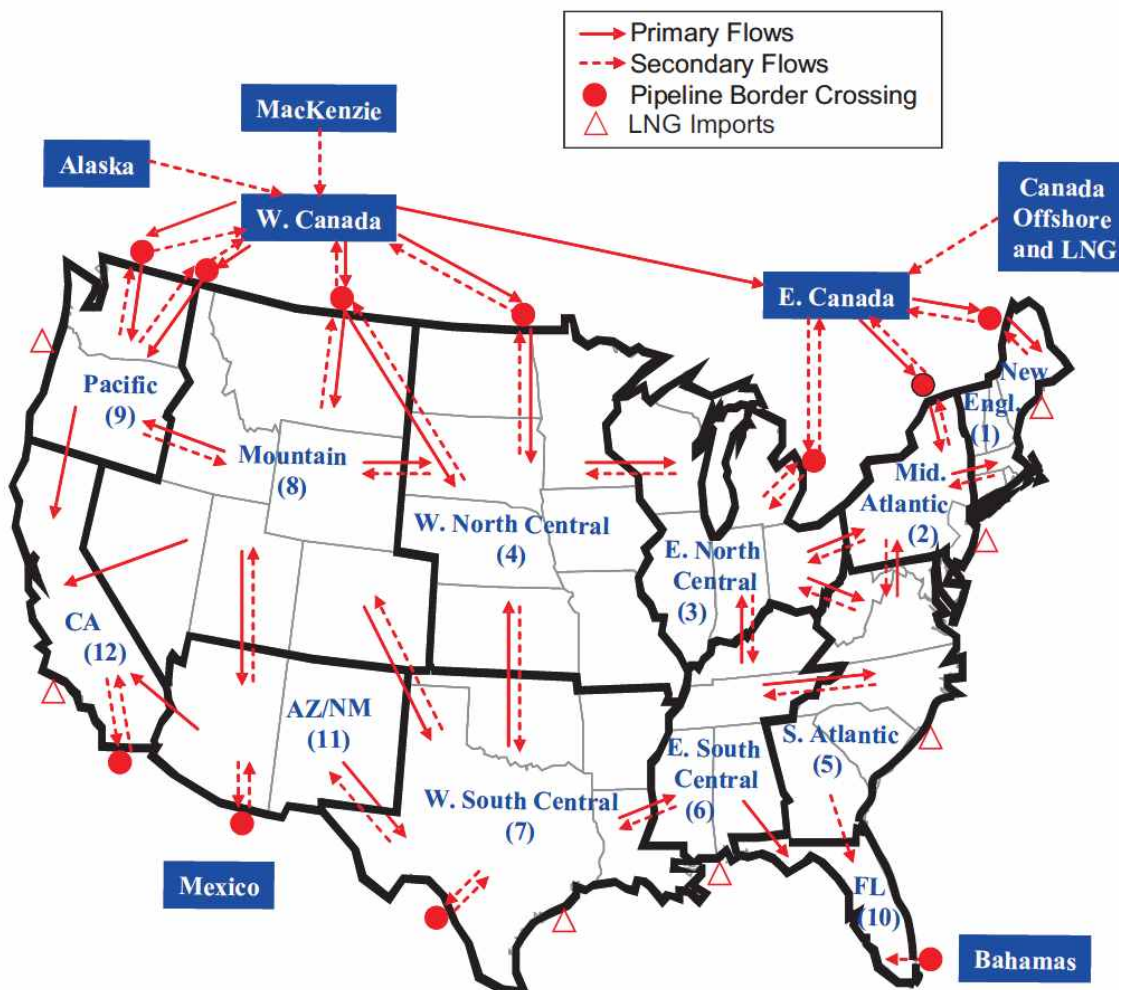
- Basis Differential이라는 가격체계가 자리 잡게 되는데, 이는 기준가격이 되는 시장가격을 정해놓고 천연가스 운송이 이루어지는 지점에서 가격을 정하는 데 기준가격에 도착지의 상황과 조건을 고려하여 얼마를 더하여 가격을 산출하는 것임.
- 전력시장자유화 및 정보통신기술의 발달로 인해 천연가스계약시장에도 새로운 형태의 거래가 이루어지고 있음.
 - 예를 들면, 가스운송이 잠시 멈추어 질 수 있고 제삼자에게 그 물량이 주어질 수 있는 가스²⁰⁾는 현물시장에서 거래될 수 있음.
- 난방용 수요를 충족시키는 가스는 안정성이 중요하므로 일반적으로 장기계약이 주를 이루며 장기계약기간은 주로 1년에서 5년이 대부분임.
- 가격등락폭이 클 경우에는 계약기간이 짧으면서 가스가격을 다른 것과 연계한 계약이 (indexed contracts) 대두되리라 예상됨.
- 새로이 개발되는 천연가스는 초기개발비용이 많이 소요되므로 일반적으로 장기계약을 요구함.
- 전기시장자유화는 전력회사와 천연가스회사와의 합병을 촉진하고 있으며, 다른 산업부문에서 가스시장으로 진입하는 것도 활발하리라 예상됨.
- 가스시장에선 고정비용이 높으므로 궁극적으로 거래비용이 가장 낮은 기업이 살아남을 것이며 이때 정보통신기술이 기업내 및 기업간 거래와 거래비용에 상당한 영향을 미치리라 예상됨.

3. 미국내 천연가스 운송 및 분배 현황

- 역사적, 물리적 및 지리적특성을 반영하여, 북미지역에서 천연가스교역은 주로 파이프라인에 의해 이루어지며, 장기계약이 주류를 이룸.

20) 이를 interruptible transportation이라고 함.

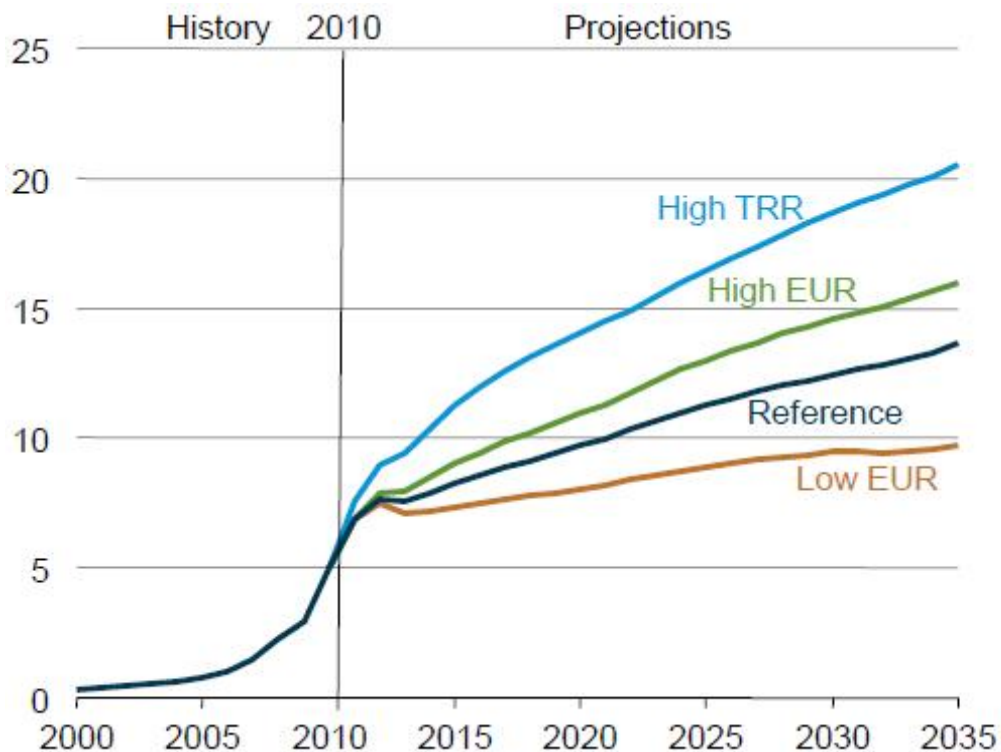
- <그림 1>에서 보는 바와 같이 현재 미국내 LNG터미널은 7개가 있음. - 지역적 분포는 패시픽지역, 캘리포니아지역, 웨스트사우스센트럴지역 (텍사스), 이스트사우스센트럴지역 (루이지애나), 사우스아틀란틱지역, 미드아틀란틱지역 그리고 뉴잉글랜드지역임.
- 미국 본토 전역이 파이프라인으로 연결되어 있으며 미국과 캐나다간 국경을 따라 7개의 대륙간 파이프라인이 캐나다로부터 미국으로 연결되어 있고 미국과 멕시코간 국경을 따라 세개의 파이프라인이 미국으로 연결되어있으며 바하마에서 플로리다로 연결되는 파이프라인이 있음.



자료출처: Annual Energy Outlook 2012, EIA

<그림 1> 미국내 가스파이프라인 및 LNG터미널 분포도

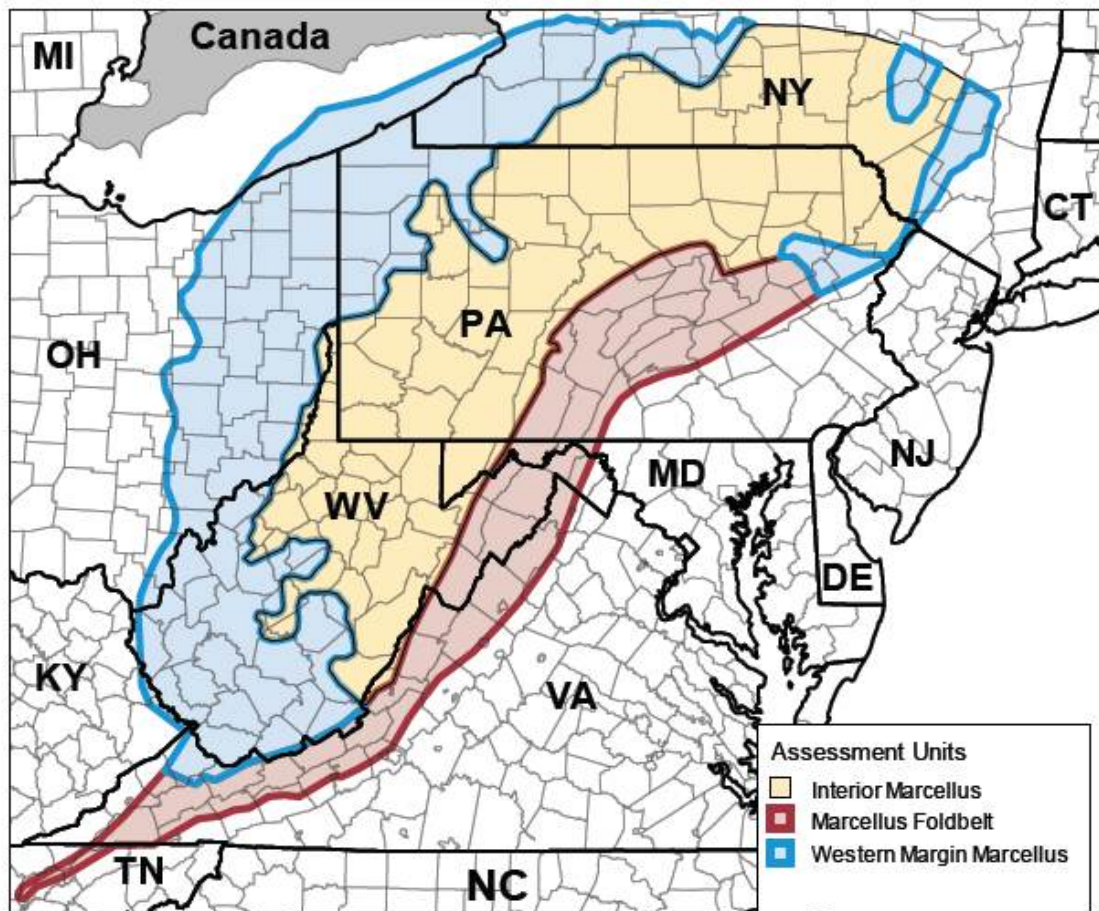
- 그러나 최근 셰일가스가 풍부하게 공급되어 미국내 가스가격은 하락하는 추세이며 이는 여러 방면에 영향을 끼치고 있음.
- Energy Information Administration (EIA)가 예측한 바에 의하면 시나리오에 따라 물량의 차이가 있음.
 - 4가지 시나리오는 Reference, Low EUR, High EUR 및 High TRR임. 여기서 EUR 은 (Estimated Ultimate Recovery) 궁극적으로 채굴 가능한 정도를 나타내는데 그 정도를 낮고, 높음으로 나누었고, TRR은 (Technically Recoverable Resource) 기술적으로 채굴가능한 자원의 정도를 가리키는데 그 상태가 높은 경우만 택하여 시나리오로 분석 하였음.
 - 기본시나리오에 의하면 2035년에 약 14 tcf (Trillion Cubic Feet)가 생산되리라 예측되며, 궁극적으로 채굴되는 확률이 낮은 경우엔 10 tcf이 생산되며 모든 기술적 가능성을 다 고려한 경우 20 tcf정도가 생산될 것으로 예측됨.



자료출처: Annual Energy Outlook 2012, EIA

< 그림 2 > 미국내 셰일가스 생산 예측 (2000 - 2035)

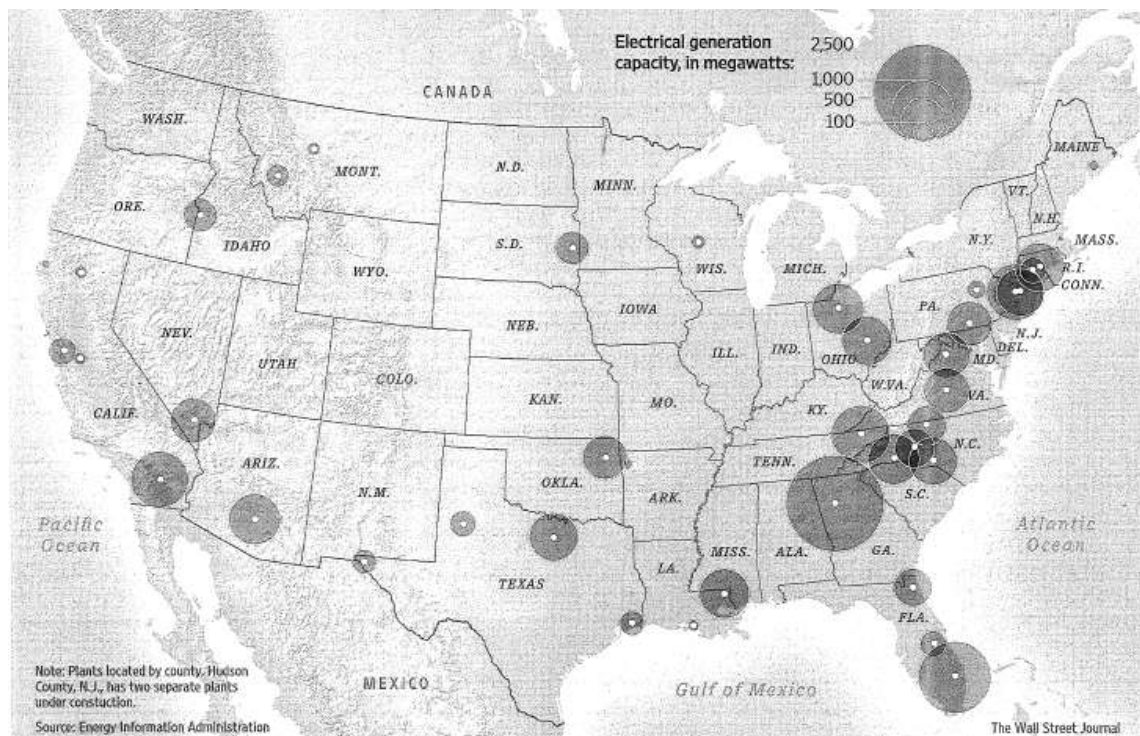
- 셰일가스가 어느 정도 채굴이 가능한가를 가늠하는 것은 불확실한데 Marcellus 셰일가스 부존량중 어느정도 채굴할 수 있는 지 예측하는 것도 예외는 아님.
- 미국 지질조사국 (USGS: US Geological Survey)에 따르면 Marcellus 셰일 가스는 100,000 square miles로 8개주에 걸쳐있고 채굴 가능량은 2002년에 0.8 tcf에서 3.7tcf이며 평균값은 1.9 tcf으로 예측되었음.
- 2012년 Annual Energy Outlook은 Marcellus 셰일가스 채굴 가능량을 최소 0.02 tcf에서 최대 7.80 tcf로 보며 평균값은 1.5 tcf로 예측하고 있음.



자료출처: Annual Energy Outlook 2012, EIA

<그림 3 > 미 지질조사국 Marcellus 셰일가스 매장량 분석도

- 미국 내에서 셰일가스 공급이 늘면서 다양한 주장이 제기되고 있음.
 - 예를 들면, 셰일가스가 많이 사용됨으로써 방출되는 이산화탄소량도 줄어들 것이라는 주장도 있는데 이는 전력을 생산하는데 석탄을 사용하기 보다 상대적으로 가격이 저렴 하게된 가스를 사용하기 때문임 (Chazan, 2012).²¹⁾
- 미국 내 셰일가스 선풍은 최근에 활발히 논의되었던 원자력발전 건설에 제동을 건 것으로 나타남 (Smith, 2012). 아래 그림은 미국 내에서 새로이 건설되고 있거나 건설되는 가스발전소의 현황을 보여주고 있는데, 셰일가스가 많이 발견되는 동남부 아팔라치안 산맥을 따라 발전소가 집중되어 건설되고 있음을 볼 수 있음.



자료출처: The Wall Street Journal, 2012년 3월 19일

<그림 4 > 미국내 가스발전소 건설현황 (2010년 12월 기준)

21) 위와 비슷한 주장으로, 셰일가스가 궁극적으로 석탄사용을 줄이므로 세계를 기후변화의 위험에서 건져낼 수 있다는 주장도 있음 (Riley, 2012).

- CIA국장을 역임한 John Deutch는 Wall Street Journal기고문에서 북미지역에서 풍부하게 발견되는 가스는 (세일가스 포함) 세계에너지시장의 판도를 OPEC과 러시아중심에서 소비자국가중심으로 바꿀 것이라는 주장을 했음 (Deutch, 2012).
- 위에서 살펴본 바와 같이 미국은 천연가스가 많이 생산되기에 남는 물량을 서부지역을 통해 아시아지역이나 유럽으로 LNG를 수출하는 것이 경쟁력이 있는 지 연구의 필요성을 인식하고 있음.
- 미국에서 공급되는 LNG가격이 중동지역에서 한국이나 일본으로 공급되는 LNG가격과 경쟁력이 있게 되면 아시아지역 국가들이 동남아시아 국가나 중동지역국가에 의존하던 LNG수입형태는 변화될 수 있을 것임.
- 그러나 미국이 LNG를 유럽이나 아시아지역 국가에 수출하려면 여러 가지 행정적, 시설적인 면에서 (bureaucratic and infrastructure) 선결 해야될 점이 많이 있음.
 - 예를 들면 LNG로 전환할 설비가 부족하기에 액화시설을 동부나 서부지역에 건립해야 되는데, 이는 시간과 비용이 적지 않게 소요되는 장치산업이 되기에 신중한 접근이 필요할 것으로 여겨 지고 있음 (Deutch, 2012).
- 미국은 파이프라인에 의한 가스시장이 형성되어 있고 현재 세일가스 생산량이 증가하고 있기에 천연가스 순수출국이 될 수 있는 상황임.
 - 따라서 제주도에 주는 시사점은 많지 않을 것임.
- 미국에서 LNG 수입이 가능하고 중동지역이나 호주에서 LNG를 수입하는 가격과 경쟁력이 있다면 미국으로부터 LNG를 수입할 수 있는 경우가 될 수도 있을 것이며 이는 연료확보의 다원화에 도움을 줄 수 도 있을 것임.

<부록 2> LNG, CNG 차량 국.내외 동향

- 현재 다른 지역에서는 친환경 차량의 일종으로서 와 LNG, CNG 차량 보급이 활성화 되어 있어 향후 수요확충의 사례로서 국·내외 동향을 다음과 같이 살펴보고자 함.

1. 세계 자동차 시장 전망 및 주요 동향

1) 세계 자동차 시장 전망

- 신흥국을 중심으로 자동차 성장세 지속 될 것으로 예측 (한국천연가스 차량 협회)
 - 2020년 세계 자동차 시장은 9천2백만대 증가하여 2007년 대비 23.5% 성장 전망
 - 중국 3,446만대(16.1%) 신흥국 5,751만대(72.2%) 증가
- 고유가 및 환경규제 등으로 수급 양면에서 근본적 변화에 직면
 - 유가 변동으로 인한 연료비 부담이 심화되어 고효율 자동차로 전환
 - 국제유가(WTI 현물기준 \$/b) : 2008년 9월 120.9에서 지속적으로 상승하여 2020년에는 150으로 상승 예측 (Energy Market Authority, 2007)
 - 기후변화에 따른 각국의 환경규제 강화로 온실가스 배출에 대한 과징금 부과
 - EU는 CO₂ 배출량을 2015년까지 130g/km, 2025년 70g/km으로 규제하고 미국은 평균연비를 2025년까지 54.5mpg(23.2km/ℓ) 목표로 하고 있음.
- 세계적인 자동차 시장이 친환경·고효율 그린카로 시장 재편

- 세계 그린카 시장은 연평균 11.3% 성장 전망에 비해 가솔린 차량은 성장 둔화 전망

2) 그린카 시장 성장 전망²²⁾

- 현실적으로 경제성과 시장성을 확보한 천연가스차량(NGV) 및 하이브리드차(HEV)가 선진국 및 신흥국을 중심으로 성장 할 것으로 예상되어짐.
 - 2018년도에 NGV 36백만대에 이를것으로 전망, 최근 유럽, 미국, 중국에서 LNG 대형 트럭 및 버스보급 활발히 진행 중임.
 - HEV는 2009년 74만대에서 2015년 513만대로 40% 성장 후 타 그린카의 성장으로 감소 예상
 - 크린디젤 하이브리드버스(CDHV)는 대한석유협회 지원으로 4대가 지자체에 공급되어 시범운행 중에 있음.
- 전기차(EV), 연료전지차(FCEV)는 배터리 등 핵심부품 개발, 충전시설 확보 등으로 시장 형성에 어려움을 겪고 있음.
 - 미국은 2015년까지 EV 100만대, 중국은 2020년까지 500만대를 보급할 예정이나 충전기술개발 미흡 등으로 차질이 빚어질 것으로 예상됨.

2. 천연가스차량 (NGV) 시장 전망 및 주요 동향

1) 세계 천연가스차량(NGV) 보급 현황 및 전망²³⁾

- 세계 NGV(천연가스차량)는 2003년 약 3.2백만대에서 2011년 13.8백만대 보급

²²⁾ 현대차, 2009

²³⁾ <http://www.angva.org/index.asp?pageid=1&Access=>

- NGV 및 천연가스 충전소의 절반 정도가 아시아, 태평양 지역에 보급되어 있고 세계 NGV 보급 국가 순위 10개중 5개가 아시아 국가임.
- 매일 4.4천대의 NGV가 신규로 등록되고 매일 6.5개소의 NGV 충전소가 건설 되고있음.

< 표 1 > 천연가스 차량 및 충전소 개소

구분	천연가스차량수	충전소
World	13.8백만대	19,413개소
Asia Pacific	7.9백만대	9,580개소

출처: <http://www.angva.org/index.asp?pageid=1&Access=>

- 지속적인 비전통가스 개발로 인한 가스 생산량 증가, 상대적으로 낮은 천연 가스 가격, NGV의 지속적인 보급으로 2030년 경에는 NGV는 전 세계 차량의 7.19% 까지 증가할 것으로 전망 하고 있음.
- 경승용차 및 버스 중심의 CNG 차량에서 LNG를 연료로 사용하는 장거리 운송용 트럭, 버스 등 대형 차량과 선박으로 NGV 차량 보급이 다양화되고 있음.

2) 국내 천연가스차량(NGV) 보급 현황²⁴⁾

- 2002년 월드컵 개최를 계기로 대도시 대기환경 개선을 위해 환경부 주도로 디젤시내버스를 CNG(압축천연가스) 시내버스로 교체
 - 2011년 기준 CNG시내버스 28,827대 보급, 충전소 184개소 운영 중임.
 - 7대 광역시 기준 보급률 95% 이며 이는 전국 기준으로 85%에 해당하는 것임.
 - 서울시 대기 미세먼지(PM10)가 2000년도 $65\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 2010년도 $47\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로

24) 한국천연가스 차량협회, 2011

개선되었음.

- 현재 WHO 권장기준은 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 임.
- 국토부는 고유가로 악화되는 화물운송시장 안정대책의 일환으로 경유 화물차를 LNG화물차로 전환하는 보급정책을 추진하였으나, 보급 부진으로 2011년 9월에 중단하였음.
- 원인으로는 개조모델 부족, 엔진 안정성 미흡, 혼소율 저하 등이 지적 되고 있음.
- 2008년도부터 12년까지 10,500대가 개조 목표였으나 209대만 개조
- 환경부 주도로 LNG 리무진 시범사업(30대)을 추진하였으나, CNG버스 대비 환경 편익이 없다는 이유로 2011년 3월 시범사업을 철회하였음.

3. 친환경자동차의 개념 및 비교

1) 친환경자동차(그린카)의 개념과 EURO기준

- 정의: 에너지 효율이 우수하고 무공해 또는 저공해 기준을 충족하는 친환경 자동차
- 친환경차의 종류는 크게 엔진기반차와 전력기반차를 나누어짐.
 - 엔진기반차: 기존 화석연료를 사용하나, 엔진 및 후처리시스템 등의 그린 엔진기술로 고효율과 저공해를 만족하는 자동차를 말함.
 - 전력기반차: 화석연료가 아닌 전기, 연료전지 등을 사용하여 직간접으로

“고출력 전기동력”을 생성하여 구동하는 자동차를 말함.

< 표 2 > 친환경차의 종류

구분		개념
전력기반차	전기차(EV)	배터리와 전기모터로 동력만으로 구동
	플러그인하이브리드차(PHEV)	전기모터와 내연기관 병행장착으로 외부로부터의 전기충전이 가능
	하이브리드차(HEV)	내연기관 구동시 발생하는 전기를 배터리에 저장, 활용
	연료전지차(FCEV)	연료전지를 이용하여 수소와 산소 반응으로 전기를 생산하여 이용
엔진기반차	천연가스차(NGV)	천연가스를 연료를 사용하여 배기가스를 줄인 차 (Euro 6 충족)
	크린디젤차(CDV)	하이브리드차나 천연가스차와 유사한 수준으로 배기가스 배출 (Euro 5 이상 충족)

출처: 한국천연가스 차량협회, 2011

- 오염물질별 배출허용 기준을 나타내는 EURO기준에 대한 요약이 <표 3>에 있음.
- 표에서 CO는 일산화탄소, NMHC는 탄화수소(메탄제외), NOx는 질소산화물, PM은 미세먼지(매연)를 나타냄.
- EURO - 5와 EURO - 6을 비교해 볼때 CO는 동일하고 NMHC는 70% 강화되고 NOx는 80% 강화되었으며 PM 66% 강화되었음을 알 수 있음.

< 표 3 > EURO기준

구 분		CO	NMHC	NOx	PM	CH4
EURO-4		4.0	0.55	3.5	0.03	
EURO-5		4.0	0.55	2.0	0.03	1.1
EURO-6	경유	4.0	0.16	0.4	0.01	—
	LNG	4.0	0.16	0.4	0.01	0.5

출처: Energy Market Authority (2012)

2) CNG와 LNG차량

- 현재 기술적 완성도, 상용화 단계 등을 고려할 때 추가적인 기술 개발, 비용 없이 보급 가능한 그린카는 천연가스를 연료로 사용하는 CNG, LNG차량임.
- CNG, LNG차량은 선진 완성차 업계의 기술개발로 기존 Euro 5에서 Euro 6²⁵⁾ 기준 충족 가능함.
 - 기준을 충족하는 차량모델의 예를 들면 벤츠 E200 CNG 모델, Iveco LNG 트럭 등을 들 수 있음.
- 디젤 대비 천연가스 가격은 약 50% 수준으로 차량가격 차이를 조기에 회수 (Payback) 가능
 - 시내버스(내용년수 10년) 약 3년, 승용차(휘발유)의 경우(개조비 450만원/대) 약 1.5년 이 걸리는 것으로 알려져있음.
- 유럽, 미국, 중국 등을 중심으로 대형 트럭 및 버스 연료로 LNG 사용 추세 확산 일로에 있음.
 - 중·소형차량은 CNG, 대형차량은 LNG 연료를 사용하는 등 NGV시장 재편 되는 양상을 보이고 있음.
 - LNG차량의 장점인 1회 충전시 운행거리 확대(300km→1000km)로 기동성

25) 유럽의 디젤 자동차 배출가스 규제의 단계별 명칭

증가되었음.

- LNG 차량 개조에서 OEM 생산으로 제품 신뢰성 제고로 수요 확대 추세에 있음.
- 미국은 대형 유통용 차량을 대상으로 보급되고 있으며 Coca Cola는 향후 10만대 정도를 LNG차량으로 전환할 예정임.
- 유럽은 유럽 동서를 연결하는 LNG Blue Corridor(친환경 고속도로)에 LNG 트럭 운영하고 있음.
- 중국은 대도시에 LNG버스를 보급(약 600대)중에 있으며 CNPC(China National Petroleum Corporation)는 2015년까지 LNG버스 15만대에 공급할 LNG를 확보할 계획임.

< 표 4 > CNG, LNG버스 비교

구분	CNG	LNG
연료저장방법	- 천연가스를 기체상의 상태로 20MPa 이상 압축하여 고압용기에 저장	- 천연가스를 - 160°C로 냉각·액화하여 극저온 단열용기에 저장
장점	<ul style="list-style-type: none"> - 엔진효율이 높고 배기가스 저감이 유리 - 고압용 저장기술의 실용화 - 도시가스 배관망을 이용하여 충전소 설치 용이 	<ul style="list-style-type: none"> - 엔진효율이 높고 배기가스 저감이 유리 - 저장능력이 CNG의 약 3배로 운행거리도 3배 증가 - CNG 보다 압력이 낮아 용기 중량부담이 적음 - LNG형태로 수입하기 때문에 액화비용이 없음 - 배관망이 없어도 충전소 건설가능 - 충전시간이 짧음
단점	<ul style="list-style-type: none"> - 1회 충전당 주행거리가 짧음 - 1개 저장용기의 CNG저장용량이 작아 다수의 용기 장착으로 차량중량 증가 - 고압적으로 압축하는데 소요되는 운영비용이 높음 	<ul style="list-style-type: none"> - 극저온 단열저장 및 단열배관기술의 난이도가 높음 - LNG용기의 증발손실 발생

○ <표 4>는 CNG버스와 LNG버스를 비교한 것임.

- 연료저장의 경우 CNG버스는 압축후 고압용기에 LNG버스는 액화하여 단열용기에 저장하는 차이가 있음.
- CNG버스의 경우 도시가스 배관망을 이용할 수 있어서 충전소 설치가 용이하다는 장점이 있고 LNG버스는 저장능력이 CNG버스의 3배로 운행거리도 그것에 비례하여 길다고 볼 수 있음.
- CNG버스는 개당 저장용기의 저장용량이 상대적으로 작아 다수의 용기를 장착해야 하므로 차량중량의 증가를 가져오는 단점이 있고 LNG버스는 높은 수준의 단열배관 기술을 요구하며 LNG용기의 증발손실을 가져올 수 있다는 단점이 있음.

3. 친환경 차종간 비교

- <표 5>는 각종 친환경차간 배기가스 충족기준, 연비, 차량가격차이 등 다양한 기준에 대한 비교를 나타낸 것임.
- 전기차는 충전용 전력 생산시 CO₂ 발생하고 전기차 기술수준은 선진국 대비 60~90%수준임.
- 크린디젤의 CRD(Common Rail Direct injection)는 다단분사방식 등 엔진기술을 지칭하고, DPF는 PM90%이상 감소시키는 매연여과장치 말하며, SCR은 NOx를 85%까지 감소시키는 질소산화물 저감장치를 지칭함.
- 수소연료 전지차의 운행거리는 현대모하비 SUV기준이고 700km 주행시 수소 8.16kg 소요됨.
- 전기차의 운행거리는 소형 승용차 기준이며 1회 충전 소요시간은 가정용일 경우 6시간에서 8시간 가량이 소요됨.
- 크린디젤 차량의 국내 상용화 여부는 한국기계연구원에서 콘셉트단계로 개발하였으나, 객관적 검증 미흡 한면이 있어서, 디젤 하이브리드 8대(대우버스) 가량을 제작하여 지자체 등에서 시범 운영만 하고 있음.
- 수소 연료 전지차의 현재 차량가격 3천만원은 2015년 양산시 SUV기준 대당 5천만원에 판매를 예상하고 있음.

< 표 5 > 친환경 차 비교

구분	CNG차	LNG차	크린디젤	수소연료전지차	전기차
사용 연료	천연가스	액화천연가스	디젤	연료전지	전기
주요 부품	엔진,저장탱크	엔진,저장탱크	CRD,DPF,SCR	모터, 배터리, 수소저장장치	모터, 배터리, 충전장치
배기가스 충족기준	Euro 6	Euro 6	Euro 6 목표	—	—
CO2 절감 (디젤 대비)	30%	30%	20%	100%	100% (?)
연료 가격 (디젤 기준)	50%	50%	100%	?	?
운행거리/회	300km	700~1,000km	600km	700km	70~150km
연비(버스)	2km/m ³	2km/m ³	2.4km/L	?	?
대상차량	전차동	대형	대형	전차종	소형
국내 상용화 여부	상용화	상용화	연구단계	기술개발 완료	시범운행
차량가격 차이 (디젤버스기준)	양산단계 1,850만원	시범단계 9천만원 양산단계 5천만원	자료없음 (약 8~9천만원 예상)	3천만원	1.5~2천만원

출처: 한국천연가스 차량협회, 2011

4. 중앙정부의 LNG 자동차 보급 활성화 방안

1) LNG차량 보급정책 입안 및 추진

- 현실적으로 즉시 보급 가능한 그린카는 천연가스차량(NGV)이며 수송부분의 대기오염 주요 배출원인 대형차량(버스, 트럭 등)에 대한 그린카로의 전환이 필요함.
- 국내 전체차량 1,843만대 중 버스 및 트럭의 비중은 약 23%(424만대) 이나, 배기가스 오염 기여도는 약 35%를 차지하고 있음.
- 기술 수준으로 고려한 현실적인 보급 로드맵 제시
 - 미국, 중국 등은 기술개발이 필요한 전기차 보급보다는 현실적으로 실현

가능한 LNG차량 보급 추진에 역점을 두고 있음.

○ 미국, 유럽 등에서는 대체연료에 대한 평등한 보급 정책 도입

- 실현 가능한 그린카를 대상으로 화석연료 대체 기여도, 대기환경 개선 기여도를 고려하여 타 그린카와 균등하게 NGV에도 지원하고 있음.
- 환경부는 CNG 시내버스(보급수준 95%) 구매 보조금 지원만 유지하고 전기차, 수소하이브리드 등 그린카 보급에 지원제도 추진하고 있음.
- 환경 편익뿐만 아니라 경제 편익(원유 의존도 저감, NGV 차량산업 활성화 등)도 고려함.

○ 다양한 국내 NGV 및 엔진 개발 지원

- 향후 Euro 6 기준으로 배기가스 배출 규제가 강화될 예정임에 따라 장기적인 관점에서 CNG하이브리드, HCNG 등 친환경, 고효율 엔진기술 개발과 동시에 현재의 LNG 및 CNG차량의 양산, 개조 기술 등의 개발에 지원을 하고 있음.

2) 세계적인 수송용 연료 다양화에 적극 대처

○ 국제사회의 온실가스 감축 압력과 고유가로 천연가스차량 보급에 따른 수송용 천연가스 수요가 증가 하고 있는 추세

- NGV가 2010년도에 12백만대에서 2020년대엔 53백만대로, 그리고 2030년대엔 104백만대로 급속히 증가 할 것으로 예측

· 수송용 천연가스 수요는 LNG 85백만톤('20), 165백만톤('30) 예상²⁶⁾

○ 해양 배기가스 배출 규제 강화로 선박용 LNG 연료의 수요가 확대될 것으로 전망

26) IGU(International Gas Union) 홈페이지: <http://www.igu.org/>

- 북유럽 및 미국의 독점적 통제영역 (ECA: Exclusive Control Area) 지정과 국제해사기구(IMO: International Marine Organization)의 해양 배기가스 배출규제가 다음과 같이 강화되고 있는 추세임.
 - 질소산화물 규제(2016년까지 현행기준 80% 감축)
 - 황산화물 규제(2020년까지 현행 4.5%에서 0.5%까지 감축)
 - 온실가스(이산화탄소) 규제 (2020년까지 2005년 선박배출량의 20% 감축)
- 해양 배기가스 배출 규제기준 및 지역 확대로 고가의 디젤을 LNG로 대체하는 경향이 강해지고 있음.

<부록 III> 제주지역 도시가스 가격표

(주)제주도시가스

(VAT포함)

구분		2012년										평균	공급비용
		01월	02월	03월	04월	05월	06월	07월	08월	09월	10월		
매입단가	E1	1,246.400	1,336.4000	1,419.4000	1,419.4000	1,468.4000	1,419.4000	1,319.4000	1,239.4000	1,239.4000	1,344.4000	1,345.2000	
	SK(화북)	1,246.400	1,336.4000	1,419.4000	1,419.4000	1,468.4000	1,419.4000	1,319.4000	1,239.4000	1,239.4000	1,344.4000	1,345.2000	
도시가스	가정용	1~10루베	1,773.650	1,886.1500	1,989.9000	1,989.9000	2,051.1500	1,989.9000	1,864.9000	1,764.9000	1,764.9000	1,896.1500	215.650
		11~30	1,751.650	1,864.1500	1,967.9000	1,967.9000	2,029.1500	1,967.9000	1,842.9000	1,742.9000	1,742.9000	1,874.1500	193.650
		31~50	1,729.650	1,842.1500	1,945.9000	1,945.9000	2,007.1500	1,945.9000	1,820.9000	1,720.9000	1,720.9000	1,852.1500	171.650
		51~100	1,713.150	1,825.6500	1,929.4000	1,929.4000	1,990.6500	1,929.4000	1,804.4000	1,704.4000	1,704.4000	1,835.6500	155.150
		101이상	1,680.150	1,792.6500	1,896.4000	1,896.4000	1,957.6500	1,896.4000	1,771.4000	1,671.4000	1,671.4000	1,802.6500	122.150
	업무용	1~300	1,817.400	1,929.9000	2,033.6500	2,033.6500	2,094.9000	2,033.6500	1,908.6500	1,808.6500	1,808.6500	1,939.9000	259.400
		301~3,000	1,789.900	1,902.4000	2,006.1500	2,006.1500	2,067.4000	2,006.1500	1,881.1500	1,781.1500	1,781.1500	1,912.4000	231.900
		3,001이상	1,773.400	1,885.9000	1,989.6500	1,989.6500	2,050.9000	1,989.6500	1,864.6500	1,764.6500	1,764.6500	1,895.9000	215.400
		15,000이상	1,668.000	1,780.5000	1,884.2500	1,884.2500	1,945.5000	1,884.2500	1,759.2500	1,659.2500	1,659.2500	1,790.5000	110.000
	냉방용	1~15000	1,756.902	1,869.4020	1,973.1520	1,973.1520	2,034.4020	1,973.1520	1,848.1520	1,748.1520	1,748.1520	1,879.4020	198.902
		15000~	1,668.000	1,780.5000	1,884.2500	1,884.2500	1,945.5000	1,884.2500	1,759.2500	1,659.2500	1,659.2500	1,790.5000	110.000
	영업용	-	1,817.400	1,929.9000	2,033.6500	2,033.6500	2,094.9000	2,033.6500	1,908.6500	1,808.6500	1,808.6500	1,939.9000	259.400
집단공급	외도부영	-	2,678.000	2,874.0000	3,042.0000	3,042.0000	3,144.0000	3,042.0000	2,832.0000	2,680.0000	2,680.0000	2,887.0000	243.0833
	화북주공	-	2,644.000	2,840.0000	3,008.0000	3,008.0000	3,110.0000	3,008.0000	2,798.0000	2,646.0000	2,646.0000	2,853.0000	239.0833
	부영1차		2,694.000	2,890.0000	3,058.0000	3,058.0000							

매입단가는 kg기준금액이고 가정용등 소매가는 루베(m³)기준이므로 매입단가에 1.25를 곱하시면 루베(m³)기준 매입단가가 됩니다.

<부록 IV>

시·도별 도시가스 요금표 (2012. 09. 기준)

(단위: 원/m³, 부가세별도)

용 도 구 분		주택용				업무 난방 용	일반용1			일반용2			냉난방공조용			산업용			열병합1 (소형열병합,CES)			열병합2 (집단에너지)			열전설비용		
지 역	(공급회 사)	기본요 금	취사 용	주택 난방	중양 난방		동절 기	하절 기	기타 월	동절 기	하절 기	기타 월	동절 기	하절 기	기타 월	동절 기	하절 기	기타 월	동절 기	하절 기	기타 월	동절 기	하절 기	기타 월	열전 용(1)	열전 용(2)	열전 용(3)
도매요금			828.81	828.81	828.81	851.86	817.07	808.38	808.38	817.07	808.38	808.38	849.75	531.54	811.69	809.81	786.61	786.61	838.23	795.06	795.06	839.77	795.63	795.63	828.81	873.03	873.03
서울특별시	(서울5사)	840.00	868.67	874.12	874.12	908.73	917.56	908.87	908.87	873.94	865.25	865.25		567.18		829.54	806.34	806.34	883.54	830.70	840.37	861.74	817.60	817.60	874.12	929.90	918.34
경기도	(삼천리 외)	790.00	887.54	886.08	886.08	919.61	928.88	920.19	920.19	884.82	876.13	876.13		570.07		848.75	825.55	825.55	877.17	834.00	834.00	878.71	834.57	834.57	875.12	919.34	919.34
인천광역시	(인천 외)	750.00	882.43	883.75	883.75	915.32	922.15	913.46	913.46	880.53	871.84	871.84		570.77		840.83	817.63	817.63	877.46	834.29	834.29	884.40	840.26	840.26	883.75	#VALUE	917.66
부산시	(부산)	(취) 1,500 (개) 775	870.81	935.40	924.97	973.40	938.61	929.92	929.92	899.98	891.29	891.29	971.29	628.61	933.23	860.51	837.31	837.31	912.21	869.04	869.04	876.79	832.65	832.65	865.83	910.05	910.05
대구시	(대성)	775.00	879.86	927.16	913.36	969.84	937.51	928.82	928.82	935.05	926.36	926.36		601.65		845.64	822.44	822.44	922.78	879.61	879.61	924.32	880.18	880.18	913.36	957.58	957.58
광주시	(해양)	750.00	875.81	928.33	923.37	948.56	938.92	930.23	930.23	900.10	891.41	891.41	892.97	574.76	854.91	853.03	829.83	829.83	867.20	824.03	824.03	907.94	863.80	863.80	929.26	973.48	973.48
대전시	(충남)	760.00	884.02	936.96	904.40	962.45	945.76	937.07	937.07	927.66	918.97	918.97		585.08		858.44	835.24	835.24	913.82	870.65	870.65	887.33	843.19	843.19	904.40	948.62	948.62
울산시	(경동)	778.00	891.37	909.64	909.61	941.38	907.49	898.80	898.80	881.17	872.48	872.48		562.01		834.34	811.14	811.14	897.40	854.23	854.23	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE
강원 춘천시	(강원)	950.00	957.61	957.61	969.09	997.94	958.97	950.28	950.28	961.95	953.26	953.26		654.01		932.28	909.08	909.08	978.51	935.34	935.34	980.05	935.91	935.91	969.09	1,013.31	1,013.31
강원 원주시	(참빛원 주)	950.00	955.10	955.10	965.25	999.11	954.17	945.48	945.48	953.69	945.00	945.00		654.01		932.28	909.08	909.08	974.67	931.50	931.50	976.21	932.07	932.07	965.25	1,009.47	1,009.47
충북 청주시	(충청ES)	(취) 5,759 (개) 1,060 (중) 2,322	980.64	921.30	893.69	957.82	905.47	896.78	896.78	905.47	896.78	896.78		608.17		871.75	848.55	848.55	903.11	859.94	859.94	904.65	860.51	860.51	893.69	937.91	937.91
충북 충주시	(참빛충 북)	(취) 3,212 (개) 1,825 (중) 2,228	940.45	931.04	927.00	941.35	938.03	929.34	929.34	938.03	929.34	929.34		592.00		870.35	847.15	847.15	936.42	893.25	893.25	937.96	893.82	893.82	927.00	971.22	971.22
충남 천안시	(충부)	760.00	868.98	929.10	916.14	961.05	944.30	935.61	935.61	926.26	917.57	917.57	958.94	592.54	920.88	870.81	847.61	847.61	913.98	870.81	870.81	868.39	824.25	824.25	904.56	948.78	948.78
충남 서산시	(서해)	(취) 2,400 (개) 760	889.14	939.14	921.54	966.25	940.07	931.38	931.38	940.07	931.38	931.38	964.14	585.76	926.08	867.71	844.51	844.51	908.93	865.76	865.76	864.22	820.08	820.08	899.51	943.73	943.73
전북 전주시	(전북)	750.00	912.41	912.41	912.55	944.34	909.55	900.86	900.86	909.55	900.86	900.86	942.23	585.37	904.17	863.64	840.44	840.44	911.89	868.72	868.72	913.43	869.29	869.29	902.47	946.69	946.69
전북 군산시	(군산)	750.00	925.73	925.73	917.94	960.59	925.80	917.11	917.11	925.80	917.11	917.11	958.48	584.62	920.42	864.89	841.69	841.69	928.20	885.03	885.03	929.74	885.60	885.60	920.47	964.69	964.69

제주지역 LNG 상용화의 정책방향과 과제

전북 익산시 (전북ES)	750.00	940.78	940.78	930.92	977.10	942.31	933.62	933.62	942.31	933.62	933.62	974.99	657.69	936.93	902.11	878.91	878.91	940.97	897.80	897.80	942.51	898.37	898.37	938.04	982.26	982.26
전남 목포시 (목포)	750.00	952.81	952.81	952.81	977.73	964.70	956.01	956.01	961.87	953.18	953.18		601.46		868.59	845.39	845.39	964.10	920.93	920.93	#VALUE	#VALUE	#VALUE	954.68	998.90	998.90
전남 순천시 (전남)	750.00	952.81	952.81	952.81	975.53	945.94	937.25	937.25	945.39	936.70	936.70		601.50		885.11	861.91	861.91	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE
전남 여주시 (대화)	750.00	920.63	920.63	920.63	954.56	919.58	910.89	910.89	919.77	911.08	911.08		601.50		880.03	856.83	856.83	908.13	864.96	864.96	#VALUE	#VALUE	#VALUE	898.71	942.93	942.93
경북 구미시 (영남ES)	750.00	918.64	916.84	916.84	944.25	909.02	900.33	900.33	909.02	900.33	900.33		594.06		882.18	858.98	858.98	927.24	884.07	884.07	930.66	886.52	886.52	916.84	961.06	961.06
경북 포항시 (영남ES)	750.00	923.85	918.20	918.19	955.49	921.26	912.57	912.57	921.26	912.57	912.57		602.22		890.36	867.16	867.16	933.96	890.79	890.79	#VALUE	#VALUE	#VALUE	924.54	968.76	968.76
경북 경주시 (서라벌)	810.00	949.46	935.95	935.95	973.39	937.75	929.06	929.06	937.75	929.06	929.06		603.96		892.23	869.03	869.03	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE
경북 안동시 (경북)	750.00	1,008.79	998.80	998.80	1,034.08	971.25	962.56	962.56	971.25	962.56	962.56	1,031.97	669.72	993.91	946.21	923.01	923.01	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE	#VALUE
경남 창원시 (경남)	(취) 1,500 (개) 750	946.46	946.46	941.22	974.07	939.86	931.17	931.17	917.90	909.21	909.21	971.96	607.80	933.90	885.05	861.85	861.85	929.59	886.42	886.42	#VALUE	#VALUE	#VALUE	941.22	995.24	926.94
경남 진주시 (지예스 이)	(취) 1,000 (개) 1,000	960.75	960.75	960.75	1,014.71	994.72	986.03	986.03	966.37	957.68	957.68	1,012.60	651.83	974.54	927.99	904.79	904.79	959.27	916.10	916.10	888.68	844.54	844.54	960.75	1,035.88	#VALUE

*) 주택용 요금 부과기준 : 취사난방 겸용의 경우 12㎡까지는 취사요금, 12㎡ 초과분은 난방요금 적용, 기본요금 : 주택용을 대상으로 가구당 월 기준, (취)취사전용 (개)개별난방 (중)중앙난방

*) 계절구분 : ① 냉난방공조용 ▷동절기 :1~3월, 12월(4개월) ▷하절기 : 5~9월(5개월) ▷기타월 : 4월, 10~11월(3개월) / ② 일반용, 산업용, 열병합용, 열전용 ▶동절기 : 1~3월, 12월(4개월) ▶하절기 : 6~9월(4개월) ▶기타월 : 4~5월, 10~11월(4개월)

*) 열전용구분 : (1)-공동주택, 열전용 (2)-공동주택외, 열전용 (3) : 집단에너지 (열전용 1,2,3의 구분은 용도명이 아니고 구분 편의상 붙여진 것임)

*) 음영 표시된 4개 지역(서울, 인천, 강원 미조정 상태)

Abstract

Future tasks and policy direction of LNG commercialization of Jeju

Hyuncheol Kim and Youngho Chang

Keyword : LNG, LPG, Gas type energy

At present in Jeju, for heating and cooling energy LPG not LNG has been used. Contrary to the case of Jeju, almost every cities of Korea have been using LNG instead of LPG for heating and cooling energy. LNG as one of the gas type energies has firm strengths such as price reasonability, eco-efficiency etc. The total domestic quantity consumed is 33,080 thousand tons as of 2010. This shows the growth rate of 8.6% during 10 years ever since the year of 2000. Though the import of LNG in Korea depends heavily on the specific regions such as Middle East, South-East Asia etc, it is expected to be diversified into other parts of the world.

The Korean government has been establishing the plan of the LNG long - term demand/supply every two years for the systematic and long run policy purpose. Of late, the Korean government announced its plan of extension of on-going pipelines for LNG supply through the "11th long-term natural gas demand and supply". Comparing the perspectives of City Gas between the cities of Korea reveals relatively high price in Jeju among other cities due to the use of LPG contrary to other parts. This suggests the needs of provision on LNG toward the Jeju Island as soon as possible for the compensating the unfair energy use.

There is the plan of constructing infrastructure for supplying LNG in Aewol Port of Jeju in the plan. The would be LNG charging base will be completed in the year of 2017. Right after the completion of LNG base, LNG will be supplied to Jeju residents. The commercialization of LNG in Jeju will give monetary and environmental benefits to citizen of Jeju. The main structure of the study is to investigate the policy direction after the completion of LNG base in Jeju. This research reports the on going plan of Jeju and foreign cases etc to discuss the desirable policy direction.

연구진

연구책임	김현철	제주발전연구원 연구위원
공동연구	장영호	싱가폴 난양이공대학교 교수

기본연구 2012-26

제주지역 LNG상용화의 정책방향과 과제

발행인 || 양영오
발행일 || 2012년 11월
발행처 || 제주발전연구원
690-029 제주시 아연로 253
전화: (064) 726-0500 팩스: (064) 751-2168
홈페이지: www.jdi.re.kr

ISBN : 978-89-6010-290-3 93570

- ☐ 이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서, 제주특별자치도의 정책적 입장과는 다를 수 있습니다. 또한 이 보고서는 출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단전재나 복제는 금합니다.