

정책 이슈페이퍼 12-15

주요 남북에너지협력프로젝트의 설계

■ 김 경 술 외

목 차

- I. 배경 및 문제점 / 1
- II. 조사 및 분석 결과 / 3
- III. 정책 제언 / 10
- IV. 기대 효과 / 14
- 〈참고자료〉 / 15



에너지경제연구원
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE

I . 배경 및 문제점

□ 에너지 공급부족은 북한 경제난의 가장 큰 원인

- 난방, 취사, 조명, 가전 등의 민생용 에너지에서부터 산업, 수송, 공공기타에 이르기까지 에너지 전 수요분야에 걸친 심각한 공급난으로 북한 경제는 심각한 기능저하 상태
- 특히, 에너지 공급부족으로 인한 수송기능의 저하와 산업생산력의 마비는 가장 심각한 부문이나 단기간 내의 회복은 어려운 상황

□ 북한 에너지난의 핵심은 석탄과 전력의 부족

- 북한에서 석탄은 전력생산의 절반과 산업, 민생용 에너지의 거의 전부를 구성하는 가장 중요한 에너지원이나 생산이 크게 감소
- 북한 전역에 걸쳐 240여개의 석탄광이 가행 중인 것으로 파악되고 있으나 2010년 생산량은 1985년 3,750만 톤 대비 32% 감소한 2,550만 톤에 그침.
- 전력부문도 연료공급 부족, 발전설비 노후화, 연관산업 부실 등으로 1990년 이후 지속적인 어려움을 겪고 있으며, 발전량도 크게 감소한 상태에서 정체
- 유엔개발계획(UNDP)의 '2012년 아시아태평양 지역 인간개발 보고서'는 2009년 북한 전체인구 중 26%만이 가정에서 전기를 사용하는 것으로 파악
- 2010년 발전설비 이용률은 38.8%에 그치고 있으며, 전압 및 주파수 정격이 유지되지 못하고 있는 실정

□ 북한의 내부 역량만으로는 에너지난 해결 불가능

- 북한의 기술력, 경제력 등을 감안할 때, 내부적 역량으로 그러한 상황을 해결해 나가기에는 사실상 불가능

- 결국 외국과의 협력 또는 지원을 통해 문제를 점진적으로 풀어 나가는 길
이 유일한 방안
- 북한 역시 그동안 많은 경로를 통해 외국의 지원을 통한 에너지부문의 기
능회복을 도모해 왔으나 실패를 거듭
- 철저히 봉쇄된 사회주의 방식의 국가운영, 핵무기 개발을 둘러싼 국제사회
와의 마찰과 경제제재 등은 국제사회의 자본과 기술이 북한 에너지부문에
접근할 기회조차 차단하고 있음.
- 그러한 북한의 정황도 김정은 체제 출범이라는 결정적 변화를 계기로 점차
변화할 것으로 예상
- 김정은 체제 출범 이후, 북한은 이른바 6.28조치를 통해 ①공장·기업소가
생산량과 가격을 자율적으로 결정하고, ②농민은 전체 수확량의 30%를 자
율적으로 처분할 수 있으며, ③국가배급 대상을 국가기관 교육·의료 분야
에 한정하고, ④주민들에게는 배급제를 공식적으로 폐지하는 등 경제부문
에 활력을 불어넣기 위해 시도
- 또한, 군부에 집중되었던 각종 경제적 결정권한을 당과 내각 쪽으로 이전
시키는 등 변화 진행 중
- 그러나 핵 폐기와 시장경제의 전면적인 도입이 동시에 이루어지지 않는
한, 북한이 개혁개방의 움직임을 보인다 해도 서방의 투자를 유치하기는
여전히 어려울 것으로 예상
- 각종 법제도 및 인프라 미비, 연관 산업 부실 등으로 산업활동이 정상적으
로 운용되기 어려운 상황

- 수많은 제약요인 하에서도 과감한 대북지원이나 투자를 할 수 있는 국가는 사실상 세계에서 대한민국이 유일
- 대한민국은 통일을 대비한 선투자라는 관점에서 불리한 사업여건도 감수할 수 있는 유일한 국가
- 본 연구는 에너지자원분야에의 유망한 남북협력 사업대안들을 제시하고 그에 대한 기술적, 정책적 분석을 수행함으로써 북한의 변화 가능성과 그에 따른 남북협력 사업의 전개 가능성에 대비하고자 수행
- 9가지의 유망 남북 에너지협력사업 대안에 대하여 추진 여건 및 실행방안을 제시

II. 조사 및 분석 결과

□ 북한 노후 수력발전설비 개보수 협력 사업

- 북한 수력발전설비 거의 대부분을 개보수 대상으로 판단하여 노후도에 따라 전면교체, 성능개선, 성능복원, 성능보전의 4가지 등급의 개보수를 제안
- 투자 소요액은 2조 8,813억 원으로 평가

<표 1> 북한 노후 수력설비 개보수 비용 산정결과

구 분	설비용량 (MW)	발전소 (개소)	개·대체비용(억 원)		
			합 계	진단비용	개·대체비용
전면교체	2,815.5	32	19,667	93	19,574
성능개선	549.2	7	3,363	24	3,339
성능복원	1,270.0	10	4,196	21	4,175
성능보전	679.0	15	1,779	54	1,725
합계	5,313.7	64	29,005	192	28,813

주) 북·중 공동운영 발전소는 설비의 50%만 반영

□ 북한 노후 화력발전설비 개보수 협력 사업

- 북한 화력설비 전량을 개보수 대상으로 판단하였으며, 폐지 또는 Re-powering 125만kW, 수명연장 개보수 70만kW, 경상정비 지원 45만kW, 보수부품 지원 60만kW에 대해 평가
- 개보수 사업에 2조 555억 원, 경상정비 및 보수부품 지원에 매년 88억 원의 투자수요 예상

<표 2> 북한 화력발전소별 지원경험 투자비용 재산정결과(VAT별도 - 2011.12 기준)

추진전략 구분	발 전 소	설 비	준공년도(운영)	설비구성	투자비용 (백만 원)
폐지 또는 Re-powering 추천 대상	북창화력	1~5호기	1970 (42)	10만kW×5기	666,300
		6~7호기	1973 (39)	10만kW×2기	266,600
		8~10호기	1974 (38)	10만kW×3기	399,700
	선봉화력	1~3호기	1976 (36)	5만kW×3기	330,500
		4호기	1977 (35)	10만kW×1기	167,000
	소 계			125만kW	1,830,100
수명연장 개보수공사 추천 대상	북창화력	11~12호기	1975 (37)	10만kW×2기	64,728
		13~14호기	1982 (30)	10만kW×2기	53,940
	청천강화력	1호기	1976 (36)	5만kW×1기	17,790
		2~4호기	1978 (34)	5만kW×3기	53,378
	청진화력	1~2호기	1984 (28)	5만kW×2기	35,588
	소 계			70만kW	225,424
경상정비공사 지원 대상 (보수정비부품 포함)	북창화력	15~16호기	1985 (27)	10만kW×2기	2,180/년
	청진화력	3호기	1986 (26)	5만kW×1기	718/년
	순천화력	1호기	1987 (25)	5만kW×1기	718/년
		2~4호기	1988 (24)	5만kW×3기	2,155/년
	소 계			45만kW	5,771/년
정상운전예상 발전소 (보수부품지원)	평양화력 (평양시)	1~4호기	1965 (47)	5만kW×4기	1,048/년
		5~8호기	1967 (45)	5만kW×4기	1,048/년
		9호기	1970 (42)	10만kW×1기	397/년
	동평양 화력	1호기	1994 (18)	5만kW×1기	262/년
	12월 화력	1호기	1996 (16)	5만kW×1기	262/년
	소 계			60만kW	3,017/년

□ 북한 신규 석탄화력발전소 건설 협력 사업

- 화력발전소 건설부지 선정에서부터 건설공기 분석에 이르기까지 전 과정을 분석하였으며, 북한의 전력수요 규모와 수도권과 지방에 건설하는 경우를 고려하여 40만kW급과 20만kW급의 두 가지 경우를 분석
- 발전연료로 북한의 석탄자원을 감안, 무연탄과 갈탄을 함께 분석

<표 3> 북한 화력발전소 신규건설 투자비용 산정결과

(억 원, VAT별도 - 2011.12 기준)

구 분	무연탄 화력발전소	갈탄 화력발전소
40만kW급(20만kW×2기)	9,460	10,219
20만kW급(10만kW×2기)	6,240	6,740

□ 북한 천연가스발전소 건설 협력 사업

- 한·러 PNG 사업이 성공적으로 전개되어 북한이 매년 배관 통과료를 천연가스로 받게 되는 경우에 대비하여 북한에 천연가스발전소를 건설하는 방안으로 가스엔진 또는 가스터빈 발전기를 기본으로 하는 열병합 발전시스템을 제시
- 최근 유사 설비 수주 또는 계약 사례와 국제가격을 기준으로 가스터빈 열병합 발전소 또는 가스엔진의 예상 투자비를 평가
 - 30만kW급 복합발전소를 소형 가스터빈으로 구성하는 경우는 3,900~4,400억 원, 중형 가스터빈으로 구성하는 경우는 2,300~2,400억 원 예상
 - 가스엔진의 경우는 3,300~5,900억 원의 투자비가 소요될 것으로 평가

<표 4> 300MW급 가스복합발전소 투자비 평가

설비구분		예상 투자비(억 원)
가스터빈	소형터빈	3,900~4,400
	중형터빈	2,300~2,400
가스엔진		3,300~5,900

□ 남·북·러 천연가스 파이프라인 건설 협력 사업

- PNG의 경우, 북한의 원산·고성을 거쳐 평택·인천에 도달하는 최단거리 노선, LNG는 페레보즈나야~인천/평택 노선, CNG는 페레보즈나야~고성~인천/평택 노선을 각각 검토
- 러시아 가스를 한국으로 수송하기 위한 3가지 방안(PNG, LNG, CNG) 중 PNG 방식이 가장 경제적인 수송방식으로 평가
 - 종합적인 수송원가는 PNG가 0.31(\$/MMBtu)로 LNG (0.94\$/MMBtu), CNG(0.60\$/MMBtu)에 비해 월등히 경제적인 것으로 평가

<표 5> 수송방안별 경제성 비교

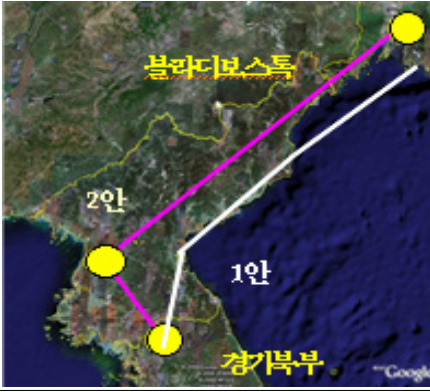
구분	PNG 방안	LNG 방안	CNG 방안
도입 노선	러시아구간(150km)~ 북한구간(740km)~ 한국구간(232km) 총 1,122km	페레보즈나야~평택 (해상, 1,700km)	페레보즈나야~고성 (해상, 650km)~평택 (전용배관, 408km)
투자비	34억불	68억불	61억불
운영비*	14억불	158억불	44억불
수송원가	0.31(\$/MMBtu)	0.94(\$/MMBtu)	0.60(\$/MMBtu)

* 투자비는 배관자재비 및 배관시공비, 주요설비 건설비용 등을 포함하여 산출하였으며, 국경 통과료·북한지역 토지임대비·환경비용·세금 등은 제외

□ 한·러 전력계통 연계사업

- 러시아 크라스키노와 한국 경기북부 지역을 초고압직류송전(HVDC) 방식으로 연결하는 방안, 러시아 크라스키노에서 평양, 다시 평양과 남한을 초고압직류송전(HVDC)로 연결하는 방안 등 두 가지 루트 검토
- 또한 사업의 본격적 추진을 위한 추진체제로 남·북·러가 참여하는 ‘에너지협의체’를 구성하는 방안 제안

<표 6> 한러 전력망 연계의 2가지 시나리오

▶ 시나리오 1. 남-북-러 단일 HVDC 연결 ○ 2~5GW 규모의 HVDC 가공송전선로 구축 ○ 선로길이 1,000km, 변환소 2개소 건설 ▶ 시나리오 2. 남-북-러 HVDC와 북한 전력공급 ○ 2~5GW 규모 HVDC 및 북한 내 전력계통 ○ 선로길이 1,200km, 변환소 4개소 건설	
핵심 변화 동인	▶ 북 한 : 김정은 체제 안정과 남-북 협력관계 설정 방향 ▶ 남 한 : 차기 정부 대북정책, 에너지정책 다변화, 전기요금 ▶ 러시아 : 극동러시아 개발 정책 및 북한 설득 ▶ 기 타 : 미국 중국의 대북정책, 일본 원전 재가동, 유가변동

□ 북한 송배전설비 현대화 협력 사업

- 천문학적인 투자비와 북한의 상황을 고려하여 지역별, 단계적으로 추진되어야 하며,
- 최우선적으로 상세한 실태조사가 선행되어야 한다는 점을 강조

<표 7> 북한 송배전설비 현대화 협력사업 추진방향

구분	협력 사업 추진방향
단기(3년 이내)	○ 북한 특정 발전소 발전증대 및 송배전망 현대화 협력 ▶ 기존 발전설비 성능개선(남한설비 기준으로 대체) ▶ 도심지 송배전망 구축 ▶ 소규모 발전소 건설 ▶ 시내 전력 지원 등
중기(5년 이내)	○ 남북한 계통연계 시행 및 발전소 신규 건설을 목표로 남북한 전력계통망 연계 추진 ▶ 지역 간 대용량 송배전망 구축 ▶ 화력발전소 공동 건설·운영 등
장기(10년 이상)	○ 남북통합 단일 전력계통망 구축을 목표로 북한 내 지역 간 환상망 구성 ▶ 남북한 송배전망 통합 ▶ 대규모 전원단지 건설 ▶ 동북아 계통연계사업과 연계하여 추진

□ 신재생 전원개발 협력 사업

- 협력 사업을 소형 풍력·태양광 설치사업, 풍력시범단지 조성사업, CDM 인프라구축 지원사업, 풍력 전문인력 양성사업 등으로 구분하여 설계
- 예상 투자 소요액은 806억 원으로 평가

<표 8> 신재생 전원개발 시범협력사업 소요비용 현황

(단위: 백만 원)

구 분	정부지원	민간투자	합계	비고
소형풍력·태양광	2,730	1,170	3,900	
풍력시범단지 조성	45,640	19,560	65,200	- 부지 북한 제공
CDM 인프라 구축	700	300	1,000	
풍력 전문인력 양성	7,350	3,150	10,500	- 부지 북한 제공
합 계	56,420	24,180	80,600	

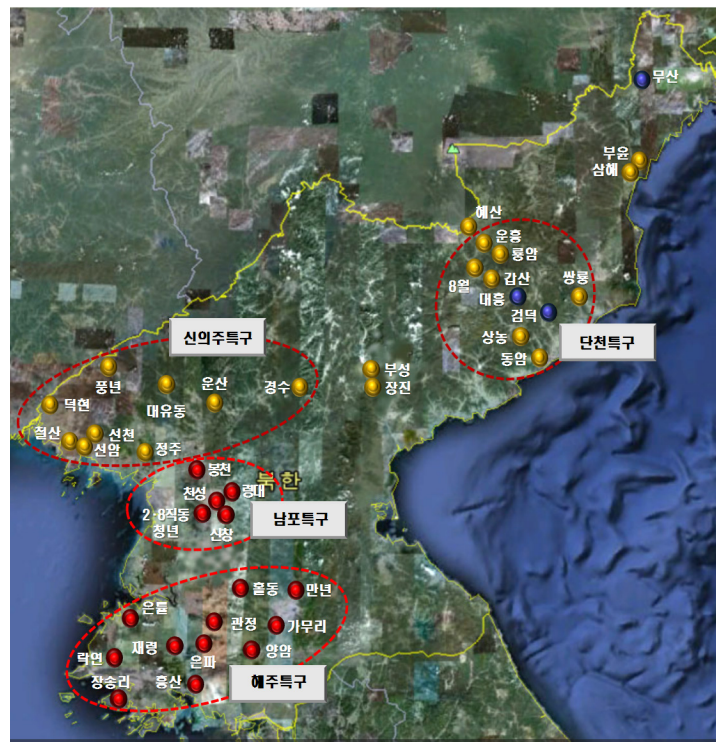
- 사업 추진을 위한 기본조사 등을 1년간 수행하고, 2차년도부터 시공 등 본격적인 사업을 진행하여, 3차년도부터 전력 공급을 개시하는 3개년에 걸친 추진전략 제시

□ 남북 광물자원개발 협력 사업

○ 북한 광물자원 개발 진출의 전략 방향 설정

- 전 지역 무상 탐사를 실시, 북한 광물자원의 분포, 매장량, 품위 등에 대한 DB를 구축, 기초자료 확보
- 특구지정을 통한 체계적 개발 도모
- 북한 사무소설치, 교류협력, 탐광시추, 갱도굴진, 탐탄(광)굴진, 현대화, 자금 지원 등의 지원시스템을 구축, 단계적 진출을 도모

[그림 1] 특구지역과 광산 분포도



- 우선 북한 전 지역의 총 696개 광산을 3단계로 구분하여 단기 200개 광산, 중기 170개 광산, 장기 326개 광산에 대한 무상탐사의 시행 제안
 - 본격적인 개발은 40개 광종에 40개 광산이 포함되는 4개의 특구권역을 설정, 추진하는 방안으로 설계
 - 단기적으로는 5개 광종에 5개 광산, 중기적으로는 8개 광종에 15개 광산, 장기적으로는 9개 광종에 20개 광산의 개발을 제안
- 남·북 당국자 간 자원 공동개발 협력위원회의 설치·운영을 제안
 - 남북공동조사 등을 통한 개발대상 광산 조기 발굴·선정 및 투자기회 확대, 사업추진 관련 문제점 파악, 투자환경개선 및 지원방안 등 협력기반 조성

III. 정책 제언

□ 남북 에너지협력 사업의 체계적이고 효과적인 추진을 위한 추진체제 구축 필요

- 현재 우리 정부의 남북 협력 사업에 대한 기능은 통일부가 운영하는 ‘남북 교류협력시스템’과 ‘남북교류협력지원협회’ 등이 있으나 보다 적극적인 협력 사업 개발과 지원 기능은 부족한 상황
 - 전자는 주로 남북경제협력 사업 물품 반출입, 수송장비 운영, 북한 및 남한 방문, 북한 주민접촉, 출입통행 등에 대한 신고 및 승인, 내용변경 승인 및 결과 보고 등 관리기능 위주로 운영
 - 후자는 남북 교류협력과 관련된 정부 위탁사업 수행, 조사연구 및 분석, 대정부 정책건의 등을 통해 남북교류협력 활성화를 지원하는 기능에 한정

- 남북협력 사업은 우선 북한과의 접촉, 협의 등이 어려워 개발 자체가 어렵고, 개발된 사업이라 하더라도 원활하고 안정적인 사업전개가 어려운 것이 현실이므로 남북 정부가 적극적으로 그러한 애로요인을 해결해 주기 위한 협의체의 설립을 제안
- 설립방안으로는 남북이 에너지자원분야의 별도의 협의를 개설하는 방안과 남북경제협력추진위원회 구도 내에서 에너지자원협력 협의를 개설하는 방안 등을 제시

<표 9> 남북 에너지자원협력 정부기능 개선 방안

신규 기능	개발기능	
	에너지자원협력 사업 개발 남북협의체 (방안 1) 에너지자원 관련 부처 간 협의체로 신규 발족 (방안 2) 남북경제협력추진위원회에 에너지자원 협력 사업 개발 협의기구 설치	
기존 기능	관리기능	지원기능
	남북 교류협력시스템	남북 교류협력지원협회

□ 남북 에너지협력 사업의 원활한 추진을 위한 재원조달

- 재원조달에 관해서는 정부가 부담해야 하는 사업과 사업자가 부담해야 하는 사업으로 구분하여 검토
- 정부가 부담할 몫은 전액 정부가 부담하고 별도의 투자회수 방안을 설계하는 방안으로 접근
- 사업자가 부담하는 사업의 경우는 수익사업에 대한 투자이므로 민간 사업자가 재원을 조달하고 정부의 역할은 일반적인 재무적 지원 정도로 한정하는 것이 바람직

- 경제적 투자회수가 가능한 사업은 비록 인프라 등 정부사업이라도 적절한 투자회수 프로그램을 설계하여 입찰 등의 방법으로 민간에 이관하는 방안을 추천
- 정부가 재원을 부담하는 사업은 비경제적 투자회수 사업과 인도적 지원사업에 국한하도록 하고 그 재원으로는 남북협력기금을 사용할 것을 제안

<표 10> 남북에너지자원 협력사업 재원 구분

협력 사업 구분		재원부담	재원
정부사업	(1) 경제적 투자회수 사업	민간	민간 자본
	(2) 비경제적 투자회수 사업	정부	남북협력기금
	(3) 인도적 지원사업	정부	남북협력기금
(4) 민간사업		사업자	민간 자본

- 북한 경제구조의 특성을 고려하여 개별 사업과는 관련이 없는 다른 구도의 상환방식을 경제적, 비경제적 방법으로 설계
 - 대북 에너지협력 사업은 직접적이든 간접적이든 그 투자비를 회수하는 방안이 매우 제한적
 - 사업별 수익구조와 연계한 직접적인 투자비 회수는 사회주의식 경제운용 방식을 감안할 때, 거의 불가능
- 경제적 회수방안은 다른 형태의 경제적 대가를 통해 회수하는 방안

<표 11> 경제적 회수방안

회수방안	회수방안의 내용	적용가능 사례
BTL	인프라 운영권 확보	나진항 부두 개보수(증설) 후, 사용료 징수 등
자원개발권	자원개발권, 지분 확보	단천 자원개발특구, 석유 개발권 등
수산업 협력	북방어족 어획쿼터 확보	북동해역의 명태 어획쿼터 등
	공동어로 지분 확보	청진근해 털게잡이 등
관광개발 협력	남한에 대한 관광 개방	백두산, 칠보산 등
	관광개발권	금강산 관광, 개성관광 등 확대
구상회수 방식	구상품으로 회수	아연, 마그네사이트, 석탄 등 광물자원, 송이버섯 등의 특산물 등
사용료 징수권	시설, 토지 사용료 징수권	남한공단 토지사용료, 관광 입장료 등
통과료 변제	한-러 에너지인프라 북한 통과료로 회수	한-러 천연가스 파이프라인 통과료, 한-러 전력망 통과료, 철도·도로 대륙 연계 시 통과료 등

자료: 에너지경제연구원

- 비경제적 회수방안은 비경제적인, 정치적, 문화적 또는 사회적 대가로 회수하는 방안

<표 12> 비경제적 회수방안

회수방안	적용가능 사례
정치군사	핵폐기(6자회담과 연계), 화학무기 폐기 등
과거문제 해결	이산가족 서신교환, 통신, 상호방문
	납북자, 국군포로 송환, 국군 유해발굴 등
교류확대	학생, 전문가집단의 제도적 교류 문화, 체육 교류 확대 등
통행여건 개선	기업인, 관광객 등 인적 통행 및 체류여건 개선
	자동차, 화물 등 물적 통행여건 개선 등
시설개방	도로, 철도, 항공, 항만 등의 개방

자료: 에너지경제연구원

IV. 기대 효과

□ 북한의 개혁, 개방에 대비하여 우리 에너지자원 부문이 우선적으로 구상할 수 있는 협력사업 프로젝트의 범주 제공

- 남북관계가 개선되어 다양한 협력사업들이 전개되는 시기를 예상할 수는 없으나 그에 대비하기 위한 사전적 대응전략 설계에 활용 가능

□ 주요 남북 에너지자원 협력 프로젝트에 대한 사전적 검토를 통해 시의 적절한 활용여건 확보

- 주요 협력 프로젝트에 대한 추진여건 및 기술적, 경제적 검토를 사전적으로 수행함으로써 대북제안, 남북 간 협의 등의 과정에서 합리적이고 과학적인 접근이 가능하도록 대비

□ 북한 개방 시, 남한이 주도적으로 북한 에너지자원분야의 개발을 주도하기 위한 선제적 추진기반 구축에 활용

- 통일 한국 시대의 남북통합 에너지자원시스템 구축을 위해서는 북한 에너지자원부문을 남한이 주도적으로 개발해야 하는 바, 이를 위한 전략적 대비의 일환으로 유용
- 남북관계가 경색되어 있는 동안 중국을 비롯한 외국의 북한 에너지자원에 대한 진출이 확대되고 있어 우리의 선제적이고 전략적인 대비가 요청되는 시점

< 참고자료 >

참고문헌

- 김경술, 『동북아 자원교역 여건변화가 남북에너지협력에 미치는 영향 분석 연구』, 에너지경제연구원, 2011
- 김경술, 『동북아 에너지시스템 연계를 통한 남북경협 추진방안 연구』, 에너지경제연구원, 2009
- 한국전력공사, 『한-러 전력거래를 위한 전력계통연계 사업 타당성에 관한 보고서(1차년도 진도보고서)』, 지식경제부, 2010. 5
- 김경술, 『북한 화력발전사업 진출방안 연구』, 에너지경제연구원, 2008
- 류지철, 『남북전력협력사업 추진방안 연구』, 에너지경제연구원, 2006
- 이석기 외, 『남북한 산업협력 기본전략과 실행방안』, 산업연구원, 2007
- 이상준 외, 『남북인프라협력사업의 통합적 추진방안 연구』, 국토연구원, 2005
- 북한 광물자원 개발현황, 한국광물자원공사, 2011
- 한국산업은행 동북아연구센터-新 북한의 산업(下), 2005. 12
- 2008 남북협력기금 백서, 통일부
- 에너지경제연구원, 『에너지통계연보』, 각년도
- 통계청, 『남북한 경제사회상 비교』, 각년도
- 한국개발연구원, 『KDI 북한경제 리뷰』, 각호
- 한국은행, 『2011년 북한 GDP 추정 결과』, 보도자료, 2012. 6
- U.S. Geological Survey, 2010 Minerals Yearbook
- IEA/OECD, Energy Balances of Non-OECD Countries, 각년도
- IEA/OECD, Energy Statistics of Non-OECD Countries, 각년도

정책 이슈페이퍼 12-15
주요 남북에너지협력프로젝트의 설계

2012년 11월 6일 인쇄

2012년 11월 7일 발행

저 자 김 경 술 외

발행인 김 진 우

발행처 에너지경제연구원

437-713 경기도 의왕시 내손순환로 132

전화: (031)420-2114(代) 팩시밀리 : (031)422-4958

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 범 신 사 (02)503-8737
