1-4

에너지 산업의 시작

가스의 사용,

재생에너지 : 국토가 협소하고 70% 이상이 산악지대

신재생 에너지 가능성 적음

대표적 에너지원 석유

전 세계가 50년 정도 쓸 수 있는 양

전구 발명 후 사양길 -> 자동차 이후 급속한 성장

플라스틱, 이것저것 모두 석유임

스탠다드 오일 by 록펠러

세계적인 오일사들은 스탠다드 오일러부터 분리됨

스마트그리드

에너지 효율적 관리

2-1

화석 연료의 등장과 퇴장

재생에너지 : 에너지의 밀도가 작아 많은 양의 에너지 모으기 힘듦

수소 기반 에너지 활용 연구

선진국 : 신재생 에너지 중심으로 개편

2-2

화역 연료의 종류와 특징

석탄층에 메탄가스 포집하면 더 친환경적

석유가스의 생성과 이동

석유 개발의 특징

우리와 가까이 있는 석유가스

가스의 운송과 LNG

가스 발전 산업 가정 30%씩

화석 연료의 특징

2-3

화석 연료의 유한성과 편재성

석탄 매장량

석탄 품질과 가격

세계 석유 매장량 변화추이

석유 매장량의 편재성

세계 석유 공급의 집중

세계 석유 소비

석유 판매 및 운송

세계 가스 매장량 변화추이

전세계 셰일가스 매장량

세계 가스 유형별 생산 예측

가스 판매 및 운송

2-4

화석 연료의 용도와 생명력

화석 연료의 용도

에너지원 별 사용처

한국의 에너지 구성과 화석연료

석탄의 용도 변화

에너지 유형별 수요 변동

화석연료 없는 삶

화석 연료의 변천

산업에 따른 에너지의 변천

지속 가능한

**문제 1**



다음 설명 중 올바르지 않은 것을 고르시오.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 한국의 화석연료 수입은 주로 미국에서 이뤄진다. |
|  |  | 주 에너지원의 변천은 석탄, 석유, 원자력 순서로 이어져왔다. |
|  |  | 재생에너지가 현 시점의 화석 연료 사용량을 대체하는 것은 불가능하며, 부분적으로 보완하는 형태로 사용될 것이다. |
|  |  | 세계적으로 화석연료에 대한 수요량은 앞으로 증가할 것이다. |

**5 점수**

**문제 2**

1. 에너지원의 특징으로 올바르지 않은 것은?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 물질은 여러 종류의 에너지를 갖고 있으며, 에너지간 변환이 가능하다. |
|  |  | 원자력을 이용한 발전과정에서 이산화탄소 방출은 거의 없다고 볼 수 있다. |
|  |  | 전기에너지는 열과 빛과 같은 형태로 변환될 수 있다. |
|  |  | 우라늄과 같은 원자력 발전을 위한 원료는 1차 에너지원으로 볼 수 없다. |

**5 점수**

**문제 3**



다음 설명 중 올바르지 않은 것을 고르시오.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 서방 국가의 석유 개발회사는 유가를 고려하여 생산량을 조절하며, 정부는 여기에 개입하기 어렵다. |
|  |  | 셰일가스 매장량이 많은 대표적인 국가로는 중국, 캐나다, 러시아가 있다. |
|  |  | 셰일 가스 최대 매장량 국가는 중국이며, 최대 생산 국가는 미국이다. |
|  |  | 석탄의 매장량이 100억톤, 매년 생산량이 4억톤이라고 가정하면 RP ratio는 25이다. |

**5 점수**

**문제 4**

1. 다음 설명 중 올바르지 않은 것은?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 한국에서 수입하는 원유의 양은 하루에 약 300만 리터이다. |
|  |  | LNG는 국내에서 에너지원으로 4번째 점유율을 차지한다. |
|  |  | 미국의 셰일 혁명은 러시아의 가스 시장 점유율을 낮춰 유럽의 가스 시장을 새로운 판도로 바꿀 수 있다. |
|  |  | 석유가스 개발 산업 중 생산된 석유가스를 시장까지 운송하는 것을 mid-stream이라고 한다. |

**5 점수**

**문제 5**

1. 다음 설명 중 올바르지 않은 것을 고르시오.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 시간이 갈수록 에너지원 중 석유가 사용되는 비율과 양은 감소할 것이다. |
|  |  | 1차 에너지원 중 가스의 비중은 꾸준히 증가할 것이다. |
|  |  | 중국과 인도는 전력원의 절반 이상의 비율을 석탄에 의존하고 있다. |
|  |  | 과거 산업혁명 이후로 화석연료에 대한 수요가 급증하였다. |

**5 점수**

**문제 6**

1. 다음 설명 중 올바르지 않은 것은?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 과거에는 안전, 환경, 경제성을 모두 만족시키는 에너지 정책 수립이 가능했다. |
|  |  | 석탄, 석유, 가스 중 이산화탄소 방출량은 가스가 가장 적다. |
|  |  | 에너지 소비 비용에 환경 비용이 추가되어야 공정한 에너지 사용이 확립될 수 있다. |
|  |  | 가스는 수소 에너지 시대를 추구하면서 현재와 미래 에너지시장의 가교 역할을 할 수 있는 원료이다. |

**5 점수**

**문제 7**

1. 다음 설명 중 올바르지 않은 것은?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 상업적 목적을 지닌 초기 석유 시추는 환경 오염에 대한 우려로 인해 심부 유전에서 행해졌다. |
|  |  | 석탄은 석유에 비해 연소 후 찌꺼기가 많이 남는다. |
|  |  | 과거 석유회사들은 저유가 시기가 오래되면 기업 합병을 선택하였다. |
|  |  | 석유는 내연기관 뿐만 아니라 석유화학제품 원료로 사용된다. |

**5 점수**

**문제 8**

1. 다음 설명 중 올바르지 않은 것을 고르시오.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 과거에 비해 국내 석탄 채굴 산업이 줄어든 가장 큰 이유는 석탄이 심부에 존재하여 경제성이 낮기 때문이다. |
|  |  | 원유의 분별증류 시 끓는점이 낮은 가벼운 탄화수소부터 생산된다. |
|  |  | 근원암에서 만들어진 석유가스는 지층 내 압력, 유체간 밀도차로 인해 이동하다가 셰일층 내부에 갇히게 된다. |
|  |  | 석탄은 컨베이어 시스템으로 이송 가능하다. |

3-1 석유산업에서는 어떤 일을 할까?

우리와 가까이 있는 석유가스

비닐하우스, 에너지가 산업의 원료로 쓰이는 경우, 플라스틱, 자동차 타이어 등등..

석유 제품 : 동력, 열, 원료, 운송, 음식, 에너지, 발전용 전기 생성

건강식품으로도 쓰임 소지품의 70%

석유산업구조

석유 생산, 처리 -> 목적지로 운송 -> 석유화학 제품, 주유소

상류부문 : 탐사, 개발, 생산

중류부문 : 생산처리, 운송

하류부문 : 정제, 석유화학, 제품판매

시추, 엔지니어링, 파이프라인, 정유공장, 주유소

가장 큰 단일 사업

석유가스는 어떻게 만들어지나?

동식물 + 바다 + 퇴적층 -> 지하

고온, 고압

산소와 결합되지 않은 상태의 유기물에서 탄화수소 발생

물보다 비중이 낮은 탄화수소가 상ㅇ부로 이동

트랩구조, 배사구조

석유를 어떻게 찾을까?

물리탐사 : 지하의 물리적 차이점을 이용하여 지하의 구조 찾기(파동의 원리, 가장 높은 곳을 타깃으로 시추)

석유가스는 보물찾기처럼 어렵다!

10% 탐사로 석유 찾을 확률

30% 기존 광구가 있는 경우

석유가스는 어떻게 생산할까?

저류층에 있는 석유를 펌프로 끌어올림

생산설비로 석유, 가스 분리

가스, 오일 순서대로 생산

석유 생산,처리 -> 오일, 가스 분리 -> 파이프라인 이송

원유로부터 석유제품까지

한국은 1년에 약 10억 배럴의 원유 사용

1일 250~280만 배럴

10억 배럴 x 100불 : 10조원

정제 : 끓는 점을 이용하여 탄화수소 분리

좋은 원유란?

휘발유 -> 등유 -> 경유 -> 증유

무거운 것 : 아스팔트 포장

나프타 : 화학제품

지역별 원유, 해양 동물, 육상 동물, 식물 등 들어간

좋은 원유 – 가벼운 휘발성 성분이 많은 것. 경질유

불순물 : 황

유기물 황 제거

탈황설비, 좋은 석유는 스위트 원유 <-> 사우어

연료의 품질 진화와 석유회사

프리미엄 90이상

옥탄가

석유 생산 현장 모습

생산 현장 = 정글의 법칙

탐사, 개발, 생산 장비 자동화

대한민국 : 97% 이상의 에너지 수입

유사시를 대비한 국내 원유비축

내부에 화강암 굴을 파서 저장, 지상 설비

석유 화학 산업

연료, 원료

원유 정제 -> 나프타 분해 -> 합성수지, 합성 원료

석유산업 체인

석유 생산,개발 -> 정유공장 -> 휘발유 나프타 등등

석유산업, 석유화학 산업, 전방 산업 -> 석유산업 체인

석유 개발 생산 공급이 없다면 진행되지 않음.

석유 탐사, 생산 -> 운송, 정제 및 전방산업 모두 석유 산업이다.

넓은 의미에선 제품까지도 포함

3-2 석유와 산업, 경제의 관계

석유가스의 수요

증가하는 석유가스의 수요

전체 에너지에서 차지하는 비중 감소 하지만 수요는 증가!

석유 소비량

석유 소비량은 국민의 석유 사용과는 다르다!

정제시설규모와 석유 소비량이 관련

미국이 젤 많이 소비함

싱가포르가 1인상 소비량 젤 많음

인구 증가

증가하는 석유가스의 수요

중국, 인도의 산업 구조 변화

에너지원 별 사용분야

전기차로 대체된다면 석유는 화학용으로 쓰일 가능 높아짐

전력 생산을 위해서 신재생 에너지를 저장하는 저장장치가 필요함

원하는 때에 만들 순 없어..

석유 : 가스 = 1 : 7

가스를 저렴하게 구입하여 에틸렌 등등만들자

한국의 에너지 구성

일부 우라늄 광산에서 생산

천연가스 (동해 가스전) : 1~2%

석탄 : 6~70년대 생성

한국의 발전 원료 수요

석유, 석탄, 가스, 원자력 - > 발전 원료 사용

낮 시간에 전력 사용 많음

기저 발전 : 장시간에 걸쳐 전기 발생하는 분야

전력 수요가 적은 경우 : 원자력, 석탄 발전

전력 수요가 많은 경우 : 가스, 석유 추가 발전

한국의 휘발유 가격

원유 가격이 떨어져도 휘발유 가격은 떨어지지 않는다. 휘발유 가격의 50% 이상이 세금

유가 : 70% 하락

휘발유 : 24% 하락 -> 교통세, 주행세, 교육세 포함

석유산업구조

석유와 연관산업

석유 개발 서비스, 생산 설비 디자인, 건설, 파이프 라인, 추가 물품

지상 처리 설비와 관련 산업

Wellhead, 유체분리기, 펌프, 파이프

에너지 기업은 규모가 크다!

대규모 & 오래된 석유 산업 회사

미국 상장사 중 에너지 기업 50%

30대 기업 중 20%가 에너지 기업

에너지 기업의 시장 가치 : 2~4천억 불

석유 개발 서비스

시추, 물리검층작업, 생산을 서포트하고 서비스 제공하는 회사

각종 관련 산업에 파급효과가 큰 석유 산업

Total 프랑스, ENI ㅣㅇ탈리아

중국 석유 회사 : 페트로차이나, 시노펙, CNPC, CNOOC

다양한 형태, 자국 외에도 석유 개발에 참여

스탠다드 오일 분화

석유가스의 불확실성, 위험성을 극복하려면 회사의 규모가 커야 함.

3-3 석유 확보를 위한 총성없는 전쟁

석유전쟁, 반복되는 석유전쟁으로 유가 상승

석유 의존도가 높은 한국

석유의 편재성과 유한성

중동전쟁 -> 유가 70% 급등 -> 2차 석유파동

석유개발공사 설립 (1979년)

해외 자원 개발 시작하였으나 투자 규모가 작아 큰 성과 없음

쿠웨이트의 이라크 침공 -> 해상수송 30%차지하는 곳 위험

무기 없는 전쟁

셰일 오일은 300년 이상 사용 가능

셰일가스, 셰일 오일이 주는 영향

석유를 위한 전쟁

감산정책 OPEC + 러시아

감산을 하면 수요가 줄어들지 않는 한 가격 상승

2014년 저유가 시기에 미국의 셰일가스 업체 타격 받음

사우디, 러시아의 뜻대로 되지 않음

석유 전쟁의 원인

석유는 날로 수요가 증가함

편재된 석유 매장량으로 시장을 조정할 수 있는 국가가 많지 않음

석유 매장량의 편재성, 유한성

전체 매장량의 70% 이상 차지하는 OPEC

주변 산업에 파급이 크다!

한국의 경우 조선업 타격

파이프 등 각종 기계 영향 받음

석유의 에너지 안보

주요국의 석유 자스 가원 개발율, 프랑스, 이탈리아, 중국, 일본 한국 등..

단기 이익이 아닌 국가 안보 차원, 장기적 경제성 기반

중동, OPEC – 자국의 자원 개발

인도, 미국, 중국 – 자국의 자원, 개발 수입

수입에 의존하는 일본과 한국

해외자원개발, 대규모, 장기적, 기술 의존성

석유가스 산업은 10년 이상을 내다보고 추진하여야함

석유의 미래

석유의 시대는 끝났다.

2004, 2005년 유가 급등

유가는 100불 이하로 떨어지지 않는다

2014년 이후 유가 하락

유가와 신재생 에너지 산업

낮은 유가 -> 신재생 산업 투자 X

높은 유가 -> 신재생 산업 투자 O

고유가 -> 생산 설비 증가 -> 과잉투자 -> 생산 급증, 유가 하락 -> 투자 기피 -> 자연 감퇴 -> 생산량 감소 -> 고유가….

변하는 에너지 패러다임

신재생 에너지의 단가가 낮아진다면?

환경 요금, 탄소세가 부가된다면?

석유 확보 전쟁의 근본 원인

주요 에너지원이 연료와 원료로 사용

주변 산업에 영향을 줌

에너지 안보

지속적 투자 필요

3-4 산유국 중동은 축복의 땅인가?

석유 매장량과 중동 국가

가와르 유전 : 500만 배럴 생산, 사우디 아라비아

한국이 LNG를 가장 많이 수입하는 나라 : 카타르

OPEC의 등장과 파워!

OPEC(12개국)

사우디 아라비아, 이란, 이라크, 아랍에미리트, 나이지리아, 인도네시아(탈퇴)

전세계 매장량의 80%, 전세계 생산량의 30%

생산 중단 -> 공급 감소 -> 유가 상승

OPEC의 감산에 촉각을 곤두세움

OPEC의 생산량이 유가에 영향을 줌

OPEC의 생산량 감축과 유가

셰일가스, 셰일 오일의 개발 생산 -> 유가 감소

몰래 감산을 어기는 경우 생김

러시아 : OPEC은 아니지만 유가 상승을 위하여 힘씀

치킨 게임의 시작

사우디 증산 -> 유가 하락 -> 셰일가스, 셰일오일 업체 도산

셰일 오일의 특징 : 초기 감퇴가 심하여 일정량 시추하여야 생산 유지됨, 투자 감퇴,

OPEC 증산!

셰일가스 생산업자가 생산단가 낮추자 사우디 전략 안통하게됨

국제 유가가 국가 재정

저유가 지속으로 산유국의 국가재정에 문제가 생김

러시아 : 수출의 68%

베네수엘라 : 95%

국가 예산 : 75%

고유가 시기에 익숙해진 산유국은 재정 팽창을 여기에 맞춤

OPEC 국가재정 균형 유가

국가재정 균형을 위한 최소한의 유가

고유가 시기 : 국가 재정 균형 유가 높음

저유가 시기 : 국가 재정 균형 유가 낮음

OPEC의 미래 준비

석유 수출 의존도가 높은 국가는 어떻게 해야할까?

석유 산업의 부가가치 창출

원유 수출 -> 원료 수입

원유 직접 정제하여 원료 수출 -> 부가가치 창출

미국 : 오일샌드, 캐나다 : 셰일오일

중동의 태양광 발전

석유 산업으로 올린 수익을 이용 , 국가의 지속 가능한 산업 육성

중동의 미래 산업

사우디와 아랍에미리트, 쿠웨이트의 집중 산업 육성 항목

무역, 금융, 정보통신, 관광

4-1 지질박물관을 찾아서

석유탐사, 개발 관련 암석 시료와 모형

퇴적암 : 과학적 퇴적암, 유기물 퇴적암, 쇄설성 퇴적암

2미리 이상 : 역암, 이하 ~ 0.064: 사암, 이하 : 이암

암석의 특성 분석 : 투수율, 공극률, 공극을 채운 유체들의 특성 분석

캐나다 오일샌드 : 검은색 사암, 하얀색 이암

사암의 공극 사이를 비투멘이 채우고 있기 때문

석유 생산 방법으로는 생산 불가능, 노면 채취, 스팀주입 등을 활용하여 회수

땅 속의 석유를 어떻게 찾을까?

99% 이상의 석유가 땅 속의 유기물 기원

근원암 -> 저류암

석유의 부존과 지구

나라별로 다양한 종류의 석유 생성

유기물 종류 -> 만들어진 심도

석유 집적구조(Trap) 상부엔 캡락

판게아 구조 잘 생각하면 도움이 된다!

석유저류층

트랩, 캡락:석유와 가스를 모아두는 역할

투과성 매체 : 오일, 가스, 물

배사 구조

탄화수소 생성 능력, 집적구조, 캡락이 순차적으로 작용

석유 시스템

아프리카와 브라질

4-2 석유가 숨어있는 집 찾기

유전 개발 싸이클

1. 저류층 구조 확인
2. 시추위치 결정
3. 탐사정 시추(석유 유무 확인)
4. 저류층 평가(석유 유뮤, 석유량 등 평가)
5. 평가정 시추(정확한 양, 생산 능력 등 확인)
6. 개발계획(매장량, 생산량, 시추정 수량, 판매 등)
7. 생산(대략 2~30년 생산)
8. 폐공(시추공 정리)

저류층 구조 확인(Trap)

석유가 있는 집을 찾는 것

어떻게 찾을 수 있을까? 지진파 이용

지짚나가 돌아오는 시간 측정

밀도가 같은 경우 탐성파 탐사

다이너마이트 -> 수진기

최근에는 트럭, 에어건을 이용하여 진동 발생

이런 구조가 없는 지역? 사업 종료

시추위치

물이 나오면 드라이 웰, ,오일이 나오지 않으면 건공

최상부 시추

브라질에 있는 해상 반구 탐사 실패의 원인? 암염돔

암염돔 구조는 가장자리 시추

하나의 시추공으로 두 개의 저류층 동시 시추

오일층이 두꺼울수록 전체 석유 매장량 증가

탐사 시추

지상, 저류층 고속도로로 잇는 것!

탐사시추 : 석유의 부존을 확인하기 위한 시추

시추 -> 케이싱 -> 시멘팅

암편을 지상으로 끌어올리기 위해 머드 넣기

시추 비트에서 나오는 열을 줄여줌, 바닥 면 암석 파편들을 지상으로 회수

시추 시스템

해상이 육상보다 어려움

BOP시스템, 머드 순환 시스템, 등

시추액 순환 시스템

시추 비트의 열을 줄여주기 위하여 물(머드)을 넣음

드릴파이프 안에 넣으면 비트로 나옴 애널러스

셰일 셰이커 -> 머드 핏스-> 머트 펌프로

다양한 시추 방법

수직 시추, 방향성 시추, 수평 시추

시추 유형 결정

저류층 형태와 경제성에 따라 결정

다양한 시추 장비

BOP(Blow Out Preventer) : 방폭 장치

유사시 발생할 수 있는 높은 압력 폭발 방지

드릴 파이프, 시추 비트, 동력 장치 : 모터로 드릴 파이프 회전, 테이블 자체를 회전

케이싱, BOP

트럭

용도에 맞는 다양한 트럭과 저장장치 필요

비트 : 땅 속에 있는 암석을 깨서 구멍을 만듦

코어비트 : 저류층의 온전한 암체를 원하는 경우 사용

드릴 파이프 : 일반적으로 9m, 드릴 파이프를 계속 연결하며 지속적으로 시추

4-3 석유가 집에 있는지 확인하기

물리 검층(Well logging)

목적 : 저류층에 있는 여러가지 인자들을 찾아내는 것

OIIP

BO : 저류층 상태에 있는 석유의 부피가 지상으로 오면 얼마큼 변할까?

전체 저류층 크기, NTG, 등등..

초기 매장량 평가뿐 아니라 생산 중에도 사용

물리 검층 원리

물리검층 트럭(모든 장비를 싣고 다님)

물리 검층은 다국적 서비스 기업에서 제공

전체 저류층의 부피

공극률 계산(암석의 밀도차 이용)

Soil : 오일포화도 (오일과 물의 전기 비저항차 이용)

탄성파 탐사로 저류층 면적 구하기

시추로 물과 기름의 경계면 두께 계산

코어링(지하의 암석 샘플 회수)

샘플로 공극률과 오일 포화도 등 측정

측정값을 물리검층값과 비교

두께 : 공극이 많은 암체(사암층)의 두께

0에 가까울수록 사암층, 오른 쪽으로 갈수록 저류층으로 부적절

공극률 : 음파를 넣어 음파가 도달하는 시간 측정

빨리 도달 -> 공극이 적다

느리게 도달 -> 공극이 많다

실험실 측정값과 비교하여 상대적인 저류층 공극률 계산

오일이 많이 들어있으면 비저항 값이 크게 나타남

4 – 4 얼마나 큰 규모로 존재하는지 계산하기

자원량 OIIP

자원량 : 지하 저류층의 공극에 존재하는 탄화수소의 총량

매장량 : 기술적, 경제적으로 지상으로 끌어올릴 수 있는 자원량

Boil = 오일체적계수

RF = 회수율 (Recovery Factor)

석유 회수증진기술 : 잔존 탄화수소를 지상으로 끌어올리는 기술

지상 : 압력이 낮음, 지하 : 압력이 높음, 가스 올라오면 부피증가!

오일체적계수 > 1, 지상에서 부피 감소

지하 : 오일+가스 (용해가스)

지상 : 오일, 가스 (오일의 양 감소)

자원량 : 전체의 면적, 저류층의 두께

저류층 : 암석의 알갱이, 유체

물보다 가벼운 가스와 오일은 상부에 위치

대부분의 오일전은 가스를 함유

대표값을 나타낸다는 것은 불확실성과 위험성이 크다

자원량 및 매장량 계산

자원량과 매장량 계산의 불확실성

광구의 면적, 저류층의 면적이 많이 달라질 수 있음.

하나의 시추공 정보만으로 전체 저류층 계산 가능???

매장량 변화 경향

매장량을 계산 인자들은 생산과 함께 불확실성이 작아짐

매장량은 경제적, 기술적 회수 가능양 -> 유가에 따라 매장량 증감

E&P 사업의 투자회수 특징

투자 -> 회수 저류층 압력 하락

4-5 얼마나 지상으로 끌어올릴 수 있을까?

석유 유체의 특성

유체의 종류에 따라 달라지는 회수율

경질유, 오일샌드

유체의 특성, 저류층 암체의 투과도에 따라 달라짐

석유의 유체는 석유가 생산되는 지역별로 다양

석유의 활용

연료 70% 이상, 석유화학 제품(20% 내외)

좋은 원유란?

돈이 되는 것(가벼운 탄화수소, 가벼운 석유)

황의 성분이 적은 것 : 스위트 원유

땅속 원유를 지상 생산시 양이 달라짐

원유최적계수(formation volume factor)

휘발 성분이 많을수록 증가 (석유 : 1.1 ~ 1.3)

매장량이 많다 는건 잘 생산할 수 있는 건 아니다!!

투과도

생산성 분석(Well Test Analysis)

생산량, 실제 현장에서 저류층의 투과도 측정

생산 예측

생산 단계별로 다양한 방법(Reserve estimation)

아날로그, 볼륨메트릭, 물질수지계수 방법, 디클라인 커브 분석, 뉴머리컬 시뮬레이션

여러 개의 방법을 사용하여 서로 교차 검증

저류층의 상태에 따라서 달라짐 : 워터 인젝션, 가스 인젝션

회수율

유체의 종류, 저류층의 특성과 관련

Oil well, solution gas : 10 – 20%, Gas cap : 20-40%, water drive : 40 – 60%

오일의 회수율 평균 30%

가스의 회수율은 오일에 비해서 높은 편

석유회수증진기술(EOR)

이차 회수

압력 유지를 위하여 지하에 가스와 물 주입

**문제 1**

1. 유전 개발 사이클과 관련된 설명 중 올바르지 않은 것을 고르시오.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 유전 개발 사이클의 첫 단계는 저류층 구조 확인으로 시작된다. |
|  |  | 머드 순환 시스템의 기능으로는 드릴 비트의 냉각, 암석 파편 회수 등이 있다. |
|  |  | 탐사정 시추 단계는 시추-케이싱-시멘팅 순서로 이뤄진다. |
|  |  | 저류층 구조 확인 단계에서 물리검층을 통해 구조를 파악한다. |

**5 점수**

**문제 2**

1. 다음 설명 중 올바르지 않은 것을 고르시오.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 전기 비저항을 이용하여 오일포화도를 계산할 수 있다. |
|  |  | 모래는 석영으로 이루어져 있으며, 감마선량이 많이 검출된다. |
|  |  | 암석의 밀도가 작을수록 지층 내 음파를 터뜨린 뒤 수신기로 되돌아오는 시간이 오래 걸린다. |
|  |  | 시추 작업 중 코어링을 하여 저류층 암석 샘플을 회수할 수 있다. |

**5 점수**

**문제 3**

1. 다음 보기의 내용 중 (A)에 들어갈 가장 알맞은 단어를 고르시오.

<보기>

한국과 같이 에너지 자주 개발율이 낮고 해외 의존도가 높은 경우에는 유가의 급격한 변동 발생시 이를 원료로 하는 발전 산업, 석유화학 산업 등에서 큰 타격을 받는다. 이처럼 우리가 생각하는 것 이상으로 석유 산업은 다른 산업분야에 파급효과가 크다.

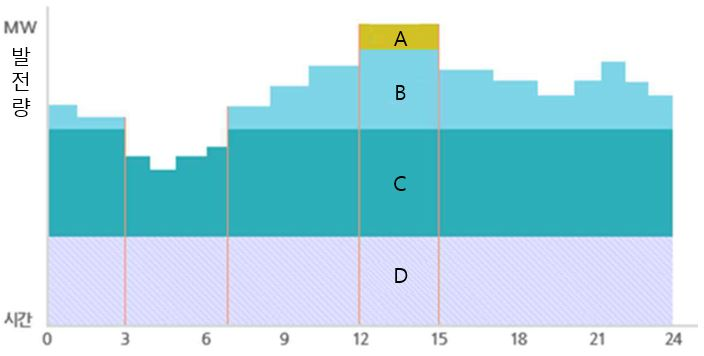
따라서, 정부 및 관련 부처는 에너지 수입원 다각화 모색과 장기적인 경제성에 기반한 에너지 정책을 추진하여 (A)을/를 확보해야 한다.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 에너지 안보 |
|  |  | 신재생 에너지의 발전 효율성 |
|  |  | 석유개발 운영권 |
|  |  | 석유개발 기술력 |

**5 점수**

**문제 4**

1. 다음 그림은 한국의 시간에 따른 에너지원별 발전량을 도식화한 것이다. 에너지원 A~D에 대한 설명으로 옳지 않은 것을 고르시오.

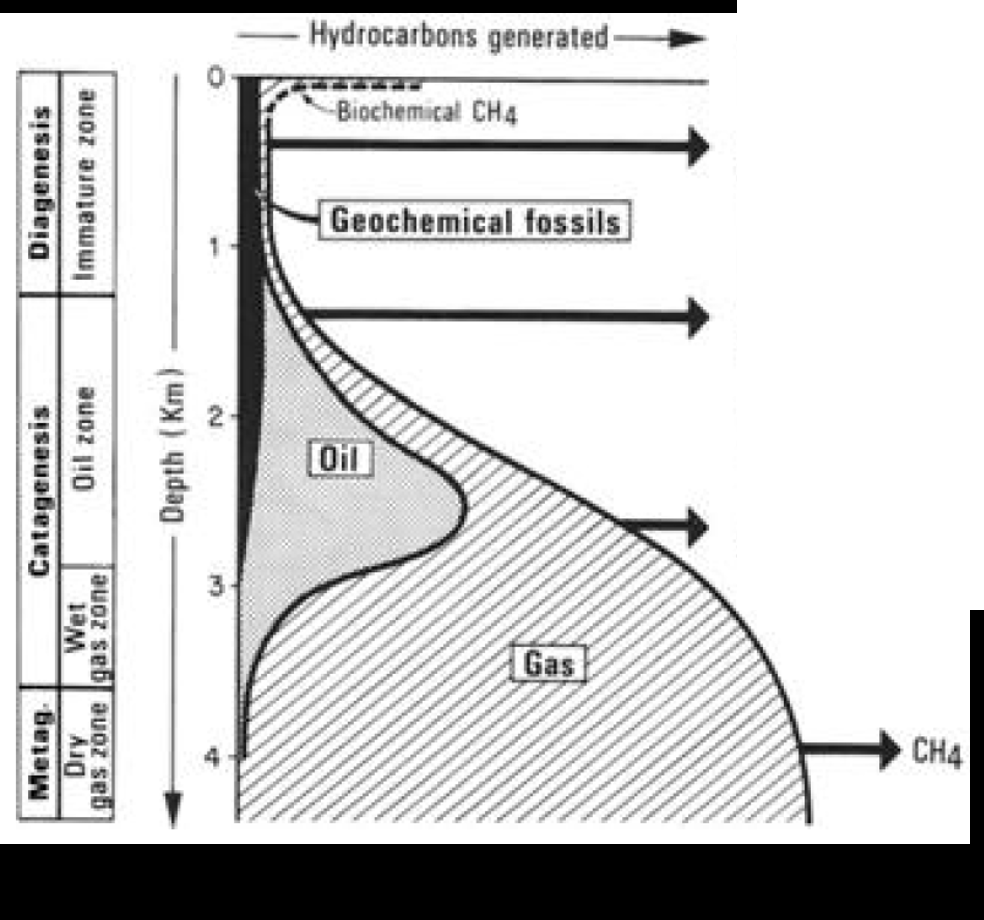


|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | D는 기저발전용으로 사용되어 왔으나 최근 한국의 정부 정책으로 인해 발전원으로써 역할이 기피되고 있는 분위기이다. |
|  |  | B는 상온에서 액체 상태이다. |
|  |  | C는 주로 파이프라인을 통해 운송하며, 발열량이 높아 난방용으로 사용 가능하다. |
|  |  | A는 추가발전을 위해 사용된 에너지원이며, 에너지원 사용량 중 4번째 순위에 해당한다. |

**5 점수**

**문제 5**

1. 아래 그림과 <보기>를 활용하여 자원량, 매장량에 대한 설명 중 틀린 것을 고르시오.



<보기>

Reservoir rock 가정

- 암석부피: 1000m3

- 공극률: 30%

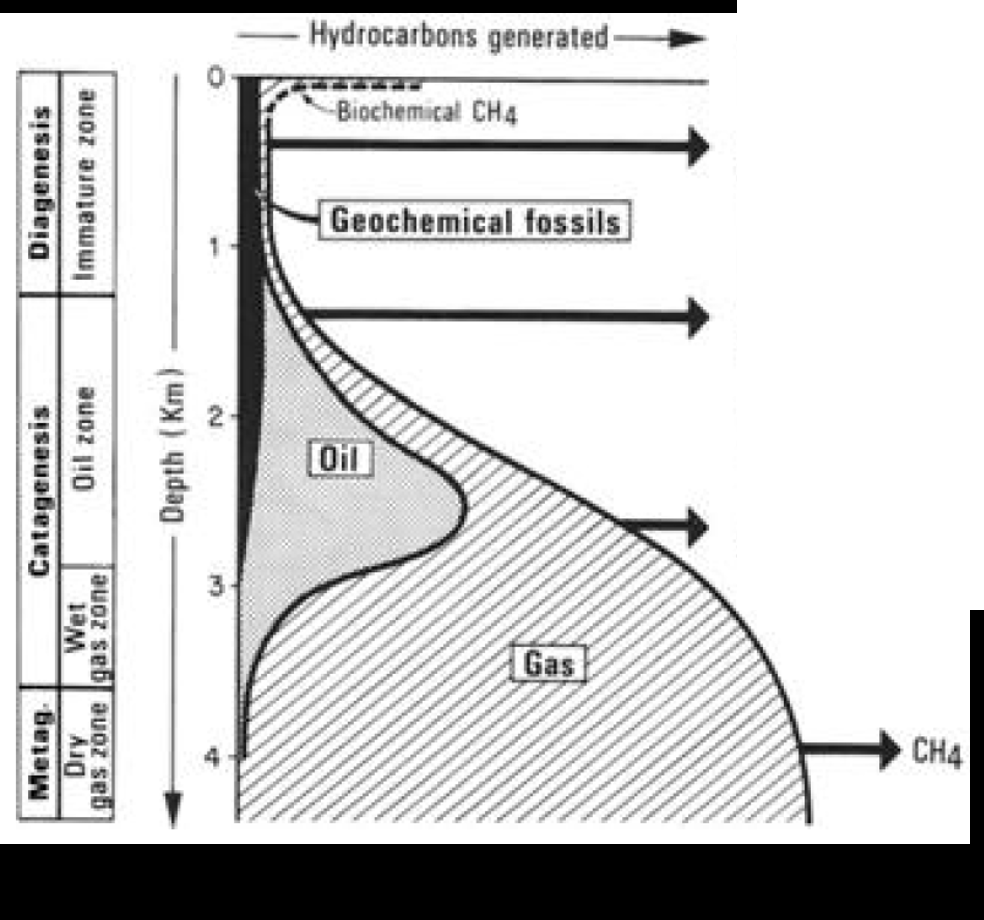
- 회수율: 50%

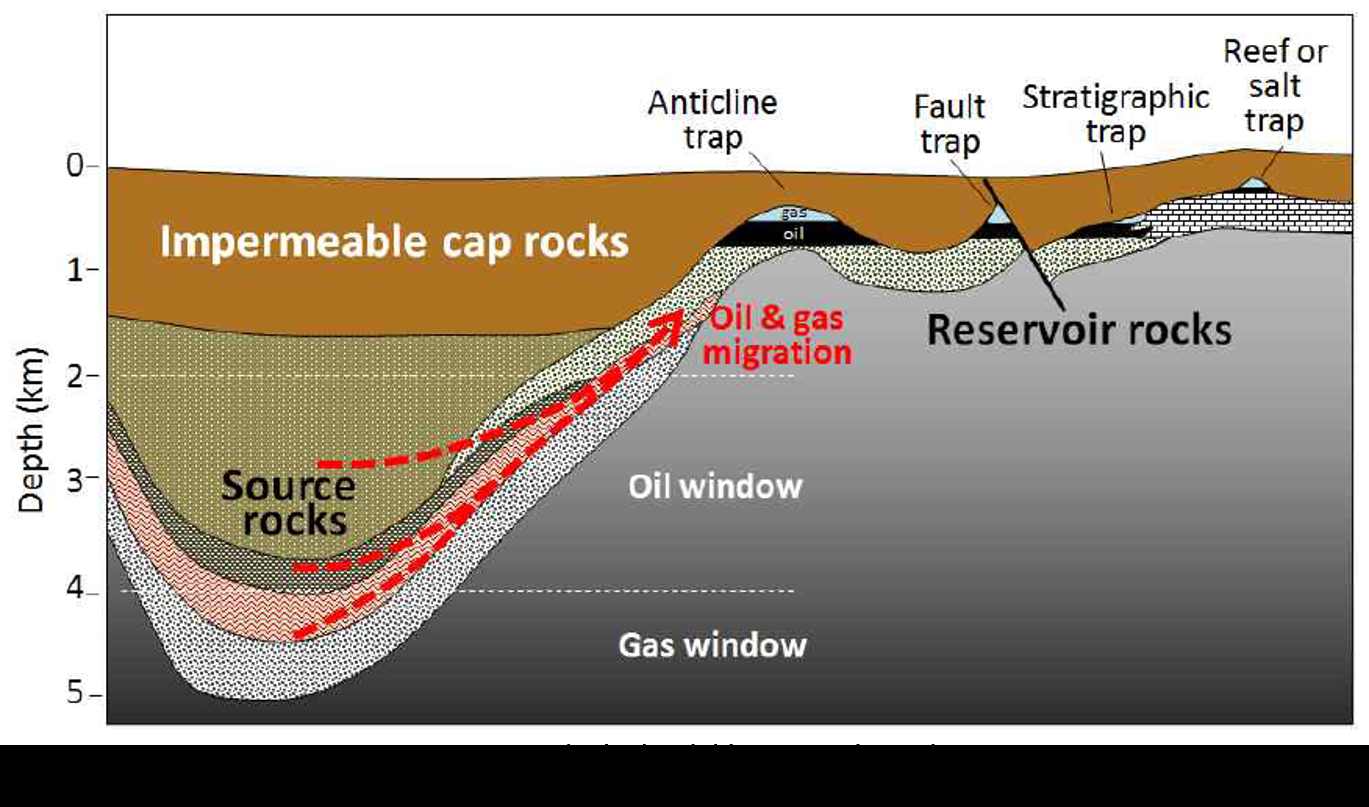
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | <보기>의 reservoir rock에서 오일포화도가 50%이면, 자원량은 75m3이다. |
|  |  | Reservoir rock의 공극률이 감소하면 자원량도 감소한다. |
|  |  | 매장량의 값이 50%의 확실성을 가지면 추정매장량이라고 할 수 있다. |
|  |  | A 지역 내 4km 깊이의 source rock에서 탄화수소가 생성되었다고 확인된 경우, 오일 매장량은 75m3보다 적을 것이다. |

**5 점수**

**문제 6**

1. 아래 그림을 참고하여 틀린 설명을 고르시오.





|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | A 지역 내 source rock의 3km 깊이에서는 가스 발생량이 오일 발생량보다 많다. |
|  |  | Reservoir rock의 매장량 평가 시 오일 포화도를 사용해야 하므로 가스, 오일 층의 층간 접촉면을 구분해야 한다. |
|  |  | Source rock에서 생성된 탄화수소는 압력, 밀도차에 의해 이동하고, 셰일과 같은 reservoir rock으로 이동한다. |
|  |  | Reservoir rock에 구조적 trapping이 된 탄화수소는 밀도차에 의해 가스, 오일 층으로 분리된다. |

**5 점수**

**문제 7**

1. 다음 보기와 관련 석유 산업을 올바르게 묶은 것을 고르시오.

<보기>

a. A사는 미국 이글포드 지역에서 생산된 셰일가스를 정제소까지 이송하기 위한 파이프라인 건설 입찰을 따기 위해 준비 중이다.

b. B사는 중동 지역에서 생산된 원유를 시장에서 판매하기 앞서 유가 예측을 하고 있다.

c. C사는 동남아시아 해상가스전에서 가스 생산 도중 생산파이프에 문제가 생겨 관련 서비스 회사에 점검을 요청하였다.

d. D사는 해외에서 수입한 원유를 비축하기 위해 대형 탱크를 건설 중이다.

e. E사는 지질학 박사학위 소유자를 다수 채용하여 저류층 구조 확인에 전문성을 갖추고 있다.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 상류부문-b, 중류부문-c |
|  |  | 중류부문-e, 하류부문-b |
|  |  | 상류부문-c, 하류부문-b |
|  |  | 상류부문-a, 하류부문-d |

**5 점수**

**문제 8**

1. 아래 그림을 참고하여 다음 설명 중 틀린 것을 고르시오.



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 산유국 입장에서 고유가 시기에 균형유가를 높게 책정하였는데, 갑작스러운 저유가 시기가 오면 증산해야 한다. |
|  |  | 베네수엘라는 고유가가 부분적으로 지속되었던 2014년에도 재정상태가 좋지 않았을 것이다. |
|  |  | 2014년 중반부터 국제유가가 급락한 것은 미국의 셰일 산업의 성장을 방해하기 위해 중동의 일부 산유국에서 원유를 지속적으로 증산했기 때문이다. |
|  |  | 쿠웨이트가 석유개발 기술을 개선하여 생산단가를 낮췄다면 2015년 말 시점에서 균형유가가 국제유가보다 낮을 수도 있다. |

5 -1 지하의 석유를 어떻게 생산할까?

해상광구

생산설비 플랫폼, 여러 광구에서 생산물들을 한 곳으로 모아 지상으로 송출,

유체 처리기와 지상에서 처리

육상광구

생산정에서 가스 오일 물 한꺼번에 생산

분리된 가스와 물을 재주입하여 애너지 보충

저장탱크, 메인 파이프라인을 통해 정유소와 시장으로 송출

잉여가스 생산으로 전력 생산 및 이용

석유가 부존할 수 있는 구조를 찾는 것부터 시작

물리탐사선 : 지상의 파동을 지하로 전달

지층의 경계면에서 반사된 파를 통해 포집

파동 시차를 이용하여 지하의 형태 모양 파악

Air Gun을 이용하여 파동 전달

해상의 장점 : 배의 속도에 따라 어느 곳이든 쉽게 접근 가능

석유 생산 단계: 저류층에 석유.. 대기압에 의해 지상으로 분출

에너지 = 압력 ‘천공’, 저류층과 생산파이프 연결

화약을 이용해 구멍 뚫어버림

펌프 : 로드빔 펌프(메뚜기)

유정 완결

생산 준비 과정

Open Hole -> Slotted Liner -> Gravel Pack -> Cemented Cased& Perforated

저비용, 불안정 고비용, 안정

석유 생산 시스템

유체 분리기, 지상 생산 설비

지상 압력 변화 -> 저류층 압력 변화, 유체 압력 변화 -> 지상설비

하나의 시스템으로 묶어 해석하여야 생산 효율성 증가

생산 펌프(Production pumps)

유체 > 기체

에너지, 압력, 밀도

기체는 펌프가 필요 없는 경우가 많음

탄화수소, 중질유 -> 오일샌드

저 고

빔 펌프, 로드 펌프, 다운홀 펌프, 가스 리프팅

효율적, 저비용 생산 가능

지상 생산 설비

정두(Wellhead) -> 유체분리기(Separator)(분리된 가스처리 재활용 또는 태우기) -> 운송(Transport) 탱크에 저장된 오일을 파이프라인(또는 트럭)을 통해 시장에 판매

지상 처리 설비

해상 : 복잡하고 운영이 어려움 -> 고비용

육상 : 운영이 쉬움

FPSO (Floating Production Storage Offloading)

생산의 경제성이 떨어져 생산을 중단하게 되면?

밸프를 열어둔 채(밸브만 닫은 채) 철수 -> 원주민들이 밸브를 열어 남은 원유 사용 -> 인근 호수들이 오염

폐공(Plug & Abandonment)

홀을 막고 진흙과 시멘트로 묻어버리는 것, 비용이 많이 드니까 충분한 비용 확보 필요

파이프라인

미국에 전체의 65% 이상! 100년 전부터 사용…

텍사스까지 가는 캐나다의 오일샌드 (2000km 이상)

오일 : 4~8 km/h

가스 : 40km/h

탱커(Tanker)

VLCC, ULCC

파나마 운하를 지난다면 Panamax

수에즈 운하를 지난다면 Suezmax

5-2 석유만 생산될까?

1. 공극률

공극 : 석유가 들어있는 공간, 사암층에 많음.

공극률 : 유체가 존재할 수 있는 총 부피

공극률 측정 방법 : 시추할 때 나오는 코어에 물을 주입하여 확인, 전체 무게중 물의 비중으로 간접 확인

공극률이 크다는 것은 생산하고 직접 관련은 없다!

공극률이 크면 클수록 투과도가 증가

1. 암석의 공극률

암석의 종류에 따라 다름. 어떤 유형의 저류층을 찾으면 될까? : 굵은 모래

분급(sorting)에 따른 공극률 크기

미고결 사암층 : 30%, 고결 사암층 : 20%, 저투수율 저류층 : 10%

공극률 -> 매장량과 관계있음.

투과도 -> 생산

1. 투과도

유체가 다공질 매체를 잘 흐르는 정도

단위 : 다르시(Darcy, D)

다르시 방정식

일정 기간동안 휩쓸 수 있는 정도

공극률 <-> 투과도

일부 암석의 종류에는 연결되지 않은 공극이 존재!

1. 저류암의 투과도 범위

0.001D = 1md

Md의 숫자가 크면 클수록 유체가 잘 흐름

오일샌드 : d unit 사용 생산이 잘 안됨(유체의 점성도 때문)

셰일가스, 타이트가스

0.1md보다 작음

5. 포화도

넓은 지역에 분포, 공극을 이루고 있는 비율이 달라질 수 있음. 투과도가 작으면 분명한 경계가 나타나지만 경계면이 두꺼워짐

포화도 : 공극을 채우고 있는 유체의 비율

S0 + Sw = 1

1. ㅁ
2. 습윤도

물 친화적이면 석유 생산에 유리, 알갱이들이 오일 친화적이면 오일 생산 어려움

기름을 더 많이 생산하기 위해 -> 유체들과 암석들간의 친화도를 변경

유체가 고체 표면에 달라붙거나 떨어지려는 정도

5-3 석유를 생산할 때 필요한 에너지

1. 석유회수 단계

석유 생산 : 오일을 생산정으로 이동시켜 최종적으로 지상으로 이동시키는 일

저류층 압력이 높은 상태에서 많은 생산 -> 저류층 에너지 소진 (압력 감소)

1차 회수 : 저류층 내 에너지 활용

2차 회수 : 외부에서 에너지 제공

3차 회수 : 석유회수증진 (EOR) : 암석과 유체의 성질 변경

1. 저류층 에너지

1차 회수 : 석유 생산이 저류층의 자연 압력을 이용하여 이루어 짐

심도가 낮은 지역에 있는 석유(특히 중질유) 1차 회수가 불가능 할 수도 있음

1차에서 2차 회수여부 판단

1. 저류층 에너지의 유형

저류층의 압축 : 오일, 가스 압축률

물의 압축 : 하부 및 인근 대수층

중력 : 저류층내 물과 오일의 분리

저류암 자체 에너지 : 공극 내 삼투압

1. 저류층 구성 물질의 압축률

압력에 따라서 변화율이 큰 것이 압축률이 큼

압력 -> 부피 변화 -> 생산 에너지

1. 자연 감퇴 생산에너지(Depletion Drive)

압력이 감소될 때 저류층 내에 있는 유체들의 부피가 팽창하면서 생산

압력 감소 -> 가스 팽창 -> 오일 생산

생산 초기 높은 오일 생산량과 낮은 가스 생산비율 -> 압력 하락후 가스의 생산비율 급증

최대로 이용하여 생산하려면?

가스의 생산을 최대한 늦추거나 억제

가스와 오일이 분리되지 않고 하나의 유체로 생산되게 만드는 것

1. 상부 가스 생산 에너지

저류층 압력 하락 -> 상부 가스 부피 팽창 -> 생산정으로 오일 이동

가스 코닝 주의 -> 더 하부로 천공 뚫어

1. 물 생산 에너지

석유 생산의 지속성은 하부에 있는 대수층의 크기와 양에 따라 달라짐.

워터 코닝 : 생산 파이프가 물층에 가까이 있을 경우 물이 많이 생산됨

1. 복합 석유 생산 에너지

상부에 가스캡, 하부에 물층, 복합적으로 석유 생산 에너지가 작동

5-4 석유를 많이 생산하려면?

석유, 가스 모두 존재함. 점성도가 달라지면서 생산량도 달라짐. 저류층내 탄화수소 유체의 특성에 따라 달라짐.

1. 탄화수소 유체 저류층 유형

오일 저류층 : 주로 오일과 가스를 생산하는 저류층

전통오일 : 블랙 오일, 휘발성 오일

중질유 : 베네수엘라의 초중질유, 캐나다의 오일뭐시기

가스 저류층 : 주로 가스를 생산하는 저류층

건가스 : 항상 가스 상태로만 존재(메탄가스 등)

습가스 : 액체 상태의 탄화수소가 존재하는 가스

가스 컨덴세이트 : 액체 탄화수소를 포함한 가스를 생산하는 저류층

한국의 동해 가스전도 일부 컨덴세이트를 생산

기포점 : 기체가 발생하기 시작하는 압력

1. 저류층의 압력과 유형분류

용액 가스 형태로 존재(솔루션 가스)

생산시 압력 하락 -> 녹아있던 가스가 기포 형태로 배출(기포점 압력)

저류층 압력 > 기포점 압력 : 오일 => 비 포화오일 저류층

저류층 압력 < 기포점 압력 : 가스 => 포화오일 저류층 잉여 가스가 가스형태로 존재

비포화오일 저류층 : 오일만 생산

포화오일 저류층 : 오일보다 빨리 움직이는 가스의 생산량 증가

저류층 압력을 기포점 압력보다 높게 유지하고 싶어함.

1. 석유 회수 증진 기술

유체의 이동도를 제어하여 다공질 매체내에 남아있는 오일의 포화도를 낮추는 것.

물의 점성도 > 오일의 점성도

주입하는 점성도를 높이고 오일의 점성도를 낮춰야함!

오일의 점성도 감소

1:열 공법 : 물을 끓여서 스팀을 주입

2: 솔벤트 주입 : 가스가 오일과 섞여 전체적인 점성도를 mixing에 의해 낮춰줌

물의 점성, 오일의 점성도 변화, 물과 기름의 이동도 조절 : 석유 증산

1. 2차 회수

압력 유지를 위하여 원유 생산시 나오는 물질 재활용

가스 인젝션, 워터 인젝션

1. 3차 회수

열 공법 : 얻기가 쉽고, 많은 양 공급 가능, 대기압에서 100도 후 온도 변화가 없음.

에너지 -> 잠열 액체화되면서 잠열 에너지 방출, 오일의 점성도를 낮춤

물 : 열을 전달하기 위한 아주 좋은 매체

점성도가 일정하게 낮아서 충분히 생산이 가능한 경우, 다른 화학물질을 집어넣어서 밀어냄.

폴리머라는 화학 물질 넣으면 젤처럼 되서 쭉 밀어냄. 폴리머 플러딩

물 주입법, 포화도분포

1. 생산 펌프

장소와 때에 따라 다양한 펌프 사용

유체의 종류와 생산량을 고려하여 적합한 펌프 사용

자연압+ 펌프 : 생산량 증가 가능

지점의 압력이 낮다.

중간 지역에 클레이와 같은 다공질 매체를 막거나 천공을 막을 수도 있다. 트래픽 잼 -> 투과도 하락

이 부분들을 청소하는 법 : 유정 자극법

1. 유정 자극법

산처리법 (액시다이징) : 산(염산, 질산)e을 주입하여 생산정 주변 청소

투과도를 개선하여 생산성 증가

수압파쇄 : 셰일가스 생산에 이용하는 기술

생산정에 고압으로 물을 주입하여 저류층 파쇄

수평정을 이용하여 저류층 접촉 면적 확대(수평시추와 결합)

6-1 비전통자원의 등장

비전통 자원 = 옛날의 전통유전의 오일과 가스와는 다른 탄화수소 자원

비전통자원은 생산이 용이하지 않아 탄화수소 회수를 위해 특별한 일을 해야함

중질유, 고점성 오일, 타르 샌드 : 추가 작업 요구

액체가 아닌 고체 오일 생산을 위해 특별한 기술 요구, 상업적 생산은 이루어지고 있지 않음.

석탄층 메탄가스는 미국 총 가스의 8%가량을 공급

석유 발전 초창기 : 찾기 쉽고 저렴함, 이런 석유는 이미 다 찾음

1970년대 이후 미국 : 장기적 에너지 수급에 관심

전통자원량 / 비전통자원량 / 대량/생산의 어려움

1. 왜 비전통자원인가!!

2000년대 중반부터 고유가 시작

석유를 찾기 위한 노력 : 석유 회수 증진 법인 EOR, 새로운 유전 찾기

석유가 남은 곳 : 심해, 극지방

셰일가스, 오일샌드 : 탐사 위험 없음, 매장 위치가 확인된 비전통자원

1. 투수율과 점성도

점성도, 투과도 : 비전통자원

저류층 -> 생산 잘 안됨. 투수율올리고 점성도 낮추고

셰일가스, 치밀가스 : 저류층 투과도 낮음

투수율 올림 : 고압의 물을 지층에 주입하여 지층 쪼개기

오일샌드, 초중질유 : 오일품질이 낮아 점성도 낮음

점성도를 낮추지 않고는 유체 생산 불가

열로 점성 낮추기

수압 파쇄, 열공법

공극률 크고, 투수율 크고 모래로 된 사암층

탄층, 타이트 샌드, 셰일 : 투수율 작음. 유체 통과 능력 떨어짐

오일보다 점성도 낮은 가스 : 유동성 Good~~

물 : 점성도 낮음 꿀, 시럼 : 점성도 높음

높은 점성도는 유체 유동에 부정적 영향을 미침

1. 주요 비전통자원 및 개발

비전통오일 : 중질유, 오일샌드, 오일셰일 -> 점성도

비전통가스 : 치밀가스, 셰일가스, CBM -> 투과도

개발의 어려움 : 복잡한 탄화수소 집적 구조, 생산 운영의 어려움 및 고생산 비용

환경무넺 야기

1. 비전통 석유자원

오일의 점성도가 커 생산비용 많이 듦

베네수엘라 초중질유 : 2.2조 배럴

캐나다 오일샌드 : 1.7조 배럴

미국 오일셰일 : 열, 에너지를 공급하여 석유 변환

케로젠(미성숙 유기물), 비전통자원 중 비용 가장 많이 들어감

1. 초중질유 및 오일샌드

비중값 = API

기준 : API 10 (물)

22보다 작으면 중질유

헤비 오일 – 프라이머리 프로덕션

스팀 주입법

1. 오일셰일

케로젠(미성숙 유기물)

고온으로 가열하여 석유로 전환

셰일오일 : 셰일층에서 나오는 오일

오일셰일 : 기름기가 있는 셰일층

케로젠에서 가열

오일셰일 자원량 : 미국 2조 배럴

개발을 위하여 1940년대부터 국가 차원 지원

메이저 회사가 고유가 시기마다 상업화 위해 노력

셰일가스보다 비용이 많이 들어가는 오일셰일은 중단

1. 비전통 가스자원

트랩, 타이트 가스(source Rock에서 빠져 나왔지만 멀리 못 가는 것)

셰일가스 : 셰일층에서 가스가 만들어지고 그 상태에서 빠져나가거나 빠져나가지 못하고 남아 있는 부분들을 개발하는 것.

근원암 = 셰일층

타이트 가스, 타이트 오일 : 저류층이 셰일가스가 아닌 경우

치밀한 암석 때문에 갇힌 경우

셰일가스 (근원암 = 저류층)

타이트가스 (근원암 != 저류층)

천부에 매장되어 있는 가스층

자원량 33,000Tcf 정도의 비전통 가스량

전세계 가스 매장량인 6,600Tcf보다 5배 많은 양

낮은 투수율 -> 천공, 수압파쇄

1. 치밀 가스

저류층의 투수율, 투과도가 0.1md보다 작음

생산기술 : 천공, 수압파쇄

다층구조일 경우 수직정으로 지층 통과

1. 셰일가스

셰일층의 공극이나 파쇄대에 Free Gas로 존재

생산 기술 : 수평시추, 다단계 수압파쇄

미국의 셰일가스

전통자원을 모두 소비하여 비전통자원만 남음

파이프라인

시추, 수압파쇄 기업 존재

1. 에너지란?

석탄에 함유된 메탄가스

중국 지하탄광 폭발사고(석탄층 내 메탄가스)

안전사고 방지를 위하여 메탄가스 추출하여 버리거나 활용했으나 가스를 개발하여 전문적으로 사용)

석탄이 많은 나라 위주로 발전

6-2 비전통자원은 어떻게 개발할까?

1. 비전통자원 개발의 특징

대규모 개발 생산, 시추공 & 대형 생산설비

시추공 횟수 비전통자원 < 전통자원

셰일

시추공 간격 : 200~400m

비전통자원은 많은 파이프 필요, 기타 산업에 영향을 줌

1. 오일샌드 생산 체인

오일샌드의 생산방법 : 점성도가 높지만 매장 깊이가 상대적으로 낮음,

매장된 곳 : 노천, 지하심부

뜨거운 물 -> 모래/오일 : 비투멘

비투멘 분리 : 높은 점성도 때문에 분리가 잘 안됨

분리기에 넣어 60~70도에서 사이클론으로 분리

낮아지는 품질 -> 현장에서 업그레이드 : 개질

합성원유(SCO)

지하 깊게 매장 : 비경제적

시추 -> 스팀 주입(점성도낮음) 지하 회수법

점성도가 높은 비투멘 : 운반 문제

비투멘 + 딜루언트(탄화수소) -> 점성도를 낮춰 파이프라인으로 정유공장에 보내기

지하회수법으로 생산하면 왜 업그레이드를 안할까

노천채굴 : 대규모 생산으로 업그레이드 설비를 갖추고 있음

치하채굴 : 생산량이 많지 않아 업그레이드 설비를 갖추고 있지 않ㅇ므

지하 회수법으로 생산하여 업그레이드 하는 경우

합성원유 정제, 딜루언트 섞은 중질유 정제

중질유 정제 공장, 경질유 정제 공장

미국의 정유공장

캐나다 비투멘 수입 후 정제 -> 중질유 정제 설비 있음

초기 투자 비용 때문에 계속해서 중질유 정제

1. 오일샌드 노천채굴

분리기에서 모래/ 비투멘 분리

핫 워터 프로세스(60~70도)

사이클론으로 저어주면 비투멘은 위로 뜨고 선광에서 광물을 정제함

부유물질 걷고 업그레이드 시설로 보냄

남은 모래는 제거하여 채굴 지역 복원에 쓰임

저품질의 비투멘 개선 방법

석유 = 탄화수소(탄소, 수소)

물과 이산화탄소 나옴

탄소 수 줄이기 : 탄소와 수소의 비중 중 수소 증가 -> 코킹

수소 늘려주기 : 수소를 늘려주면 품질 개량, 하이드로 크래킹 : 가열하여 수소 첨가

1. 오일 샌드 지하 회수

시추하여 스팀 주입

사이클릭 스팀 스티뮬레이션 : 스팀을 넣어 액체가 될 때까지 기다렸다 같은 곳에서 다시 생산

새그디 : 2개의 수평정 시추, 상부 시추 스팀, 하부 시추 원유

스팀 주입법 : 많은 물 스팀으로 만듬 -> 에너지 소비

솔벤트를 집어넣어 가벼운 탄화수소와 비투멘 섞기 -> 상용화 실패

석유에 불 붙이기 : 점성 낮은 원유 생산

지하 연소법

타이 프로세스 : 지하에 산소를 집어 넣는 것

Air injection이라고 부르기도 함

1. 오일샌드 생산비용

오일샌드 생산비용은 늘 같지 않음.

2000년대 초반(20~30불) -> 2010년(50~60불)

유가 상승기 : 설비비용 , 엔지니어링 비용 상승

유가 안정기 or 낮은 유가 : 생산 비용을 절감하기 위한 노력과 서비스 비용이 낮아짐

오일샌드 생산비용 유가or 사업 참여시기에 따라 달라짐

1. 셰일가스 생산 기술

수평시추 기술 장점 : 저류층에 접촉하는 면적이 넓음

수압파쇄 기술 : 단거리 시추 후 수평시추

얼마나 많은 수압파쇄 단계를 만들어서 시추하는 것이 더 경제적일까?

수압파쇄 단계가 많아지면 비용 많아짐

긴 간격으로 수압파쇄 할 경우 생산량 적어짐

생산 개시 2년 후 전체 생산량의 50~90% 생산

1. 향후 셰일가스 개발 제약 요소

환경, 매장량, 운송(서비스) 기술자

셰일가스가 많지만 인프라 스트럭쳐가 없어 중국은 못하고 잇음.

파이프라인

중국 : 서비스 회사가 별로 없음, 산악지대에 셰일가스 매장 -> 접근성 떨어짐&비용

6-3 비전통자원의 문제점은 무엇일까?

점성도, 저류층 투과도 낮음

스팀 주입 or 수압파쇄(화학물질 유입)

1. 오일샌드 개발에 따른 환경문제

물, 보일러

천연가스, 온실가스

표토층 옮기기 -> 매장된 오일샌드 캐내기 -> 분리하기 -> 비투멘/모래

테일링 폰드 : 분리하고 난 잔여물들

오일샌드 업그레이드 시설(강 옆) : 에너지, 물 사용으로 이산화탄소 방출, 코크 물질 축적

오일 샌드에 들어있는 황 성분

그린하우스 가스 방출 & 표토층 난개발

1. 오일샌드 주요 부산물

코크

연간 700~800만톤 생산

캐나다의 코크 활용 : 코크로 전력 생산, 합성가스 만들어 보일러 연소재료로 사용, 아스팔트 수소 포집하여 업그레이드 하는 데 사용

황

성냥, 비료, 정유 공장이 있는 모든 나라에서 황을 부산물로 생산

1. 오일샌드 환경영향 최소화 노력

오일샌드 개발 환경 개선

열효율 방식, 스팀 방식, 점성도를 낮추는 다른 방법?

솔벤트 넣기, 전자파로 점성 낮추기, 오일샌드 생산 시 물 사용량을 줄이기

생산수를 재처리하여 재활용하기

Shell : 노천채굴로 오일샌드 개발, 업그레이드 시설에서 발생되는 이산화탄소를 저류층으로 주입(CCS사업)

1. 비투멘 상-하류부문 균형

생산, 운송, 시장의 균형

정제회사, 업그레이드 회사, 상호 균형을 위한 협력

미국의 정제공장 <-> 캐나가 생산 공장

미국 파이프라인 미승인, 아시아로 오일 수출

수압파쇄 : 파쇄 효율을 높이기 위해 사용되는 유독성 물질, 깨진 암석으로 인한 대수층 오염, 지하수 오염, 파쇄시 사용된 물은 재활용되는 부분이 적음

미세지진

대형지진이 일어날 가능성 있음.

지하수 오염 : 최저 지하수 수위 : 300미터

셰일가스 저류층 깊이 : 2~3km

수압파쇄시 300m까지 영향을 미치지 못함.

기존 단층대 or 석유 시추 생산 후 폐공을 하지 않은 well

Well을 따라 지하수 오염 가능성 잇음.

1. 셰일가스 환경영향 최소화 기술 발전

시추공 개수 줄이기, 긴 수평정, 다중 수평정, 여러 겹의 케이징 및 시멘팅

수압파쇄로 인한 환경 변화를 확인하기 위한 모니터링

케미컬 품질개선, 친환경 케미컬, 그린 케미컬, 친환경 수압파쇄 첨가재 사용

1. 수압파쇄 기술과 생산특성

수압파쇄 되기 전 셰일층에서는 투과도가 낮아 생산되지 않음

수압 파쇄 이후 파쇄면을 통하여 유체 생산 -> 상대적으로 높으 ㄴ투과도 있어 생산 감소

1~2년 뒤

공급 계약 100 -> 생산량 20%

단점 : 매년 꾸준히 시추

유가가 낮을 때 추가 시추할 비용이 없다면 생산량이 떨어짐

1. 비전통가스 생산곡선 특성

투과도가 낮아 수압파쇄로 생산 타이트가스, 셰일가스, CBM

물 -> 메탄가스

1. 가스 상류-하류간 균형

부피가 커 운송이 쉽지 않음

같은 대륙 파이프라인으로 운송

해외 LNG운반선으로 운송

해외 운송을 위한 LnG 설비

환경 승인 필요, 캐나다의 경우 땅주인인 원주민 승인 받아야함

북미 가스 사업은 LNG설비와 연동을 보고 사업 추진

6-4 비전통자원의 미래는?

1. 오일샌드 생산 예측

노천채굴, 지하회수법

260만 배럴 생산, 정부 승인 : 500만 배럴, 정부 리뷰 : 700만 배럴

증가 예상!

1. 오일샌드 사업 전망

장점 : 발견 비용X, 탐사 실패X, 검증된 기술, 스팀 비용 감소, 매장량 확보 쉬움

개발 회사가 많아져 투자비, 운영비 큼!,

새로운 시장을 창출해야 하는 캐나다

수출 요건 : 파이프라인, LNG

저품질 비투멘, 중질유

경질유 60%가격으로 판매 비투멘

환경오염에 의한 사회적 허가

1. 세계 가스 유형별 생산 예측

대부분의 나라 : 전통가스 위주 생산

미국 캐나다 : 셰일가스, 타이트 가스

전통자원 모두 소진, 인프라, 기술력으로 낮은 가격 비전통가스 개발 가능

미국 캐나다 vs 중국 멕시코

전통가스 없음, 중국의 경우 가스 소비량 급증 예상됨 => 셰일가스 노력 필요함

1. 미국 비전통 가스 생산량 예측

생산 유지에 많은 비용이 드는 셰일가스, 유가, 가스 가격 하락 시추 비용 무넺, 유가와 연동된 버퍼 구간 갖기

2017년부터 LNG로 해외 수출

1. 미국의 셰일 가스 / 오일

매장량 약 800Tcf

1. 국제 가스 가격

가스 : 오일 1: 7

원유 70불, 가스 10불

운송 방법에 따라 가격이 결정되는 국제 가스 가격

미국 : 국내용 3불, 독일 영국 : 러시아에서 파이프라인으로 수입

일본, 한국 : LNG로 수입(유가연동)

1. 석유자원 공급 가격 비교

전통자원 가격 : 배럴당 5~30$

중동의 전통자원 가격 : 배럴 당 5$

비전통자원 : 40$ 이상

1. 석유 자원별 생산 비용 곡선

전통석유자원 및 비전통 석유자원 : 6조 배럴 -> 300년 정도 쓸 수 있는 양

새로운 에너지가 발견되면 석유를 사용하지 않을 가능성!

셰일가스 수평시추기술 개발

셰일가스 수압파쇄기술 개발!

1990년 말부터 두가지를 융합함

**문제 1**

1. 다음 중 옳지 않은 것을 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 저류층의 오일 포화도는 대부분 100%이다 |
|  |  | 투과도가 크면 석유생산이 잘 된다 |
|  |  | 생산정의 시작과 끝은 시추-케이싱-천공-폐공 순이다 |
|  |  | 석유를 생산하면 물이 함께 나오기도 한다 |

**5 점수**

**문제 2**

1. 오일샌드와 관련된 기술에 대한 설명 중 옳지 않은 것을 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Hydrocracking – 가열을 통해 수소를 첨가하는 과정이다 |
|  |  | Cyclic Steam Stimulation – 두개의 수평정을 이용 스팀을 연속적으로 주입한다 |
|  |  | Coking – 탄소보다 수소의 비중을 늘리는 개질 과정이다 |
|  |  | In-Situ Combustion – 지하에 불을 붙여 자체적으로 에너지를 발생시키는 방법이다 |

**5 점수**

**문제 3**

1. 저류층 압력과 기포점 압력에 대해 옳지 않은 것을 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 오일 속에 녹아 있는 가스를 용해가스(Solution gas)라고 한다 |
|  |  | Saturated Reservoir에서는 가스층이 있다 |
|  |  | 석유를 생산할 때 저류층 압력을 기포점 압력보다 낮추는 것이 좋다 |
|  |  | 저류층 압력이 기포점 압력보다 높으면 Under-Saturated Reservoir이다 |

**5 점수**

**문제 4**

1. 셰일가스에 대한 설명 중 옳지 않은 것을 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 셰일가스는 암석의 투과도가 높아서 수압파쇄 작업이 필요하다 |
|  |  | 셰일가스의 주성분은 천연가스와 같다 |
|  |  | 셰일가스를 개발할 때 지하수 오염의 문제가 있다 |
|  |  | 셰일가스는 초기에 생산량이 급격하게 감소한다 |

**5 점수**

**문제 5**

1. 다음 설명 중 옳은 것을 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 저류층 암석이 친수성이면 회수율이 높다 |
|  |  | 공극률은 석유 생산 능력과 관련이 있다 |
|  |  | 분급이 잘 된 암석은 공간이 많다 |
|  |  | 오일의 평균 회수율은 보통 70% 이상이다 |

**5 점수**

**문제 6**

1. 비전통 자원의 현재와 미래에 대해 옳지 않은 것을 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 오일샌드의 환경오염이 심한 노천 채굴법이 점차 감소할 것이다 |
|  |  | 비투멘 가격은 경질유보다 낮다 |
|  |  | 미국의 셰일가스 생산량은 미미한 정도이다 |
|  |  | 환경오염 문제를 해결해야 한다 |

**5 점수**

**문제 7**

1. 비전통 자원의 특징이 아닌 것을 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 전통 자원에 비해 탐사 위험도가 높다 |
|  |  | 생산비용이 전통자원보다 비싸다 |
|  |  | 오일셰일은 비전통자원 중 개발비가 제일 많이 든다 |
|  |  | 오일샌드는 표토층 난개발의 문제점이 있다 |

**5 점수**

**문제 8**

1. 석유회수 단계에 대한 설명 중 옳지 않은 것을 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 1차 회수는 저류층의 자연압력에 의해 이루어 진다 |
|  |  | 저류층 에너지의 종류에는 water drive, gas cap drive 등이 있다 |
|  |  | 3차 회수 방법은 펌프를 사용하는 것을 말한다 |
|  |  | 2차 회수는 외부로 부터 에너지 추가가 필요하다 |

**5 점수**

7-1 셰일가스와 셰일 오일

오일, 가스 : 근원암에서 생성 – 저류층으로 이동 – 시추를 통해 생산

미국에게 셰일가스와 셰일오일은 어떤 의미인가? : 셰일가스 : 매년 30조 입방피트의 가스를 사용하고 있고 이는 전세계 소비량의 60%

셰일오일 : 미국은 하루에 1800만 배럴의 원유를 소비하고 있고 그 중 800만 배럴은 수입

셰일오일과 셰일가스가 전세계 석유산업에 미치는 영향은 어떤지요?

미국에 끼치는 영향은 매우 크다. 항상 오일 가격을 높게 유지시키고 싶은 OPEC국가들에겐 더욱 영향이 크다.

셰일가스 개발에 따른 문제점은 무엇입니까?

기술적인 문제 : 셰일오일 생산의 급격한 감소

사회공공성 문제 : 셰일가스 개발이 지하수 오염과 지진을 일으킬 수 있다는 점.

1. 셰일가스란?

셰일가스를 통해 미국은 새 이정표를 맞이함. 러시아를 압박, 중동을 견제

1. 비전통 자원의 등장

전통자원량 : 소량 및 생산용이

비전통자원량 : 대량/생산의 어려움 (셰일가스 : 비전통가스, 오일샌드 : 비전통오일)

자원부족국가의 가스 하이드레이트 개발 -> 셰일가스의 등장으로 개발생산 지연

1. 기술 발전과 비전통자원

생산량 Q = 델타P \* k(투과도)/뮤(점성도)

1. 비전통가스와 셰일가스

셰일층, 근원암 셰일가스 : 근원암 = 저류층암

셰일가스란? 셰일. 유기물이 풍부한 지층, 온도와 압력을 받아 탄화수소 생성, 일부는 다른 곳에 석유가스 집적, 셰일층에 잔류된 가스 개발

1. 셰일가스

셰일층의 공극과 파쇄대에 존재하는 자유가스나 유기물에 흡착되어 있는 가스

열숙성 기원(머츄어mature)과 생물학적 기원(임머츄어immature)

자원량 : 16,112 Tcf (생산 가능량 10% 미만)

1. 다양한 셰일가스 암석

색깔, 구성광물, 암석 구조가 생산에 영향을 줌

어느 지역의 광물, 무엇으로 구성?

충분한 가스가 함유되어 있나?

등등..

1. 주요 국가별 가스생산 예측(2035)

석유가 많은 곳에 가스도 많다!

1. 전세계 셰일 가스 매장량

전통가스, 오일 자원보다는 상대적으로 전 세계적으로 매장

1. 세계 가스 유형별 생산 예측

전통가스 자원 생산 감소, 많은 에너지 사용으로 다른 에너지 사용 소스 필요

1950, 극지방, 심해 자원개발, 비전통자원 개발

현재 셰일가스 상업적 생산 가능

2035년 70%이상

1. 미국의 셰일가스

매장량 규모 : 약 700Tcf

2004년도 최대 14불까지 상승

2008년 이후 가스 생산 증가로 셰일가스 가격 하락

셰일가스 -> 셰일오일(70불대 하루 650만 배럴 이상 생산)

미국의 에너지 독립

국제 유가의 조종자 역할

7-2 셰일가스의 파급효과

동시에 넓은 지역을 해야함, 수평시추, 저류층과의 접촉 면접이 넓어짐

처류층의 투과도가 낮아 이동이 힘듦. 수압파쇄로 발생된 균열만을 따라 가스와 석유 이동

1. 셰일가스의 파급효과

미-러의 에너지 패권 다툼

러시아 유럽에 가스 공급, 하지만 미국도 가능

미국과 사우디 생산량 증가로 유가 하락 “미국의 셰일오일 회사들을 문 닫게 하라!”

생산 비용 감소, 기술 개발

30불, 40불대의 유가에서도 견딜 수 있다!

중동의 세력 약화, 유럽에 대한 러시아 세력 약화

많은 시추공 필요, 환경문제, LNG선 도입, 시추파이프, 케이징 철강파이프, 에탄 프로판등..

관련 산업, 조선업, 철강업, 에틸렌, 크로커!!

석유화학업계 악재

1. 향후 셰일가스 개발 제약요소

E&P기술 + 운송, 서비스업 + 환경분야 + 기술 인력

기술려과 장비가 열악한 나라들은 미국과 같은 속도의 개발이 어려울 것.

1. 미국의 에너지 독립과 수출

미국 하루에 1900만 배럴에 해당하는 많은 석유 사용

셰일가스 생산으로 남아도는 많은 석유가 존재

오일 600~700만 배럴 수입

가스 셰일가스, 셰일오일 생산물 일부 수출

LNG 수입 터미널 -> LNG 수출 터미널

1. 에너지 독립국이 된 미국

하루 450만배럴 10년 생산가능

극지방, 대서양 연안의 해상광구 꾸준히 탐사, 개발에 투자

리드타임이 긴 업종, 선제적인 유전 개발에 대한 투자 필요

1. 시추-생산간 짧은 리드 타임

미국의 셰일가스 붐 초기, 생산량에서 시추를 한 후 2~3년 개발 시간 걸림

전통자원은 10년!

고유가 -> 수익창출-> 지속적 시추, 시추 개수 증가 -> 생산 증가 -> 공급 증가 -> 유가 하락 -> 시추 불가능 -> 생산량 하락 -> 고유가

1. 셰일오일 경제성유가 변화

비전통 자원 10% , 석유 : 90%

1. 유가와 셰일 오일의 경제성 변화

고유가 시기, 저유가 시기

지속적인 생산단가 감소

1. 셰일가스 개발과 관련산업 영향

개발 및 생산 -> 운송 및 저장 -> 제품 및 시장

시추서비스, 강관, 기계, 토목

파이프라인, 조선, 해양 플랜트

연료도입, 가스발전, 화학제품

저유가에 따라서 영향도는 달라질 수 있다.

7-3 셰일가스는 어떻게 생산될까?

1. 셰일가스 생산 기술

수평시추 + 수압파쇄

두껍게 넓게 분포하는 저류층의 접촉면접 증가 -> 생산량 증가 효과

1. 수압 파쇄

수평시추 기술 발달 전 : 짧은 수평시추, 수직시추

최대 수평 방향의 힘, 최소 수평 방향의 힘, 수직 방향의 힘으로 암석의 깨지는 방향과 높이 계산

수직으로 깨지는 파쇄대가 지표 가까이 오기는 불가능, 지표는 수직의 힘이 가장 적고 수평의 힘이 가장 큼.

물, 펌프, 화학 제품, 혼합체.

장비의 이동성이 커야함, 효율성, 간단, 저비용

파쇄와 지지체, 지지대

유체들과 모래 알갱이, 점도 광물 알갱이들이 압력이 낮은 wellbore로 모여듦

낮아진 투과도를 자극시키는 것을 자극법이라 한다.

산처리 : well 주변 이물질들을 녹일 우 있는 약산성의 용액을 집어넣어서 처리(50% 증가)

수압파쇄 : 저류층 암석 자체를 잘게 쪼개는 기술 (5~10배 증가)

산, 패드, 프라펀트, 플러쉬(압력 가하는 것)

암석을 멀리 깨려면 많은 양의 물을 집어넣으면 된다.

수압파쇄 시 필요한 화학제품

1. 마찰감소 : 주입성 증가
2. 박테리아 조정 : 지표수와 환류수 재사용
3. 부식 방지 : 파쇄시 생산정 인근 지층 청소(산 처리)
4. 점성도 증가 : 지지체를 먼 곳까지 증가

파쇄 모니터링(미소진동)

암석이 고압으로 깨지는 소리를 지오폰으로 감지(불확실성이 큼)

만들어진 환경에 따라 특징이 있다.

자연균열대 : 수압파쇄시 접촉 면적을 크게 늘려줌

하나의 긴 수압파쇄가 나는 것보다는 천천히 감소

추가 시추공의 개수가 적어짐(경제적)

지역적인 지질 특성에 다라 달라짐, 생산 감소 경향 달라짐

저류층 파쇄 방향은?

지층의 이동방향이 최대 중력방향이므로 시추 방향 결정

저류층을 수압파쇄를 한다고 무조건 생산량이 증가할까?

투과도가 높은 경우 : 작은 수압파쇄도 생산에 큰 기여

투과도가 낮은 경우 : 수압파쇄를 길게 멀리 높게 하는 것이 생산량과 직결

다양한 분야의 융합 필요

지질학, 지질공학, 모래 크기와 양, 효율적 운영 방법

1. 셰일가스 개발 기술의 역사

수평시추기술, 수압파쇄기술

7-4 셰일가스 개발의 문제점은 무엇일까?

1. 셰일가스 개발과 환경 문제

지표 난개발, 지하수 오염, 다량의 물 사용, 미세지진

수압파쇄와 지하수 오염 가능성 : 수압 파쇄대에서 지하수 오염 가능성

지하수면까지 확장될 가능성은 없다.

지하수내 메탄가스 : 적당한 폐공 처리를 안 하고 간 경우, 케이징과 암석 사이에 시멘팅이 잘 안 된 경우

메탄가스 : 지표 어디에나 발생

셰일가스 : 지질학적인 시간에 의해서 높은 온도와 압력에서 성숙된 가스

2017년 3월경에 포항시, 생물학적 기원 메탄가스

지하수층에 섞여 있던 메탄가스가 압력이 낮아지며 방출

셰일가스 개발 지역 규모 -> 좁은 생산 범위

도심에서 멀리 떨어져 있는 지역에 개발 가능

초기 파쇄수(Flowback water) 생산

이동성이 큰 장비를 활용한 수처리 설비 필요

생산정 주변 시멘팅과 가스 유출

세일가스 환경영향 최소화 기술발전

다중 수평정, 여러 겹의 케이징 및 시멘팅

기초 수질 검사 및 지속적이고 체계적인 모니터링

친환경 수압파쇄 첨가제

1. 생산량 급감과 추가 시추 – 유가

급격한 생산감소 : 유지 위해 지속적인 시추 필요

지속적인 생산의 한계 유가 이상의 고유가

지속적인 생산의 한계 유가 이상의 저유가

1. 가스의 운송 인프라 구축

개발지역 인근의 충분한 파이프라인 구축

해상 주변 LNG 설비 구축 여건

기존의 LNG 설비의

인근에 가스를 운송할 수 있는 인프라가 구축될 수 있는가?

1. 가스 상류 – 하류간 균형

생산, 운송, 시장

8-1 자원 빈국의 자원 개발 실정

한국이 가지고 있는 에너지 안보의 현실은? 96%를 수입해서 쓴다. 더 열심히 자립하기 위해 개발해야한다.

바람직한 해외자원개발의 방향은?

해외자원 개발을 꾸준히 지속적으로 하는 것이 바람직한 방향인지?

1. 한국의 에너지 구성

화석 연료 + 원자력 : 95%

신재생 에너지 : 5%

전력원 : 원자력, 석탄, 석유 : 80%

에너지원의 대부분을 해외에 의존

석유(40%) <- 중동(86%)

사우디, 미국, 러시아 : 각각 하루 1,100만 배럴 이상 생산

전 세계 생산량의 1/3 이상 생산

가스 : 파이프라인으로 연결된 북방 가스 수입X, LNG 선박 이용 1년 3,400만톤 이상 수입

석탄 : 호주, 인도네시아 등에서 수입

석유 : 1년에 10억 배럴 정도 수입

원유 정제하여 제품으로 역수출

1. 국내 대륙붕 탐사 현황

1970년대 : 외국회사 조광권 설정 참여

70년대 포항 육상에서 일부 가스 발견 : 개발포기

1979년 석유공사 설립후 본격적 탐사 시작

1978년 전후 중동의 석유 파동 기점

한국은 95번째 산유국

추가 연계 개발시 기존 생산설비 활용 가능, LNG 도입보다 싼 가격으로 가능

1. 해외자원개발 투자 및 자원확보

석유 가스 확보율(14%) : 에너지 위기 노출

일본 내 부존하는 심해 하부층 가스하이드레이트층 개발 노력 중

예산 규모 작음(일본의 1/5, 중국의 1/10 미만)

성공 위험성을 극복할 수 없는 체제

중국 : 지하자원은 많이 확보되었으나 충분하지 않음

에너지 자원은 산업의 원료

적극적으로 해외자원개발 투자

인도도 비슷함

1. 해외자원개발 참여기업 수

점점 줄어들고있다….

1. 에너지 기업은 규모가 크다

미국 10대 기업 중 5개 이상(유가 반영 금액 변동)

석유 가스 탐사에 성공 비율 10% 미만

생산 광구 인근 성공률 30% 이상

확률이 낮다? -> 작은 기업은 생존할 수 없다.

8-2 한국의 에너지 안보 현실

산유국 + 수출국(중동, OPEC)

산유국 + 수입국(중국, 미국, 인도 등)

비산유국 + 수입국(한국, 일본 등)

자원 개발의 어려움 : 보이지 않는 것 개발, 낮은 성공 확률, 오랜 기간 소요

해외 자원 개발의 어려움 : 외국 규정, 위치, 열악한 근무여건, 언어 문제 등

1. 에너지 안보 지수

비산유국 + 수입국 -> 에너지 안보 노출

한국 : 2007년도 이후 적극적인 해외자원 개발 투자, 2007년도 예측 한국 자원개발률은 감소중

에너지 안보, 형평성, 환경 지속성

미국(10위권) > 일본(20위권) > 한국

1. 한국의 에너지 안보 지수

종합(54위), 에너지 안보 분야(101위)

120일치 석유 소비량 국내 비축 권유(OECD 기준)

하지만 두달치 미만 비축

에너지 수입을 할 수 없게 되면? 한국의 산업이 무너짐…

지속적인 투자 : 기업이 크다! 생존 가능성이 높다!

1. 한국의 자원개발 현실

비연속성, 비전문성, 단기적 성과에 집착하여 국가 차원의 일관성 있는 정책 추진 불가

IMF 시절 영국 캡틴유전 참여(감사, 문책) -> 유가 회복 후 효자 유전

에너지 자원 위험에 노출된 국가일수록 근본적인 에너지 자원 확보가 중요

8-3 국내 석유가수의 비축과 운송

1. 파이프라인

전 세계 파이프라인 60% 이상이 미국에 위치

개더링 라인(라인들을 하나로 모은 것으로 상대적으로 작음), 트랜스미션 라인, 디스트리뷰션 라인

지상에 놓는 경우 : 교통문제, 야생 동물과 부딪히는 문제 발생

매설하는 경우(도심에 가까울수록) : 추운 지방의 경우 매설 심도가 더 깊음

짧은 것부터 길게는 1,000~ 2,000km 이상

감소하는 압력 보충을 위한 압력 스테이션 배치

오일 < 가스

기체가 액체보다 밀도가 작고 무게가 가벼움

1. 파이프라인 건설

육상 : 노출, 매설

해상 : 도랑 파고 해상에 매설, 인근 육상으로 옮길 때는 짧은 파이프라인 필요

장거리 이동 시 파이프라인? LNG 선박?

1. 한국의 송유관

대부분의 정제공장들이 해안가에 위치(운송에 유리), 파이프라인으로 도입되는 원유, 가스가 없음.

1. 한국의 가스 배관망

LNG 선으로 LNG 도입 -> 재기화 -> 파이프라인을 통하여 지역적으로 분배(국가적 차원에서 장기적 계획과 맞물려 진행)

1. 러시아 가스관과 한국의 에너지

러시아 가스관 도입 여부 검토 진행

PNG < LNG 라서 비용이 적게 든다.

2019년 러시아에서 중국으로 수출 예정, 한국으로 오면 동남아 시스템 가능

러시아가 가스나 오일의 공급을 차단한다면? (분산전략 필요)

1. 탱커

최단거리로 이동하여 경비 절약(물류측면) -> 운하건설

1. LNG 도입

도입 선 -> 인수기지 -> 재기화 -> 공급망

바닷가에 인수기지 설치

1. 국내 원유비축

9개 비축기지 : 약 1억 5천만 배럴 비축 가능 (약 9천만 배럴 비축)

육상 비축기지 (폭 80m, 높이 20m)의 비축기지

화강암 (폭 18m, 높이 30m 터널을 1km 굴착)

8-4 해외자원개발의 특징

화석 연료는 여전히 주요 에너지원!

석유 -> 석탄 -> 가스

1. 석유 매장량의 편재성, 유한성

상위 10개국, OPEC, 유가를 좌지우지 할 수 있는 시스템

가와르 광산 (가로 30km, 세로 280km) 500만 배럴 이상(하루 생산량)

카타르의 가스전

국영석유회사 및 메이저 석유사의 생산 독점

대형 회사만이 자원 개발을 제대로 수행할 수 잇다.

1. 자원개발의 특징

100개 사업 -> 5~10개 사업

탐사 개발 생산

탐사에서 생산까지 긴 준비기간

낮은 성공률, 긴 준비기간, 높은 초기 투자비

1. 매장량은 증가하고 있다!

전 세계 석유 매장량 7천억 배럴 정도 늘어남.

탐사결과 자료, 오일샌드, 석유 국영화

기술 발전과 유가 상승 : EOR + 비전통자원

1. 유가는 상승 – 하강 주기가 있다!

계속 변하는 유가, 꾸준한 사업 추진, 저유가시 광구매입, 탐사 – 생산 사업간 포트폴리오

1. 광구 내 매장량은 사라지지 않는다!

매장량의 잔존가치는 미래 유가를 반영 못한 허수

생산량 50, 남은 매장량 9950

미래 유가는 알 수 없다

1. 연관 산업에 파급이 크다

대규모, 장기적 등등

여러 개의 회사들이 모여서 사업

사업운영권자 : 개발생산, 수송, 정제

관련 산업 : 등등..

1. 자원개발주기와 인생

치밀한 준비, 계획, 꾸준한 투자와 사업 추진이 중요

탐사 – 개발 – 생산 – 종료

1. 사업 단계에 따른 가치 변화

사업단계 탐사광구 < 개발광구 < 생산광구

위험도 높음 낮음

수익성 높음 낮음

비용회수 빠름 늦음

8-5 올바른 에너지자원개발 정책

1. 성공적인 자원개발추진 조건

자원개발의 특성 : 고 위험, 불확실성, 장기간 소요, 타 산업 파급효과

전문성 + 포트폴리오 + 대형화 + 일관성 + 운영광구 + 자원외교

자원개발의 추진 방안

전문성 \* 포트폴리오 \* 대형화 \* 운영권사업 \* 공기업활용

1. 한국의 자원개발 현실

비연속성, 비전문성, 단기적 성과에 대해 기대

1. 국가 자원개발 목표와 전략

매장량 및 생산량 확보, 도입선 다변화(포트폴리오), 대형화 및 공기업 활용(자원외교), 주변산업/기술력(운영광구)

정부 + 기업협업+ 기술력확보

1. 바람직한 자원개발 추진 방향

에너지 자원의 안보 확보, 정부와 민간 기업의 적극적 참여와 지속적 노력

전문성을 갖춘 독립적인 거시기 필요

1. 해외자원개발 추진 자세

지속성과 일관성, 꾸준한 노력과 기다림, 장기적 평가

정부가 바뀔 때마다 에너지 개발 정책 변화

1. 본질에 충실하라!

**문제 1**

1. 다음 중 올바르게 설명한 가스를 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | LNG: 도시가스를 자동차의 연료로 사용하기위해 약 200기압으로 압축한 천연가스 |
|  |  | LPG: 석유 채굴 시 유전에서 원유와 함께 산출되는 가스로 고압으로 압축하여 액화시킨 연료 |
|  |  | CNG: 파이프라인을 통해 운반되는 천연가스 |
|  |  | PNG: 운송을 쉽게하기 위해 액화한 천연가스 |

**5 점수**

**문제 2**

1. 셰일가스정 주변의 낮아진 투과도를 증가시키는 방법 두가지를 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 파쇄법 – 폴리머 주입법 |
|  |  | 파쇄법 – 산처리법 |
|  |  | 열 주입법 – 폴리머 주입법 |
|  |  | 열 주입법 – 산처리법 |

**5 점수**

**문제 3**

1. 셰일가스의 등장으로 인해 일어난 일이 아닌 것을 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 러시아의 에너지패권 위축 |
|  |  | 석유화학 제조업 부흥 |
|  |  | 유가 하락 견인 |
|  |  | OPEC의 영향력 강화 |

**5 점수**

**문제 4**

1. 다음 설명 중 옳은 것을 고르세요.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 셰일가스 개발은 개발지역의 환경과 안전에 아무런 영향이 없다. |
|  |  | 중국은 자국내 자원이 풍부하여 해외자원개발에 소극적이다 |
|  |  | 셰일가스를 일정하게 공급하려면 매년 생산을 유지하기 위한 추가 생산정이 필요하다 |
|  |  | 이미 생산이 시작된 생산광구는 유가에 영향을 받지 않는다 |

**5 점수**

**문제 5**

1. 다음 설명 중 옳은 것을 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 셰일가스개발은 조선, 철강, 펌프 제작 등 타산업에 주는 영향이 거의 없다 |
|  |  | 셰일가스는 저류층내에서 자유가스로 존재하지 않고 흡착가스만으로 존재한다 |
|  |  | 한국은 많은 셰일가스가 매장되어 있다. |
|  |  | 자원개발 산업은 고위험 고수익이라는 사업적 특징을 갖고 있다. |

**5 점수**

**문제 6**

1. 다음 설명 중 옳지 않은 것을 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 폴란드와 영국 등 유럽의 나라들도 도시지역을 중심으로 셰일가스를 개발하고 있다 |
|  |  | 자연균열대가 있으면 셰일가스 생산에 도움이 된다 |
|  |  | 셰일 암체는 저류층이 매우 치밀해서 생산하기 어렵다 |
|  |  | 셰일가스는 수평시추공법과 수압파쇄법을 이용하여 생산한다 |

**5 점수**

**문제 7**

1. 다음 설명 중 옳지 않은 것을 고르세요.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 수압파쇄 작업으로 발생하는 균열이 천부의 지하수면을 파쇄하기는 기술적으로 어렵다 |
|  |  | 2019년 현재 한국은 산유국이다 |
|  |  | 셰일가스는 근원암이며 동시에 저류암인 셰일 암체에 매장되어 있다 |
|  |  | 셰일가스 붐으로 곧 100불대의 고유가 시대가 될 것이다 |

**5 점수**

**문제 8**

1. 다음 설명 중 옳지 않은 것을 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 올바른 에너지자원개발을 하려면 회사의 대형화되어야 유리하다 |
|  |  | 한국은 에너지 안보가 취약한 국가이다 |
|  |  | 수압파쇄 기술은 셰일가스가 개발되기 시작한 2000년대에 처음 사용되었다 |
|  |  | 탐사에 성공하여 생산까지 이어질 확률은 10%~30% 정도로 낮다. |

**5 점수**

9-1 국제유가는 왜 변할까?

OPEC 회의에 의한 소문

일반 경제 원칙

1. 석유산업구조

삭유산업 : 단일 품목 대상 가장 큰 경제력 가짐

상류부문 : 탐사, 개발, 생산 – 석유개발 서비스

중류부문 : 생산 처리, 운송 액화시켜 수송

하류부문 : 정제, 석유화학, 제품판매, 나프타 등

상류 중류 하류 다 갖춘 Integrated oil company

시스템을 갖춘 대형 석유회사 : 낮은 유가로 손실 발생 -> 정제 및 화학제품으로 손해 메꿈, 높은 유가로 이익

1. 석유 개발과 연관 산업

전 주기의 사업이 갖는 유리함, 기타 산업, 경제에 영향을 줌,

석유 개발과 연관산업(석유 개발 및 서비스(시추 생산)

저유가 : 석유관련 서비스 제공 회사는 어려워짐

조선업 펌프 제조사 철강 제조사에 영향을 줌

생산 설비 및 건설사에도 영향 끼침

정제 : 정유 및 판매

가스로 발전할 경우, 발전사, 정유사 , 기타 관련 상넙

에너지 의존도 높은 한국은 유가 따라 영향 많이 바등ㅁ

1. 석유 개발의 특징

탐사 개발 -> 생산 10년 이상 걸림

탐사 개발 생산 까지

당장 투자하더라도 당장 생산할 수 없음

준비기간, 낮은 성공률, 높은 초기 투자비

탐사, 개발, 생산하는 E&P부분의 작은 회사 존재

지역 지질 및 조건을 잘 알기 때문에 사업에 유리함

한국의 경우 소형회사는 낮은 성공률 때문에 어려움

유가는 장기적 트렌드와 맞물려 있음.

높은 유가 -> 석유회사 투자 –> 10년 뒤 생산

석유 생산 감소 -> 석유 회사 투자 기피 -> 석유 생산 감소 -> 유가 상승

1. 유가는 긴 주기를 갖고 변한다!

2014년 이후 4년째 저유가 지속

지난 10년에 비해 투자 안함

꾸준한 사업 추진

한국의 에너지 정책

1. 국제 유가에 영향을 주는 인자

기본 경제학의 원칙 : 공급과 수요

공급은 왜 바뀔까? : 탐사, 개발, 생산에 장시간 필요

소유는 ? 원유 수요, 국가 경제, 산업 발달

공급은 영향 받는 건? : 고유가 -> 석유 회사 생산 늘리기 -> 창출된 수익 -> 재투자

수요, 유가, 공급

일부 국가의 경우 : 저유가 시 원유 비축 및 저장

비산유국, 수입에 의존하는 국가의 경우

저유가 구매 -> 고유가 판매

달러 사용으로 인한 환차익

다양한 원인 & 인자 있지만 정확한 영향 알기 힘듬

1. 국제 유가 변동 요인

공급 OPEC의 생산량 조절 능력, 셰일오일, 치밀오일 등

수요 저유가->석유, 가스 사용 증가 -> 신재생 에너지 위축

금융위기, 세계 경기 침체가 수요 조절 인자가 됨

OECD 에너지 포화상태

낮은 경제 성장, 비OECD 국가의 경우 잠재력 큼

아프리카 아시아 등이 원유 수요 견인 역할 담당

재고, 달러화 가치, 자연재해

1. 장기 국제유가 변동 예

인위적으로 생산량 조절

전세계에 원유 생산량의 1/3이상을 차지하고 있는 12개 국가들이 원유를 감산하게 되면 유가 급등

1. 단기 국제유가 변동 예
2. 세계 석유 공급과잉 현상

석유의 공급과 수요에 의하여 유가 변동

2010~2014년 공급 과잉 현상

2013년 이후 공급 과잉으로 인한 유가 하락

1. 국제유가와 지정학적 위험

멕시코만 연안의 허리케인과 열대성 폭우에 따른 원유와 생산량 변동

9-2 누가 국제 유가 조절할까?

국제 경기, 산업에 따라 조정됨, 산유국

1. 석유 매장량의 편재성, 유한성

국영석유회사를 운영하는 중동, 국가가 가능

OPEC : 중동국가로 대부분 이루어짐, 전세계 매장량의 70%이상 차지함

생산을 하기 위한 투자 필요

기업 경제성에 따른 투자유치

생산 베스트3 : 사우디, 미국, 러시아

미국 : 자유시장에 의한 생산 - > 국가 통제 불가

러시아, 사우디 : 국영석유회사 -> 국가 통제 가능

1. 세계 석유 공급

미국은 왜 이렇게 오일을 많이 생산할까? 셰일오일, 치밀오일

1. 세계 석유 소비

미국, 중국, 일본, 인도, 한국 등..

메이저 석유 회사의 투자

아시아, 아프리카, 중국 인도의 경제성장에 따라 달림

1. 에너지 믹스와 미국의 역할

에너지믹스 : 국가의 1ㅊ차 에너지를 구성하는 에너지원들 -> 화석연료 82%이상, 신재생 에너지 5%내외

오일, 가스, 석탄

분진, 이산화탄소 포집 제시

자국 내 에너지원 소비 + 타 지역의 개발 계획 수립

오일셰일 : 많은 에너지 필요&낮은 경제성

가스 하이드레이터 : 셰일가스존 개발로 10년간 낮은 가스 가격 유지

1. 시추리그수 변동

오일생산 예측 방법 : 투자비->30%의 성공률로 예측하기 힘듦

셰일오일의 등장 -> 전세계 생산량 6%

유가가 하락할 경우 셰일오일 X

저유가로 인한 투자 지연 -> 시추 X -> 생산량 급감

인프라 정리 -> 시추~생산 2년 정도 리드 타임

4개월 뒤 유가 변동에 대한 일부 예측 가능

유가가 크게 오르지 않는다는 근본 원인

비전통 자원 생산을 위한 수평적 리그수 계속 증가 -> 5개월 뒤 생산량 증가

오일 가스 가격 7배차이

웨트가스 생산

유가에 따라 미국 셰일오일의 산업 적응

1. 국제 유가와 수펴 시추 리그수

높아진 우ㅠ가 -> 많은 수익 창출을 위한 수평 리그 시추 -> 생산량 증가, 많은 수평 시추 -> 공급 과잉 유가

1. 국제 유가와 재고량

저유가 -> 재고량증가 고유가시 판매

1~2개월 뒤 오일 가격 예측하는 인자로 활용 가능

저유가(2014) 이후 재고 상승 -> 향후 유지 또는 감소세

1. 국제 유가 결정 요인 -재고

오펙 생산량과 상업용 원유

달러화가치

2016년 초 달러화 강세 및 금유시장 불확실성 증가로 유가 상승 제한

1. 국제 유가와 지정학적 위험

2005년 허리케인의 따른 생산중단과 유가

단발성 허리케인으로 생산 중단될 뿐, 2~3개월 안에 회복됨

허리케인 같은 재해는 유가에 간접 영향 미침

대표 지정학적 위험 : 전쟁, 파업 등

걸프전, 경제성장기, 베네수엘라 총파업, 수요증가기

장, 단기 , 증가의 폭 : 지정학적 위험에 따라 달라질 수 있음->이벤트들의 영향을

예측이 맞지 않는 경우도 있다.

9-3 중동의 역할은 끝났는가? 석유 공급을 책임진 중동

1. 세계 석유 공급

미국 : 1일 1900만 배럴 -> 500만 배럴 국내 생산

기술 진보로 셰일가스 개발 가능

왜 미국만 셰일가스를 생산할까?

에너지 의존도가 높은 미국, 전통 석유가 얼마 안 남아있음

비전통 자원 개발 비용

1. 석유의 공급과 OPEC, 미국

저유가에 왜 생산량이 증가할까?

생산량을 견인한 것은? 미국 셰일오일 생산량 급증

OPEC 생산량 감소 + 미국 셰일오일 생산량 증가

셰일오일은 유가 적응 or 반응 기간이 짧음

1. 미국의 셰일오일과 수평 시추리그

유가 상승 -> 시추 -> 생산량 증가 -> 생산량 급증 -> 유가 하락 -> 생산량 급감 -> 유가 상승

유가의 안정적 유지 가능성이 커지게 하는 미국 셰일오일 역할

1. 석유 수요국 변화

증가하는 석유 수요 : 비OECD 국가 주도

아시아, 아프리카의 인구가 많지만 경제 성장이 덜 된 국가

신재생 에너지, 화석 연료

에너지, 비율, 에너지 믹스의 변화에 따라 변할 수 있음

1. 국제 유가와 재고량

브렌트유, 두바이유, WTI

생산되는 원유 품질에 따라 유가 ㄷ달라짐

생산되는 곳, 품질이 다르기 때문에 가격 형성 역시 다름 -> 수요, 정제능력, 수송에 따라 가격 형성

1. 국제 유가와 OPEC

종이 호랑이..?

1. OPEC의 등장과 파워

중동의 전통 석유 자원은 개발 새산 비용이 미국 셰일오일보다 낮음

1. 치킨 게임의 시작 사우디

증산 시작 -> 공급 과잉 -> 유가 하락(생산단가가 높은 셰일), 고유가에도 수익을 맞출 수 없음.

미국 셰일가스를 죽이기 위한 사우디아라비아의 의도로 시작

미국 셰일오일 생산량 증가(아마 미국이 승리자)

1. OPEC 국가재정 균형 유가

40불 이하의 유가에서도 셰일오일이 경제성을 갖게되는 운영비용을 효율적으로 감축하는 기술 개발

증산에 의하여 저유가가 된 경우 : 수출 의존도가 높은 나라들이 아파함

중동의 생산 비용은 15불 이하로 형성됨

사업을 유지하기 위하여 높은 유가 형성

1. OPEC의 생산량 감축과 유가

사우디, 이라크, 아랍에미리트, 쿠웨이트, 베네수엘라 다 낮춰!!!

생산량 감축 협의 후

1. 중동의 갈등과 유가

이란 혁명, 이란 이라크 전쟁, 사우디, 이라크 쿠웨이트 침공 등

유동량의 문제, 원유 수입국의 어려움

9-4 셰일가스의 등장으로 인한 국제유가의 변동성

1. 전세계 셰일가스 매장량

셰일가스는 왜 국제유가에 영향을 주게 되었을까?

미국에서만 왜 붐이 일어났을까?

전통자원개발 -> 갖춰진 인프라

하루 1900만 배럴 이상의 원유 소비, 500만 배럴 자국 생ㅅ안

1. 세계 가스 유형별 생산 예측

전통 가스 자원 주로 생산

비전통 가스 자원 지속 성장 가능성 큼

가스 가격 낮을 때 : dry가스 개발 안함, wet가스 개발

미국 중국 멕시코 : 전통 가스 자원 < 비전통 가스 자원

전통 자원이 없어 세일가스 붐이 일어난 북미

비전통 자원을 개발할 나라 : 미국, 중국, 캐나다, 멕시코, 아르헨티나 등

1. 셰일가스 생산 기술

수평 시추 기술, 수압 파쇄 기술

저류층에 접촉하는 면적이 넓음

단점 : 단위 볼륨당 생산 단위량 낮음

왜 셰일가스가 문제가 될까?

수압 파쇄 시 한 곳만 깊게 파여서 부서짐 -> 파인 곳 생산 기간만 짧아짐

생산을 하게 되면 평생 매년 2~30% 시추해아함

1. 셰일가스의 파급효과

에너지 독립 이상의 의미

미국 – 러시아의 에너지 패권 다툼

중동의 세력 약화

유럽에 대한 러시아의 세력 약화

기반 산업의 경제 활성화, 철강업의 활성화,

중동 원유로 석유 화학 제품 만들기 vs 가스로 석유 화학 제품 만들기(저렴한 원료 확보)

1. 미국의 에너지 독립과 석유 수출

미국은 셰일가스와 치밀 가스로 에너지 독립

2017년 한국은 미국에서 LNG 수입, 해외로 경질유 수출

1. 생산량 급감과 추가 시추 – 유가

지속적으로 추가 시추하여야 함

시추비용 문제

생산 감소 -> 생산 유지 -> 지속적 시추 -=> 생산 비용 증가 -> 고유가 유지

1. 지속 생산을 위한 추가 시추공 수

초기 생산 25% 매년 시추

짧은 LEAD time

기존 전통 자원의 투자, 생산 개념 재정립

1. 시추 리그 수와 오일 생산량

생산량 증가까지 긴 Lead타임 필요

4~5개월 이내 시추 생산 증가

1. 가스 시추 리그 수와 가스 가격

저가격 시대 : wet gas

1. 셰일 가스 경제성 유가 변화

고유가 -> 시추 증가 -> 개발 생산 서비스 비용 증가

저유가면 반대

저유가 시기 회사의 비용 절감

셰일가스, 셰일오일 생존 가능

1. 유가와 셰일 오일의 경제성 변화
2. 유가 예측의 어려움

전문 유가 기관의 유가 계측 어려움

1. 유가 예측 방향성

유가가 오를 지 내릴 지 예측하는 것

1. 유가 예측 방향성

유가 하락 시 유가 낮추지 않음

1년 뒤 유가 하락 예측

유가 예측은 심리적 요인 작용

1. 최근 국제 유가 추세

OPEC 감산 합의 11개월

50~70% 유가 전망

전통 석유 생산량의 투자 감축으로 인하여 유가 감소

10년간 누적될 경우 유가 상승 가능성 큼

10-1 신재생 에너지란?

1. 에너지는 어디에서 오나?

석탄, 석유, 가스 : 화석연료(전체의 80%)

석탄 : 환경 오염 문제 야기

석유 : 자동차 매연

가스 : 환경오염이 적은 청정원료

탄소의 수 : 석탄 > 석유 > 가스

탄소+산소 : 이산화탄소(기후변화 야기)

원자력 동일본 대지진

지속 가능한 에너지

태양광 풍력 지열

1. 에너지 유형별 수요

석유, 석탄, 가스 순으로 많이 씀

석유, 가스, 석탄 순이 될 것

추가될 에너지의 반 이상은 화석 연료

1. 에너지 공룡인 미국의 에너지원

재생 에너지는 전체의 6%

1. 각 국의 다양한 전력원 구성

다양한 형태로 쓰이는 에너지

선진국 전력 사용량 상대적 증가

선진국 : 신재생 에너지 중심으로 개편 -> 화석연료 30%

중국, 인도 : 70% 이상 전력원 석탄

경제적 측면 감안

1. 화석 연료란?

석탄 : 고체, 석유 : 액체, 가스 : 기체

매연, 가스, 이산화탄소 포집 설비 -> 화석 연료를 깨끗한 에너지로 바꾸는 방법 강구

1. 화석 연료별 특성

탄소 성분이 많을수록 CO2 방출 많음

가스 CO2방출을 40%까지 내림

탄소 에너지 -> 수소 에너지

각 국가의 특성과 에너지 비용 감안하여야 함

1. 화석연료와 전력

화석 연료-> 전력 -> 전력을 친환경 에너지로 볼 수 없음

친환경 연료 -> 전력

1. 화석연료의 변천사

산업혁명 전 : 나무를 태워서 에너지 얻음

산업혁명 : 석탄 사용 후 환경문제 야기

산업혁명 후 : 석유, 가스로 대체

에너지원은 인류 문명, 산업 발달 단계에 따라 변화

1. 인류와 에너지

나무,

자연이 주는 에너지 : 비용

손쉬운 채취

밀도가 낮아 문제가 될 수 있는 재생 에너지

지속 가능한 에너지를 찾기위해 힘내자

1. 신재생에너지의 탄생

1979년 미국 카터 정부

백악관 옥상에 태양열 온수난방장치 설치

2000년까지 신재생 에너지 20% 향상! 하지만 현실은 2010년 8%

새로운 것이 등장하지만 경제성을 잃고

대부분의 국가가 환경, 기후변화 문제로 신재생 에너지로 확장하는 추세

국가의 정책적 뒷받침 필요함

1. 신재생 에너지 분류와 종류

자연이 주는 것을 활용하는 것

풍력발전, 태양광, 친환경 건물 냉난방, 바이오 연료 : 에탄올, 바이오 디젤

바이오매스 : 식물연료, 동물 분뇨

시시때떄로 변함

태양, 바람

지열발전 온도차가 큰 경우 물을 끓여 발전에 이용

포항 지진으로 중지됨

과학적 접근, 평가로 지열 발전에 대한 관심 생김

지진이 많은 일본에서 지열 발전과 관련된 연구중

수력발전, 저수지, 낙차로 터빈 돌려 전력 생산

일부 양수수력발전

10-2 신재생 에너지의 특성

1. 신재생 에너지 종류

자연에 영향을 주지 않는 에너지

태양, 풍력

바이오 연료, 바이오 매스

지열 발전 : 24시간 내내 이용 가능

에너지원 분석으로 맞는 신재생 에너지 선별 요구

1. 태양광 – 발전 시스템

유휴지, 건물에 설치

1. 태양광 장단점

청정하고 무제한으로 제공되는 에너지원

유지보수 쉬움 + 사람 없이 생산가능

한정적 설치장소

비싼 시스템 비용

초기 투자비, 발전 단가가 화석연료에 비해 높음

1. 태양열 – 난방장치

온수, 난방

가정별 전력 소비 줄일 수 있음

전력 생산 및 공유하는 장치가 아님

에너지 소비를 줄이거나 효율을 높여 에너지

1. 풍력

제주도에 설치된 발전용 풍차

많은 설치 장소 필요함

원하는 시기에 전력 얻기 어려움

1. 연료 전지 – 수소와 산소 반응

분해된 가스 안에 들어있는 수소 활용

1. 수소 에너지

수소 :물을 전기분해하여 쉽게 제조

전기분해에 필요한 에너지 > 수소 에너지

메탄가스 분해로 수소 얻는게 더 효율적

1. 바이오 에너지

여러 농작물 , 쓰레기 매립장

1. 바이오 에너지 기술

바이오매스를 직접 또는 생, 화학적 물리적 변환과정

화학, 생물 , 연소공학의 기술 발전이 필요함

1. 폐기물

아파트 단지 지방난방

1. 폐기물 에너지

가연성 폐기물 중 에너지 함량이 높은 폐기물 열분해 하여 연료로 사용

1. 석탄가스화 – 액화

석탄가스화 : 석탄액화 가격은 전체 에너지와 맞물려 있음.

다양한 에너지원의 가격에 의해 산업 발달 정도도 올라감

1. 석탄가스화 – 액화 장단점

장점 1. 고효율 발전 가능, 이산화황, 질소화합물을 저감함

복합설비 운영으로 저비용화 지속적 요구됨

다양한 에너지와 경쟁하여 환경오염 줄임

1. 지열

물을 순환시켜 보일러처럼 사용

지하 깊은 곳의 높은 온도 활용

1. 지열 에너지

물, 지하수, 지하의 열 등 온도차를 이용하여 냉난방

태양열에서 흡수한 땅 속 온도

지중 온도가 80도 정도로 되어 직접 냉난방에 이용

100미터당 지열의 온도가 4도 이상 변하는 경우도 있음

1. 수력

골짜기 물을 막아 낙차를 이용하여 댐 건설

1. 해양 에너지의 종류

조력, 파력, 온도차

1. 해양 에너지의 이용

장소에 따라 이동, 수심 및 온도차를 이용하여 이용

1. 신재생 에너지의 문제점

지속적 에너지 생산 어려움

대규모 저장장치 필수

사회적 환경젹 영향

지표를 사용하는 면적 증가

신재생 에너지가 좋다는 막연한 심리적 동경심

접근성 제약, 다양한 종류의 기술 성숙도, 화석 연료에 비하여 비용이 상대적으로 높음, 기후 변화 관련 정부의 정책적 지원, 에너지 저장 기술 없이는 어려움, 이산화탄소 지중저장 기술

10-3 에너지 믹스와 신재생 에너지의 역할

1. 에너지 유형별 수요 변동 예상

신재생 에너지로 모든 문제 해결 X

에너지 믹스로 다양한 에너지원 활용

1. 에너지원별 사용처

석유 : 화학원료, 운송 수송

석탄, 원자력 : 전기

1. 화석 연료의 특징

석탄 : 고체상태, 높은 탄소 비율, 생산의 어려움

가스 : 기체 상태 : 채굴 용이, 해외 운송 시 LNG 설비 필요

화석 연료는 구성 성분에 따라 탄소와 수소의 비가 다름

석탄보다 상대적으로 탄소 비율 적은 가스가 친환경적

1. 화석 연료의 변천

석탄 사용 전 나무 사용

에너지 밀집도가 낮아 많은 양이 필요함

이산화탄소 방출로 기후변화 심해짐

1. 산업에 따른 에너지의 변천

산업혁명 이후 석탄시대 개막, 글로벌 에너지 석유, 원자력, 환경문제가 되는 느낌

화석연료 80%, 원자력 10%

신재생 에너지

1. 국가별 에너지 믹스

에너지의 부존상황, 수입여건, 경제 발전 수준, 산업구조에 따라 다름

에너지 밀집도가 크기 때문에 소규모 발전소에서도 많은 결과 기대 가능

화석연료에 중독된 현재 사회

우리의 선택은?

환경 고려하여 불편을 감수할 필요가 있음. 안전 – 환경 – 경제

균형점을 찾아 에너지 정책을 펼쳐야한다.

1. 신재생 에너지 비율 : 저개발 국가 신재셍 에너지 비율 저긍ㅁ

각국의 경제 발전에 따라 달라짐

다양한 에너지로 효율을 높이고 사용량 감소 방법 고안

1. 신재생 발전능력
2. 국가별 전력 생산 증가분

중국의 에너지 정책에 따라 전세계 에너지 정책 영향 받음

전력 생산 증가분 : 풍력, 수력, 태양광

1. 태양광 발전에 따른 전력 공급

단전으로 인한 파급효과, 신재생 에너지로 높아지는 전력 예비율

1. 발전 비용 비교 : 풍력 vs 태양광

빠른 속도로 비용 저감

미국 : 풍력 발전 < 화력 발전

국토 면적이 협소한 한국은 제약 받음

실정에 맞게 평가하는 제도 필요

1. 신재생 에너지 보조 및 전력 생산

정부 보조 없이는 경제성이 그닥…

1. 전력 생산 중 재생 에너지 비율

인구가 많은 저개발 국가가 어떤 에너지를 쓸 것인가?

에너지 믹스에 대한 정보를 바탕으로 수요 정보 분석

10-4 한국 신재생 에너지의 가능성

1. 한국의 에너지 구성과 화석연료

전력, 수송, 산업, 가정

원자력, 석탄, LNG

원유

석유, 가스

가스

1차 에너지원을 수입에 의존함

일 280만 배럴 소비

일본 원자력 발전소 파괴 , 화력 발전으로 전력 공급

전력 생산 비용 증가 -> 전기 요금 상승

1. 신재생 에너지의 장점

수입 의존도 내려 에너지 안보 올려 다양한 에너지원 확보로 다양성 기여 올려

기술개발 & 타 자원 전력 비용 올려

장기적 환경 비용

집중화 대형화 -> 분권화 소형화

만들어진 전력을 분배망을 통하여 지역으로 보냄

1. 한국의 원별/ 부문별 에너지 소비
2. 한국의 신재생 에너지 정의

신에너지 및 재생에너지 개발 이용 보급 촉진법

신에너지 : 연료전지, 석탄 액화 가스화 및 중질 잔사유 가스화, 수소 에너지

2030년 까지 발전량중 20%를 신재생 에너지로!!

1. 한국의 전력 수급 동향

발전설비 구성상 어케됨?

1. 원료 원별 전력 생산량

신재생 에너지 발전설비 현황

1. 국내 발전설비 현황

일부 장소에 대형화된 설비가 있어 다른 곳으로 못보내면 버림

1. 전력 수요 및 설비용량

에너지 공급을 위한 발전설비

발전용량 20% 신재생 에너지로 공급

정확한 전력량 예측

5년 뒤 수요량 예측

높은 위험도 & 불확실성

에너지 소비량에 맞는 정책

1. 국가별 전기가격 비교

에너지 전환에 따른 손실 감안

한국 전기요금 저렴함

경유 가격 <전기 가격이 일반적임

보일러 난방 > 전기장판 난방 : 전기 소비 부추김

왜곡된 전기 요금 바로잡기

1. 국가별 전력 소비 및 증가율 비교

에너지 소비량 중 전기화 추진 비율 증가

모든 것을 전기로 바꾸려는 경향

에너지원 소비량의 2~40%

1. 전력 생산 – 소비의 불균형

문제점, 미세먼지, 환경문제 : 전력 생산 지역의 문제

멀리 떨어진 곳에서 소비만 한다면?

1. 적정 전원구성 고려 요소

기후 변화 대응을 위한 전략 – 화석연료, 환경, 안정성의 문제 – 원자력, 경제성

1. 발전 단가 비교

석유화학, 소수력, 바이오매스, 태양광

1. 한국의 에너지 정책 방향

에너지 안보의 중요성, 다양한 에너지원의 최적화된 믹스, 안전, 환경, 경제성 고려

경제성에 기반을 둔 지속 가능성 확보

**문제 1**

1. 다음 중 옳지 않은 것을 고르세요.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 수평 시추 리그 수를 유가의 선행지수로 삼아 예측할 수도 있다 |
|  |  | 미국은 석유 생산량 1위 국가이기 때문에 석유를 수입하지 않는다. |
|  |  | 미국은 자원 개발 인프라가 갖춰져 있기 때문에 비전통 자원의 개발 비용이 다른 나라에 비해 상대적으로 적게 든다 |
|  |  | 신재생 에너지는 에너지 저장장치와 밀접한 관련이 있다. |

**5 점수**

**문제 2**

1. 다음 중 옳은 것을 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 캐나다의 매장량의 대부분은 오일샌드가 차지하고 있다. |
|  |  | 유가는 사람의 심리에 영향을 절대로 받지 않아서 예측하기 쉽다 |
|  |  | 신재생 에너지는 타 에너지원과의 가격 경쟁에서 훨씬 유리하다. |
|  |  | 과거와 비교해서 OPEC이 국제 유가에 미치는 영향력이 줄어든 이유는 에너지 절약 정책 때문이다. |

**5 점수**

**문제 3**

1. 다음 중 옳은 것을 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 한국은 화력발전과 원자력 발전에 전적으로 의존해야 한다. |
|  |  | 오일과 가스의 에너지 비율을 따져보았을 때 가격차는 10배가 적당하다. |
|  |  | 폐기물에너지는 재생에너지이다. |
|  |  | 셰일오일과 같은 비전통자원이 등장하면서 유가에 영향을 주었다 |

**5 점수**

**문제 4**

1. 석탄 가스화-액화 기술에 대한 설명이 아닌 것을 고르세요.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 지진 발생의 위험이 있다. |
|  |  | 이산화황과 질소화합물을 저감하는 친환경적인 기술이다. |
|  |  | 고효율의 발전이 가능하다. |
|  |  | 화학 플랜트에 활용이 가능하다. |

**5 점수**

**문제 5**

1. 다음 중 옳은 것을 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 수압파쇄의 특성으로 인해 셰일가스와 셰일오일은 생산 초기 생산량이 급감한다 |
|  |  | 고유가 시기에 석유회사의 적극적 투자는 향후 유가에 영향을 주지 않는다 |
|  |  | 셰일가스가 가장 많이 매장되어 있는 나라는 미국이다. |
|  |  | 석유를 탐사하고 개발하여 생산하기 까지는 단기간이 소요된다 |

**5 점수**

**문제 6**

1. 다음 중 옳지 않은 것을 고르세요.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 각 나라마다 환경에 맞는 신재생 에너지원을 활성화해야 한다. |
|  |  | 유가는 긴 주기를 갖고 변한다 |
|  |  | 한국은 국토의 면적이 좁기 때문에 태양광 발전에 유리하다. |
|  |  | 석유 운송 파이프라인에 불이 나면 유가는 영향을 받을 수 있다. |

**5 점수**

**문제 7**

1. 다음중 앞으로 점차 사용을 줄여가야 할 에너지를 고르세요.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 핵분열 |
|  |  | 천연가스 |
|  |  | 핵융합 |
|  |  | 연료전지 |

**5 점수**

**문제 8**

1. 다음 중 옳은 것을 고르세요

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 석유는 전 세계에 고르게 매장되어 있기 때문에 담합하여 공급량을 조절할 수 없다 |
|  |  | 미국은 러시아와 사우디아라비아처럼 국영 석유회사에서 생산량을 조절할 수 있다. |
|  |  | 고유가 시기에는 서비스 비용이 올라간다. |
|  |  | 석유 매장량이 가장 많은 국가는 사우디아라비아이다. |

11-1 에너지원의 구성 알아보기

원자력 등

화석 연료로 인한 환경오염 & 원자력 무서움 -> 재생 에너지 관심

재생 에너지로는 수요 충족 불가.

화석 연료 -> 원자력 -> 재생 에너지 -> 연료 전지

1. 에너지 유형별 수요 변동 예상

석탄발전 -> 수송성 있는 석유

화석연료 비중 감소 + 절대 수요량 증가

1. 에너지원과 사용 분야 – 미국, 2012

석탄, 석유, 가스, 신재생에너지, 원자력

에너지원 – 사용분야

석유 -> 산업, 수송

천연가스 막 전기.. 뭐시기..등등

석탄

1. 미국의 에너지원 변화

80% 이상 화석연료 의존

1. 인류와 에너지

에너지를 사용하면서 인류는 발전

사람이 적을 때 재생에너지

산업혁명

편리한 삶을 위한 화석연료 사용

중국, 인도의 경우 화석 연료가 주를 이룸

1. 인류의 문명과 연료의 변천

나무 : 밥짓기, 난방 등

석탄, 석유, 천연가스, 원자력, 등등…

원자력 폐쇄 -> 갑자기 바꾸기 어려움

1. 산업에 따른 에너지의 변천

원자력 에너지는 안전 문제가 있어 기피하게 됨

신재생 에너지 많은 양 동시 생산 불가

지속 가능한 에너지를 위한 다양한 에너지원 믹스에 관심을 가짐

석탄 석유 에너지 줄여 줄여

재생 에너지의 포션을 증가시키는 정부 정책들이 지속적으로 등장

갖고 있는 에너지 조합

1. 국가별 에너지 믹스

미국 : 석유, 가스, 석탄

중국 : 석탄 석유 신재생에너지

기후 변화가 문제시되지 않을 경우 관심 X

1. 한국의 에너지 구성과 화석 연료

전력, 수송, 산업, 가정

석유의 97% 수입

석탄도 거의 고갈

한국의 에너지 구성은 다른 나라와 달라야 함

전력 23% : 화력, 원자력

국가적 차원에서 에너지 믹스 정책

신재생 에너지 적극적으로 꾸준히 늘려야함.

11-2

1. 국가별 에너지 믹스

해외 수출입 시 수송과 같은 문제점과 환경 오염

가스 : LNG로 만들어 수입 같은 대륙이면 파이프라인

선진화될수록 깨끗한 에너지 씀.

1. 한국의 에너지원 구성 현실

에너지 수입 의존도 95%

1. 한국의 전력 수급 동향

석유 : 수송용으로 많이 쓰여 전력 생산용으론 잘 안쓰임

발전단가 비싼 LNG는 전력 수요가 적을 경우 발전 덜 함

환경급전의 명목으로 에너지 전환이 빨리 일어나고 에너지 소비를 줄일 수 있음.

1. 한국의 원료별 전력 생산량

일부 장소에 대형화된 설비가 있어 다른 곳으로 내보낼 경우 전력 손실이 생김

집단 에너지를 활용하는 경우 보다 효율적 에너지를 쓸 수 있음.

소형화, 분산화 전력 방침이 효율적으로 전력 사용

발전 설비, ICT 기술, 사물 인터넷, 블록 체인 등 작은 단위의 가정을 묶을 수 있어 전력 사용을 효율적으로 할 수 있는 시기 다가옴

1. 화석 연료의 특징과 문제

석탄 : 고체 존재

채굴할 때 나오는 분진, 저장의 어려움

석유 : 시추로 생산 가능

운반시 파이프라인 이용

가스 : 화석 연료중 탄소 비율이 가장 낮음

사용이 편리한 화석 연료 : 상대적으로 낮은 생산 단가로 경제적 이점 많음

전세계 에너지의 82 %가 화석연료

화석 연료 -> 이산화탄소 방출

1. 화석 연료와 전력

친환경적인 전력, 환경오염이 없는 전기차

하지만 전기 자체를 생산하는 시스템에서 환경 오염이 발생(화석연료)

신재생은 언제나 전기를 생산할 수 잇는 것은 아니다

생성된 에너지를 저장하는 장치

ESS (전기 저장 시스템)

1. 세계 석유 공급의 집중
2. 전세계 셰일 가스 매장량
3. 세계 석탄 매장량

석탄에서 가스 추출, 석유로 전환하는 기술 개발

1. 한국 신재생 에너지 보급 현황

신재생 에너지 보급 현황

1. 에너지원 및 원료 – 석유가스

에너지원 & 물건을 만드는 원료

플라스틱의 문제 : 발생되는 문제의 해결..

1. 우리의 에너지 선택 기준은?

에너지 선택 기준은 안전한가?

집안 공기를 깨끗하게 하는가?

전기세가 얼마나 나오는가?

환경, 안전, 경제를 위하여 어떤 선택을 할까?

에너지 구성 분석, 에너지원 발전 비용, 발전 설비 수명, 전기량 증가

11-3

1. 에너지의 저장과 운송

에너지의 존재 상태

야적장 적제

석유 : 지상 탱크, 지하 굴

파이프라인 운송

전기 : 발전소 송배전 -> 저장용 전기 배터리 등등..

1. 석유가스 파이프라인

파이프라인을 통한 운송

수집라인 : 유전, 가스전에서 수집

수송라인 : 필요한 시설로 이동

분배라인 : 각 가정에 분배

지하(1~2m)에 묻은 파이프라인 -> 겨울을 대비하여 얼지 않는 깊이까지 매장

운반속도 : oil : 5km/hr, gas : 40km/hr

파이프직경

1. 파이프라인의 건설

같은 대륙일 경우 : 육상 설치

다른 대륙일 경우 : 해저 설치

LNG, FPSO, 안전성과 경제성에 기반하여 파이프라인 or 유조선

PNG : 파이프라인 통하여 기체 상태로 운반

LNG : 해상 통할 시 부피를 줄여 압축 운반

유럽으로 가는 파이프라인 막은 러시아 : 에너지 통제권의 문제

셰일 가스, 셰일 오일, 미국에서 유럽으로 수출, 에너지 패권 전쟁

1. 가스의 판매 및 운송

PNG

압축 없이 파이프라인으로 운송하여 LNG보다 저렴, LNG는 1/600으로 줄이는 추가 비용 발생

가스 가격의 1/6인 LNG가격

동일 대륙 파이프라인 : 저렴

LNG 사용 : 비쌈

1. 러시아 가스관과 한국의 에너지

30년 계약을 맺은 러시아 – 중국

러시아 – 중국 – 북한 – 한국 : 30% 저렴한 가격으로 가스 공급 가능

러시아 가스전 개발이 충분한지 확인하여야 함

1. LNG 도입

카타르, 인도네시아, 미국

CNG, 메탄가스가 주성분인 Natural gas만 압축

액화 -> 기화 : 해안가에서 이루어짐

1. 탱커

육상 or 지하 탱크에 저장

200만 배럴 규모의 초대형 유조선

300만 배럴의 초극대형 유조선 (ULCC)

1. 에너지 저장장치

저류층암에 일부 저장

한국의 경우 유사시를 대비하여 땅 속 화강암대에 비축기지 설치 -> 수압벽을 설치하여 원유 유출 방지

원유의 안정적 공급을 위하여 120일치 비축 권유 -> 한국은 60일치 비축

1. 신재생 에너지의 저장

전기 새산 시간과 실 사용 시간의 차이 극복(ESS, 에너지 저장장치)

전기자동차 충전 인프라

1. 에너지로 전환 후 저장

지열을 이용한 지열발전, 공기를 압축하여 지하 저장, 계속하여 만들어지는 전기

11-4 균형잡힌 에너지원은 가능할까?

1. 한국의 에너지원 구성 현실
2. 화석연료와 전력
3. G20 전력원 비율
4. 각 국의 다양한 전력원 구성
5. 에너지원별 수요 예상
6. 한국 에너지 소비 및 수입
7. 한국의 원별/부문별 에너지 소비
8. 원료 원별 전력 생산량
9. 국가별 전기가격 비교
10. 국가별 전력소비 및 증가율 비교
11. 전력 생산 – 소비의 불균형
12. 적정 전원 구성 고려 요소
13. 에너지원 구성과 규제 관련성
14. 신재생 에너지의 장점 활용
15. 한국의 에너지 믹스 정책 방향

12 – 1

IPCC

1. 기후 변화의 영향
2. 전 지구적 노력 – 파리 협약
3. 파리협정 준수?
4. 기후변화 지도
5. 북극빙하 감소
6. 인위적 이산화탄소 배출량
7. 이산화탄소 배출량과 온난화
8. 기후 변화 원인

12-2

1. 온실가스는 항상 존재한다.
2. 지구 온난화와 기후 변화
3. 기후변화의 원인
4. 기후변화 – 자연적 원인
5. 기후변화 – 인위적 원인
6. 지질학적 주기의 온난화?

12-3

1. 탄소 순환의 균형이 깨지다
2. 기온과 이산화탄소 농도
3. 온실가스의 유형
4. 가스의 지구 온난화 지수
5. 온실가스 배출량과 구성
6. 세계 에너지 수요 증가
7. 화석연료의 변천
8. 에너지원과 사용 분야 – 미국, 2012
9. 화석연료의 특징과 문제
10. 지구온난화는 자연적 현상?

12-4 이상기후에서 기후변화로의 전환

1. 얼마나 자주 발생하나?
2. 이상기후
3. 한국의 이상기후
4. 이상기후의 영향
5. 인류의 문명과 연료의 변천
6. 기후변화로
7. 기후변화의 영향

12-5 기후변화의 원인 찾기

1. 빙하 코어 내 이산화탄소
2. 기후변화의 원인
3. 기후변환 원인 분류
4. 인류의 문명과 연료의 변천
5. 기후변화는 가까이 있다!
6. 기온과 이산화탄소 농도
7. 미래를 위해 현재를 바꾸자
8. 에너지 다소비국의 정책이 중요하다