

기술가치평가 보고서



Thermococcus 속에 속하는 신균주로부터 발견한 새로운 수소화 효소(hydrogenase), 이를 암호화하는 유전자, 및 이들을 이용하여 수소를 생산하는 기술



기술평가서

Technology Evaluation Report
- for Assessment, Valuation & Appraisal of Technology

평가기술	Thermococcus 속에 속하는 신균주로부터 발견한 새로운 수소화 효소(hydrogenase), 이를 암호화하는 유전자, 및 이들을 이용하여 수소를 생산하는 기술 (평가기준일 : 2014년 5월 1일)
평가용도	연구개발 타당성 참고를 위한 기술가치평가

주의사항

* 본 보고서의 검토내용은 기술적 참고사항으로, 본 기술의 권리취득을 보장하는 등의 그 어떠한 법적지위나 해석을 의미하지 않으며, 본 자료 활용 시는 반드시 전문가의 자문에 의한 검토에 의거하기 바랍니다.

제 출 문

한국해양과학기술원장 귀하

본 보고서를 한국해양과학기술원 해양바이오연구부 기술평가서
(‘Thermococcus 속에 속하는 신균주로부터 발견한 새로운 수소화 효소(hydrogenase),
이를 암호화하는 유전자, 및 이들을 이용하여 수소를 생산하는 기술평가’)
최종보고서로 제출합니다.

2014. 05. 31

수행기관	주식회사 워스
총괄책임자	민현동 PM
참여연구원	하미영 책임연구원

목 차

1. 평가의 개요	1
1.1. 평가대상기술	1
1.2. 평가방법 및 절차의 개요	2
1.3. 평가결과	5
2. 기술제품 평가	8
2.1. 기술의 개요	8
2.2. 기술의 적용제품	10
2.3. 경쟁 및 대체기술 현황	11
2.4. 국내외 수소에너지 연구 동향	30
2.5. 기술의 경제적 수명	32
2.6. 기술의 비중	33
2.7. 기술분석 및 평가의견	34
3. 권리성 평가	38
3.1. 특허기술 개요	38
3.2. 선행기술 조사	102
3.3. 선행문헌 요약	106
3.4. 특허동향 조사	113
3.4. 권리분석 및 평가의견	116
4. 산업 및 시장평가	119
4.1. 목표시장 분석	119
4.2. 시장규모와 성장성	121
4.3. 수소에너지기술 사업화 현황	123
4.4. 연료전지 시장 전망	141
4.5. 연료전지 사업 환경	160
4.6. 시장분석 및 평가의견	164

5. 수익성 및 기술가치평가 산정	168
5.1. 평가시나리오 모델	168
5.2. 부생가스 복합발전 - 포스코에너지(주)	170
5.3. NA1 고세균을 활용한 수소생산	171
5.4. 연료전지 사업화에 관하여	181
5.5. 기술기여도	183
5.6. 특허기술의 가치	188
5.7. 평가결과 종합	189
 참고문헌	 190

1 평가의 개요

1.1. 평가대상기술

1.1.1. 평가목적

본 평가는 한국해양과학기술원 해양바이오연구부가 보유하고 있는 ‘Thermococcus 속에 속하는 신균주로부터 발견한 새로운 수소화 효소(hydrogenase), 이를 암호화하는 유전자, 및 이들을 이용하여 수소를 생산하는 기술’에 대한 기술사업화를 위하여 이 기술에 대한 가치금액을 알고자 평가를 의뢰하여 온 것으로, 해당 기술과 관련된 산업재산권, 기술노하우 등에 대하여 기술성, 시장성 및 사업성을 분석하고, 이를 토대로 평가대상기술의 가치를 평가함

1.1.2. 평가대상기술

주요기술 내용		관련 특허문헌
1 T. onnurineus NA1 균주 및 NA1 유래 고온활성 생촉매	<ul style="list-style-type: none"> - 수소생산 조건에서 NA1의 전사체, 단백질체, 대사체 분석 - 수소화효소 전사조절 특성 규명 및 돌연변이체 연구 - Thermococcus onnurineus NA1 전사체 제조 및 dRNA-seq 라이브러리 구축 - 단백질 발현 비교분석 및 대사경로와 수소 생성 경로 특성 분석 	<ul style="list-style-type: none"> - KR10-0757280, KR10-777228, KR10-0770665, KR10-0757279, KR10-0770664, KR10-0757278, KR10-0757277, KR10-0777227, KR10-0825279, KR10-0777230, KR10-0844358, KR10-1203920 - US8257953
2 우수 균주 개발	<ul style="list-style-type: none"> - NA1 야생 균주 연구를 통한 수소생산성 향상 우수 균주 개발 1. Membrane space 확장과 강한 프로모터를 동시에 사용하여 CODH와 MCH의 단백질량을 증가하여 CO로부터 수소생산 향상 우수 균주 2. codh-mch-mnh2 cluster 앞에 존재하는 rchA 유전자로부터 강한 프로모터로 치환하여 CO로부터 수소생산 향상 우수 균주 개발 - KS0157과 KS0413는 균체농도 및 수소생산성이 모두 높은 것으로 확인 - 우수 균주의 CO 독성 극복여부 비교 - 수소생산 활성 향상 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - RU2012103674, KR10-2010-7013071, KR10-2011-0021390, PCT/KR2011/006897, US12/746090, JPF32195A1, EU09811732.8, US14/093150, US14/093152 - RU 2010119233, KR10-2011-7014743, KR10-2011-7014736 - KR10-2011-7014737 - KR10-2012-0065303, PCT/KR2013/00067 - KR10-2013-0033345 - KR10-2013-0137344 - KR10-2013-0137330
3 수소생산/연속생산	<ul style="list-style-type: none"> - NA1 균체 최적 성장 및 안정된 수소 생산을 위한 배지조건 최적화 공정 연구 - 부생가스 LDG의 유량별 균체 성장 및 수소생산성 확인 - 마이크로버블 반응기를 이용한 유량별 산소 K_{La} 측정 - 마이크로버블 반응기 이용 수소생산성 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - KR10-2012-0065303 - KR10-2012-0037823 - KR10-2011-0046049 - KR10-2013-0047379, KR10-2012-0045670 - KR10-2013-0047328 - KR10-2012-0037822 - KR10-2012-0037823
4 톤 규모 파일럿 플랜트 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 제철소 부생가스 공급라인 및 on-site 부지확보 위한 기업과의 연구협력 방안 협의 중 - airlift 반응기, 마이크로버블러 반응기 구축 - 용수재활용 기술 개발 등 	<ul style="list-style-type: none"> - 특허출원 준비 중

1.2. 평가방법 및 절차의 개요

1.2.1. 평가기준일 및 평가기간

- 평가기준일 : 2014. 5. 1
- 평가기간 : 2014. 5. 1 ~ 2014. 5. 31
- 수익추정기간 : 2016. 5. 1 ~ 2022. 4. 30 (7년 간)

1.2.2. 평가의 방법

- **평가방법** : 기술가치 평가기법은 평가대상인 기술의 유형과 평가자에 따라 다양하고, 이론 및 실무에서 제시하고 있는 평가기법들은 크게 3가지 방법, 즉 수익접근법(Income Approach), 시장접근법(Market Approach), 비용접근법(Cost Approach)이 주로 사용되고 있으며, 이중 미래의 수익을 추정하여 기술의 가치를 평가하는 수익접근법이 가장 일반적으로 사용되고 있음. 특히 지식경제부의 기술가치평가 실무가이드(2011.12)에 따르면 평가대상기술과 같이 사업에 적용되고 있거나 향후 사업에 적용가능성이 높은 경우에 수익접근법의 적용을 가이드하고 있어, 본 평가에서는 지식경제부의 기술가치평가 실무가이드에 의거하여 수익접근법을 기본적인 평가방법으로 적용함

[표 1-1] 기술가치평가 평가기법

종 류	평가방법	주요특징	평가대상
비용접근법	연구개발에 투입된 비용을 기초로 해당 기술의 가치 판단	상품화까지 추가 연구개발이 필요한 초기단계 기술이나 아직 시장이 형성되지 않은 기술을 평가할 때 활용되는 기법	사업화가능성이 너무 먼 미래기술, 특수 목적용 SW기술 등
시장접근법	시장에서 거래된 유사기술의 가치를 근거로 판단	기술평가정보가 충분히 축적되어 있고, 유사한 사례가 있을 경우 효과적으로 활용될 수 있는 기법	부동산, 일반기계 및 설비류, 차량, 범용 컴퓨터 S/W, H/W, 주류허가권, 프랜차이즈 등

종 류	평가방법	주요특징	평가대상
수익접근법	기술이 상품화되었을 때의 예상 매출액 및 이익을 환산하여 현재의 현금 가치화하는 기법	- 현실적으로 대부분 기술의 거래 시장이 존재하지 않고 개발비용으로 매각할 수 없는 것이기 때문에 현재로서는 수익접근법을 사용하는 것이 일반적임 - 장래의 현금흐름을 적절한 할인율로 나누어 현재의 가치를 산출하는 방법으로 할인현금흐름(DCF)법이 기본적으로 사용됨	특허권 등 대부분의 지적자산을 평가하는데 유용하게 사용

- **수익접근법에 의한 기술가치평가¹⁾** : 일반적으로 기술가치는 먼저 사업가치를 구하고 여기에서 기술이 차지하는 비중을 반영하여 산출함. 사업가치는 그 사업이 가지고 있는 유형자산과 무형자산(기술을 포함한 지적자산, 인적자산, 시장자산)의 결합에 의하여 결정되며, 기술가치는 전체 사업가치에서 기술의 비중(기술의 기여도 또는 완성도라는 개념으로 표현될 수 있음)에 의하여 산정될 수 있음. 물론 신규창업기업의 경우에는 사업가치 중의 기술 가치 비중이 높게 추정될 수 있음

수익접근법은 기술로부터 발생하는 미래현금흐름의 현재가치의 합계로서 기술가치를 평가하는 방법, 즉 기술을 이용하여 발생하는 추가적인 현금흐름을 추정하여 기술의 가치를 평가하는 방법임. 이는 기술의 수익창출능력을 자본화함으로써 그 기술의 공정시장가치(Fair Market Value)를 구하는 것임. 예를 들어 기술을 타인에게 대여하고 그 사용료를 받고 있다면 향후 예상되는 총 사용료 수입(미래현금흐름)의 현재가치를 산정하여 그 기술의 가치를 평가할 수 있음. 이 방법의 가장 큰 유용성은 공정시장가치의 정의를 구체화한다는 점임. 왜냐하면 공정시장가치는 어떤 투자대상을 소유함으로써 얻을 수 있는 미래 현금흐름의 현재 가치와 같기 때문임.

$$\text{기술의 가치} = \sum_{t=1}^n \frac{FCF_t}{(1+r)^t} \times \text{기술기여도}$$

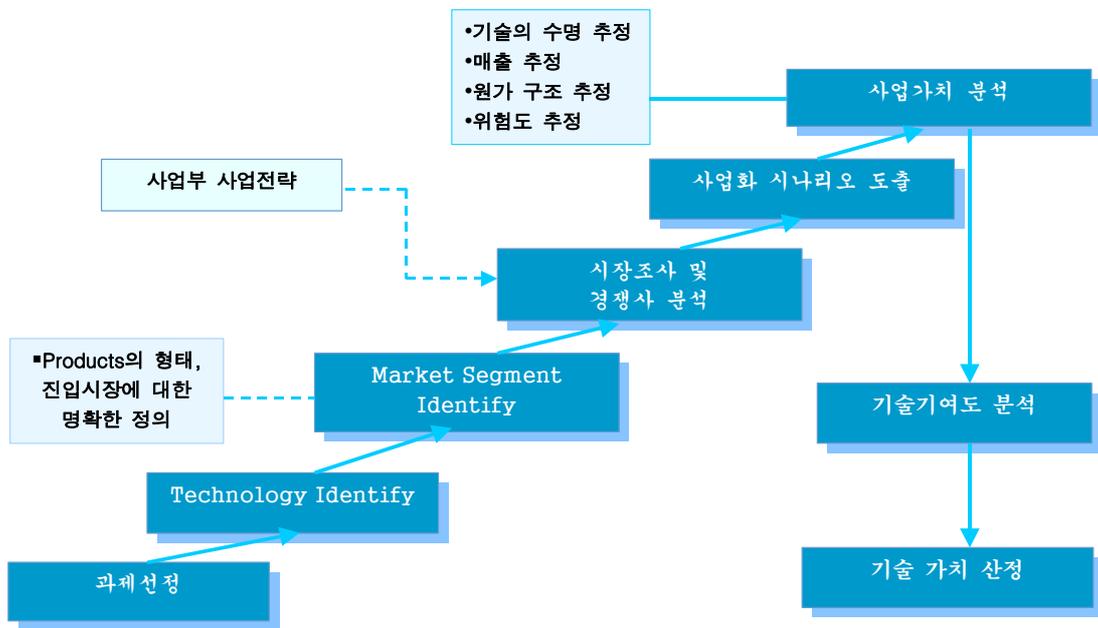
기술가치평가모형은 상기와 같은 수익접근법 기반의 산식을 이용하며, 특정한 기술의 가치는 기술의 경제적 수명기간 동안 미래의 여유현금흐름을 추정하여 얻을 수 있음. 여기서, t는 년 수, n은 기술의 경제적 수명, FCF는 여유현금흐름, r은 할인율을 의미하며, 따라서 특정한 기술의 가치는 1) 기술의 경제적 수명, 2) 여유현금흐름, 3) 할인율, 4) 기술기여도

1) 기술보증기금, “기술가치평가 실무가이드”, 지식경제부, 2011.12

등의 합리적 추정으로 산출됨

1.2.3. 평가의 절차

본 평가서에서는 기술의 가치를 평가하기 위하여 한국해양과학기술원 해양바이오연구부의 강성균 박사와 오프라인 미팅 및 설문조사를 통해 기술의 상세한 내용을 파악하였으며, 해양바이오연구부에서 확보할 수 있는 기술자료를 조사하였음. 확보된 기술정보와 외부 기술자료 수집으로 평가대상기술의 기술동향 및 기술완성도 등을 파악하여 기술의 경제적 수명, 기술제품의 활용 분야 등을 평가하였음



[그림 1-2] 수익접근법에 의한 기술가치평가 절차

평가된 기술성을 바탕으로 산업재산권으로써의 권리의 안정성 및 권리의 광협, 권리보호의 중요도를 파악하고자 특허권리 분석이 이루어졌으며 동시에 기술제품이 가지는 시장을 파악하여 시장구조 및 관련기업의 동향을 분석하였음. 이를 통해 관련제품의 향후 시장을 전망하고 제품경쟁력을 평가하였음

기술제품의 경쟁력 평가를 근거로 동사가 직접 기술사업화를 수행한다는 전제 하에 시장진입 시나리오를 수립하였음. 수립된 시나리오를 바탕으로 기술의 경제적 수명동안 매출액을 추정하였으며, 동사의 규모 고려하여 비상장 소기업의 재무정보를 반영하여 여유현금흐름을 구하였음. 각 연도별 여유현금흐름에 할인율을 적용하여 현재가치를 산정한 후 이를 합쳐 사업가치를 구하였고, 기술제품에 기여한 평가대상기술의 기술기여도를 구하여 기술의 가치를 산정하였음

1.3. 평가결과

1.3.1 평가결과 요약

목표시장(제품/서비스)별로 특허가치를 산출한 결과는 다음과 같이 시나리오별로 요약되며, 기술가치평가의 상세한 내역은 제 5장에 기술하였음

본 기술의 Thermococcus 속에 속하는 신균주로부터 발견한 새로운 수소화 효소(hydrogenase), 이를 암호화하는 유전자, 및 이들을 이용하여 수소를 생산하는 기술은 아직까지 관련 시장이 형성되지 않은 상태이므로, 본 평가에서는 제철소 부생가스(특히, 전로가스)의 산업폐기물을 이용하여 수소를 생산하여 판매하거나(시나리오 I), 연료전지 사업화(시나리오 II)에 대한 경제성을 평가하여 본 기술의 목표시장으로 설정하고, 평가를 진행하였음

[표 1-2] 평가결과 요약

구분	수소생산 (시나리오 I)	연료전지 사업화 (시나리오 II)
Thermococcus sp. NA1 신균주를 이용한 바이오 수소 생산기술	122.3억 원	222.73억 원

본 기술의 가치평가 결과, Thermococcus 속에 속하는 신균주로부터 발견한 새로운 수소화 효소(hydrogenase), 이를 암호화하는 유전자, 및 이들을 이용하여 수소를 생산하는 기술을 산업에 적용 시 시나리오 I의 제철소 부생가스를 이용한 수소 생산 및 판매 기술의 경우 122.3억 원, 시나리오 II의 생산된 수소를 바탕으로 한 연료전지 사업(REC 판매)을 추진할 경우 222.73억 원으로 산정되었음

1.3.2. 기술가치 산출표

[표 1-3] 기술가치평가 산출표 - 시나리오 I

(단위 : 억 원)

구 분	1차년도 (2016)	2차년도 (2017)	3차년도 (2018)	4차년도 (2019)	5차년도 (2020)	6차년도 (2021)	7차년도 (2022)
매출액(S)	181.2	357.1	352.0	347.0	342.0	337.2	332.3
매출원가(C)	84.4	145.8	147.9	150.0	152.2	154.5	156.9
판매비와 일반관리비(A)	9.5	18.8	18.5	18.2	18.0	17.7	17.5
이자 및 법인세 차감전 이익(EBIT)	87.3	192.5	185.6	178.8	171.8	164.9	157.9
법인세(T)고려후 영업이익	63.3	139.6	134.6	129.6	124.6	119.6	114.5
감가상각비(D)	24.2	24.8	26.0	27.3	28.5	29.1	29.1
운전자본(W) 증감액	19.9	19.3	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-37.0
자본적 지출(설비투자)(I)							
초기투자액	363.5						
연간투자액		18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
자본적 지출 잔존가치							281.1
미래현금흐름(FVCF)	67.6	126.9	143.0	139.2	135.4	131.0	443.5
현가화된 현금흐름(PVCF)	56.3	96.5	99.2	88.1	78.2	69.1	213.4
순현재가치(NPV, $\sum H$)	337.4						
수익성지수(PI)	1.78						
기술기여도(J)	36.24%						
기술가치(K) ($K=\sum H \times J$)	122.3						

[표 1-4] 기술가치평가 산출표 - 시나리오 II

(단위 : 억 원)

구 분	1차년도 (2016)	2차년도 (2017)	3차년도 (2018)	4차년도 (2019)	5차년도 (2020)	6차년도 (2021)	7차년도 (2022)
매출액(S)	218.7	437.4	437.4	437.4	437.4	437.4	437.4
매출원가(C)	84.4	145.8	147.9	150.0	152.2	154.5	156.9
판매비와 일반관리비(A)	9.5	18.8	18.5	18.2	18.0	17.7	17.5
이자 및 법인세 차감전 이익(EBIT)	125	272.8	271.0	269.1	267.2	265.1	263.0
법인세(T)고려후 영업이익	104	197.8	196.5	195.1	193.7	192.2	190.7
감가상각비(D)	24.2	24.8	26.0	27.3	28.5	29.1	29.1
운전자본(W) 증감액	19.9	19.3	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-37.0
자본적 지출(설비투자)(I)							
초기투자액	363.5						
연간투자액		18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
자본적 지출 잔존가치							281.1
미래현금흐름(FVCF)	108.0	185.1	204.9	204.8	204.5	203.7	519.7
현가화된 현금흐름(PVCF)	90.0	140.7	142.1	129.6	118.2	107.4	250.1
순현재가치(NPV, $\sum H$)	614.6						
수익성지수(PI)	2.43						
기술기여도(J)	36.24%						
기술가치(K) ($K=\sum H \times J$)	222.73						

2 기술 · 제품 평가

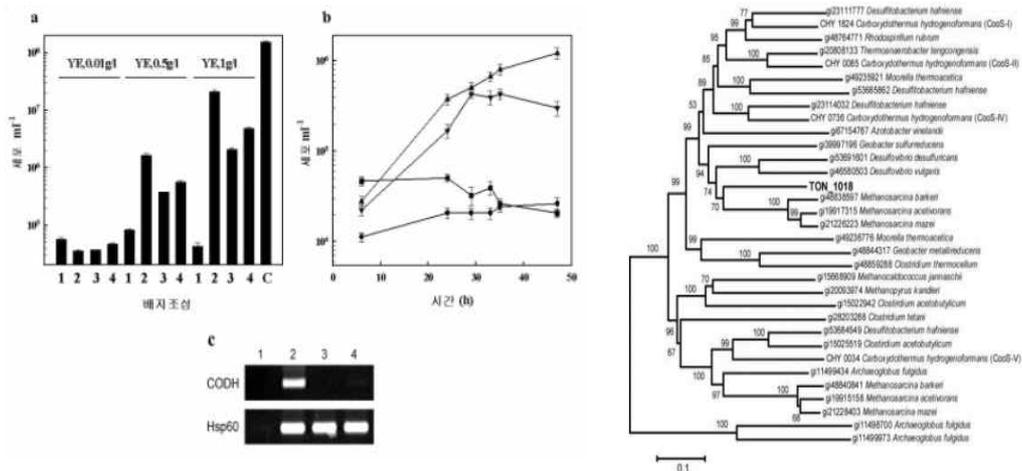
2.1. 기술의 개요

평가대상기술(이하 ‘동 기술’)인 ‘Thermococcus 속에 속하는 신균주로부터 발견한 새로운 수소화효소 (hydrogenase), 이를 암호화하는 유전자, 및 이들을 이용하여 수소를 생산하는 기술’은 해양 고세균(NA1)의 일산화탄소를 이용한 수소생산성을 향상시킬 수 있는 기술로, 기존 혐기성 박테리아를 이용한 수소생산을 대비 최고 10배 이상의 경제성을 가지고 있음

해양 고세균(NA1)은 80도씨의 고온에서 성장하는 고세균의 일종으로 ‘02년 파푸아뉴기니 해역의 열수구 지대에서 우리나라의 해양조사선반, ‘온누리호’에 의해서 채취되었음. 해양 고세균(NA1)의 유전체분석결과 현재까지 알려진 다른 미생물의 최소 2배인 8개의 수소화효소군 (hydrogenase cluster)을 보유하고 있어 단위당 수소추출량이 훨씬 클 뿐만 아니라 일산화탄소 (CO), 전분(starch), 개미산(formate) 등 다양한 기질(먹이)을 이용하여 바이오수소를 생산할 수 있음

평가대상기술의 바이오수소 생산을 위한 기술은 CO₂를 배출하지 않는 환경 친화적인 미래 대체에너지원으로 각광을 받고 있으며, 또한 단위당 높은 발열량을 가지고 있어, 산업용 기초 소재부터 일반연료, 자동차, 비행기, 연료전지 등 현재의 에너지 시스템에서 사용되는 거의 모든 분야에서 이용이 가능한 녹색에너지 기술임

평가대상기술인 해양 고세균(NA1)의 배양 조건과 수소화효소군 유전정보는 다음 그림과 같음



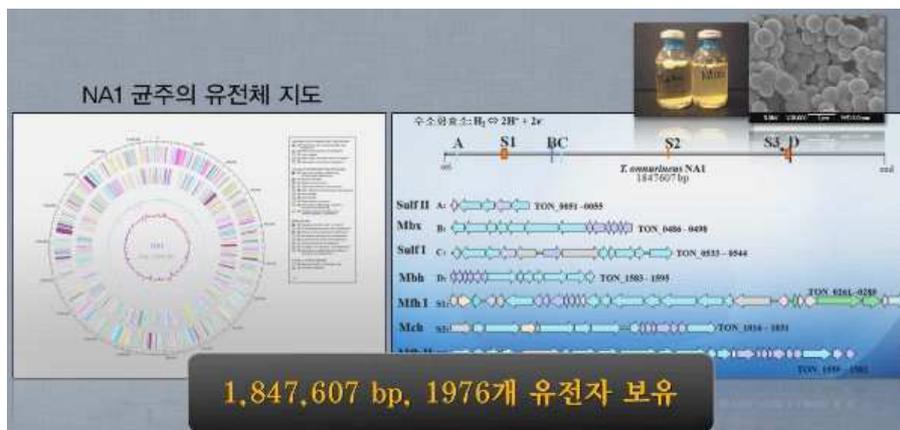
출처: 한국특허공개 "10-2009-0060124"

[그림 2-1] 수소화효소의 배양조건 및 CODH 계통도

[그림 2-2]는 평가대상기술의 심해 열수구 탐사를 통하여 8개 수소화 효소를 가지는 최초의 미생물 *Thermococcus* sp. NA1이며, [그림 2-3]은 *Thermococcus* sp. NA1의 유전자 정보를 분석한 결과임



[그림 2-2] *Thermococcus* sp. NA1 균체



[그림 2-3] NA1 균주의 유전체 정보연구

Thermococcus sp. NA1 균주는 다른 고호열성 수소 생산 미생물과 비교하여 수소생산성이 450mmol/g/h, 수율이 95% 수준으로 2배 이상의 수소화 효소를 가지고 있어, 높은 수소 생산성, 산업 폐기물 활용 및 제철소에서 생산되는 일산화탄소를 활용할 수 있음. 특히, 제철소의 부생가스는 정제비용이 발생하는 오염물질로, 본 평가대상기술을 적용할 경우, 제철소의 폐열을 활용하여 이를 정제함은 물론, 추가적인 바이오수소를 생산할 수 있으므로, 높은 경제적 효과를 거둘 수 있음

현재 본 기술은 제철소 부생가스를 이용한 플랜트 건설의 전 단계인 5l, 20l, 100l, 300l의 규모로 수소를 생산 및 저장하기 위한 기술을 확보하고 있으며, 본 평가를 위한 대상 기술은 *Thermococcus* sp. NA1에 수소생산 기전 규명, 수소 생산성 증진 등을 위한 돌연변이 유

전자 연구, 마이크로 버블러 등을 이용한 연속 배양 시스템 및 배양 장치 기술을 포함하고 있음. 다음의 [그림 2-4]는 본 평가대상 기술의 주요 기술 내용 및 관련 확보 특허 문헌에 대한 정보임

주요기술 내용		관련 특허문헌
1 T. onnurineus NA1 균주 및 NA1 유래 고온활성 생촉매	<ul style="list-style-type: none"> - 수소생산 조건에서 NA1의 전사체, 단백질체, 대사체 분석 - 수소화효소 전사조절 특성 규명 및 돌연변이체 연구 - Thermococcus onnurineus NA1 전사체 제조 및 dRNA-seq 라이브러리 구축 - 단백질 발현 비교분석 및 대상경로와 수소 생성 경로 특성 분석 	<ul style="list-style-type: none"> - KR10-0757280, KR10-777228, KR10-0770665, KR10-0757279, KR10-0770664, KR10-0757278, KR10-0757277, KR10-0777227, KR10-0825279, KR10-0777230, KR10-0844358, KR10-1203920 - US8257953
2 우수 균주 개발	<ul style="list-style-type: none"> - NA1 야생 균주 연구를 통한 수소생산성 향상 우수 균주 개발 1. Membrane space 확장과 강한 프로모터를 동시에 사용하여 CODH와 MCH의 단백질량을 증가하여 CO로부터 수소생산 향상 우수 균주 2. codh-mch-mnh2 cluster 앞에 존재하는 rchA 유전자로부터 강한 프로모터로 치환하여 CO로부터 수소생산 향상 우수 균주 개발 - KS0157과 KS0413는 균체농도 및 수소생산성이 모두 높은 것으로 확인 - 우수 균주의 CO 독성 극복여부 비교 - 수소생산 활성 향상 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - RU2012103674, KR10-2010-7013071, KR10-2011-0021390, PCT/KR2011/006897, US12/746090, JPF32195A1, EU09811732.8, US14/093150, US14/093152 - RU 2010119233, KR10-2011-7014743, KR10-2011-7014736 - KR10-2011-7014737 - KR10-2012-0065303, PCT/KR2013/00067 - KR10-2013-0033345 - KR10-2013-0137344 - KR10-2013-0137330
3 수소생산/연속생산	<ul style="list-style-type: none"> - NA1 균체 최적 성장 및 안정된 수소 생산을 위한 배지조건 최적화 공정 연구 - 부생가스 LDG의 유량별 균체 성장 및 수소생산성 확인 - 마이크로버블 반응기를 이용한 유량별 산소 K_a 측정 - 마이크로버블 반응기 이용 수소생산성 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - KR10-2012-0065303 - KR10-2012-0037823 - KR10-2011-0046049 - KR10-2013-0047379, KR10-2012-0045670 - KR10-2013-0047328 - KR10-2012-0037822 - KR10-2012-0037823
4 톤 규모 파일럿 플랜트 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 제철소 부생가스 공급라인 및 on-site 부지 확보 위한 기업과의 연구협력 방안 협의 중 - airlift 반응기, 마이크로버블러 반응기 구축 - 용수재활용 기술 개발 등 	<ul style="list-style-type: none"> - 특허출원 준비 중

[그림 2-4] 본 평가대상 기술 정보

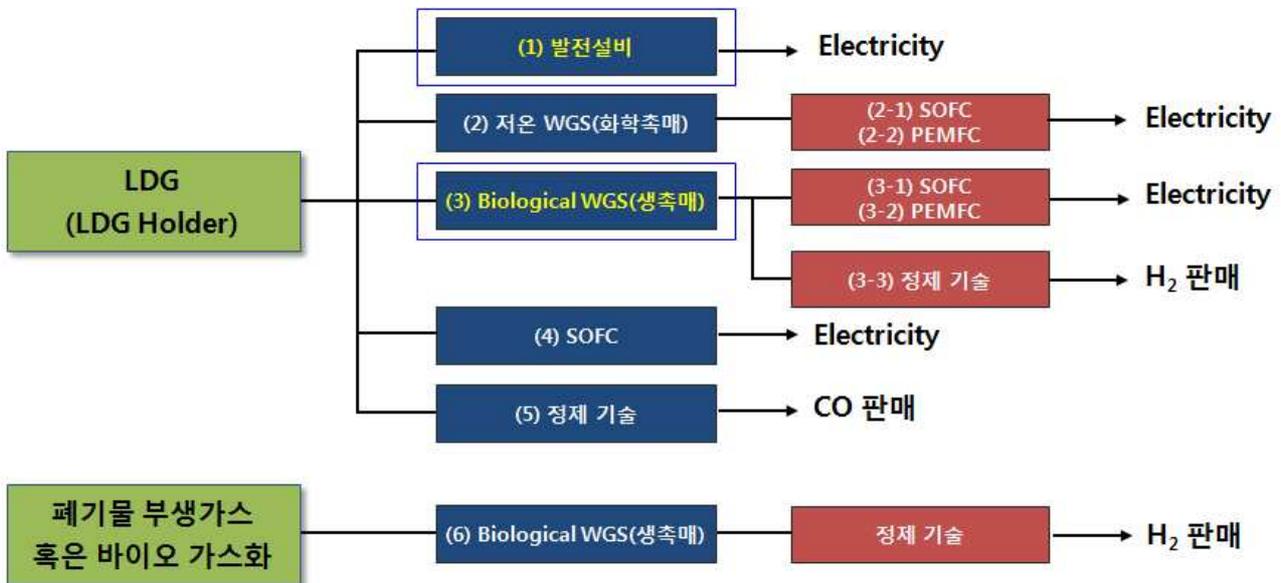
2.2. 기술의 적용제품

현재 수소를 생산하는 방식은 태양광분해법, 열화학사이클법, 전기분해법, 고온열분해법, 화석연료로부터 제조하거나, 미생물을 이용한 바이오수소 제조법이 있으며, 본 평가대상기술은 해양 고세균(NA1)으로부터 고농도의 바이오수소를 생산이 가능한 것을 특징으로 함

본 평가대상기술의 해양 고세균(NA1)을 이용한 바이오수소의 생산은 환경오염물질인 일산화탄소의 저감과 제철소 부생가스의 효율적인 재활용을 통해 신재생에너지인 수소를 생산함으로써

써 녹색성장에 기여할 수 있을 것으로 분석됨

- 국내 대형 제철소(3개소)의 제련과정에서 발생하는 부생 가스 내 일산화탄소는 약 300만 톤으로 추정되며, 이 중 60~65% 정도는 제철소 자체 열원으로 사용되나 나머지는 CO 농도가 충분하지 않아 대기 중에 방출되고 있는 형편임
- 제철소에서 CO를 자체열원으로 전환하는데 소요되는 비용은 천연가스를 연료로 사용하는 경우보다 비용이 더 발생하나 유해물질 배출을 저감하는 차원에서 재활용되고 있는 실정임
- 본 평가대상기술의 해양 고세균(NA1)이 CO를 수소로 전환시키는데 높은(기존 혐기성 미생물 대비 10배 이상) 생산능력을 가지고 있고, 고온 호기성 미생물로 제철소 부생가스의 온도조절을 위한 추가적인 장치가 필요하지 않아, 그 활용성이 높음



[그림 2-5] 평가대상기술 적용 제품 - 부생가스의 사업화

2.3. 경쟁 및 대체기술 현황

본 평가대상 기술은 해양 고세균(NA1)을 이용하여 수소를 생산할 수 있는 기술이며, 본 평가대상 기술의 경쟁 및 대체기술로는 생물학적 수소 생산방법 기술이 있음. 또한 이와 더불어 현재 상업화되어 있는 다양한 수소 생산 제조기술에 대하여 살펴보도록 함

현재 수소는 원유정제나 암모니아 합성에 사용되는 중요한 화학원료중의 하나이며 사용되는 대부분의 수소는 화석연료의 개질에 의해 생산되고 있으나, 물, 석유, 석탄, 천연가스 및 가연성 폐기물로부터 전기, 열, 미생물 등의 에너지를 공급하여 제조할 수도 있음. 수소는 연소과정에서 온실가스인 이산화탄소를 배출하지 않는 청정에너지이며 원유와는 다르게 이차 에너지

원임. 이차 에너지원인 수소를 제조하는 과정에서 원료나 에너지원에서 온실가스가 배출된다면 수소를 청정에너지원이라 하기 어려울 것임

에너지순환을 살펴보면 화석연료가 산소와 반응하여 에너지를 공급하면서 이산화탄소와 물을 방출하게 됨. 세계적인 인구 증가와 경제발전에 따라 에너지 사용 양이 크게 증가하면서 대기 중으로 배출되는 이산화탄소의 양이 자연이 처리할 수 있는 한계를 넘게 되어 온실가스 효과를 통해 환경문제를 유발하게 되었음. 또한 가까운 미래에 인류의 에너지원인 화석연료의 고갈이 예측되기 때문에 재생에너지를 이용한 에너지원 개발에 대한 관심이 크게 증가하고 있음. 현재 산업용, 전력용, 가정용, 수소용으로 사용되고 있는 대부분의 동력원이 화석연료 기반으로 작동되고 있으나 20세기 후반부터 집중되기 시작한 연료전지 개발로 연소(산화) 후 에너지를 공급하면서 물 이외에 환경오염 유발물질을 배출하지 않는 수소에 대한 관심이 크게 증가하고 있음. 화석연료의 가장 큰 장점은 가격이 저렴하고 저장과 운반이 용이하다는 것임. 재생에너지원으로부터 대체에너지원 개발이 성공하려면 화석에너지가 가지고 있는 이 장점들을 극복할 수 있는 대안 기술이 필요하지만 현재까지는 개발되지 못하고 있음

현재 대부분의 수소는 화석연료인 천연가스, 석유/잔사유, 석탄의 수증기개질, 열분해, 가스화를 통해서 생산되고 있으며 태양광이나 풍력을 통한 물 분해, 광을 이용한 물의 직접분해, 생물학적, 유기성 폐기물로부터 수소생산 또는 원자력에너지를 이용하여 물을 열화학 분해하거나 고온전기분해를 통해 수소를 생산하는 연구들이 있음. 화석연료를 이용하는 기술들은 대부분 상용공정으로 운영되고 있으며 대체에너지를 이용한 공정들은 연구단계에 있음. 현재는 기술이 성숙된 상용공정을 통하여 생산된 수소가 이용되고 있으나 장기적으로는 대체에너지를 이용한 수소생산 기술이 현재의 상용공정을 대체할 것으로 기대됨

2.3.1. 화석연료개질

석탄, 천연가스, biomass 등을 700 ~ 1,100 °C, 3 ~ 25 bar의 조건에서 증기개질, 건조개질(dry reforming), 부분산화반응을 통해 CO/CO₂/H₂ 혼합가스를 생산하며 수성가스반응(H₂O+CO ⇌ CO₂+H₂)을 이용해 H₂/CO의 비율을 조절하고 이를 통해 얻어진 합성가스는 촉매반응을 이용하여 메탄올, DME(dimethyl ether) Fischer-tropsch, H₂, oxoalcohol, 개미산 등의 생산에 사용됨

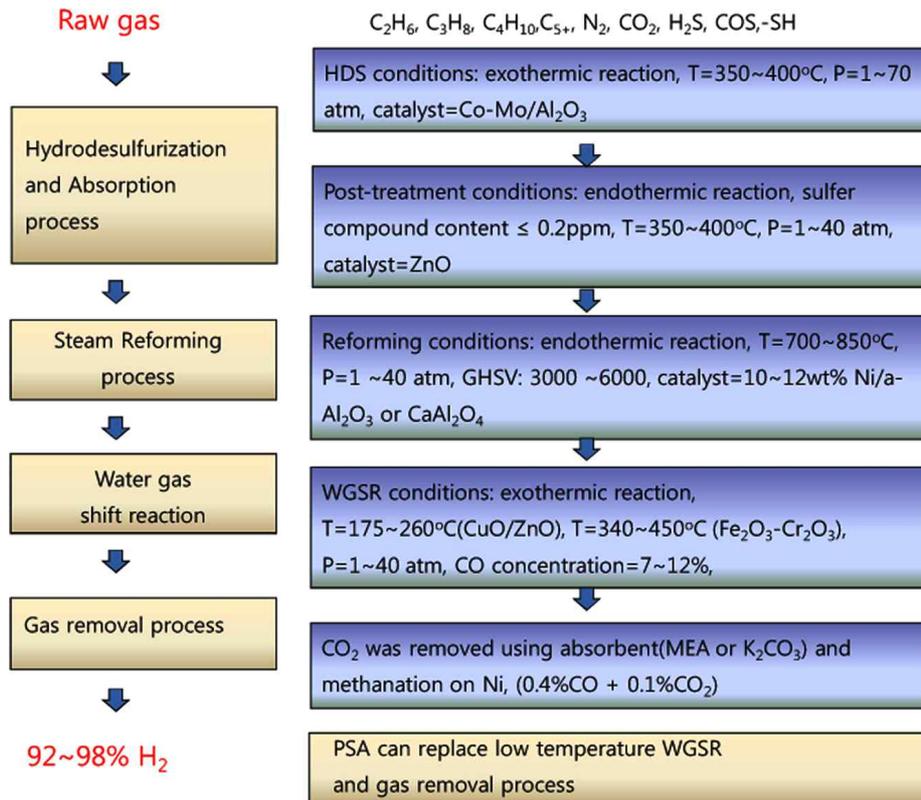
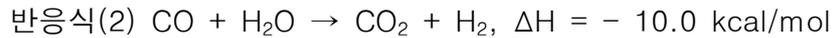
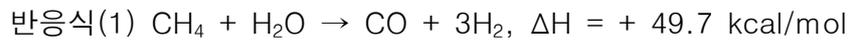
[표 2-1] 합성가스에서의 수소대비 이산화탄소 비율

CO ₂ /H ₂	Reforming Technology
0.25	Methane Steam Reforming
0.31	Pentane Steam Reforming
0.33	Methane Partial Oxidation
0.59	Heavy oil Partial Oxidation
1	Coal Partial Oxidation

[표 2-1]은 화석연료로부터 수소를 생산할 때 배출되는 합성가스에서 수소대비 이산화탄소의 비율을 보여주고 있음. [표 2-1]에서 보면 천연가스 수증기 개질이 이산화탄소를 가장 적게 배출하는 공정기술이며 부분산화법이 상대적으로 더 많은 이산화탄소를 생성하는 것을 알 수 있음. 수소생산 비용은 대규모 증기개질의 경우 가장 저렴하며 현지에서 증기개질을 하여 소비지로 수소를 이송할 경우 그 비용이 증가함. 연산 100,000만 톤 규모의 증기개질기 하나로 약 100만 대의 연료전지 자동차를 운행할 수 있음. 수소는 2차 에너지로 생산, 가공처리, 저장, 운반에 드는 에너지가 과도하여 수소생산에만 1.2 ~ 1.4배의 에너지가 소요되고 석유의 경우는 8% 정도의 비용이 요구됨

천연가스에서 수소를 생산하는 재래방식의 기술은 증기개질, 비촉매 부분산화, 자열개질, CO₂ 개질, 직접분해가 있으며 첨단방식으로는 촉매부분산화, 플라즈마 촉매개질, 흡착부과 반응 등이 있음. 증기개질의 경우 800~900 °C 온도에서 운전되며 수율은 75% 정도인 복잡한 공정이지만 세계적으로 400기 정도가 상용공정으로 운영되고 있음. 부분산화의 경우 1,100 ~ 1,200 °C에서 운전되며 공기를 사용할 경우 NO_x와 soot이 발생되어 공해를 유발하지만 에너지효율이 높은 기술임. 플라즈마 개질의 경우 2,000 °C 온도에서 운전되며 수율은 95% 정도로, H₂/CO만이 생성되고 소형화, 이동형 액체연료 사용이 가능한 신기술인 것이 특징임

전 세계적으로 생산되는 수소의 약 50%를 제조하는 메탄 수증기개질공정을 간단하게 정리하면 [그림 2-6]과 같음. 원료인 천연가스에는 수량의 경질탄화수소와 미량(ppm)의 황화합물이 포함되어 있음. 이 원료를 개질기에 주입하기 전에 유황성분의 농도를 0.2 ppm 단위로 낮추기 위해 수소화탈황 및 ZnO를 이용한 흡수공정이 필요함. 반응은 대개 350~400 °C의 온도와 상압 ~ 70 기압의 조건에서 수행되며 촉매로는 알루미나에 담지된 Co-Mo가 사용됨. 탈황공정을 거친 원료가스는 개질기로 주입되는데 상용공정에서는 주로 Calciumaluminate ceramic 지지체에 담지된 ICI의 니켈산화물을 개질촉매로 사용하고 있음. 수증기 개질공정은 반응식 (1)과(2)에 의해 진행되는 반응으로 메탄 1몰당 생산되는 수소의 수율이 가장 높은 경제적인 공정임. 그러나 평형반응으로 반응속도가 느리기 때문에 공정규모가 커야하며 부하변동에 대한 정상상태로의 등답 특성이 느린 단점이 있음



[그림 2-6] 메탄 수증기개질 공정

개질반응은 강한 흡열반응으로 고온 및 저압조건에서 정반응으로의 진행이 유리하고, 수성 가스 전환은 온화한 발열반응으로 저온조건이 유리하며 압력에 대한 영향은 무시할 만함. 대개는 개질반응 후에 CO의 농도를 7 ~ 12%로 고온과 저온 수성가스 전환반응(반응식(2))을 이용하여 CO의 농도를 줄여줌. 수성가스전환공정을 거친 가스에서 CO₂의 농도는 20% 정도이나 흡수제를 이용하여 제거하고 나면 CO 0.4% CO₂ 0.1% 함량의 가스가 얻어지며 메탄화를 통해 후속공정의 촉매독으로 작용하는 CO를 제거하게 됨. 이런 다양한 공정을 거쳐 92 ~ 98% 농도의 수소가 생산됨. PSA법을 적용하면 저온 수성가스반응, CO₂ 흡수, 메탄화 공정을 사용하지 않고도 높은 순도의 수소를 얻을 수 있는 장점이 있음. 메탄 수증기개질 공정외에도 부분산화법, 플라즈마(저온, 고온 플라즈마) 이용 천연가스분해 수소제조, 자열개질 (Auto-thermal reforming), CO₂ 개질, 직접분해(direct cracking), 흡착부과반응개질(Sorption enhanced reaction process) 공정 등이 있으며 각 공정별로 각기 장단점을 가지고 있고 원료의 조건이나 수소 사용조건에 따라서 각 공정을 선택적으로 적용할 수 있음

화석연료개질 연구동향을 살펴보면 현재 대체에너지를 이용하여 수소를 생산하려는 다양한 기술들이 연구되고 있으나 화석연료가 가지고 있는 장점을 극복하기가 쉽지 않아 상당기간 동안 화석연료 개질공정을 통해 제조된 수소가 공급될 것으로 예상되고 있음. 수증기 개질의

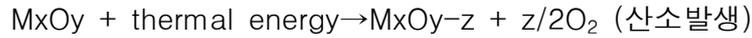
상용공정은 대개 30 ~ 50만 톤 규모로 운영되고 있으며 기술의 성숙도가 아주 높고, 현재는 니켈 촉매의 성능 및 안정성을 높이기 위한 공정개선연구들이 진행되고 있음. 정치형 연료전지에 수소를 공급하기 위한 연료개질기 시스템개발이 진행되고 있으며 이 경우 요소기술 및 시스템통합을 통한 소형화, 고효율화, 저비용생산을 목표로 연구개발이 진행되고 있으며 균일가열기술, 소형열교환기기술, 저온 활성촉매 개발 등이 중요한 요소기술임. 부분 산화의 경우 고순도 산소를 이용하는 기술이 개발되고 있으며 이를 위해 PSA법 및 세라믹분리막 기술개발이 진행되고 있고, 공기를 사용하는 공정에서는 탄소침적방지 촉매개발이 진행되고 있음. 플라즈마 개질의 경우 반응물과 공기와의 열교환을 극대화하기 위한 소형 고효율 열교환기개발이 진행되고 있음. 자열개질의 경우 고순도 산소이용기술이 개발되고 있으며 부분산화 개질과 같이 PSA법 및 세라믹분리막기술 개발이 진행되고 있음. 또한, CO₂ 개질의 경우 탄소침적방지 및 고효율촉매 개발이 진행되고 있으며 직접분해의 경우 촉매-카본분리단위공정, 촉매재생 및 재생순환 단위공정기술개발 등이 진행되고 있음

2.3.2. 열화학사이클에 의한 수소 생산

물을 직접 열분해하기 위해서는 3300 K 이상의 열원이 필요하고 직접열분해의 경우 1 bar의 압력에서 약 64%의 전환율로 수소를 생산할 수 있음. 직접열분해의 경우 높은 온도도 문제이지만 반응기 재질도 큰 어려움임. 또한, H₂/O₂가 혼합되어 있어 세라믹 막을 이용한 고온 분리가 요구되는데 재질에 대한 한계 때문에 가까운 장래에 경제성을 맞추기 어려움. 직접열분해가 갖는 수소/산소 고온 분리 및 재질에 대한 문제점을 해결하기 위해 금속 산화물을 이용한 다단계 열화학사이클을 이용하여 물로부터 수소를 생산할 수 있음. 열화학 사이클을 이용할 경우 물의 산화, 환원 반응이 분리되어 일어나기 때문에 수소와 산소의 추가 분리가 필요하지 않음. 열화학사이클은 물분해를 비교적 낮은 온도(1,300 K)의 화학반응들로 구성하여 전체적으로 폐 사이클(close cycle)이 되도록 구성되어 있음. 열원으로는 고온의 가스로, 집열된 태양열 및 핵반응로가 가능하며 흡열반응에 필요한 열과 발열을 상쇄하면 이론상 전기분해법보다 높은 열효율을 얻을 수 있으므로 1967년 이후 200개가 넘는 사이클이 제안되었음

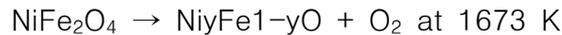
열화학사이클은 다단계의 화학반응을 조합시켜 반응물질이 순환매개 물질로 순환하면서 열적으로 물을 분해하는 방법으로 보통 1,300 K 이하의 화학반응들로 구성되어 있음. 열화학사이클 공정의 기본반응은 다단계를 거치지만 전체반응은 수소와 산소만 생성함. 환원제로는 금속성분인 Fe를 사용한 예가 가장 많으며 비금속 성분으로 가장 사용빈도가 높은 것으로는 황, 염소, 탄소 등임. 미국, 독일, 일본을 중심으로 열화학사이클 연구가 계속되었으며, 최근에는 금속산화물을 이용한 2단계 열화학사이클에 대한 연구가 진행되고 있음
태양열을 이용한 2단계 열화학사이클의 단계별 반응식들은 다음과 같음



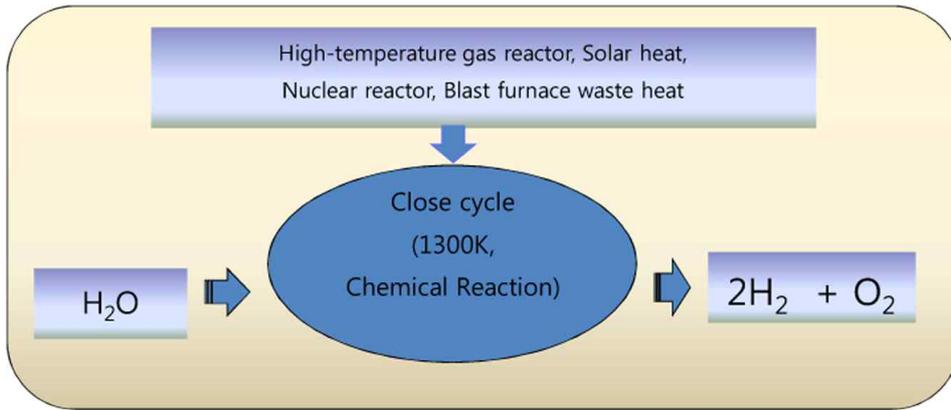


$\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{FeO}$ ($>2,500 \text{ K}$)나 ZnO/Zn ($>2,273 \text{ K}$)를 산화, 환원쌍으로 이용한 열화학사이클의 경우 상당히 높은 온도가 요구되고, ZnO/Zn 사이클의 열효율은 45% 정도이며 열회수를 하지 않을 경우 최대 29% 정도임. ZnO/Zn 사이클은 높은 에너지와 에너지효율 때문에 가능성이 높기는 하지만 고온에서 ZnO 의 환원 문제를 해결해야 하는 어려움이 있음. 또한, $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{FeO}$ 사이클이 갖는 심한 소결, 용해, 물질의 증발 특성은 사이클 효율과 내구성을 떨어뜨리는 원인임. 결국 이런 열화학사이클을 이용한 수소생산 기술의 성공여부는 낮은 온도에서 환원이 가능하고 물분해 효율과 내구성이 높은 물질의 개발 가능성에 달려있음

최근 들어 여러 종류의 금속 페라이트(MFe_2O_4 , $\text{M}=\text{Co}, \text{Ni}, \text{Zn}$)를 이용한 연구들이 집중적으로 진행되고 있음. 이런 금속 페라이트는 순수한 Fe_3O_4 보다 낮은 온도에서 환원되는 특성을 보여주고 그 식은 아래와 같음



금속 페라이트의 환원온도는 녹는 온도에 근접하기 때문에 환원 후 소결되어 다음 물 분해 사이클에서 수소생산 속도가 떨어지는 특성을 보여줌. 환원과정 동안 페라이트의 소결과 용해를 방지하기 위하여 1273 ~ 1673 K의 온도범위에서 소결저항이 큰 단사정계(monclinc)의 ZrO_2 에 페라이트를 담지하여 사용하는 연구가 진행되었음. ZrO_2 에 담지된 페라이트는 담지되지 않은 페라이트보다 상당히 높은 수소생산 속도와 내구성을 보여주었음. 그 외에도 Fe_3O_4 의 환원온도를 낮추기 위하여 스피넬구조 페라이트가 가지는 산소 결핍점의 반응성을 이용한 연구가 진행되었으며, Ni-Mn, Ni-Zn, Mn-Zn의 스피넬구조 페라이트는 1,073 K에서 수소를 생산할 수 있다는 연구결과도 발표되었음. 금속산화물과 열화학사이클을 이용한 물분해 수소생산은 다양한 산화, 환원쌍에서 연구결과들이 발표되고 있으나 실용화 가능성은 아직은 높지 않음. 일본의 원자력연구소에서는 열효율이 70%에 이르는 30MW급 고온가스로를 보유하고 있는데 이 시스템에서 얻은 고온열을 이용하여 열화학적 수소제조 사이클을 운전하고 있음. 한국에서 진행되고 있는 bench 규모의 열화학사이클을 이용한 수소생산기술은 원자력연구원을 주축으로 에너지기술연구원과 한국과학기술연구원이 공동으로 2004년 ~ 2017년까지 추진하고 있는 “Sulfur-Iodine thermochemical water splitting cycle”임



[그림 2-7] 열화학사이클

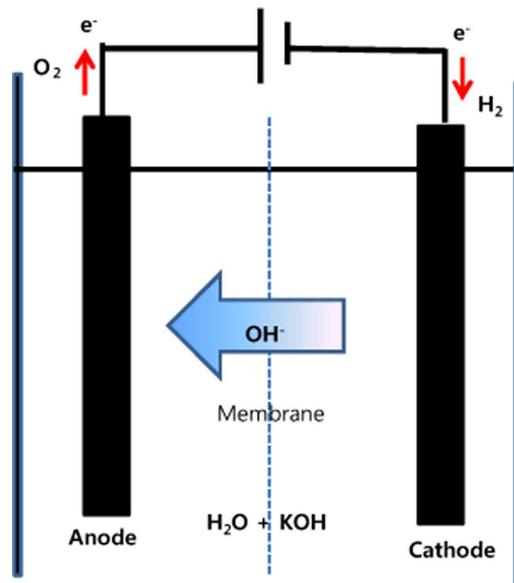
2.3.3. 물 전기분해 수소생산

물 전기분해법은 전력소모가 많아 고순도의 수소를 소규모로 생산할 때 주로 이용됨. 전기 분해법은 가장 오래전에 실용화된 수소제조기술로 1900년 초에 세계적으로 400기 이상의 공업용 전기분해조가 가동되었으며 1939년에 시간 당 10,000 Nm²의 수소를 생산할 수 있는 대규모 전해시설이 가동되었음. 1948년에는 가압형 전해조가 건설되었으며 1966년에 처음으로 고체고분자 전해질 전해시스템이 GM에 의해 개발되었고, 1971년 고온수증기를 이용한 물 전기분해 연구개발이 시작되었음. 현재 상업적으로 개발되어 사용되는 방법은 알칼리전해질을 이용한 물 전기분해 기술임

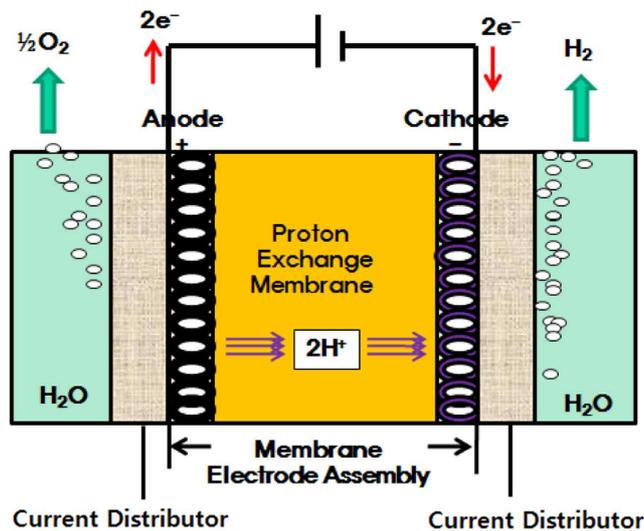
알칼리수전해의 경우 음극에서 수소가 양극에서 산소가 2:1의 비율로 생산되며 [그림 2-8]과 같이 수산기가 격막을 통해 양극으로 전달되어 산소가 발생됨. 수소가 발생하는 환원반응은 2개의 양성자가 2개의 전자를 받아 진행되며 양극에서는 2개의 수산기가 2개의 전자를 내놓고 반개의 산소분자와 1분자의 물을 생성함. 알칼리 전해조에는 단극식과 양극식이 있으며 단극식의 경우 전극이 평행으로 연결되어 있어 설치보수가 간단하며 낮은 온도와 낮은 전류밀도에서 작동됨. 양극식의 경우 음극과 양극의 전극이 교차 설치되며, 전지는 병렬로 연결되고 높은 전류밀도와 고압에서의 작동이 가능하지만 보수가 어려운 단점이 있음. 물의 열역학적 분해 전압은 1.23 eV이지만 전해조와 그 회로에 존재하는 저항 때문에 실제로는 더 높은 전압이 필요하게됨. 전해조의 연결회로에는 전기 전압이 있으며 용액 내부에는 기포의 생성이나 이온의 이동과 관련된 전달관련저항이 존재하며 전기화학반응저항도 상당함. 이런 저항들을 낮추기 위해서 운전온도와 전압을 높일 필요가 있음

수소생산 속도는 전해질의 종류, 농도, 전극안정성, 및 운전 전류밀도와 관련이 있으며 알칼리 전해조의 경우 ~ 0.3 A/cm²의 전류밀도가 적용될 수 있음. 고분자 전해질 물 전기분해의 경우 알칼리 수전해보다 에너지효율이 높으며 그 이론효율은 80 ~ 90%에 달함. 높은 전류밀

도에서 운전이 가능하며 작동전압을 수 백 bar까지 설계 가능하지만 고가의 고분자막과 다공성전극 및 집전장치가 요구됨. 고분자 전해질막의 내구성이 짧아 일반적 용도에 사용하기에는 너무 고가이며 현재는 낮은 용량(0.9 kg/hr)에서만 상용화되었음. [그림 2-9]는 고분자 전해반응을 보여 주고 있으며 주입되는 물이 분해되어 산소가 발생하고 생성된 양성자는 양이온 교환막을 통해 음극으로 이동하여 수소가 발생하게 됨. 높은 전류밀도($\sim 1 \text{ A/cm}^2$)를 사용하기 때문에 효율적으로 물을 분해하기 위하여 급전체를 이용하고 양성자의 이동저항을 줄이기 위해 산화, 환원전극과 양이온 교환막은 저항이 낮은 상태에서 접촉되어 있어야 함

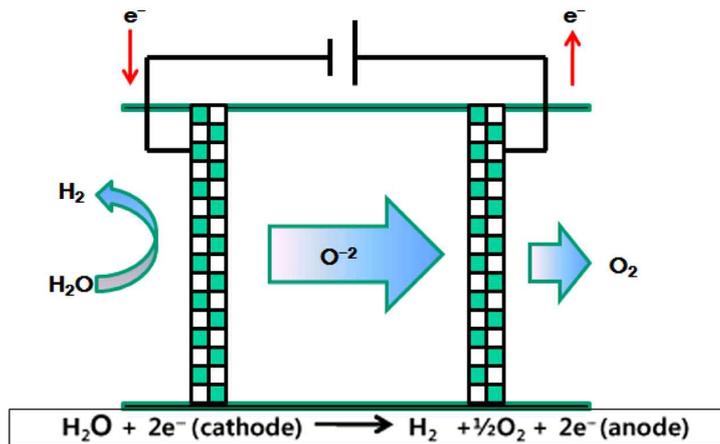


[그림 2-8] 알칼리수전해 시스템



[그림 2-9] 고분자 전해 반응

그 외에도 이온의 이동을 위해 사용하는 알칼리 전해질 대신 고체산화물을 전해질로 사용하여 고온에서 물을 분해하는 기술이 연구되고 있음. 반응온도는 820~1,073 K 정도이며 종래의 저온 물분해보다 전기에너지소모가 적으며 전류밀도는 ~ 0.7 A/cm²로 유지할 수 있으며 스팀 온도는 1,073 K임. 고온수전해 기술의 경우 전해조의 재료, 안전, 엄격한 온도제어가 요구되며 고온에서 작동하는 고체전해질의 개발이 필요함. 각 기술별 효율 및 특성을 [표 2-2]에 나타내었음. 가격과 신뢰성은 알칼리 수전해가 가장 우수하지만 효율이 다소 낮은 단점이 있음



[그림 2-10] 고온 물분해 기술

[표 2-2] 합성가스에서의 수소대비 이산화탄소 비율

Division	Alkali aqueous solution	Polymer electrolyte	High temperature water vapor
Operation temperature	≤ 80 °C	≤ 80 °C	700 °C ≤
Current density	≤ 0.3 A/cm ²	1 A/cm ² ≤	1 A/cm ² ≤
Energy Electricity	Large	Medium	Small
Consumption Heat	Small	Small	Large
Price	Small	Large	Medium
Credibility	Large	Medium	Small

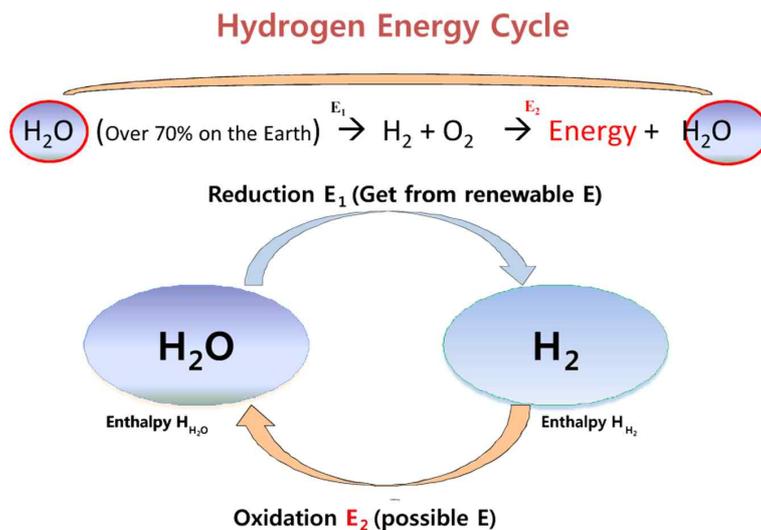
출처 : J. Korean Ind. Eng. Chem., Vol. 19(4), 2008, Jaeyoung Lee

물 분해 수소제조 분야의 연구동향을 살펴보면 다음과 같음. 알칼리수전해의 경우, 알칼리 전해질의 농도를 40%, 운전 압력 40 bar, 전류밀도 0.2 ~ 2 A/cm²에서 효율을 80 ~ 90% 까지 증가시킨 연구결과들이 발표되고 있음. 고체고분자 전해질 시스템의 경우 최근에 대용량이 개발되고 있으며 미국의 Hogen사에서 수소생산속도 10 Nm³/hr, 전해전압 15기압의 제품

을 생산하였으나 전해효율이 낮은 것으로 발표되었음. 미국은 고압 알칼리 수전해와 고분자전해질 수전해 장치 및 저렴한 전해장치를 개발하는 연구를 진행하고 있음. 일본은 WE-NET project에서 단위셀 면적 2,500 cm², 1기압, 80 °C, 1 A/cm²에서 운전되는 5단 스택을 개발하였으며 그 효율은 94.4% 라고 발표하였음. 고분자전해질 수전해의 경우 귀금속전극을 사용해야 하는 단점이 있으며 이를 대체하기위한 연구들이 진행되고 있음. 독일 Ulm 대학에서는 금과 팔라듐 결정성과 표면상태에 따른 수소발생능 관련연구가 진행되었으며 덴마크의 Norskov팀에서는 합금으로 조합한 전극목록을 발표하였음. 한국은 프론티어 수소사업단에서 고체고분자 전해질을 이용한 수전해(3 Nm³/hr)와 고온 수증기법(50 L/hr, 700 °C)을 연구하고 있음

2.3.4. 물 전기분해 수소생산

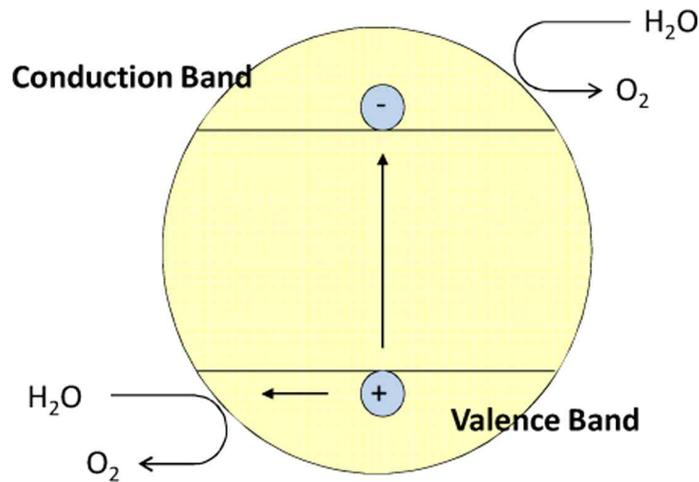
지구상의 70% 이상을 차지하는 물은 에너지를 공급받으면(E1) 산소와 수소로 분리되며, 생산된 수소는 에너지를 공급하면서(E2) 물을 배출하게 됨. 그런데 수소를 생산하기 위해 필요한 에너지인 E1이 수소가 공급하는 에너지인 E2보다 크기 때문에 E1을 재생에너지에서 공급받아야 수소가 대체에너지원으로 의미를 갖으며, 수소에너지 순환경로는 [그림 2-11]에 나타내었음



[그림 2-11] 수소에너지 순환경로

태양에너지는 전자기파(300 ~ 2,100 nm) 형태로 지구로 입사되기 때문에 이를 이용하기 위해서는 필요에 맞는 적절한 에너지형태로 전환되어야 함. 태양에너지는 열이나 전기에너지로 전환하여 사용할 수 있지만 이 경우 저장하여 이용하는데 문제가 있음. 그래서 태양에너지를 저장과 운송이 용이한 화학에너지로 직접 전환하여 사용하기위한 연구들이 진행되고 있음.

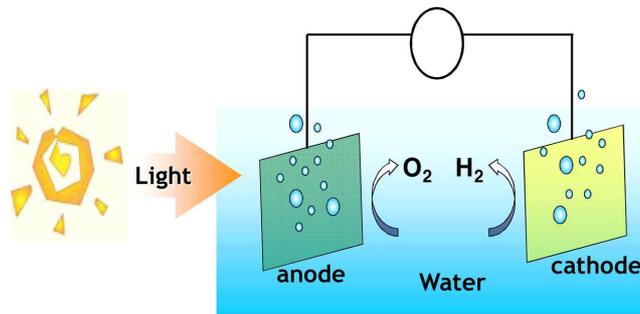
태양에너지를 이용해 물로부터 수소를 생산하는 기술은 1. 전기를 만든 후 물 전기분해, 2. 직접 물분해, 3. 광촉매를 이용한 물분해, 4. 광생물학적방법을 이용한 물분해, 5. Non-O₂(예: 산소발생 과전압이 높기 때문에 H₂S를 이용해 수소와 황을 생산하는 반응) 발생 시스템을 이용한 수소생산 등이 있음. 태양광을 이용하여 물로부터 수소를 생산하는 기술은 열적전환이나 전기로 만든 후 전기분해하는 과정에 포함될 수 있는 효율저하 요인이 배제되기 때문에 태양에너지를 이용하는 기술 중에서 가장 가능성이 높음. 순수한 물은 solar radiation을 흡수하지 않기 때문에 태양광을 흡수할 수 있는 물질이 요구됨. 태양광전환효율은 사용하는 반도체 또는 광촉매의 특성에 의해 결정됨. 대부분의 반도체 물질은 빛을 흡수하여 활성화된 전자를 생성할 수 있고 흡수된 태양에너지를 가진 전자는 물을 분해하여 수소를 생산할 수 있게 된다. 물을 분해하여 수소를 생산하기 위해서는 물 분해 산화, 환원 전위를 포함하는 띠 간격에너지 (band gap energy)를 가지는 반도체 물질을 광촉매로 사용해야 함



[그림 2-12] 광촉매 수소제조 기술

[그림 2-12]는 광촉매의 전도대와 가전자대에서 일어나는 산화, 환원반응을 보여줌. 광촉매에 의한 수소제조 기술은 고효성 광촉매 소재개발에 치중하여 진행되었으며, 촉매조성 및 제조방법, 금속첨가물활용, 광감응제 복합활용 등을 통해 최적의 물리화학적 구조설계 및 합성을 시도하였음. 주로 자외광 활용 광촉매 개발이 주류를 이루고 있으며 일본의 도멘교수는 델라포사이트와 가시광을 활용하여 3 $\mu\text{mol H}_2/\text{hr.gcat}$ 의 속도로 수소를 생산할 수 있다고 발표하였음. 광촉매를 활용한 수소생산속도는 자외광 이용 광촉매의 경우 1,000 $\mu\text{mol H}_2/\text{hr.gcat}$ 이하이고, 추가 금속첨가제 또는 증진제를 활용할 경우 50,000 $\mu\text{mol H}_2/\text{hr.gcat}$ 이하, 가시광 이용광촉매의 경우 10 $\mu\text{mol H}_2/\text{hr.gcat}$ 이하임. 반도체물질이 빛을 흡수하면 가전자대 (valence band)에 있는 전자가 태양광을 흡수하여 전도대(conduction band)로 여기되고 이 전자가 양성자와 만나게 되면 수소가 생성됨. 여기된 전자가 양성자와 만나기 위해서는 물질 내부에서 이동해야 하는데 전자의 이동이 충분히 빠르지 않으면 가전자대의 정공과 재결합하면서 흡수한 태양에너지를 빛이나 열로 소실하게 됨. 입자형태로 사용하는 광촉매의 경우 전자가 빠르게 이동할 수 있도록 해주는 추진력이 크지 않아 전도대로 여기된 전자의 대부분이

재결합되어 광효율을 높이는데 한계가 있음. 반도체 물질을 이용한 박막전극 제조 후 광전기 화학전지를 구성할 경우 전해질과 접촉한 전극내부에 강한 전기장이 형성되어 전도대로 여기된 전자가 빠르게 이동할 수 있는 추진력이 형성되어 전자-정공의 재결합이 방지되어 이론 효율이 32% 까지 크게 증가함. 광전기화학전지는 n형 반도체물질로 구성된 양극과 백금과 같은 귀금속을 음극으로 하여 외부회로로 연결되어 수용액전해질에 침지시켜 사용할 수 있음. 이런 전지를 구성할 경우 전도대로 여기된 전자의 재결합은 크게 줄일 수 있지만 전극구성에 따른 저항, 전해질에서의 이온의 이동 및 전기화학반응에서 오는 저항등으로 실제 열역학적으로 필요한 전위보다 높은 물분해 전위가 필요함



A Monolithic Photoelectrochemical Cell

[그림 2-13] 광전기화학전지 셀

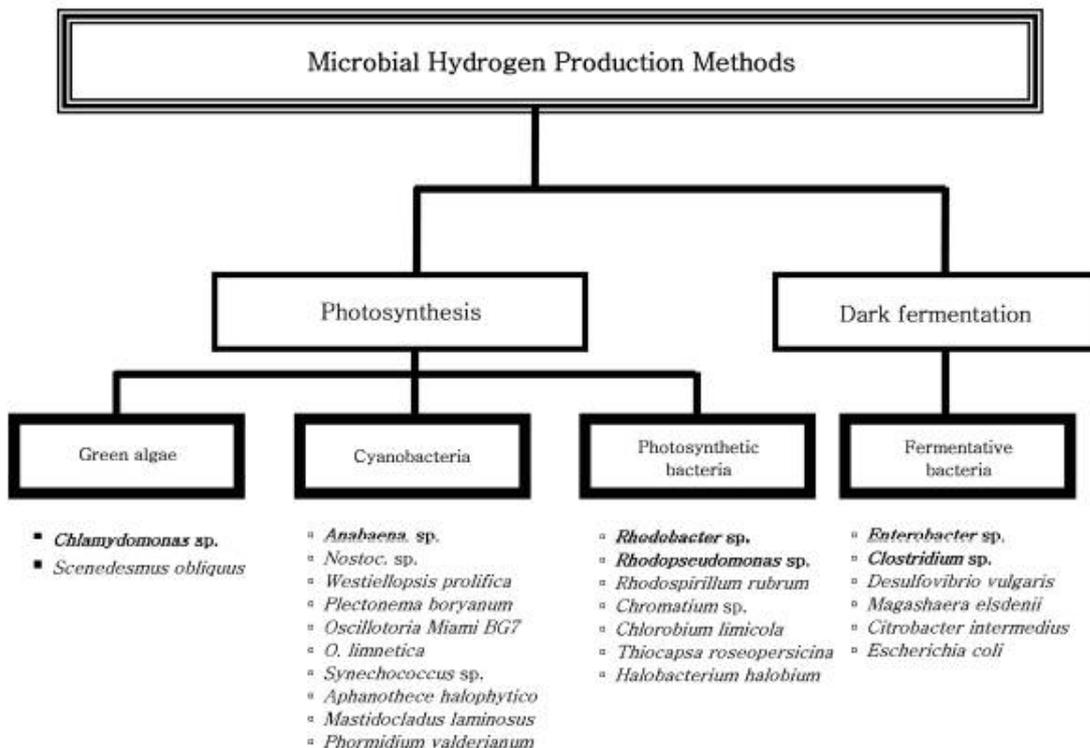
[그림 2-13]은 광전기화학전지의 구성도를 보여주고 있음. 1972년 일본의 후지시마등이 광전기화학전지를 이용한 물분해 연구결과를 발표한 후 많은 연구자들이 이 분야의 연구를 수행하고 있으나 아직 괄목할 만한 연구성과는 나오지 않고 있음. 대부분의 연구결과들이 전극표면에서 측정되는 전류로 태양광-수소효율을 발표하고 있으며 실제로 발생하는 수소를 측정하여 효율을 계산한 경우는 많지 않음. 일반적으로 생성물의 양은 흐르는 전류의 양에 비례하지만 물분해의 경우 물 분해에 충분한 전압을 가지지 않은 전류는 아무리 많이 흘러도 수소생산에 기여할 수 없는 사실을 간과하기 쉬움. 태양에너지를 흡수한 반도체물질이 낼 수 있는 전위의 크기는 반도체물질의 띠간격 에너지에 영향을 받으며 띠간격 에너지가 클수록 얻어지는 전위 값은 큼. 띠간격에너지보다 큰 태양광을 흡수한 반도체 전극 물질의 전도대로 여기된 전자가 가진 에너지는 75%만 내부에너지이며 나머지 25%는 엔트로피증가에 사용되는 에너지임. 그래서 반도체물질이 태양광을 흡수하여 얻는 Voc(개방전압)는 대부분 반도체물질의 띠간격 에너지보다 작은 값을 나타냄. 사용하는 반도체전극의 가전자대와 전도대의 전위가 물의 산화환원 전위를 포함하고 물 분해에 충분한 띠간격 에너지를 가지더라도, 단일 전극으로 구성된 광전기화학전지에서 수소를 발생하기 어려운 것은 실제로 얻어지는 개방전압이 물 분해에 충분하지 않기 때문임. 광전기화학전지를 이용하여 물을 분해하기 위해서는 전극을 직렬이나 탠덤형태로 연결하여 산소발생에 필요한 과전위(over potential)를 포함한 충분한 전압을 얻을 수 있어야 함. 또한, 전통적인 형태의 광전기화학 전지에서는 태양광을 흡수하는 전극을 수용액속에 침지하는데 이 경우 전극의 광부식이 심하고 전극표면에 생성된 기포가 태양광의 흡

수를 방해하기 때문에 태양광-수소효율을 감소시키는 원인이 될 수 있음. 광전기화학전지를 이용한 수소는 미국에서 주로 연구되고 있으며 염료감응태양전지를 개발한 그래첼팀에서 태양광-수소효율 5%의 직렬연결형(염료감응태양전지와 산화물반도체를 직렬 연결함) 셀을 발표한 적이 있음. 또한, DOE의 지원을 받는 Toledo대학과 midwest optoelectronics에서 무정질실리콘 탠덤셀을 전해질 외부에 설치하여 5%의 태양광-수소효율을 발표하였음

2.3.5. 생물학적 수소생산 기술

2.3.5.1. 생물학적 수소 생산 공정

미생물에 의한 수소생산 연구는 1800년대부터 시작되었으나 기초 연구에 국한되었고 수소에너지와 관련하여 연구가 시작된 것은 1970년대부터임. 즉, 에너지 위기의 시대에 그 대안으로 수소 에너지를 연구하기 시작한 것임. 생물학적 수소 생산은 주로 미생물을 이용한 방법으로, 미생물의 특성에 따라 크게 두 가지로 분류할 수 있음. 하나는 빛을 이용하는 광합성(photosynthesis) 미생물에 의한 수소 생산 방법이고, 다른 하나는 빛을 이용하지 않는 미생물에 의한 혐기발효 방법임. [그림 2-14]는 다양한 미생물에 의한 수소생산 방법을 미생물의 특성에 따라 분류한 그림임



[그림 2-14] 다양한 미생물에 의한 수소생산 방법

광합성을 이용한 수소생산 방법에 관여하는 미생물은 크게 green algae, cyanobacteria(blue green algae), photosynthetic bacteria로 구분할 수 있으며, 혐기발효에 관여하는 미생물은 fermentative bacteria 가 있음. 이들 미생물은 자신이 가지고 있는 효소를 이용하여 수소를 생산하며, 수소 생산에 관여하는 효소로서 hydrogenase(H₂ase), nitrogenase(N₂ase), formate hydrogen-lyase(FHL) 등이 알려졌다

따라서, 수소 생산 미생물에 의한 수소생산 조건 최적화 연구와 함께 그 효소에 관한 연구들이 진행되고 있음. 그러나 이들 효소에 관하여 충분한 연구가 되어 있지는 않은 실정임. 그러므로 앞으로는 미생물을 통한 수소생산뿐 아니라, 수소생산에 직접 관여하는 효소들을 미생물로부터 분리하여 효소 반응공정 최적화를 통해 수소생산성을 높이려는 보다 심도 있는 연구가 필요할 것임

2.3.5.2. 광합성 미생물에 의한 수소 생산

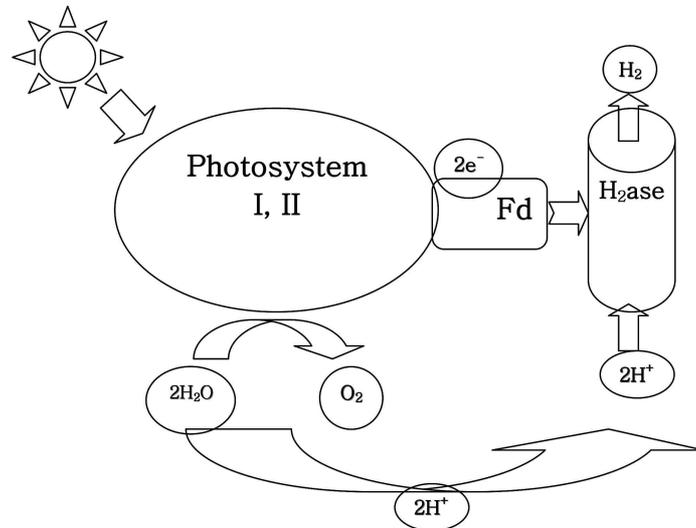
지구상에 풍부하게 존재하고 있는 물과 태양빛을 사용하여 수소를 생산한다면 가장 이상적인 방법일 것임. 광합성 미생물 중에는 태양빛을 이용하여 물로부터 수소를 생산하는 것이 있음. 이는 지구상에 무한히 존재하는 물과 태양빛을 이용하여 에너지를 생산한다는 의미에서 중요한 가치를 지니고 있음. 이들 미생물은 환경오염의 원인이 되는 이산화탄소를 수소생산 과정 중에 탄소원으로 사용하므로, 이산화탄소 제거와 수소에너지 생산이라는 일석이조의 효과를 가짐. 이와 관련된 미생물로서 Green algae와 Cyanobacteria가 있으며 각기 다른 메커니즘에 따라 수소를 생산함. 이들 미생물은 매우 이상적인 시스템을 갖추고 있으나 수소생산성이 낮아 실용적인 측면에서는 아직 갈 길이 멀다는 문제점을 가지고 있음. 이러한 공정에서 해결해야 할 가장 큰 문제점은 광합성에 의해 발생하는 산소가 수소생산에 관여하는 효소의 활성을 떨어뜨리는 것임

따라서 이 산소를 제거하는 방법에 관한 연구가 여러 방면에서 진행되고 있음. 또한, 이와 관련하여 산소에 덜 민감한 효소를 개발하기 위해 분자생물학적 연구가 시도되고 있음. 이런 문제들이 해결된다면 수소 생산성이 높아져 실용화에 한 걸음 더 다가설 것으로 생각됨. 이와 비교하여 수소 생산성이 비교적 높은 광합성 미생물로서, photosynthetic bacteria가 있음. 이 박테리아는 비록 물로부터 수소를 생산하지는 않고 유기 탄소원을 공급해 주어야 하지만, 태양광을 이용한다는 관점에서는 이 범주에 속하게 됨

가. Green algae

Green algae는 광합성 메커니즘(photosystem I, II)에 의해 물로부터 양성자와 전자를 공급받아 수소를 생산하는 직접 물 분해(direct biophotolysis) 방법을 이용하고 있음. 즉, algae 내

에 있는 엽록체에서 가시광선을 받고 이 빛 에너지에 의해서 물이 분해되어 산소, 양성자(H^+), 전자(e^-)를 발생함. 빛 에너지는 물에서 발생한 전자를 고준위의 에너지로 만들고 ferredoxin(Fd)과 같은 몇 단계의 전자 전달 경로를 거쳐 최종적으로 수소생산 효소로 전달됨. 이 효소는 촉매 작용을 하여 양성자와 전자를 통해 수소를 발생시킴. [그림 2-15]는 이와 같은 직접 물 분해에 의한 수소생산 공정을 알기 쉽게 나타낸 그림임. [그림 2-15]에서 나타낸 바와 같이 이러한 직접 물 분해 공정에 관련되는 중요한 효소는 hydrogenase이며 이 효소는 산소에 매우 민감한 단점을 가지고 있음. 이는 앞에서 언급한 바와 같이 광합성 과정에서 발생하는 산소가 hydrogenase의 활성화에 영향을 주어 수소생산을 저해시킴. 따라서 이러한 단점을 보완하기 위해 최근에는 황이 없는 배지에서 *Chlamydomonas reinhardtii*를 배양하는 공정이 개발되었으며, 이는 광합성과정에서 발생하는 산소를 점차 감소시켜 혐기상태로 변화시키는 기술임. 이 밖에도 낮과 밤의 주기를 최적화하여 수소를 증가시키는 연구가 보고 되었으며, 유전자 조작을 통해 산소 민감성이 감소한 hydrogenase를 갖춘 균주를 개발함으로써 수소생산성이 향상된 결과가 보고되었음

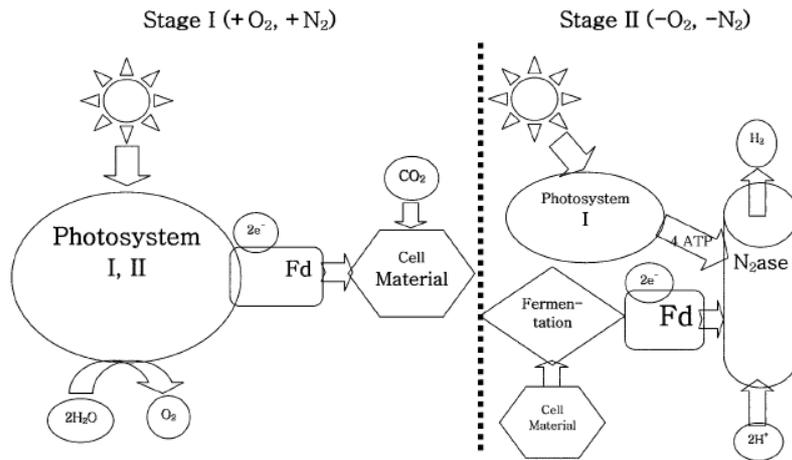


[그림 2-15] 직접 물분해 수소생산 공정

나. Cyanlacteria

산소를 발생하고, 동시에 공기 중의 이산화탄소를 고정하여 고분자 저장물질(cell material)로 균체 내에 합성한 후 혐기발효 또는 광합성 발효에 의해 수소를 생산하는 간접 물 분해(indirect biophotolysis)방법을 사용함. 이러한 수소생산 공정의 핵심효소는 질소 고정화 효소인 nitrogenase로써 이는 산소와 질소가 없는 조건에서 수소를 생산함. 그러나 nitrogenase는 수소를 생산하는데 ATP를 이용하기 때문에 hydrogenase에 비해 덜 효율적임. 또한, 이러한 공정에서는 수소를 소비하는 효소인 uptake hydrogenase가 존재하기 때문에 수소생산량이 낮아짐. 따라서, 이러한 문제점을 해결하기 위해 Cyanobacteria의 일종인 *Anabaena PCC 7120*으로부터 uptake hydrogenase의 기능을 없앤 AMC 414(a Hup minus mutant)의 배양이 연구

되어 대기 상에서도 수소를 생산할 수 있었고, 기체상을 대기에서 Ar으로 치환함으로써 수소 생산성을 향상시키는 연구도 보고되었음. 이 밖에 질산염 제약조건과 빛, 산소가 없는 상태에서 *Gloeocapsa alpicola*에 관한 연구가 보고되었으며, 유전자 조작 및 배양조건에 의한 수소 생산 향상 외에도 미생물 성장 단계와 수소 생산 단계를 나누는 2단계 조업에 의한 수소 생산을 향상시키려는 연구가 수행 되고 있음

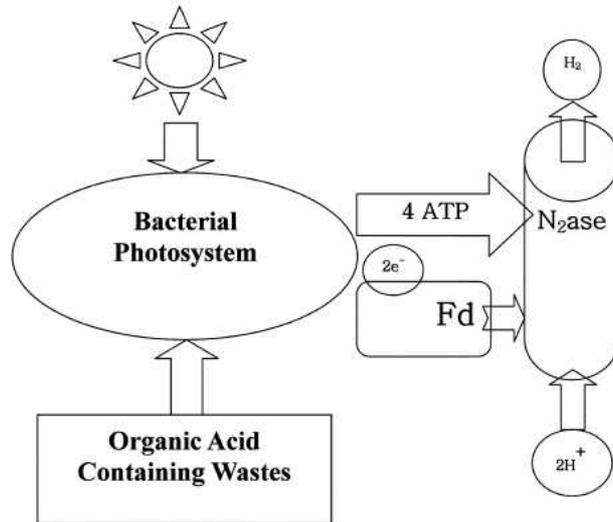


[그림 2-16] 간접 무분해 수소생산 기술 - Cyanobacteria

다. Photosynthetic bacteria

Purple non-sulfur bacteria는 유기산으로부터 광합성 발효(photosynthetic fermentation)에 의해 수소를 생산함. 즉, 광합성 박테리아는 조류 및 식물이 광합성계(photosystem, PS) I, II를 모두 이용하는 것과는 달리 PS I(bacterial photosystem)만을 이용하여 광합성 작용을 하고 수소를 발생함. 다시 말해, bacterial photosystem에 존재하는 색소복합체인 반응 쉐터에 있는 클로로필과 카로티노이드 색소에서 빛 에너지를 흡수하여 반응 쉐터 복합체의 양면의 전위차로 전환하며, 이러한 전위차는 cyclic 전자 전달계를 생기게 하고 이것은 다시 ATP 등의 고에너지 화합물을 만들게 됨. 이때 organic acid와 같은 기질이 공급하는 전자가 ferredoxin을 환원하며, 이 환원력과 ATP를 이용하여 nitrogenase가 질소원이 없는 조건에서 분자 상의 수소를 발생함. [그림 2-17]은 이러한 과정을 나타낸 그림임

이러한 광합성 발효 공정의 최적화를 위해 *Rhodobacter sphaeroides* O.U. 001을 사용하여, 접종 균주의 나이에 관한 연구, 조사하는 빛에 관한 연구, 배양배지를 최적화 하는 연구 등이 수행되었음. 이 밖에 수소 생산에 저해를 주는 산소를 제거하기 위한 연구와 세포 고정화를 통한 수소생산성 향상 및 광배양기의 최적화에 관한 연구 등이 보고되었음



[그림 2-17] 광합성 발효에 의한 수소 생산 - Photosynthetic bacteria

2.3.5.3. Dark fermentation

혐기발효에 의한 수소생산은 빛이 없는 혐기적 조건에서 유기물을 분해하여 수소를 생산하는 공정임. 기존의 유기물 분해 공정(anaerobic treatment process)은 산성화(acidification)와 메탄생성(methane production) 공정으로 나눌 수 있음. 산성화 공정의 경우는 부산물로서 수소를 생성하며 이 수소는 여러 가지 산업적으로 응용 되었으며, 최근에는 연료전지를 위한 청정 에너지원으로 사용되고 있음. 메탄생성 공정에서는 생성된 메탄이 전기 생산을 위한 연료로서 사용되고 있음. 그러나 이러한 메탄보다는 수소가 더 연료전지에서 에너지로의 전환 효율이 좋기 때문에 앞의 두 공정 보다는 수소 생산량이 더 많은 수소생산 공정을 통해 유기물을 분해한 후 여기서 생산된 수소를 청정에너지로 사용하려는 연구가 진행되고 있음. 이러한 혐기발효에 의한 수소생산 공정은 광합성을 이용한 공정에 비해 (1) 높은 수소생산 속도 및 미생물 성장속도, (2) 빛없이 수소생산 가능, (3) 폐수 자원 이용가능 등의 장점을 가지고 있음. 그러나 단점으로는 (1) 낮은 수소생산 수율(yield), (2) 발생 가스 중에 CO₂ 함유 등이 있음

수소 생산을 위한 혐기발효에 관여하는 미생물은 fermentative bacteria로서 산소 노출에 매우 민감한 절대 혐기성 균주(strict anaerobe)와 산소에 덜 민감한 통성 혐기성 균주(facultative anaerobe)로 나눌 수 있음. 이들 혐기발효 균주를 이용한 수소생산은 sewage sludge 또는 토양으로부터 미생물을 분리하여 사용하는 순수배양(pure culture) 또는 복합배양(mixed culture)이 수행되고 있음. 최근에는 sewage sludge 또는 토양으로부터 여러 우수 균주들이 분리되어 수소생산을 위한 최적조건 연구 및 균주 개량, 공정 개발 등에 이용되고 있음. 더욱 많은 연구를 통해 더욱 다양하고 우수한 균주들이 분리될 것으로 기대됨

이와 더불어 고온성 미생물을 이용한 수소 생산 연구가 진행되고 있음. 고온성 미생물은 다른 미생물에 비해 수소 이외의 부산물이 적어서 이론적 수율에 가장 가까운 균주임. 그러나 고온을 유지하여야 하고 주로 절대 혐기적 균주이기 때문에 그 공정이 매우 까다로움. 앞으로 이런 공정상의 단점을 극복한다면 높은 수소생산성을 위한 좋은 연구 분야가 될 것으로 기대 됨

미생물을 이용하여 혐기발효를 통해 수소를 생산하는 방법에는 pyruvate 분해 metabolism에 따라 다음과 같은 두 가지로 나눌 수 있음

1. Pyruvate: formate lyase (PFL) system:

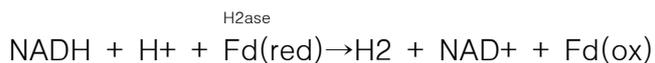


2. Pyruvate: ferredoxin oxido reductase (PFOR) system:

$\text{Pyruvate} + \text{CoA} + 2\text{Fd(ox)} \rightarrow \text{acetyl-CoA} + \text{CO}_2 + 2\text{Fd(red)}$ Enterobacteria와 같은 통성 혐기성 미생물은 주로 PFL system에 의해 pyruvate로부터 formate가 생성된 후 FHL에 의해 수소와 이산화탄소로 분해됨



이에 반해 Clostridia와 같은 절대 혐기성 미생물은 위에서 설명된 pyruvate 분해 metabolism 중 PFOR system에 의해 환원된 상태의 ferredoxin을 얻고 이로부터 전자를 전달 받아 glycolysis 과정 중 생성된 NADH를 hydrogenase가 reoxidation시켜 수소를 생산함



두 가지 pathway 중 전자는 formate pathway이며, 후자는 NADH pathway임. 이러한 혐기 발효 연구의 주된 목표는 수소 생산성 증대 및 수율(yield)의 향상임. 수율 향상을 위해서는 이론적인 수율인 glucose 1 mol 당 12 mol의 수소를 생산하는 것을 목표로 연구가 진행되고 있음. 그러나 열역학적인 관점에서 glucose 발효를 통해 acetate가 주된 metabolite라 가정 할 때 이론적인 수소 생산량은 4 mol임. 이러한 이론적인 4 mol의 수소도 여러 가지 metabolite(lactic acid, succinic acid, butyric acid, ethanol, butanediol, etc)가 생산되는 방향으로 진행되는 metabolic flux에 의해 더 낮은 수율을 나타냄. 또한, 이들 대사산물들은 다시 metabolic pattern에 영향을 줌. 따라서 수소의 생산 수율을 높이기 위해서는 각 미생물의 metabolic pattern에 대한 연구도 필요함. 대사산물은 배지의 조성, pH, 온도 등에 영향을 받기 때문에 이들 조건에 따른 metabolic pattern 연구가 선행되어야 할 것이며 생성된 대사산물의 농도에 의한 영향도 함께 연구되어야 할 것임. 이 밖에 배양기 내의 수소 분압은 미생물의 성장 pattern에 영향을 주어 미생물 성장과 수소 생산을 저해하기 때문에 수율이 더 낮아 짐. 이는 생산물 저해를 나타내며 이는 절대 혐기성 균주일수록 더 큰 영향을 나타냄. 따라서 생산물 저해를 줄이기 위해 배양기 내의 수소를 제거하는 방법에 관한 연구가 필요함. 이는

공정 개발을 통한 고농도 배양 시 더 큰 문제를 야기할 것으로 예상되기 때문에 반드시 해결해야 할 문제임. 이 밖에 수율을 향상시키기 위해서 배양조건 최적화, 대사공학, 분자생물학적 방법 등을 이용하는 연구가 수행되고 있음

가. Strict anaerobe

절대 혐기성 균주에 의한 수소생산 연구는 주로 *Clostridium* sp. 를 이용하고 있음. 이러한 공정에서는 산소에 매우 민감하기 때문에 외부 산소와의 접촉을 최소화하는 것이 중요함. 따라서 이를 위해 배지 내에 환원제를 넣어줌. 절대 혐기성 균주를 이용한 수소생산 공정에 관여하는 핵심 효소는 hydrogenase임. 이 효소는 산소에 매우 민감하기 때문에 산소와의 접촉이 없는 절대 혐기적 조건에서만 수소를 생산함. 이 공정에 의한 수소생산 수율은 통상 혐기성 균주에 의한 것보다 일반적으로 더 높아서 이론적 수율에 더 가까움. 그러므로 sewage sludge 또는 토양으로부터 우수 균주를 분리하거나 기존에 알려진 균주를 통해 수소생산 향상을 위한 연구가 진행되고 있으며, 더 높고 지속적인 수소생산을 위해 연속 배양이나 세포 고정화를 통해 수소생산량 향상을 보고하고 있음. 이와 함께 세포 내 효소의 특성에 대한 이해가 중요하기 때문에, 효소를 세포 밖으로 분리하여 효소특성을 파악하려는 연구가 진행 중임

나. Facultative anaerobe

통상 혐기성 균주에 의한 수소생산 연구는 주로 *Enterobacter* sp. 를 이용하여 수행되고 있음. 통상 혐기성 균주의 장점은 산소에 덜 민감하여 배지 내에 고가의 환원제를 넣어 줄 필요가 없는 등 공정이 비교적 단순하여 scale-up시 손쉽다는 점을 들 수 있으며 단점으로는 절대 혐기성 균주에 비해 수소 생산 수율이 낮다는 점을 들 수 있음. 그러나 수율은 낮지만 높은 수소생산속도와 공정의 단순함으로 인해 수소생산을 위해 널리 사용되고 있음. 이러한 통상 혐기성 균주는 앞서 말한 바와 같이 PFL system에 의해 formate를 만들고 FHL에 의해 수소와 이산화탄소가 생성됨. 이와 함께 glycolysis과정에 생성된 NADH를 reoxidation하여 수소를 생산하는 NADH pathway 또한 존재한다고 알려졌다. *Enterobacter cloacae* IIT-BT은, 2.2 mol H₂/mol glucose의 수율과 35.62 mmol H₂/l/h의 수소생산속도가 보고 되었으며, 이 밖에 *Enterobacter aerogens* E82005는 Ar gas purging을 통해 1.58 mol H₂/mol molasses의 향상된 수율이 보고 되었음. 또, *Enterobacter aerogens* HU-101은 0.56 mol H₂/mol glucose의 수율 그리고 그것의 mutant인 AY-2를 통해 1.17 mol H₂/mol glucose의 수율 향상이 보고 되었고, 연속배양과 세포고정화 연속배양에 의해 지속적인 수소생산을 얻는 연구들이 수행되고 있음

다. Thermophilic bacteria

고온성 미생물을 이용한 수소 생산에 대한 연구는 수소가 원하지 않는 발효부산물로 여겨졌

기 때문에 지금까지 많이 진행되지 않았음. *Pyrococcus furiosus*, *Pyrococcus abyssi* ST549, *Thermotoga maritime*, *Acetothermus paucivorans*, *Acetomicrobium flavidum* 등이 수소를 생성할 수 있는 균주로 알려졌으나 수소생산 효율에 대한 연구는 최근 들어서 활발히 진행되고 있음. 수소 생산자로서의 고온성 미생물을 고려해 볼 때, 고온성 미생물은 중온성 통성 혐기성 균주나 절대 혐기성 균주에 비해 수소 생산 수율이 월등히 높음. 이론적으로 발효를 통해 1 mol hexose 당 4 mol hydrogen을 얻을 수 있는데, *Thermotoga maritima*의 경우는 최대 이론값인 4 mol hydrogen/mol glucose를 얻을 수 있다고 보고된 바가 있음. *Caldicellulosiruptor saccharolyticus*와 *Thermotoga elfii*의 경우에, 이 균주들은 양론적으로 1 mol hexose당 3.3 mol hydrogen의 수율을 나타내어 이론적인 수소 생산 수율의 83%의 값을 달성했음. 또한, maximal hydrogen production rate 이 각각 8.4 mmol/l/h와 4.5 mmol/l/h의 우수한 값을 나타내었음. 또한, 일본의 Tamotsu는 *Thermococcus kodakaraensis* KOD1로부터 연속배양을 통해 59.6 mmol/g/h의 수소 생산성을 달성하였음

2.4. 국내외 수소에너지 연구 동향

2.4.1 국내 연구 동향

1980년대 후반까지 대체 에너지로서 수소에너지에 대한 인식이 부족했던 우리나라의 경우, 1987년 “대체 에너지 기술개발 이용보급 촉진법”의 제정과 함께 수소 및 연료전지에 대한 관심이 부각되었고, 이후 2003년 ‘차세대 성장 동력산업’으로 선정

현재 국내에 진행 중인 대표적인 수소에너지 관련 사업으로 한국에너지기술연구원의 ‘고효율 수소에너지제조·저장·이용기술개발 프론티어 사업단’과 한국과학기술연구원의 ‘수소연료전지 사업단’을 꼽을 수 있음

과학기술부에서 2003년 출범시킨 ‘고효율 수소에너지 제조·저장·이용 기술개발 프론티어 사업단’은 10년간 약 천억원의 R&D 자금을 투자하여 수소제조와 운반, 저장기술과 실용화, 그리고 개발된 기술의 상용화를 위한 표준화 등의 연구 사업을 추진하고 있으며, 현재 천연가스를 이용한 충전소 및 물 분해 수소 제조 시스템 기술의 실증을 위한 연구개발을 수행

2.4.2 국외 연구 동향

수소에너지는 고효율 청정에너지원으로써, 미국, 일본, 독일 등 선진국에서는 지난 70년대 말부터 수소의 제조, 저장, 이용 등 분야별 연구개발을 통해 실용화 기반기술을 확보 중이며, 직접 연소를 위한 연료 또는 연료전지 등의 원료로 사용 증가 추세에 있음

아시아태평양경제협력체 (APEC, 2006)에서 전망한 에너지 기술개발 로드맵에 따르면, “바이오디젤(2010년까지) ⇨ 바이오에탄올(2020년까지) ⇨ 수소(2030년까지)”의 단계로 기술개발이 이루어질 것으로 전망됨

대부분의 OECD 국가들은 수소 연료전지에 대한 연구개발 프로그램을 활발히 진행 중으로, 전 세계 연구개발 프로그램을 활발히 진행 중으로, 전 세계 연구개발비 총액은 연간 10억 달러에 이룸

연구개발 비용의 절반 이상은 연료전지 관련 분야가 차지하며 나머지는 수소제조, 수송, 저장 그리고 이용기술 등이 차지함

미국 정부는 매년 약 400백만 달러를 수소, 연료전지 연구개발프로그램에 투자하고 있고, 일본 정부는 METI (Ministry of Economy, Trade and Industry) 예산을 통하여 R&D 예산을 2001년 107백만 달러에서 2005년에는 324백만 달러까지 증액하였으며, 이 외 캐나다, 유럽, 아시아 국가들 역시 수소에너지 연구개발에 대한 투자를 크게 증가시키는 추세임. 미국은 수소에너지 연구개발의 중요성을 인지하여 2001년부터 국가 에너지 정책 (National Energy Policy)을 발표하는 등 에너지와 환경 문제를 집중적으로 다루기 시작함. 수소경제 구축을 위한 정부의 역할을 고위험, 비경쟁특성을 지니는 초기 연구 개발을 집중적으로 지원하는 것으로 규정 2002년 연구개발 부서 조직하였으며, 2003년 5년 간 12억\$ 규모의 “Hydrogen Fuel Initiative”를 시작으로 연구개발 규모를 비약적으로 증가시켰고, “Freedom Car and Fuel cell Program”을 통해 투자비용을 5억\$ 증액함

또, 미국의 EC 보고서에 따르면 미국 정부는 수소 연료전지 분야 연구개발비를 2004년 195.5백만€, 2005년 239.2백만€, 2006년 242.1백만€로 증액하였음. 연구비의 비중은 수소 에너지 분야에서는 제조와 수송, 연료전지 분야는 스택 기술이 가장 높음

한편, 일본은 교토 의정서를 통해 협약된 2010년까지 6%의 온실감축, 원유 수입 의존 과다, 신에너지 기술 경쟁력 선두 위치 확보 등의 사항에 대한 이행으로 수소 에너지 개발에 많은 투자를 진행하였음. 연구개발 진척도가 가장 큰 분야는 연료전지 자동차 및 이와 관련한 인프라 분야이며, 세계 최초로 2002년까지 10년 동안 165백만\$ 규모의 수소연료전지 연구개발 프로그램을 수행하였음. 또, 2003년부터는 상용화 연구개발을 위해 “New Hydrogen Project (NEP)”를 시작하였고 규모를 해마다 증액하였음

일본 정부의 수소연료전지 기술에 대한 연구개발 의지는 매우 확고하여 연구개발비를 적극적으로 지원하고 있으며, 20년 이내에 기술 경쟁력을 확보할 것으로 예상됨. 일본의 수소연료전지 연구개발비 규모는 2005년 기준으로 미국보다 높은 254.9백만€이며, 최근 2020년 까지 진행될 차기 프로젝트 (Development of Fundamental Technologies in the Safe Utilization of Hydrogen)가 구상되었고 이 프로젝트는 수소 에너지 인프라의 확산에 주 초점을

두고 있음

EU는 협동 연구 및 공동 출자 등을 통한 노력을 진행 중이며 그 목표는 교토 의정서에 따른 온실가스 배출 저감 및 에너지 공급 안정성과 기업체의 경쟁력을 향상시키고 있음. EU는 20 ~ 30년 이내에 신재생 에너지와 수소 연료전지를 통한 에너지 공급체계로의 전환을 목표로 설정하고 있음. 한편, EU는 1988~1999년간 약 336개의 프로젝트를 수행하였고 연구비는 해당 약 5~6천만€에 이룸. 연구개발 수준은 독일이 가장 앞서고 있으나 가장 중요한 정책 발의는 EU (European Union) 및 EC (European Commission)에 의해 이루어짐

HLG (High-Level Group)는 EC 보고서를 통해 2020년 까지는 전체 차량의 2 ~ 5%만이 수소연료를 사용하고 2030 ~ 2040년 이후에 시장 점유율이 증가할 것으로 발표하였음. 대부분의 수소를 신재생에너지와 원자력을 사용하여 생산할 수 있는 시기는 2020 ~ 2050년부터 이루어질 것으로 전망함

EU는 2002~2006년 동안 수소에너지 연구개발을 위한 투자비용을 신재생에너지 6개년 프로그램 (Renewable Energy Sixth Framework Programme)을 통해 지원하였고, 투자 금액은 약 1.2억만\$. 2005년 기준 유럽 내 국가의 연구비 투자 규모는 독일이 7.2천만€로 가장 높고, 프랑스 6천만€, 영국과 이탈리아는 각각 3천만€임. 연구개발의 궁극적 목표는 수소에너지기술의 상용화를 앞당기는 것이며, 제조 분야의 경우 산업체 규모의 전력과 수소를 생산하는 실증플랜트를 건설함. 또, 유럽에서는 제조 및 저장 분야에 가장 큰 관심을 지니며 CUTE (Clean Urban Transport for Europe)와 ECTOS (Ecological City Transport System) 등의 수소연료전지 자동차 실증프로젝트 등을 수행하였음(2001~2006년)

2.5. 기술의 경제적 수명

기술의 경제적 수명은 산업재산권의 법적 보호기간, 특허인용수명분석, 기술수명 영향요인 관련 정량화 지표 평가결과를 종합하여 산정함

동 기술의 특허출원일을 고려한 산업재산권의 법적보호기간은 15년 3개월, 특허인용수명분석(Electricity: battery or capacitor charging or discharging)의 평균값은 8.6년, 중앙값은 7년 임

지식경제부의 “기술가치평가 실무요령(2011.12)”에 근거한 기술수명 영향요인 관련 정량화 평가지표에 의해 추정된 기술의 경제적 수명은 [표 2-3]과 같이 8년임

이상의 특허인용수명 분석 결과 및 정량화 지표 평가결과 등을 고려하여 본 평가에서는 동

기술의 경제적 수명을 8년으로 추정함

[표 2-3] 기술수명 영향요인 관련 정량화 지표

구 분	평점	비고
특허인용수명지수	3	특허인용수명지수(7년)-특허경과 년수(4년)
법적 제도적 요인	2	-
대체기술의 출현	2	-
기술발전의 단계	2	-
고객니즈의 변화	1	-
시장경쟁의 변화	2	-
소 계 (A)	15	-
기술의 경제적 수명	12점×20년/30점 = 8년	

※ 법적보호기간: 특허권 20년, 실용신안권 10년

한편 동 기술이 적용되는 해양미생물로부터 미래대체 에너지 수소의 생산에 대한 본격적인 상업화는 추가적인 프로토타입 개발 후, 상용화를 위한 소요기간이 있으므로 이에 대한 수익 예상기간은 기술의 경제적 수명(8년)에서 추가 상용화 소요기간(1년)을 뺀 7년이 될 것임

2.6. 기술의 비중

기술의 비중은 동 기술의 사업화시 최종제품을 생산하기 위해 필요한 전체 기술 중 동 기술이 차지하는 비중을 추정하는 것임. 최종 제품에서 필요한 핵심기술은 [표 2]에 나타난 세 가지 기술임. 기술의 비중은 최종제품을 구성하는 핵심기술들의 난이도, 중요도, 확보용이성, 기보유 여부 등에 대한 평가를 통해 추정함. 이들 평가요소들은 실질적으로 제품화 가능성, 최종 제품에서의 핵심성을 결정하는 지표들로서 이들 지표 값이 높다는 것은 해당 기술의 비중이 높다는 것을 의미함, 평가결과는 [표 2-4]와 같음

[표 2-4] 기술의 비중

구분	난이도	중요도	확보 용이성	기보유 여부	비고
NA1의 분리, 동정, 유전체 분석	중	중	상	보유	대상기술
수소 생산기작 분석	중	중	상	보유	대상기술
균주 개량	상	상	상	보유	대상기술
바이오수소 플랜트 생산 최적화	상	상	중	개발 중	-

2.7. 기술분석 및 평가의견

2.7.1. 기능의 우위성

본 평가대상기술은 미생물을 이용한 바이오수소를 제조하는 기술로, 궁극적인 친환경 대체 에너지의 제공에 대한 의미가 높은 기술로 볼 수 있음. 특히 미생물을 활용한 바이오수소 생산을 위한 기초기술에 대한 연구가 점진적이고 체계적으로 진행되어, 현재는 높은 수소 생산성을 갖기 위하여 *Thermococcus* sp. NA1의 수소생산 반응기작 연구, 돌연변이 및 우수균주의 연구, 유전자 정보 메커니즘 분석 등을 진행하고, 관련 기술을 확보하고 있는 것으로 파악됨

또, 본 평가대상 기술 *Thermococcus* sp. NA1의 고호열성 미생물은 산업적으로 제철소 등에서 발생하는 고열의 산업폐기물 처리에서 그 활용성이 높을 것으로 예상되며, 특히 폐기되고 있던 전로가스를 이용하여 신규의 수소를 생산할 수 있는 균주, 수소생산 장비 등에 대한 기술력을 확보하고 있어, 유사·경쟁 기술 대비 우위성이 높을 것으로 평가할 수 있음

수소의 생산 공정에 따라 소요되는 경비는 다양한 관점에서 검토가 가능할 것으로 사료되나, 제철소의 부생가스를 활용할 경우, 본 평가대상 기술의 우위성이 가장 극대화될 수 있을 것이며, 이를 위한 제철소 등의 산업계와 협업을 통한 사업화 연구개발 추진이 필요하겠음

2.7.2. 기술의 생산력

본 평가대상 기술은 기존의 최대 수소화 효소가 4개인 미생물을 이용한 바이오수소 생산 기술과 비교하여 8개의 수소화 효소를 가지고 있어, 생산성 측면에서는 약 2배 이상의 생산력을 가지고 있을 것으로 기대할 수 있음. 현재까지는 *Thermococcus* sp. NA1을 이용하여 다음의 [표 2-5]와 같은 생산력을 확보하고 있으며, 이는 미생물을 이용한 수소 생산능력에서는 국내 외에서 최고 수준임을 알 수 있음

[표 2-5] 사업화 시 수소 생산능력

항목	값	비고
수소생산성 ($l/l/h$)	5.6	-
1일 가동시간 (h)	23.5	보수점검 0.5시간 가정
1일 수소생산량 (Nm^3)	131.6	1톤 반응기
연간 수소생산량 (kg)	4,323.1	1톤 반응기

출처 : 해양과학기술원 제시 자료

그러나 단순 수소의 생산에 있어서 본 평가대상 기술과 같은 바이오수소 제조 방식 외에 화석연료로부터의 수소 제조, 태양광분해법, 열화학사이클법, 전기분해법, 고온열분해법 등을 이용한 수소생산 방식의 경우에는 높은 생산력 및 낮은 수소생산 단가로 본 평가대상기술보다 우위를 차지하고 있음. 이는 현재 상용화되어 있는 수소생산 기술대비 미생물을 이용한 바이오수소 생산 방식은 미생물 제어 및 관리 등의 어려움이 있고, 생산량 증대를 위한 연구에도 돌연변이 연구 및 장치 기술의 한계로 다소 오랜 기간이 필요할 것으로 사료됨

한편, 본 평가대상 기술을 산업에 활용할 경우, 제철소 부생가스(특히, 전로가스) 등의 산업 폐기물을 이용할 수 있어, 폐기물 관리 비용의 감소와 생산된 수소를 연료전지(RPS 제도)로 사업화할 경우, 화석연료를 이용한 수소 생산 기술과 비교하여 친환경적인 강점을 가지고 있어, 점차 본 평가대상 기술 등과 같은 바이오수소를 이용한 수소생산 기술 등의 검토가 필수적일 것으로 사료되며, 이에 본 평가대상 기술의 생산력은 기존 미생물을 이용한 바이오수소 생산 기술보다는 높고, 화석연료를 이용한 수소생산능력보다는 낮으므로, 보통 수준으로 평가할 수 있겠음

2.7.3. 기술의 자립도

본 평가대상의 Thermococcus 속에 속하는 신균주로부터 발견한 새로운 수소화 효소 (hydrogenase), 이를 암호화하는 유전자, 및 이들을 이용하여 수소를 생산하는 기술은 Thermococcus sp. NA1의 채취, 분리 및 동정, 유전자 정보, 돌연변이 및 우수균주 연구, 연속배양 장치 등이 모두 국내 순수 기술로 진행되어 기술의 자립도는 경쟁/대체 기술은 타산업과의 비교에도 높은 수준인 것으로 평가할 수 있음. 특히 Thermococcus sp. NA1은 채취 과정에서부터 우리나라의 해양조사반 ‘온누리호’를 이용하여 2002년 파프아뉴기니 해역의 열수구 지대에서 채취되었으며, 현재 수소생산을 위한 플랜트 구축에 대한 장비 및 시스템에 대한 기술과 더불어 국내 산업체와의 협업을 통한 수소생산의 전 단계를 국내 순수기술로 구축 중에 있음

[표 2-6] 기술의 비중

구분	난이도	중요도	확보 용이성	기보유 여부	비고
NA1의 분리, 동정, 유전체 분석	중	중	상	보유	KIOST
수소 생산기작 분석	중	중	상	보유	KIOST
균주 개량	상	상	상	보유	KIOST
바이오수소 플랜트 최적화(장비 등)	상	상	중	개발 중	KIOST, (주)엔솔테크 (장비기술)

이에 따라 본 평가대상기술은 Thermococcus sp. NA1 자체의 연구에 대한 기초기술부터 사업을 추진하기 위한 사업화 기술까지 많은 부분을 자체기술로 확보하고 있으며, 본 평가대상 기술의 개발 지원기관으로는 해양수산부, (주)엔솔테크, 경희대학교, 고려대학교, 부산대학교, 한국과학기술원, 한국기초과학지원연구원 및 한국에너지기술연구원이 있음

2.7.4. 기술의 파급효과

본 평가대상 기술은 제철소의 부생가스를 활용한 바이오수소 생산을 통하여 고온의 산업폐기물을 별도의 처리 없이 친환경적으로 에너지화 할 수 있는 기술이며, 동시에 현재까지 화석연료로부터 생산된 수소에서 궁극적인 친환경 수소 생산 기술을 개발한 결과이므로 산업에서의 파급효과는 비교적 높을 것으로 사료됨

또한, 현재 수소연료전지를 이용하는 수소차의 개발 및 상용화 등이 진행되고 있어, 수소경제의 새로운 도래가 기대되며, 수소연료전지와 관련하여 국내는 물론 유럽 및 미국, 일본 등의 많은 국가에서 화석연료를 대체하기 위한 에너지원으로 수소를 지원하고 있으므로, 본 기술의 안정적인 플랜트 구축과 사업화 추진 시에는 국내는 물론 해외에서의 기술적 파급력이 인정될 것으로 사료됨

본 기술평가의 사업성 분석에서 신재생에너지 정책(RPS 제도)을 이용하여 대상 기술을 살펴본 결과, 향후 7년간의 경제성은 600억 원 이상의 가치로 분석되었으며, 본 기술의 파급효과는 수소연료전지의 시장과 함께 성장할 것으로 예상함

[표 2-7] 국내 연료전지 정책 및 제도

정책/제도	주요 내용
신재생 에너지 발전차액 지원제도(FIT)	<ul style="list-style-type: none"> - 2006년 10월 연료전지를 신규 대상으로 포함(지원한계 설비 용량 500MW, 차액지원금 283원/kWh) - 2008년부터 15년간 매년 10월 11일을 기점으로 전년대비 3%씩 인하하여 차액지원금 지급 - 2012년 RPS제도로 대체
신재생에너지 의무 할당제(RPS)	<ul style="list-style-type: none"> - 2012년부터 본격시행으로 2020년까지 발전량의 10%를 신재생에너지로 보급 계획 - 정부가 의무 대상자(500MW이상)를 정하면, 의무 대상자는 일정 기간 내에 목표를 완수해야 함. 목표는 2010년 2%에서 2020년 10%까지 점진적으로 확대될 예정 - 의무대상자는 신재생에너지 분야에 투자하거나 REC (Renewable Energy Certificate)를 거래하여 의무이행 가능. 발전 유형별 가중치 부여 검토 중
그린 홈 100만호 보급사업	<ul style="list-style-type: none"> - 2020년까지 신재생에너지 설비 설치 시 비용 일부를 지원, 그린 홈 100만호 보급 - 연료전지의 경우 현재 설치비용의 최대 75%를 정부가 지원(다른 에너지원은 최대 50%)
공공건물 신재생에너지 설치의무화 제도	<ul style="list-style-type: none"> - 2011년 이후 공공기관이 신축, 증축 또는 개축하는 연면적 3천m² 이상의 건축물에 대해 총 에너지 사용량의 10%이상을 신재생에너지로 충당(이전에는 건축비 기준 5%, '09년부터 증/개축 건물 포함) - 의무비율을 2011년 10%에서 2020년까지 확대, 대상 건축물을 1천 m² 이상으로 조정(2012년)
신재생에너지 활성화 방안(2013.08)	<ul style="list-style-type: none"> - 신재생 열에너지 공급의무화제도(RHO: Renewable Heat Obligation)를 통한 열에너지산업 성장 및 열생산 전력낭비 감축 그리고 신재생 에너지 보급 촉진. 열에너지의 10%(2016년) ~ 20%(2030년) - 신재생 주민발전소 지원 확대(REC 우대) 가중치 0.7 → 1.2(50~100%) - 전력다소비 사업장(5천 kW 이상) 계약전력 3 ~ 15% 신재생설비 설치 권고(인센티브) - LNG 연료비 연동형 REC 가중치 도입

출처 : 산업교육연구소, '2014 (수소)연료전지 기술, 시장동향과 신사업 모델 및 소재/부품 세미나', 한국에너지기술평가원, 2014.04

2.7.5. 기술성 평가 종합의견

본 평가대상 기술은 고호열성 세균을 활용하여 산업폐기물을 활용한 친환경적인 수소 생산 기술이므로, 1차적으로 제철소 산업폐기물의 처리에서 그 효용성이 인정되며, 더불어 수소 연

료전지 시장의 도래로 향후 그 성장성 및 파급성을 기대할 수 있겠음

다만, 이와 같은 친환경 바이오수소 생산기술의 활용을 위한 체계적인 플랜트 구축과 이를 위한 산업체와의 긴밀한 협업이 필수적이므로, 이에 대한 추진이 선행되어야 할 것이며, 그 외 추가적인 유전자 정보 분석, 연속배양공정 및 장치, 플랜트 설계 최적화에 대한 연구의 신뢰성을 확보해야 할 것으로 사료됨

본 평가대상 기술은 고호열성 세균의 채취 및 분리·동정 연구부터 현재 플랜트 구축 기술의 개발에까지 국내 순수기술로 개발되어, 기술 사업화에 따른 기술 로열티 등의 비용 발생 우려가 없고, 원자재 수급 및 기술 자립도가 우수해, 향후 사업화에서 우려될 사항은 경쟁 및 대체 기술 대비 우위에 있음. 이에 따라 연료전지 시장의 개황과 발맞출 수 있도록 산업체와의 협업을 통한 실질적인 플랜트 구축 및 상용화에 적극적인 추진이 필요함

3 권리성 평가

3.1. 특허기술 개요

3.1.1. 특허기술의 일반사항

3.1.1.1. 특허현황

[표 3-1] 평가대상 기술 특허리스트

No.	출원번호 (출원일)	지식재산권의 명칭	등록번호 (등록일)	비고
1	KR10-2005-0103852 (2005.11.01)	고호열성 신규주 KCTC 10859BP 및 이로부터 생산되는고호열성 아밀라아제	10-0757280 (2007.09.04)	등록
2	KR10-2006-0033297 (2006.04.12)	고호열성 디유티피아제 및 이의 제조방법	10-0777228 (2007.11.12)	등록
3	KR10-2005-0103487 (2005.10.31)	고호열성 프로릴올리고펩티다아제 효소 및 이의 제조방법	10-0770665 (2007.10.29)	등록
4	KR10-2005-0103493 (2005.10.31)	고호열성 메티오닐아미노펩티다아제 효소 및 이의 제조방법	10-0757279 (2007.09.04)	등록
5	KR10-2005-0103489 (2005.10.31)	고호열성 카르복시펩티다아제 효소 및 이의 제조방법	10-0770664 (2007.10.29)	등록
6	KR10-2005-0103488 (2005.10.31)	고호열성 아미노펩티다아제 P 효소 및 이의 제조방법	10-0757278 (2007.09.11)	등록
7	KR10-2005-0094693 (2005.10.08)	고호열성 리가아제 효소 및 이의 제조방법	10-0757277 (2007.09.11)	등록
8	KR10-2005-0094644 (2005.10.08)	고호열성 D N A 중합효소 및 이의 제조방법	10-0777227 (2007.11.28)	등록
9	KR10-2006-0119613 (2006.11.30)	D N A 중합효소 활성 증가 단백질 및 이를 암호화 하는유전자	10-0825279 (2008.04.25)	등록
10	KR10-2006-0119612 (2006.11.30)	써모코커스 유래 돌연변이 D N A 중합효소들 및 그의유전자들	10-0777230 (2007.11.28)	등록
11	KR10-2006-0097450 (2006.10.02)	돌연변이 D N A 중합효소들 및 그의 유전자들	10-0844358 (2008.07.07)	등록
12	KR10-2008-0116102 (2008.11.21)	서열번호 6의 포스파타제 및 이를 암호화하는 유전자	10-1203920 (2012.11.22)	등록
13	US2006-089587 (2006.10.02)	Hyperthermophilic DNA polymerase and methods of preparation thereof	8257953 (2012.09.04)	등록
14	KR10-2010-7013071 KR10-2011-0021390 RU2012103674	Thermococcus spp.로부터 분리된 신규한 수소화효소, 이를 암호화하는 유전자 및 그 유전자를 갖는 미생물을 이용하여 수소를 생산하는 방법	RU2460789 US8597926 (2012.10.09)	등록 (러시아 및 미국)

	PCT/KR2011/006897 US12/746.090 JPF32195A1 EU09811732.8 US14/093150 US14/093152			
15	RU2010119233 KR10-2011-7014743 KR10-2011-7014736	개미산을 이용해 수소를 생산해 낼 수 있는 <i>Thermococcus</i> spp. 로부터 분리된 신규한 수소화효소, 이를 암호화하는 유전자 및 그 유전자를 갖는 미생물을 이용하여 수소를 생산하는 방법	-	출원
16	KR10-2011-7014737	일산화탄소를 이용해 수소를 생산해 낼 수 있는 <i>Thermococcus</i> spp. 로부터 분리된 신규한 수소화효소, 이를 암호화하는 유전자 및 그 유전자를 갖는 미생물을 이용하여 수소를 생산하는 방법	-	출원
17	KR10-2012-0065303 PCT/KR2013/000067	수소생산능이 증기된 씨모코코스 온누리우스 엔에이원 돌연변이균주 및 이를 이용한 수소생산방법	-	출원
18	KR10-2013-0033345	포름산염으로부터 수소생산능이 증가된 씨모코코스 돌연변이체 및 이를 이용한 수소생산방법	-	출원
19	KR10-2013-0137344	씨모코코스 온누리우스 MC02 및 이를 이용한 수소생산방법	-	출원
20	KR10-2013-0137330	씨모코코스 온누리우스 WTC155T 균주 및 이를 이용한 수소생산방법	-	출원
21	KR10-2012-0065303	혐기성 미생물을 이용한 수소 생산방법	10-1190842 (2012.10.08)	등록
22	KR10-2012-0037823	전분이 포함된 식물체를 이용한 수소생산방법	-	출원
23	KR10-2011-0046049	씨모코코스속 균 연속배양방법 및 연속배양장치	10-1190841 (2012.10.08)	등록
24	KR10-2013-0047379 KR10-2012-0045670	수소생산장치 및 수소생산방법	-	출원
25	KR10-2013-0047328	씨모코코스속 균을 이용한 수소생산장치 및 수소생산방법	-	출원
26	KR10-2012-0037822	혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치	10-1336604 (2013.11.28)	등록
27	KR10-2012-0037823	혐기성 미생물을 이용한 수소 생산을 위한 일산화탄소 용해 유도 장치	10-1336610 (2013.11.28)	등록

한국해양과학기술의 해양바이오연구부가 NA1을 생촉매로 한 바이오수소 생산기술과 관련한 특허는 현재 총 27건임. 이들 특허 중 국내에 출원한 특허와 동일한 내용으로 해외 권리 확보를 위해 출원된 특허를 제외하고, 등록이 완료되어, 권리성을 확보하고 있는 기술은 하기의 표에 기재된 총 16건임. 이들 특허의 요약정보를 아래에 정리하였음

[표 3-2] 한국등록특허 제10-0757280호

특허국가	권리구분	권리상태	등록번호
대한민국	특허	등록	10-0757280
특허명칭	고호열성 신균주 KCTC 10859BP 및 이로부터 생산되는고호열성 아밀라아제		
출원인	한국해양과학기술원		
발명자	이정현, 강성균, 김상진, 현정호, 권개경, 김윤재, 이현숙, 배승섭, 임재규, 전정호, 양성현		

[표 3-3] 한국등록특허 제10-0777228호

특허국가	권리구분	권리상태	등록번호
대한민국	특허	등록	10-0777228
특허명칭	고호열성 디유티피아제 및 이의 제조방법		
출원인	한국해양과학기술원		
발명자	이정현, 이현숙, 강성균, 조요나, 김윤재, 배승섭, 전정호, 임재규, 김상진, 권개경		

[표 3-4] 한국등록특허 제10-0770665호

특허국가	권리구분	권리상태	등록번호
대한민국	특허	등록	10-0770665
특허명칭	고호열성 프로릴올리고펩티다아제 효소 및 이의 제조방법		
출원인	한국해양과학기술원		
발명자	이정현, 강성균, 김상진, 현정호, 권개경, 김윤재, 이현숙, 배승섭, 임재규, 전정호, 양성현		

[표 3-5] 한국등록특허 제10-0757279호

특허국가	권리구분	권리상태	등록번호
대한민국	특허	등록	10-0757279
특허명칭	고호열성 메티오닐아미노펩티다아제 효소 및 이의 제조방법		
출원인	한국해양과학기술원		
발명자	이정현, 강성균, 김상진, 현정호, 권개경, 김윤재, 이현숙, 배승섭, 임재규, 전정호, 양성현		

[표 3-6] 한국등록특허 제10-0770664호

특허국가	권리구분	권리상태	등록번호
대한민국	특허	등록	10-0770664
특허명칭	고호열성 카르복시펩티다아제 효소 및 이의 제조방법		
출원인	한국해양과학기술원		
발명자	이정현, 강성균, 김상진, 현정호, 권개경, 김윤재, 이현숙, 배승섭, 임재규, 전정호, 양성현		

[표 3-7] 한국등록특허 제10-0757278호

특허국가	권리구분	권리상태	등록번호
대한민국	특허	등록	10-0757278
특허명칭	고호열성 아미노펩티다아제 P 효소 및 이의 제조방법		
출원인	한국해양과학기술원		
발명자	이정현, 강성균, 김상진, 현정호, 권개경, 김윤재, 이현숙, 배승섭, 임재규, 전정호, 양성현		

[표 3-8] 한국등록특허 제10-0757277호

특허국가	권리구분	권리상태	등록번호
대한민국	특허	등록	10-0757277
특허명칭	고호열성 리가아제 효소 및 이의 제조방법		
출원인	한국해양과학기술원		
발명자	이정현, 권석태, 강성균, 김상진, 현정호, 권개경, 김윤재, 이현숙, 배승섭, 남기훈, 임재규, 전정호, 양성현		

[표 3-9] 한국등록특허 제10-0777227호

특허국가	권리구분	권리상태	등록번호
대한민국	특허	등록	10-0777227
특허명칭	고호열성 DNA 중합효소 및 이의 제조방법		
출원인	한국해양과학기술원		
발명자	이정현, 권석태, 강성균, 김상진, 현정호, 권개경, 김윤재, 이현숙, 배승섭, 남기훈, 임재규, 전정호, 양성현		

[표 3-10] 한국등록특허 제10-0825279호

특허국가	권리구분	권리상태	등록번호
대한민국	특허	등록	10-0825279
특허명칭	DNA 중합효소 활성 증가 단백질 및 이를 암호화 하는유전자		
출원인	한국해양과학기술원		
발명자	이정현, 강성균, 김상진, 권개경, 이현숙, 김윤재, 유용구, 배승섭, 임재규, 전정호, 조요나, 정인순, 권석태		

[표 3-11] 한국등록특허 제10-0777230호

특허국가	권리구분	권리상태	등록번호
대한민국	특허	등록	10-0777230
특허명칭	써모코커스 유래 돌연변이 DNA 중합효소들 및 그의 유전자들		
출원인	한국해양과학기술원		
발명자	이정현, 강성균, 김상진, 권개경, 이현숙, 김윤재, 유용구, 배승섭, 임재규, 전정호, 조요나, 정인순, 권석태, 차선신		

[표 3-12] 한국등록특허 제10-0844358호

특허국가	권리구분	권리상태	등록번호
대한민국	특허	등록	10-0844358
특허명칭	돌연변이 DNA 중합효소들 및 그의 유전자들		
출원인	한국해양과학기술원		
발명자	이정현, 강성균, 김상진, 권개경, 이현숙, 김윤재, 배승섭, 임재규, 전정호, 조요나, 권석태		

[표 3-13] 한국등록특허 제10-1203920호

특허국가	권리구분	권리상태	등록번호
대한민국	특허	등록	10-1203920
특허명칭	서열번호 6의 포스파타제 및 이를 암호화하는 유전자		
출원인	한국해양과학기술원		
발명자	이정현, 강성균, 이현숙, 김상진, 권개경, 차선신, 전정호, 조요나, 김윤재, 배승섭, 임재규, 정인순, 노태욱		

[표 3-14] 한국등록특허 제10-1190842호

특허국가	권리구분	권리상태	등록번호
대한민국	특허	등록	10-1190842
특허명칭	혐기성 미생물을 이용한 수소 생산방법		
출원인	한국해양과학기술원, (주)엔솔테크		
발명자	김해진, 김양선, 송재용, 오원균, 이정현, 강성균, 김태완		

[표 3-15] 한국등록특허 제10-1190841호

특허국가	권리구분	권리상태	등록번호
대한민국	특허	등록	10-1190841
특허명칭	써모코커스속 균 연속배양방법 및 연속배양장치		
출원인	한국해양과학기술원, (주)엔솔테크		
발명자	김해진, 김양선, 송재용, 이정현, 강성균		

[표 3-16] 한국등록특허 제10-1336604호

특허국가	권리구분	권리상태	등록번호
대한민국	특허	등록	10-1336604
특허명칭	혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치		
출원인	한국해양과학기술원		
발명자	이정현, 강성균, 이현숙, 권개경, 임형순, 김윤재, 배승섭, 김태완		

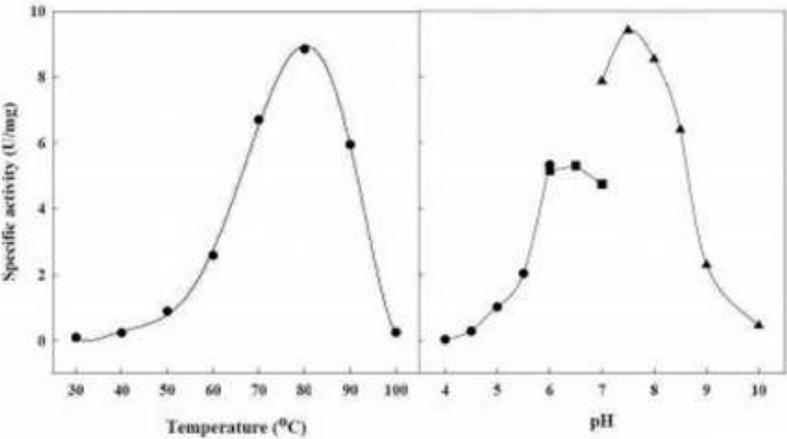
[표 3-17] 한국등록특허 제10-1336610호

특허국가	권리구분	권리상태	등록번호
대한민국	특허	등록	10-1336610
특허명칭	혐기성 미생물을 이용한 수소 생산을 위한 일산화탄소 용해 유도 장치		
출원인	한국해양과학기술원		
발명자	이정현, 강성균, 이현숙, 권개경, 임형순, 김윤재, 배승섭, 김태완		

3.1.1.2. 서지현황

발명의 명칭(1)	고호열성 신균주 KCTC 10859BP 및 이로부터 생산되는고호열성 아밀라아제		
출원번호 (일자)	2005-0103852 (2005. 11. 01)	등록번호 (일자)	10-0757280 (2007. 09. 04)
출원인	한국해양과학기술원	발명자	이정현, 강성균, 김상진, 현정호, 권개경, 김윤재, 이현숙, 배승섭, 임재규, 전정호, 양성현
우선권번호	-	우선권주장일	-
존속기간	2025. 11. 01	청구항 수	12(독립항 6/종속항 6)
요약	<p>본 발명은 고호열성 신균주 KCTC 10859BP 및 이로부터 생산되는 고호열성 아밀라아제에 관한 것으로서, Thermococcus sp. NA1으로부터 분리되어진 고호열성 아밀라아제, 이를 암호화 하는 유전자 및 이들을 생산하는 방법에 관한 것임</p>		
도면	<p>(A) Spot assays showing amylase activity. Top row: LB medium. Bottom row: LB + Lugol medium. Lanes: 1. <i>E. coli</i> (pET-amyI), 2. <i>E. coli</i> (pET-24a(+)).</p> <p>(B) SDS-PAGE analysis. Molecular weight markers (kDa): 103, 77, 50, 34.3, 28.8, 20.7. A band at approximately 50 kDa is indicated by an arrow.</p>		

발명의 명칭(2)	고호열성 디유티피아제 및 이의 제조방법		
출원번호 (일자)	2006-0033297 (2006. 04. 12)	등록번호 (일자)	10-0777228 (2007. 11. 12)
출원인	한국해양과학기술원	발명자	이정현, 이현숙, 강성균, 조요나, 김윤재, 배승섭, 전정호, 임재규, 김상진, 권개경
우선권번호	-	우선권주장일	-
존속기간	2026. 04. 12	청구항 수	10(독립항 5/종속항 5)
요약	본 발명은 고호열성 디유티피아제(dUTPase) 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, Thermococcus sp. 균주로부터 분리되어진 신규의 고호열성 dUTPase 및 이의 기능적 동등물, 이들의 아미노산 서열을 가진 단백질 및 고호열성 dUTPase 생산방법을 제공한다. 본 발명에 따른 dUTPase는 고호열성이며, PCR 반응시 첨가가능하며, PCR 반응액에 존재하는 dUTP로 인한 높은 총실도 DNA 중합효소의 정지현상을 줄여서, 정밀한 PCR이 요구되는 정밀분석, 정밀진단, 동정 등에 매우 유용하게 사용될 수 있음		
도면	<p>Figure (A) shows the relative activity of dUTPase as a function of pH. The x-axis represents pH from 75 to 90, and the y-axis represents relative activity from 0 to 120%. The activity starts at approximately 55% at pH 75, rises to a peak of 100% at pH 80, and then slightly decreases to about 90% at pH 85 and 90.</p> <p>Figure (B) shows the relative activity of dUTPase as a function of temperature. The x-axis represents temperature in degrees Celsius from 70 to 100, and the y-axis represents relative activity from 0 to 120%. The activity starts at approximately 15% at 70°C, rises to a peak of 100% at 80°C, and then decreases to about 45% at 95°C.</p>		

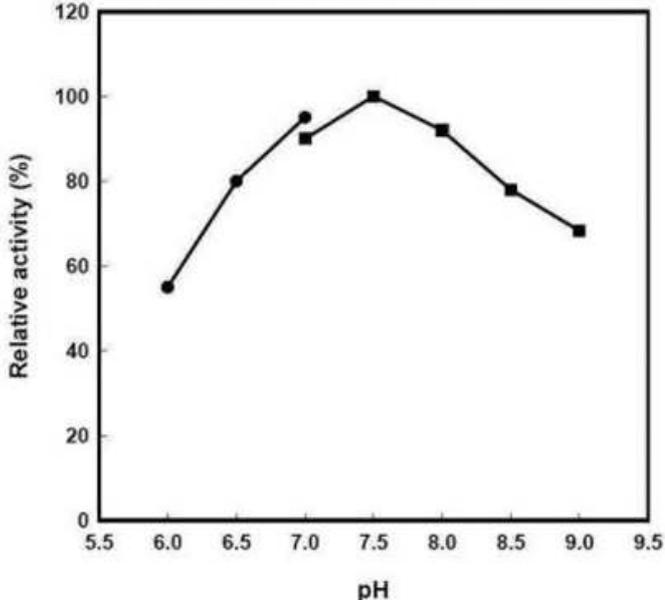
발명의 명칭(3)	고호열성 프로릴올리고펩티다아제 효소 및 이의 제조방법		
출원번호 (일자)	2005-0103487 (2005. 10. 31)	등록번호 (일자)	10-0770665 (2007. 10. 22)
출원인	한국해양과학기술원	발명자	이정현, 강성균, 김상진, 현정호, 권개경, 김운재, 이현숙, 배승섭, 임재규, 전정호, 양성현
우선권번호	-	우선권주장일	-
존속기간	2025. 10. 331	청구항 수	11(독립항 5/종속항 6)
요약	본 발명은 고호열성 프로릴올리고펩티다아제 효소 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, <i>Thermococcus</i> sp. 균주(KCTC 10859BP)로부터 분리되어진 신규의 고호열성 프로릴올리고펩티다아제 및 이의 기능적 동등물, 이들을 암호화하는 신규의 유전자 및 이들의 생산방법을 제공한다. 본 발명에 따른 단백질 분해 효소는 고호열성임		
도면	 <p>The figure consists of two line graphs. The left graph plots Specific activity (U/mg) on the y-axis (0 to 10) against Temperature (°C) on the x-axis (30 to 100). The activity starts near 0 at 30°C, rises to a peak of approximately 9 U/mg at 80°C, and then drops to 0 at 100°C. The right graph plots Specific activity (U/mg) on the y-axis (0 to 10) against pH on the x-axis (4 to 10). The activity starts near 0 at pH 4, rises to a peak of approximately 9.5 U/mg at pH 7.5, and then drops to 0 at pH 10.</p>		

발명의 명칭(4)	고호열성 메티오닐아미노펩티다아제 효소 및 이의 제조방법		
출원번호 (일자)	2005-0103493 (2005. 10. 31)	등록번호 (일자)	10-0757279 (2007. 09. 04)
출원인	한국해양과학기술원	발명자	이정현, 강성균, 김상진, 현정호, 권개경, 김윤재, 이현숙, 배승섭, 임재규, 전정호, 양성현
우선권번호	-	우선권주장일	-
존속기간	2025. 10. 31	청구항 수	11(독립항 5/종속항 6)
요약	본 발명은 고호열성 메티오닐아미노펩티다아제 효소 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, <i>Thermococcus</i> sp. 균주(KCTC 10859BP)로부터 분리되어진 신규의 고호열성 메티오닐아미노펩티다아제 및 이의 기능적 동등물, 이들을 암호화하는 신규의 유전자 및 이들의 생산방법을 제공한다. 본 발명에 따른 단백질 분해 효소는 고호열성임		
도면	<p>The figure consists of two line graphs. The left graph shows 'Relative activity (%)' on the y-axis (0 to 100) versus 'Temperature (°C)' on the x-axis (30 to 100). The activity starts at approximately 2% at 30°C, rises to about 12% at 40°C, 18% at 50°C, 42% at 60°C, 52% at 70°C, reaches a maximum of 100% at 80°C, and then decreases to about 95% at 90°C and 52% at 100°C. The right graph shows 'Relative activity (%)' on the y-axis (0 to 100) versus 'pH' on the x-axis (4 to 10). The activity is near 0% at pH 4 and 5, rises to about 10% at pH 6, reaches a maximum of 100% at pH 7, and then decreases to about 88% at pH 8, 15% at pH 9, and 0% at pH 10.</p>		

발명의 명칭(5)	고호열성 카르복시펩티다아제 효소 및 이의 제조방법																																						
출원번호 (일자)	2005-0103489 (2005. 10. 31)	등록번호 (일자)	10-0770664 (2007. 10. 22)																																				
출원인	한국해양과학기술원	발명자	이정현, 강성균, 김상진, 현정호, 권개경, 김운재, 이현숙, 배승섭, 임재규, 전정호, 양성현																																				
우선권번호	-	우선권주장일	-																																				
존속기간	2025. 10. 31	청구항 수	11(독립항 5/종속항 6)																																				
요약	<p>본 발명은 고호열성 카르복시펩티다아제 효소 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, <i>Thermococcus</i> sp. 균주(KCTC 10859BP)로부터 분리되어진 신규의 고호열성 카르복시펩티다아제 및 이의 기능적 동등물, 이들을 암호화하는 신규의 유전자 및 이들의 생산방법을 제공한다. 본 발명에 따른 단백질 분해 효소는 고호열성임</p>																																						
도면	<p>Figure A: Relative activity (%) vs. Temperature (°C). The activity increases from approximately 10% at 30°C to a peak of 100% between 70°C and 80°C, then decreases to about 20% at 100°C.</p> <table border="1"> <caption>Data for Graph A: Relative activity (%) vs. Temperature (°C)</caption> <thead> <tr> <th>Temperature (°C)</th> <th>Relative activity (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>30</td><td>10</td></tr> <tr><td>40</td><td>28</td></tr> <tr><td>50</td><td>48</td></tr> <tr><td>60</td><td>80</td></tr> <tr><td>70</td><td>100</td></tr> <tr><td>80</td><td>100</td></tr> <tr><td>90</td><td>58</td></tr> <tr><td>100</td><td>20</td></tr> </tbody> </table> <p>Figure B: Relative activity (%) vs. pH. The activity is low (around 5%) at pH 4 and 5, peaks at 100% at pH 6.5, and then decreases to near 0% at pH 9 and 10.</p> <table border="1"> <caption>Data for Graph B: Relative activity (%) vs. pH</caption> <thead> <tr> <th>pH</th> <th>Relative activity (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>6</td><td>85</td></tr> <tr><td>6.5</td><td>100</td></tr> <tr><td>7</td><td>78</td></tr> <tr><td>8</td><td>28</td></tr> <tr><td>9</td><td>5</td></tr> <tr><td>10</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>			Temperature (°C)	Relative activity (%)	30	10	40	28	50	48	60	80	70	100	80	100	90	58	100	20	pH	Relative activity (%)	4	5	5	5	6	85	6.5	100	7	78	8	28	9	5	10	2
Temperature (°C)	Relative activity (%)																																						
30	10																																						
40	28																																						
50	48																																						
60	80																																						
70	100																																						
80	100																																						
90	58																																						
100	20																																						
pH	Relative activity (%)																																						
4	5																																						
5	5																																						
6	85																																						
6.5	100																																						
7	78																																						
8	28																																						
9	5																																						
10	2																																						

발명의 명칭(6)	고호열성 아미노펩티다아제 P 효소 및 이의 제조방법																																																		
출원번호 (일자)	2005-0103488 (2005. 10. 31)	등록번호 (일자)	10-0757278 (2007. 09. 04)																																																
출원인	한국해양과학기술원	발명자	이정현, 강성균, 김상진, 현정호, 권개경, 김운재, 이현숙, 배승섭, 임재규, 전정호, 양성현																																																
우선권번호	-	우선권주장일	-																																																
존속기간	2025. 10. 31	청구항 수	11(독립항 5/종속항 6)																																																
요약	<p>본 발명은 고호열성 아미노펩티다아제 P 효소 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, <i>Thermococcus</i> sp. 균주(KCTC 10859BP)로부터 분리되어진 신규의 고호열성 아미노펩티다아제 P 및 이의 기능적 동등물, 이들을 암호화하는 신규의 유전자 및 이들의 생산방법을 제공함. 본 발명에 따른 단백질 분해 효소는 고호열성임</p>																																																		
도면	<p>Figure A: Relative activity (%) vs. Temperature (°C). The activity increases from approximately 5% at 40°C to 100% at 100°C, with a sharp increase starting around 70°C.</p> <table border="1"> <caption>Data for Graph A</caption> <thead> <tr> <th>Temperature (°C)</th> <th>Relative activity (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>5</td></tr> <tr><td>50</td><td>10</td></tr> <tr><td>60</td><td>25</td></tr> <tr><td>70</td><td>35</td></tr> <tr><td>80</td><td>85</td></tr> <tr><td>90</td><td>95</td></tr> <tr><td>100</td><td>100</td></tr> </tbody> </table> <p>Figure B: Relative activity (%) vs. pH. The activity shows two peaks, one at pH 5 (approx. 100%) and another at pH 6.5 (approx. 95%).</p> <table border="1"> <caption>Data for Graph B</caption> <thead> <tr> <th>pH</th> <th>Relative activity (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>25</td></tr> <tr><td>5</td><td>100</td></tr> <tr><td>6</td><td>85</td></tr> <tr><td>6.5</td><td>95</td></tr> <tr><td>7</td><td>75</td></tr> <tr><td>7.5</td><td>65</td></tr> <tr><td>8</td><td>55</td></tr> </tbody> </table> <p>Figure C: Relative activity (%) vs. pH. The activity peaks at pH 6.5 (approx. 100%).</p> <table border="1"> <caption>Data for Graph C</caption> <thead> <tr> <th>pH</th> <th>Relative activity (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>5</td><td>20</td></tr> <tr><td>6</td><td>55</td></tr> <tr><td>6.5</td><td>100</td></tr> <tr><td>7</td><td>85</td></tr> <tr><td>7.5</td><td>65</td></tr> <tr><td>8</td><td>45</td></tr> </tbody> </table>			Temperature (°C)	Relative activity (%)	40	5	50	10	60	25	70	35	80	85	90	95	100	100	pH	Relative activity (%)	4	25	5	100	6	85	6.5	95	7	75	7.5	65	8	55	pH	Relative activity (%)	4	5	5	20	6	55	6.5	100	7	85	7.5	65	8	45
Temperature (°C)	Relative activity (%)																																																		
40	5																																																		
50	10																																																		
60	25																																																		
70	35																																																		
80	85																																																		
90	95																																																		
100	100																																																		
pH	Relative activity (%)																																																		
4	25																																																		
5	100																																																		
6	85																																																		
6.5	95																																																		
7	75																																																		
7.5	65																																																		
8	55																																																		
pH	Relative activity (%)																																																		
4	5																																																		
5	20																																																		
6	55																																																		
6.5	100																																																		
7	85																																																		
7.5	65																																																		
8	45																																																		

발명의 명칭(7)	고호열성 리가아제 효소 및 이의 제조방법																																				
출원번호 (일자)	2005-0094693 (2005. 10. 08)	등록번호 (일자)	10-0757277 (2007. 09. 04)																																		
출원인	한국해양과학기술원	발명자	이정현, 권석태, 강성균, 김상진, 현정호, 권개경, 김윤재, 이현숙, 배승섭, 남기훈, 임재규, 전정호, 양성현																																		
우선권번호	-	우선권주장일	-																																		
존속기간	2025. 10. 08	청구항 수	11(독립항 5/종속항 6)																																		
요약	<p>본 발명은 고호열성 리가아제(ligase) 효소 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, <i>Thermococcus</i> sp. 균주로부터 분리되어진 신규의 고호열성 리가아제 효소 및 이의 기능적 동등물, 이들의 아미노산 서열을 가진 단백질 및 고호열성 리가아제 효소 생산방법을 제공함. 본 발명에 따른 리가아제 효소는 고호열성임</p>																																				
도면	<p>(A) Relative activity (%) vs pH</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>pH</th> <th>Relative activity (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6.0</td><td>35</td></tr> <tr><td>6.5</td><td>45</td></tr> <tr><td>7.0</td><td>55</td></tr> <tr><td>7.5</td><td>100</td></tr> <tr><td>8.0</td><td>85</td></tr> <tr><td>8.5</td><td>75</td></tr> <tr><td>9.0</td><td>70</td></tr> <tr><td>9.5</td><td>25</td></tr> <tr><td>10.0</td><td>10</td></tr> </tbody> </table> <p>(B) Relative activity (%) vs Temperature (°C)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Temperature (°C)</th> <th>Relative activity (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>35</td></tr> <tr><td>50</td><td>40</td></tr> <tr><td>60</td><td>45</td></tr> <tr><td>70</td><td>65</td></tr> <tr><td>80</td><td>100</td></tr> <tr><td>90</td><td>95</td></tr> </tbody> </table>			pH	Relative activity (%)	6.0	35	6.5	45	7.0	55	7.5	100	8.0	85	8.5	75	9.0	70	9.5	25	10.0	10	Temperature (°C)	Relative activity (%)	40	35	50	40	60	45	70	65	80	100	90	95
pH	Relative activity (%)																																				
6.0	35																																				
6.5	45																																				
7.0	55																																				
7.5	100																																				
8.0	85																																				
8.5	75																																				
9.0	70																																				
9.5	25																																				
10.0	10																																				
Temperature (°C)	Relative activity (%)																																				
40	35																																				
50	40																																				
60	45																																				
70	65																																				
80	100																																				
90	95																																				

발명의 명칭(8)	고호열성 DNA 중합효소 및 이의 제조방법																		
출원번호 (일자)	2005-0094644 (2005. 10. 08)	등록번호 (일자)	10-0777227 (2007. 11. 12)																
출원인	한국해양과학기술원	발명자	이정현, 권석태, 강성균, 김상진, 현정호, 권개경, 김윤재, 이현숙, 배승섭, 남기훈, 임재규, 전정호, 양성현																
우선권번호	-	우선권주장일	-																
존속기간	2025. 10. 08	청구항 수	11(독립항 5/종속항 6)																
요약	본 발명은 고호열성 DNA 중합효소 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, <i>Thermococcus</i> sp. 균주로부터 분리되어진 신규의 고호열성 DNA 중합효소 및 이의 기능적 동등물, 이들의 아미노산 서열을 가진 단백질 및 고호열성 DNA 중합효소 생산방법을 제공함. 본 발명에 따른 DNA 중합효소는 고호열성이며, 기존의 상업적 DNA 중합효소와 비교하였을 때, 높은 신장 능력 및 높은 충실도를 가지는 DNA 중합효소임. 따라서, 정확한 PCR이 요구되는 정밀분석, 정밀진단·동정 등에 매우 유용하게 사용될 수 있음																		
도면	 <table border="1" data-bbox="603 1317 1268 1917"> <caption>Relative activity (%) vs pH</caption> <thead> <tr> <th>pH</th> <th>Relative activity (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.0</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>6.5</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>7.5</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>8.0</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td>8.5</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>9.0</td> <td>68</td> </tr> </tbody> </table>			pH	Relative activity (%)	6.0	55	6.5	80	7.0	95	7.5	100	8.0	92	8.5	78	9.0	68
pH	Relative activity (%)																		
6.0	55																		
6.5	80																		
7.0	95																		
7.5	100																		
8.0	92																		
8.5	78																		
9.0	68																		

발명의 명칭(9)	DNA 중합효소 활성 증가 단백질 및 이를 암호화 하는 유전자		
출원번호 (일자)	2006-0119613 (2006. 11. 30)	등록번호 (일자)	10-0825279 (2008. 04. 21)
출원인	한국해양과학기술원	발명자	이정현, 강성균, 김상진, 권개경, 이현숙, 김윤재, 유용구, 배승섭, 임재규, 전정호, 조요나, 정인순, 권석태
우선권번호	-	우선권주장일	-
존속기간	2026. 11. 30	청구항 수	12(독립항 5/종속항 7)
요약	<p>본 발명은 DNA 중합효소 활성 증가 단백질 및 이를 암호화 하는 유전자에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 <i>Thermococcus</i> sp. NA1으로부터 유래되어진 DNA 중합효소 활성 증가 단백질에 관한 것임. 본 발명은 또한, 상기 단백질을 암호화하는 분리되어진 유전자 단편을 제공하며, 이를 포함하는 재조합 벡터, 상기 재조합벡터로 형질전환된 숙주 세포 및 상기 숙주세포를 이용한 DNA 중합효소 활성 증가 단백질 생산방법에 관한 것임</p>		
도면			

발명의 명칭(10)	씨모코커스 유래 돌연변이 DNA 중합효소들 및 그의 유전자들		
출원번호 (일자)	2006-0119612 (2006. 11. 30)	등록번호 (일자)	10-0777230 (2007. 11. 12)
출원인	한국해양과학기술원	발명자	이정현, 강성균, 김상진, 권개경, 이현숙, 김윤재, 유용구, 배승섭, 임재규, 전정호, 조요나, 정인순, 권석태, 차선신
우선권번호	-	우선권주장일	-
존속기간	2026. 11. 30	청구항 수	8(독립항 3/종속항 5)
요약	본 발명은 씨모코커스 유래 돌연변이 DNA 중합효소들 및 그의 유전자들에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 씨모코커스 속 NA1 (<i>Thermococcus</i> sp. NA1) 균주로부터 분리되고 특정 부위에 돌연변이화 (site-directed mutagenesis)를 유발시킨 DNA 중합효소들, 그의 아미노산 서열들, 상기 돌연변이 DNA 중합효소 유전자들, 그의 염기 서열들 및 이를 포함하는 재조합 벡터, 상기 재조합벡터로 형질전환된 숙주 세포 및 상기 숙주세포를 이용한 돌연변이 DNA 중합효소 단백질 생산방법에 관한 것임. 본 발명의 돌연변이 DNA 중합효소는 기존 야생형 DNA 중합효소와 비교하여 엑소뉴클레아제(exonuclease) 활성 부위에 돌연변이화가 유발되어 진행도(processivity)를 증가시켜서 PCR에 있어서 다양한 분자유전학적 기술 등에 널리 응용될 수 있음		
도면			

발명의 명칭(11)	돌연변이 DNA 중합효소들 및 그의 유전자들		
출원번호 (일자)	2006-0097450 (2006. 10. 02)	등록번호 (일자)	10-0844358 (2008. 07. 01)
출원인	한국해양과학기술원	발명자	이정현, 강성균, 김상진, 권개경, 이현숙, 김운재, 배승섭, 임재규, 전정호, 조요나, 권석태
우선권번호	-	우선권주장일	-
존속기간	2026. 10. 02	청구항 수	13(독립항 6/종속항 7)
요약	<p>본 발명은 돌연변이 DNA 중합효소들, 그의 유전자들 및 그들의 용도에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 써모코커스 속 NA1 (<i>Thermococcus</i> sp. NA1) 균주로부터 분리되고 특정 부위에 다중의 돌연변이화 (site-directed mutagenesis)를 유발시킨 DNA 중합효소들, 그의 아미노산 서열들, 상기 돌연변이 DNA 중합효소 유전자들, 그의 염기 서열들 및 이들을 중합효소 연쇄반응 (PCR) 등에 사용하는 용도에 관한 것임. 본 발명의 돌연변이 DNA 중합효소는 기존 야생형 DNA 중합효소와 비교하여 프루프리딩 (proofreading) 활성저하와 이노신 감지 (inosine sensing) 기능을 효과적으로 변화시켜 보다 특이염기를 포함하는 프라이머를 이용한 중합연쇄반응이 신속하게 진행되게 하므로, PCR 을 포함한 다양한 분자유전학적 기술 등에 널리 응용될 수 있음</p>		
도면	<p>The image shows a gel electrophoresis result with five lanes labeled M, W, 1, 2, and 3. Lane M is a DNA ladder with multiple bands of different sizes. Lane W is a control lane with no bands. Lanes 1, 2, and 3 each show a single prominent band at approximately the same position, indicating successful PCR amplification of the target DNA sequence.</p>		

발명의 명칭(12)	서열번호 6의 포스파타제 및 이를 암호화하는 유전자																		
출원번호 (일자)	2008-0116102 (2008. 11. 21)	등록번호 (일자)	10-1203920 (2012. 11. 16)																
출원인	한국해양과학기술원	발명자	이정현, 강성균, 이현숙, 김상진, 권개경, 차선신, 전정호, 조요나, 김윤재, 배승섭, 임재규, 정인순, 노태욱																
우선권번호	-	우선권주장일	-																
존속기간	2028. 11. 21	청구항 수	3(독립항 1/종속항 2)																
요약	본 발명은 Thermococcus 속에 속하는 고호열성 신균주로부터 분리한 신규한 포스파타제(Phosphatase) 및 이를 암호화하는 유전자에 관한 것임. 본 발명의 포스파타제는 고온에서도 열안정성을 갖기 때문에 특정 단백질이나 DNA 대상체를 검출하기 위한 마커 등으로 널리 이용될 수 있음																		
도면	<table border="1"> <caption>Data points estimated from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Phosphate (µmoles/80 µl)</th> <th>OD₆₅₀ nm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>~1000</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>~2000</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>~3000</td> <td>0.45</td> </tr> <tr> <td>~4000</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>~8000</td> <td>0.75</td> </tr> <tr> <td>~15000</td> <td>0.90</td> </tr> </tbody> </table>			Phosphate (µmoles/80 µl)	OD ₆₅₀ nm	0	0.10	~1000	0.15	~2000	0.25	~3000	0.45	~4000	0.55	~8000	0.75	~15000	0.90
Phosphate (µmoles/80 µl)	OD ₆₅₀ nm																		
0	0.10																		
~1000	0.15																		
~2000	0.25																		
~3000	0.45																		
~4000	0.55																		
~8000	0.75																		
~15000	0.90																		

발명의 명칭(13)	혐기성 미생물을 이용한 수소 생산방법		
출원번호 (일자)	2012-0014187 (2012. 02. 13)	등록번호 (일자)	10-1190842 (2012. 10. 08)
출원인	한국해양과학기술원, (주)엔솔테크	발명자	김해진, 김양선, 송재용, 오원균, 이정현, 강성균, 김태완
우선권번호	-	우선권주장일	-
존속기간	2022. 02. 13	청구항 수	5(독립항 1/종속항 4)
요약	<p>본 발명은 (A) 수소생산 혐기성 미생물을 함유하는 배양액이 수용된 혐기성 배양기에서 배양액의 일부 또는 전부를 가스 버블 발생기로 이송하는 단계; (B) 가스 버블 발생기로 상기 이송된 배양액에 일산화탄소 가스 버블을 발생시키는 단계; (C) 상기 일산화탄소 가스 버블이 발생된 배양액을 가스 버블 발생기에서 상기 혐기성 배양기로 환송하는 단계; 및 (D) 상기 수소생산 혐기성 미생물이 일산화탄소를 이용하여 생산한 수소 가스를 포집하는 단계를 포함하는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산방법과 상기 생산방법에 이용가능한 장치를 제공함. 본 발명은 수소생산 혐기성 미생물이 수소생산시 이용하는 일산화탄소 가스를 효과적으로 이용할 수 있도록 하여 효과적으로 수소를 생산하는 효과가 있으며, 또한 수소생산 혐기성 미생물이 배양액 내에서 효과적으로 성장함과 동시에 수소생산이 가능하다는 장점을 갖음</p>		
도면	<pre> graph TD Start([시작]) --> Pre[전처리 단계] Pre --> Transfer[배양액 이송단계] Transfer --> Bubble[가스버블 발생단계] Bubble --> Return[배양액 환송단계] Return --> Collect[수소가스 포집단계] Collect --> End([끝]) </pre>		

발명의 명칭(14)	씨모코커스속 균 연속배양방법 및 연속배양장치		
출원번호 (일자)	2011-0046049 (2011. 05. 17)	등록번호 (일자)	10-1190841 (2012. 10. 08)
출원인	한국해양과학기술원, (주)엔솔테크	발명자	김해진, 김양선, 송재용, 이정현, 강성균
우선권번호	-	우선권주장일	-
존속기간	2021. 05. 17	청구항 수	15(독립항 2/종속항 13)
요약	<p>본 발명은 (A) 씨모코커스속 균을 배양기에서 배양하는 단계; (B) 상기 (A)단계에서 배양된 배양액 중 일부를 중공사막을 포함하고, 섭씨 70~90도로 유지되는 씨모코커스속 균 농축유닛으로 이송하는 단계; (C) 상기 이송된 배양액을 농축유닛에서 중공사막으로 여과하는 단계; (D) 상기 (C)단계에서 중공사막으로 여과된 폐액을 농축유닛에서 배출하는 단계; (E) 상기 (C)단계에서 중공사막으로 여과되지 않고 농축된 농축배양액을 상기 (A)단계의 배양기로 반송하는 단계; 및 (F) 상기 (A)단계의 배양기에 상기 (D)단계에서 배출되는 폐액과 동일량의 배지용액을 투여하는 단계를 포함하는 씨모코커스속 균 연속배양방법과 씨모코커스속 균 연속배양장치를 제공함. 본 발명의 방법과 장치에 의해 씨모코커스속 균을 고농도로 배양할 수 있어, 씨모코커스속 균이 만들어내는 유용성분을 효과적으로 생산할 수 있음</p>		
도면			

<p>발명의 명칭(15)</p>	<p>혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치</p>		
<p>출원번호 (일자)</p>	<p>2012-0037822 (2012. 04. 12)</p>	<p>등록번호 (일자)</p>	<p>10-1336604 (2012. 11. 28)</p>
<p>출원인</p>	<p>한국해양과학기술원</p>	<p>발명자</p>	<p>이정현, 강성균, 이현숙, 권개경, 임형순, 김윤재, 배승섭, 김태완</p>
<p>우선권번호</p>	<p>-</p>	<p>우선권주장일</p>	<p>-</p>
<p>존속기간</p>	<p>2022. 04. 12</p>	<p>청구항 수</p>	<p>11(독립항 3/종속항 8)</p>
<p>요약</p>	<p>본 발명은 수소 생산 혐기성 미생물을 함유하는 배양액이 내측에 저장되는 배양기; 배양기로부터 배양액을 배출시켜서 배양기에 다시 공급하도록 연결되고, 배양액의 순환 공급을 위한 펌프가 설치되는 순환라인; 순환라인을 따라 순환되는 배양액에 일산화탄소를 공급하는 일산화탄소공급부; 순환라인에 설치되고, 배양액에 일산화탄소가 용해되도록 시간을 지연시키기 위한 지연경로를 제공하는 튜브를 가지는 용해유도유닛; 및 용해유도유닛의 통과를 마친 배양액에서 분리되는 기체로부터 수소를 포집하는 수소포집부를 포함하도록 한 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치에 관한 것임</p> <p>본 발명에 따르면, 수소 생산 혐기성 미생물을 함유한 배양액에 일산화탄소가 용해되기 위한 시간을 증가시키기 위한 지연경로를 집적도 높게 제공함으로써 배양액에 대한 일산화탄소의 용해도를 증대시키도록 하고, 이로 인해 수소 생산 혐기성 미생물이 수소 생산시 일산화탄소 가스를 효과적으로 이용할 수 있도록 하여 수소 생산의 효율을 높일 수 있음</p>		
<p>도면</p>			

발명의 명칭(16)	혐기성 미생물을 이용한 수소 생산을 위한 일산화탄소 용해 유도 장치		
출원번호 (일자)	2012-0037823 (2012. 04. 12)	등록번호 (일자)	10-1336610 (2013. 11. 28)
출원인	한국해양과학기술원	발명자	이정현, 강성균, 이현숙, 권개경, 임형순, 김윤재, 배승섭, 김태완
우선권번호	-	우선권주장일	-
존속기간	2022. 04. 12	청구항 수	5(독립항 1/종속항 4)
요약	<p>본 발명은 개구가 형성되는 본체; 개구를 통해서 본체 내에 착탈 가능하게 다수로 결합되고, 수소 생산 혐기성 미생물을 함유하는 배양액과 일산화탄소가 통과하기 위한 튜브가 내측에 각각 설치되되, 튜브가 다른 튜브와의 연결을 위하여 양단이 외부로 노출되는 튜브카세트; 및 튜브카세트간의 튜브를 서로 연결시킴으로써 튜브들이 공급구와 배출구를 가짐과 아울러, 배양액에 일산화탄소가 용해되도록 시간을 지연시키기 위한 지연경로를 제공하도록 하는 피팅부재를 포함하도록 한 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산을 위한 일산화탄소 용해 유도 장치에 관한 것임</p> <p>본 발명에 따르면, 수소 생산 혐기성 미생물을 함유한 배양액에 일산화탄소가 용해되기 위한 시간을 증가시키기 위한 지연경로를 집중도 높게 제공함으로써 배양액에 대한 일산화탄소의 용해도를 증대시키도록 하고, 이로 인해 수소 생산 혐기성 미생물이 수소 생산시 일산화탄소 가스를 효과적으로 이용할 수 있도록 하여 수소 생산의 효율을 높일 수 있으며, 지연경로를 제공하는 튜브의 유지 및 보수가 용이하도록 함</p>		
도면			

3.1.2. 특허의 요지 및 특징

3.1.2.1. 한국등록특허 제10-0757280호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0757280호(이하 '본 기술 1'이라 함)는 고호열성 신균주 KCTC 10859BP에 대한 것으로, 고호열성 α -아밀라아제, 암호화 핵산서열, 재조합 벡터 등을 권리로 청구하고 있음

본 기술 1은 온도, 고농도 전분의 이용, 기질 특이성 및 pH면에서 공정이 경제적인 특성을 요구하는 기술적 니즈에 대응할 수 있는 신규의 고호열성 *Thermococcus* sp. NA1(KCTC 10589BP)를 제공하며, 고세균 *Thermococcus* sp. NA1을 분리하여 많은 유용한 열적으로 안정한 효소를 찾기 위한 계놈 서열을 결정하였음. 계놈 정보의 분석에서 *Thermococcus* sp. NA1 균주가 α -아밀라아제, α -글루코시다아제, 플루란아제 및 시클로덱스트리나아제와 같은 전분-분해활성 효소를 가지고 있음을 보였으며, 본 기술 1에서는 α -아밀라아제 유전자를 클로닝하고, 이를 재조합벡터를 이용하여 *E. coli*에서 발현 및 정제하여 효소적 활성을 확인하였음

본 기술 1은 신균주 *Thermococcus* sp. NA1 (KCTC 10859BP)는 신규의 고호열성 DNA 중합 효소, DNA 리가아제, 카르복시펩티다아제, 프로릴올리고펩티다아제, 아미노펩티다아제 P, 메티오닐아미노펩티다아제 및 아밀라아제의 유전자를 가지고 있어 이로부터 PCR를 통하여 이들의 유전자를 증폭할 수 있으면, 발현벡터에 이들 유전자를 삽입하여 활성형의 효소들을 발현시킬 수 있으며, 본 기술 1에 따른 α -아밀라아제 효소는 고호열성인 신규한 단백질 분해효소들이다. 세포외 α -아밀라아제의 최적온도가 80°C이고, 0.5mM의 Ca^{2+} 의 존재하에서 80°C에서 7,581분 및 90°C에서 153분의 반감기로 상당히 열안정적임을 알 수 있음. 따라서, 섬유, 식품, 발효, 제지, 주조 및 증류 산업, 당분의 당화뿐만 아니라 임상, 약학 및 분석화학과 같은 넓은 분야의 산업적 적용에 이용될 수 있을 것으로 기대함

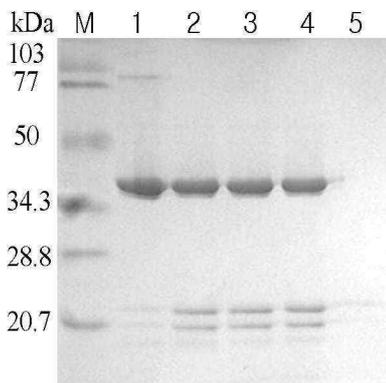
3.1.2.2. 한국등록특허 제10-0777228호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0777228호(이하 ‘본 기술 2’이라 함)는 고호열성 디유티피아제(dUTPase) 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 신규의 dUTPase 및 아미노산 서열을 가진 단백질 및 고호열성 dUTPase 생산방법을 권리로 청구하고 있음

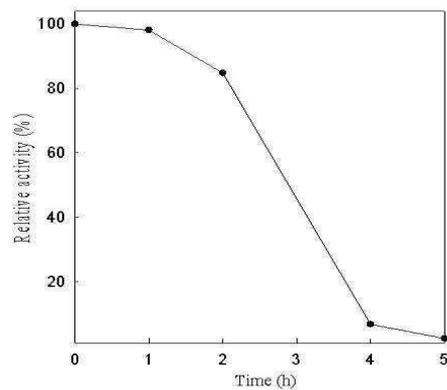
본 기술 2는 PACMANUS 필드의 심해 열수 분출구 지역으로부터 새로운 고호열성 균주를 분리했으며, 이는 rDNA 서열 분석결과 Thermococcus의 하나로 밝혀짐. 이로부터 열안정적인 효소를 찾기 위하여 전체 게놈(genome) 서열 분석을 수행하였고, 게놈 정보의 분석으로 신규 균주가 dUTPase를 가지고 있음을 보였음. 이에 따라 본 기술 2는 신규 균주로부터 dUTPase에 상응하는 유전자를 클론하였고, 대장균에서 발현시키고, 재조합 dUTPase를 분리하여 효소적 특성에 대하여 조사하였음

게놈의 연구의 진보는 막대한 양의 서열 정보를 생산하였음. 종래의 유전자 공학 및 게놈의 연구 기술의 일반적인 조합과 함께, 몇몇의 고호열성 미생물의 게놈 서열은 생물 공학 분야에서 열에 강한 효소로 많은 관심을 받고 있으며, 열안정적 효소가 생물 공학의 목적으로 개발되고 있음. ‘dUTPase’는 dUTP를 dUMP 및 이인산염으로 가수 분해함. 이 반응에 의해 세포 내 dUTP 수준을 제한함으로써 복제 및 수선 동안에 DNA로 dUMP가 잘못 들어가는 것을 방지할 수 있는 것으로 보고되고 있음. 이에 보다 정밀한 PCR(중합효소 연쇄 반응; polymerase chain rreaction)을 위해 반응액내에 dUTP의 수준을 낮출 필요가 있고, PCR의 반응 동안에도 활성이 유지되기 위해서는 고온성의 dUTPase의 개발이 필요함. 이를 위하여 본 기술 2는 TNA1_UTPase 유전자의 일차적 구조 및 재조합 효소의 발현 등의 연구를 통하여 더 높은 고온에서도 안정적인 PCR 분석이 가능할 수 있도록 지원함

[그림 3-2] 본 기술 2의 고호열성 디유티피아제(dUTPase)



a. 재조합 His6-태그된 dUTPase의 SDS-PAGE 분석결과
 자료: 한국등록특허 제10-0777228호



b. dUTPase의 열안정성

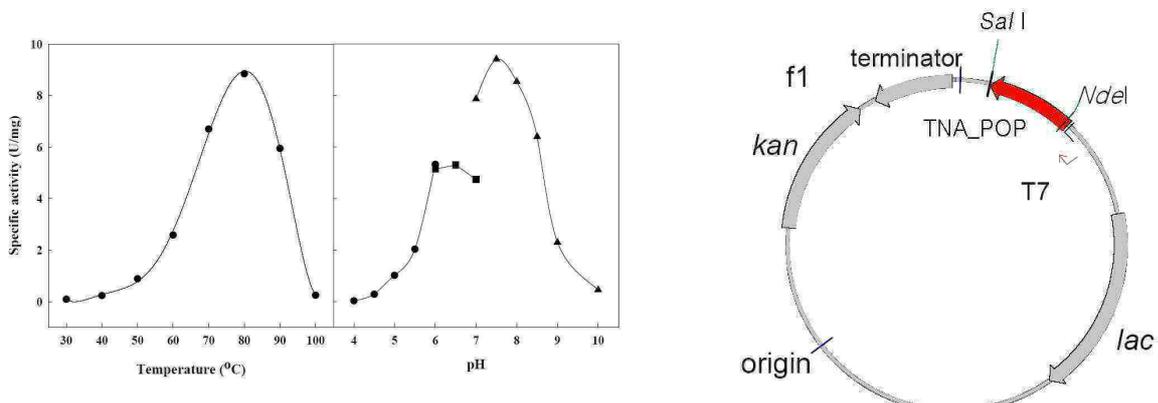
3.1.2.3. 한국등록특허 제10-0770665호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0770665호(이하 ‘본 기술 3’이라 함)는 고호열성 프로릴 올리고펩티다아제 효소 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 고호열성 프로릴올리고펩티다아제 효소 및 암호화 핵산서열, 재조합 벡터 및 개열지도, 효소 생산방법을 권리로 청구하고 있음

본 기술 3은 고호열성 고세균 *Thermococcus* sp. NA1에서 유전자 클로닝, 재조합 벡터의 발현 및 정제를 통하여 효소적 활성을 확인한 결과임. 이와 같은 고호열성 고세균 및 그에 대한 유전자 정보는 경제적으로 가치가 있고, 열에 극히 안정적인 효소를 제공하기 위하여 연구되고 있음. 본 기술 3은 이와 같은 연구를 위하여 *Thermococcus* sp. NA1를 생명공학연구원 생물자원센터(KCTC)에 2005년 10월 7일 기탁하여, KCTC 10859BP의 기탁번호를 부여 받았고, *Thermococcus* sp. NA1의 게놈 정보의 분석을 통하여 열안정성 프로릴올리고펩티다아제에 속하는 프로릴올리고펩티다아제 유전자를 발견하였음. 이에 따라 해당 유전자를 클로닝하고, 이들 재조합 벡터를 이용하여 발현하고, 정제하여 효소적 활성을 확인함

본 기술 3의 프로릴 올리고펩티다아제는 생리적 과정에서 중요할 뿐만 아니라, 생화학 및 임상적 적용에서 상당한 잠재성을 가지고 있음(Diefenthal et al. 1993). 대부분의 세린 엔토펙티다아제가 프롤린 잔기를 가수분해하지 못하기 때문에, 프롤린-특이적 단백질 분해효소는 코에릭 스프루(coeliac sprue) 및 위장간의 소화에 상대적으로 잘 견디서, 유전적으로 감수성이 사람에게면역질환을 일으키도록 장내에 남아있는 밀, 호밀 및 보리로부터의 프롤린-풍부 글루텐의 소화관련 질병에의 치료에서 중요함(Sollid 2002). 이와 같은 해로운 펩타이드의 POP-촉매 단백질내 분해는 이와 같은 유해물질의 제거를 촉진하기에 유용하여, 산업적으로 활용될 것임

[그림 3-3] 본 기술 3의 고호열성 프로릴올리고펩티다아제 효소



a. 프로릴올리고펩티다아제의 활성에 대한 온도 및 pH 효과

b. 재조합 프로릴올리고펩티다아제 효소를 가지는 재조합플라스미드 개열지도

자료: 한국등록특허 제10-0770665호

3.1.2.4. 한국등록특허 제10-0757279호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0757279호(이하 ‘본 기술 4’이라 함)는 고호열성 메티오닐아미노펩티다아제 효소 및 이의 제조방법에 관한 것으로, *Thermococcus* sp. NA1 균주 (KCTC 10859BP)로부터 분리되어 발현시킨 신규의 유전자 및 생산방법을 권리로 청구하고 있음

본 기술 4의 메티오닐아미노펩티다아제는 진행되지 않는 방식으로 발생초기의 폴리펩타이드 사슬로부터 N-말단 메티오닌 잔기의 가수 분해적 제거가 가능한 독특한 종류의 프로테아제를 나타냄. 이것은 원핵생물 및 진핵생물 모두에서 발견되는 도처에 존재하는 효소이며, 기능 조절, 세포내 타겟팅 및 단백질 재편성에 관계된 N-말단 변형을 위한 중요한 효소임(Bradshaw et al., 1998; Lowther and Matthews, 2000; Prchal et al., 1986; Varshavsky, 1997)

본 기술 4는 고호열성 고세균 *Thermococcus* sp. NA1에서 유전자 클로닝, 재조합 벡터의 발현 및 정제를 통하여 효소적 활성을 확인한 결과임. 이와 같은 고호열성 고세균 및 그에 대한 유전자 정보는 경제적으로 가치가 있고, 열에 극히 안정적인 효소를 제공하기 위하여 연구되고 있음. 본 기술 3은 이와 같은 연구를 위하여 *Thermococcus* sp. NA1를 생명공학연구원 생물자원센터(KCTC)에 2005년 10월 7일 기탁하여, KCTC 10859BP의 기탁번호를 부여 받았고, *Thermococcus* sp. NA1의 게놈 정보의 분석을 통하여 열안정성 메티오닐아미노펩티다아제에 속하는 메티오닐아미노펩티다아제 유전자를 발견하였음. 이에 따라 해당 유전자를 클로닝하고, 이들 재조합 벡터를 이용하여 발현하고, 정제하여 효소적 활성을 확인함

[그림 3-4] 본 기술 4의 고호열성 메티오닐아미노펩티다아제 효소

```

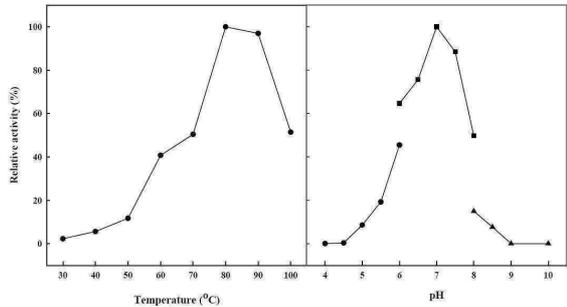
TNA1      VDEREALIKAGEIARQVKKEVISLKPCTKLYDIAEFVERRIIELGKPAFFCNLSINEI 60
TkKOD1    MDEREALIKAGEIARQVKKEVVDLIPGAKLYDIAEFVERRIIEVGKPAFFCNLSINEI 60
PaGE5     -MDVDKLIKAGKIARKVREAVKLRKPGVLSLELAEKIEGRITIELGAKPAFFCNLSINEI 59
PhOT3     -MDVDKLIKAGKIARKVREAVKLRKPGVLSLELAEKIESRIVELGKPAFFCNLSINEI 59
PFDSM     -MDTEKLMKAGEIAKKVREKAIKLARPGMLLELAESIEKIMELGKPAFFCNLSINEI 59
          : : *:*:*:*:*:*:*:*:*:*:*:* * ::* * * :*:*:* * * *:*:* * * *:*:*
          : : *:*:*:*:*:*:*:*:*:*:*:* * ::* * * :*:*:* * * *:*:*

TNA1      AAHTPYKGGDTVLKEGDYLKIDVGVHDGFIADTALFFRVGMEEDDLVTAAREALENAI 120
TkKOD1    AAHTPYKGGDTVLKEGDYLKIDVGVHDGFIADTAVTFVGMEDDELMEAAAREALENAI 120
PaGE5     AAHTPYKGGDTVLKEGDYLKIDVGVHDGFIADTAVTFVGMEDDELMEAAAREALESAI 119
PhOT3     AAHTPYKGGDTVLKEGDYLKIDVGVHDGFIADTAVTFVGMEDDELMEAAAREALESAI 119
PFDSM     AAHTPYKGGDTVLKEGDYLKIDVGVHDGFIADTAVTFVGMEDDELMEAAAREALENAI 119
          ***** * :***** :*:*:*:*:*:*:* * :*:* * * :*:*:* * * *:*:*

TNA1      KVIRAGIKINEIGKAIIEETIRGYGNPIVNLGSHKIERYKIHAGISIPNIYRPAQSVYLR 180
TkKOD1    ATVRAGVMIRIDVARAIEETIRGKGNPIVNLGSHKVERYKIHAGISIPNIYRPAQSVYLR 180
PaGE5     SVARAGVIRKELGRATEIDIRKKGPNIVNLGSHKIERYKIHAGISIPNIYRPHDNVLIQ 179
PhOT3     SVARAGVIRKELGRATEIDIRKKGPNIVNLGSHKIERYKIHAGISIPNIYRPHDNVLIQ 179
PFDSM     SVARAGVIRKELGRATEIDIRKKGPNIVNLGSHKIERYKIHAGISIPNIYRPHDNVLIQ 179
          . *:* : : : : : *:* : * * :*:*:*:*:*:*:*:*:*:* * :*:* * * :*:*

TNA1      EGDVFAIEPFATTGAGQVIEVPPALIFMYLDRPVRMAQARRVLMHIKREYNGLFFAYRW 240
TkKOD1    EGDVFAIEPFATTGAGQVIEVPPALIFMYLDRPVRMLQARRLLMHIKKNYKTLFFAYRW 240
PaGE5     EGDVFAIEPFATTGAGQVIEVPPALIFMYVDRDAPVRMVAQARRLLAKIKREYKTLFFAYRW 239
PhOT3     EGDVFAIEPFATTGAGQVIEVPPALIFMYVDRDAPVRMAQARRLLAKIKREYKTLFFAYRW 239
PFDSM     EGDVFAIEPFATTGAGQVIEVPPALIFMYVDRDAPVRMVAQARRLLAKIKREYKTLFFAYRW 239
          ***** * :***** :*:*:*:*:*:* * * * :* * :* * :* * :* * :* *

TNA1      LQGFMEGQQLKALALQLDVGVGAIYSYPIILREVRGGLVAQFETHIVIVEKDGAYITP 295
TkKOD1    LQDFLEPGQQLKALALQLEKAGAIYAYPIILREVRGGMVAQFETHIVIVEKDGAYITP 295
PaGE5     LQGFMEGQQLKALALRLTEKSGALYGVVLEIRNGLVTFQFETHIVIVEKDSVIVITTE 295
PhOT3     LQGFMEGQQLKALALRLSLEKSGALYGVVLEIRNGLVTFQFETHIVIVEKDSVIVITTE 295
PFDSM     LQDFMEGQQLKALALRLTEKAGAIYGVVLEIRNGLVTFQFETHIVIVEKDSVIVITTE 295
          * : * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
    
```



- a. *Thermococcus* sp. NA1로부터의 메티오닐아미노펩티다아제
 - b. TNA1_MetAP의 활성에 대한 온도 및 pH 효과
- 자료: 한국등록특허 제10-0757279호

3.1.2.5. 한국등록특허 제10-0770664호

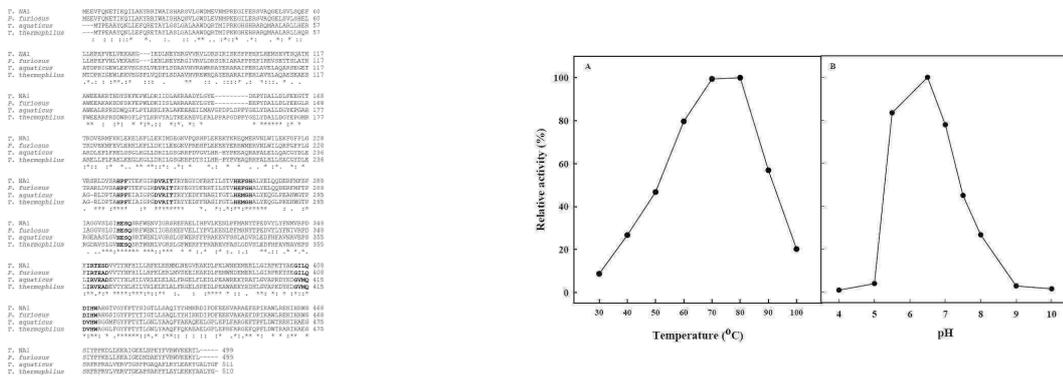
평가대상기술인 한국등록특허 제10-0770664호(이하 ‘본 기술 5’이라 함)는 *Thermococcus* sp. 균주(KCTC 10859BP)로부터 분리되어진 신규의 고호열성 카르복시펩티다아제 및 신규 유전자의 생산 방법에 대하여 권리를 청구하고 있음

개념의 연구 진보는 최근 막대한 양의 서열 정보를 생산하고 있음. 기존의 유전자 공학과 개념의 연구 기술의 일반적인 조합과 함께, 몇몇의 고호열성 미생물의 개념 서열은 생물 공학 분야에서 열에 강한 효소로 관심을 받고 있으며, 열안정적 효소가 생물 공학의 목적으로 개발되고 있음

본 기술 5는 고호열성 고세균 *Thermococcus* sp. NA1에서 유전자 클로닝, 재조합 벡터의 발현 및 정제를 통하여 효소적 활성을 확인한 결과임. 이와 같은 고호열성 고세균 및 그에 대한 유전자 정보는 경제적으로 가치가 있고, 열에 극히 안정적인 효소를 제공하기 위하여 연구되고 있음. 본 기술 3은 이와 같은 연구를 위하여 *Thermococcus* sp. NA1를 생명공학연구원 생물자원센터(KCTC)에 2005년 10월 7일 기탁하여, KCTC 10859BP의 기탁번호를 부여 받았고, *Thermococcus* sp. NA1의 개념 정보의 분석을 통하여 열안정성 카르복시펩티다아제에 속하는 카르복시펩티다아제 유전자를 발견하였음. 이에 따라 해당 유전자를 클로닝하고, 이들 재조합 벡터를 이용하여 발현하고, 정제하여 효소적 활성을 확인함

본 기술 5의 카르복시펩티다아제는 폴리펩타이드의 C-말단에 작용하여 단일의 아미노산 또는 다이펩타이드를 만들며, 카르복시펩티다아제 1의 넓은 기질 특이성은 단백질의 C-말단 서열 결정에서 유용함. 또 N-아세틸-레닌 기질을 이용하여, *P. furiosus* CP가 Leu, Val, Phe, Tyr, Ser 및 His 잔기를 내보내면서 C-말단으로부터 7개의 잔기까지 서열을 결정할 수 있음

[그림 3-5] 본 기술 5의 고호열성 카르복시펩티다아제 효소



a. M32 패밀리 카르복시펩티다아제 서열분석 b. TNA1_CP의 활성에 대한 온도 및 pH 효과
자료: 한국등록특허 제10-0770664호

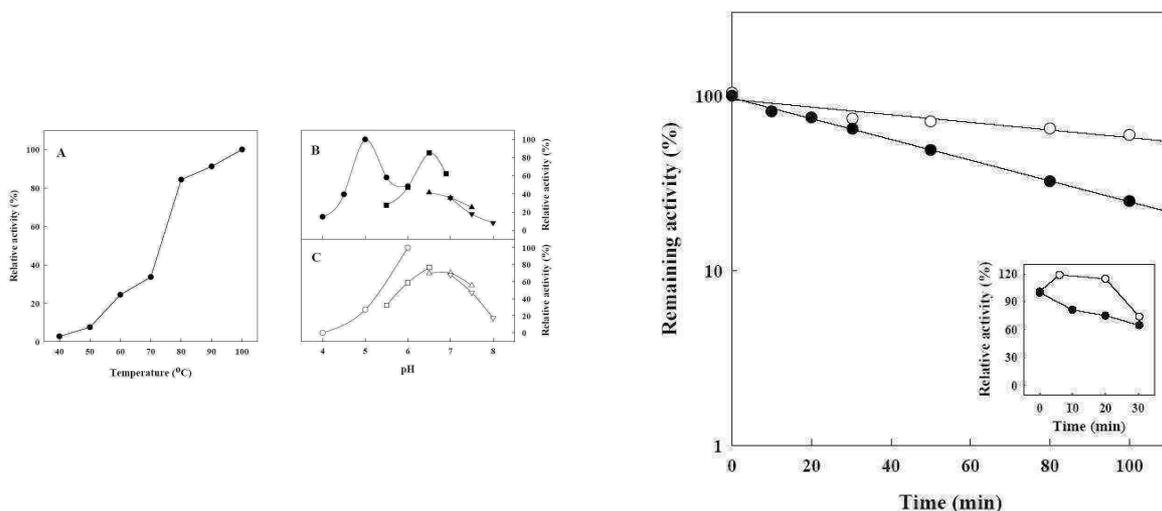
3.1.2.6. 한국등록특허 제10-0757278호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0757278호(이하 ‘본 기술 6’이라 함)는 고호열성 아미노펩티다아제 P 효소 및 이의 제조방법에 관한 것으로, *Thermococcus* sp. NA1 균주(KCTC 10859BP)로부터 분리되어 발현시킨 신규의 고호열성 아미노펩티다아제 P 유전자 및 생산방법을 권리로 청구하고 있음

본 기술 6은 고호열성 고세균 *Thermococcus* sp. NA1에서 유전자 클로닝, 재조합벡터의 발현 및 정제를 통하여 효소적 활성을 확인한 결과임. 이와 같은 고호열성 고세균 및 그에 대한 유전자 정보는 경제적으로 가치가 있고, 열에 극히 안정적인 효소를 제공하기 위하여 연구되고 있음. 본 기술 3은 이와 같은 연구를 위하여 *Thermococcus* sp. NA1를 생명공학연구원 생물자원센터(KCTC)에 2005년 10월 7일 기탁하여, KCTC 10859BP의 기탁번호를 부여 받았고, *Thermococcus* sp. NA1의 게놈 정보의 분석을 통하여 열안정성 아미노펩티다아제 P에 속하는 아미노펩티다아제 P 유전자를 발견하였음. 이에 따라 해당 유전자를 클로닝하고, 이들 재조합 벡터를 이용하여 발현하고, 정제하여 효소적 활성을 확인함

본 기술 6의 아미노펩티다아제 P는 포유류에서 콜라겐의 단백질 재편성 및 물질 P 및 브라디키닌(bradykinin) 같은 생물학적으로 활성이 있는 펩타이드의 조절에 관련이 있음. 상당수의 lactococcal 균주들로부터의 APP는 펩타이드를 분해하여 이를 치즈 기질에 방출하는데 관여함으로써 치즈의 성숙과정에서 쓴맛을 없애는데 기여하는 것으로 보고되고 있음

[그림 3-6] 본 기술 6의 고호열성 아미노펩티다아제 P 효소



a. 아미노펩티다아제 P의 활성에 대한 온도 및 pH

b. 아미노펩티다아제 P의 열에 의한 불활성화

자료: 한국등록특허 제10-0757278호

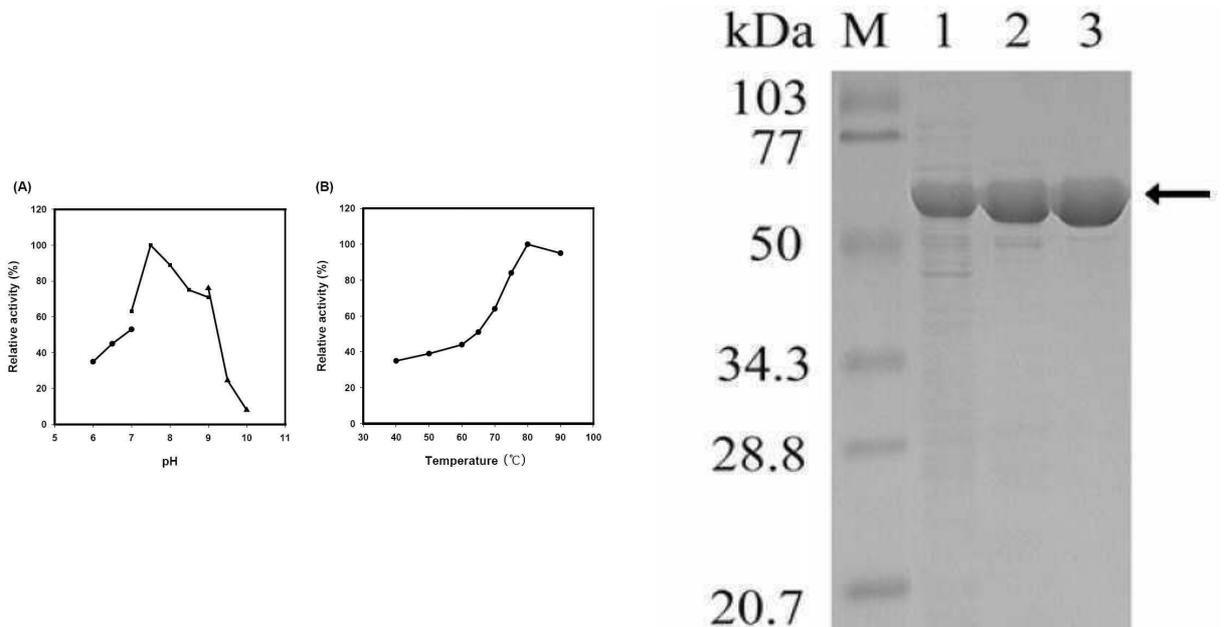
3.1.2.7. 한국등록특허 제10-0757277호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0757277호(이하 ‘본 기술 7’이라 함)는 고호열성 리가아제 효소 및 이의 제조방법에 관한 것으로, *Thermococcus* sp. NA1 균주(KCTC 10859BP)로부터 분리되어 발현시킨 신규의 고호열성 리가아제 효소 유전자 및 생산방법을 권리로 청구하고 있음

계놈의 연구 진보는 최근 막대한 양의 서열 정보를 생산하고 있음. 기존의 유전자 공학과 계놈의 연구 기술의 일반적인 조합과 함께, 몇몇의 고호열성 미생물의 계놈 서열은 생물 공학 분야에서 열에 강한 효소로 관심을 받고 있으며, 열안정적 효소가 생물 공학의 목적으로 개발되고 있음

본 기술 7의 DNA 리가아제 효소는 고호열인 신규한 DNA 리가아제 효소이다. 따라서 라이게이션(ligation) 분석을 통한 단일 뉴클레오타이드 다형성(single nucleotide polymorphism; SNP)을 결정하는데 유용하며, 단일-염기 유전 질환을 증폭 및 검출하기 위한 리가아제 연쇄 반응(Ligase chain reaction; LCR)에 적용이 가능함

[그림 3-7] 본 기술 7의 고호열성 리가아제 효소



a. 아미노펩티다아제 P의 활성에 대한 온도 및 pH

b. 분리정제된 효소의 SDS-PAGE(12%) 분석결과

자료: 한국등록특허 제10-0757277호

3.1.2.8. 한국등록특허 제10-0777227호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0777227호(이하 ‘본 기술 8’이라 함)는 고호열성 중합효소 및 이의 제조방법에 관한 것으로, *Thermococcus* sp. 균주로부터 분리되어진 신규의 고호열성 DNA 중합효소와 아미노산 서열을 가진 단백질 및 고호열성 DNA 중합효소 생산방법을 권리로 청구하고 있음

게놈의 연구 진보는 최근 막대한 양의 서열 정보를 생산하고 있음. 기존의 유전자 공학과 게놈의 연구 기술의 일반적인 조합과 함께, 몇몇의 고호열성 미생물의 게놈 서열은 생물 공학 분야에서 열에 강한 효소로 관심을 받고 있으며, 열안정적 효소가 생물 공학의 목적으로 개발되고 있음

열안정적 DNA 중합효소를 사용하는 PCR는 단백질 및 유전자 연구에서 중요한 기여를 하고 있으며, 현재 넓은 생물학의 응용 분야에서 사용됨. 50개 이상의 DNA 중합효소 유전자가 호열성 생물 및 고세균을 포함한 여러 가지 생물체로부터 클론되었음. 최근 일반적으로 사용되는 Taq 중합효소 보다 프로프리딩(proofreading) 활성도에 기초하여 PCR에서 높은 충실도를 가지기 때문에, 고호열성 고세균으로부터 B 패밀리 DNA 중합효소가 넓게 사용되었음. 그러나 높은 충실도의 효소는 낮은 DNA 신장 능력 때문에 개선이 요구되고 있음. 이와 같은 문제점을 해소하고자 PACMANUS 필드의 심해 열수 분출구 지역으로부터 새로운 고호열성 균주를 분리하였으며, 균주로부터 DNA 중합효소에 상응하는 유전자를 클론하였고, 대장균에서 발현시키는데 성공하였음. 또한 재조합 DNA 중합 효소를 분리하여 효소적 특성에 대하여 조사하였음

본 기술 8은 기존의 상업적 DNA 중합효소와 비교하였을 때, 높은 신장능력 및 높은 충실도를 모두 가지는 신규한 DNA 중합효소에 대한 것이며, 정확한 PCR이 요구되는 정밀분석, 정밀진단, 동정 등에 매우 유용하게 사용될 수 있음

[그림 3-8] 본 기술 8의 고호열성 DNA 중합효소



- a. TNA1-pol의 SDS-PAGE 분석결과 b. TNA1-pol의 DNA 중합효소 활성, pH영향
 자료: 한국등록특허 제10-0777227호

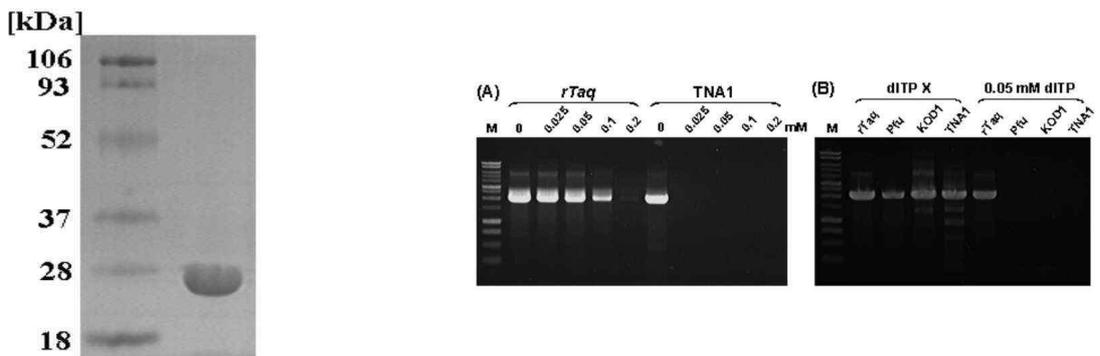
3.1.2.9. 한국등록특허 제10-0825279호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0825279호(이하 ‘본 기술 9’이라 함)는 DNA 중합효소 활성 증가 단백질 및 이의 암호화 하는 유전자에 관한 것으로, DNA 중합효소 활성 단백질을 암호화하는 유전자 단편, 재조합 벡터 및 형질 전환된 숙주 세포를 이용한 DNA 중합효소 활성 증가 단백질 생산방법을 권리로 청구하고 있음

게놈의 연구 진보는 최근 막대한 양의 서열 정보를 생산하고 있음. 기존의 유전자 공학과 게놈의 연구 기술의 일반적인 조합과 함께, 몇몇의 고호열성 미생물의 게놈 서열은 생물 공학 분야에서 열에 강한 효소로 관심을 받고 있으며, 열안정적 효소가 생물 공학의 목적으로 개발되고 있음

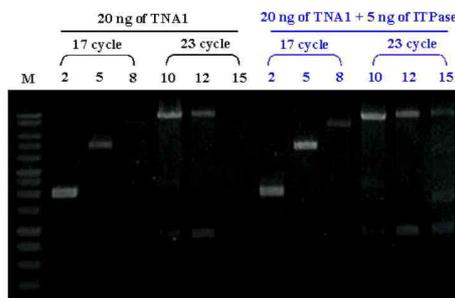
본 기술 9는 DNA 중합효소와 함께 사용되어질 때, DNA 중합효소의 진행도(processivity)를 증가시키는 HAM-1 유사 단백질을 써모코커스 속 (*Thermococcus* sp.)에서 분리함. 본 기술 9의 HAM-1 유사 단백질은 DNA 중합이 이루어지는 모든 반응에 사용이 가능함. 특히, 중합효소 연쇄반응에 있어서, DNA 중합효소의 활성을 보조하여서 높은 민감도와 신속성이 요구되는 DNA 증폭 반응에 본 발명의 단백질을 이용할 수 있다는 것을 확인함

[그림 3-9] 본 기술 9의 DNA 중합효소 활성 증가 단백질



a. TNA1 HAM-1의 SDS-PAGE 분석결과

b. 다양한 DNA 중합효소 PCR 증폭



c. 다양한 DNA 중합효소들의 PCR 증폭에서 TNA1 HAM-1의 영향

자료: 한국등록특허 제10-0825279호

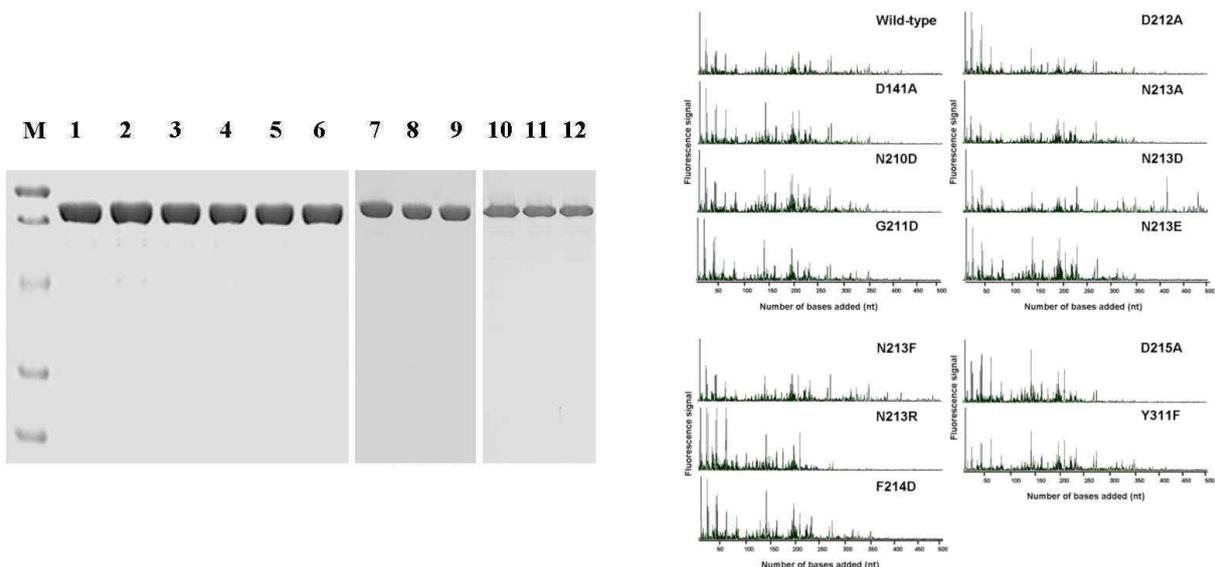
3.1.2.10. 한국등록특허 제10-0777230호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0777230호(이하 ‘본 기술 10’이라 함)는 *Thermococcus* 유래 돌연변이 DNA 중합효소 및 그의 유전자들에 관한 것으로, *Thermococcus* sp. NA1 균주로부터 분리되고 특정 부위에 돌연변이화를 유발시킨 DNA 중합효소들, 중합효소의 아미노산 서열 및 재조합 벡터, 또 재조합 벡터로 형질 전환된 숙주 세포 및 숙주 세포를 이용하여 돌연변이 DNA 중합효소 단백질을 생산하는 방법에 대하여 권리를 청구하고 있음

본 기술 10의 연구는 열 안정적인 호열성 DNA 중합효소와 이를 이용한 중합효소 연쇄반응(PCR)은 단백질 및 유전자 연구에서 중요한 기여를 하고 있으며, 현재 생물학의 응용 분야에서 널리 사용되고 있음. 본 기술 10은 PACMANUS 필드의 심해 열수 분출구 지역으로부터 새로운 고호열성 균주를 분리하고 16S rDNA 서열을 분석하여 *Thermococcus* sp. 균주로 동정한 다음, 이 균주로부터 열 안정적인 효소를 찾기 위하여 전체 게놈 (genome) 서열을 분석하였으며, 다양한 PCR에 적용하기 위하여 엑소뉴클레아제 활성을 낮추고, 진행도를 증가시킨 DNA 중합효소를 개발함

본 기술 10은 위와 같은 특성의 개선을 위하여 *Thermococcus* sp. 균주로부터 분리된 고호열성 DNA 중합효소를 이용하여 특정 부위에 돌연변이화를 유발시키고 엑소뉴클레아제 활성 및 진행도 기능이 변화된 돌연변이 DNA를 선별하여, 선별된 DNA를 여러 종류의 중합효소 연쇄반응에 유용한 것을 확인하였음

[그림 3-10] 본 기술 10의 *Thermococcus* 유래 돌연변이 DNA 중합효소



a. TNA1-poi의 SDS-PAGE 분석결과
 자료: 한국등록특허 제10-0777230호

b. 야생형과 돌연변이들 사이의 진행도 비교

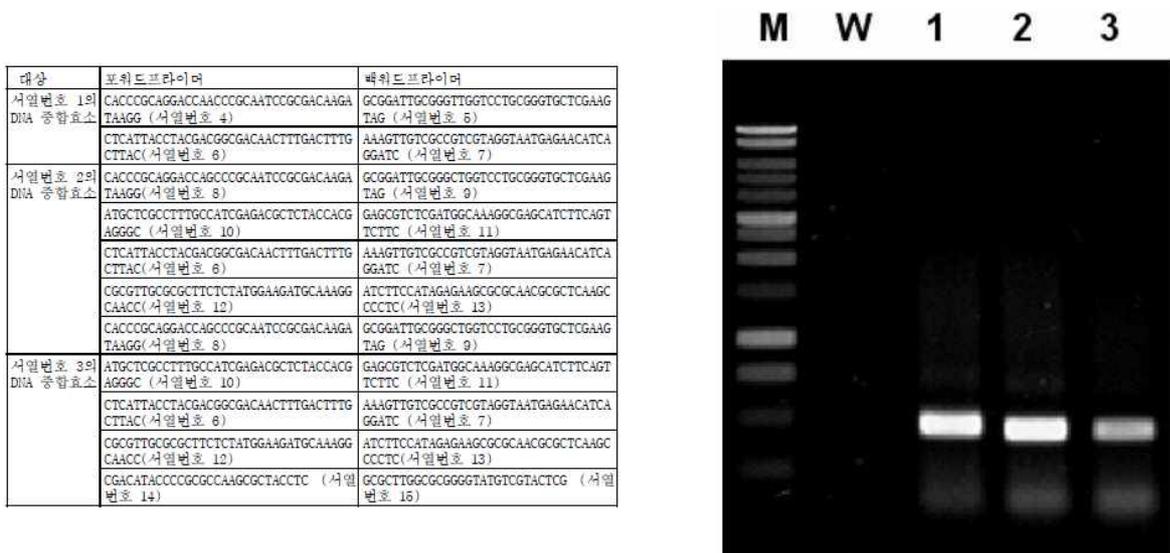
3.1.2.11. 한국등록특허 제10-0844358호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0844358호(이하 ‘본 기술 11’이라 함)는 돌연변이 DNA 중합효소 및 유전자들의 용도에 관한 것으로, *Thermococcus* sp. NA1 균주로부터 분리되고 특정 부위에 다중의 돌연변이화를 유발시킨 DNA 중합효소들, 아미노산 서열, DNA 중합효소 유전자, 재조합 벡터 및 중합효소 제조방법에 대하여 권리를 청구하고 있음

본 기술 11의 연구는 열 안정적인 호열성 DNA 중합효소와 이를 이용한 중합효소 연쇄반응(PCR)은 단백질 및 유전자 연구에서 중요한 기여를 하고 있으며, 현재 생물학의 응용 분야에서 널리 사용되고 있음. 본 기술 10은 PACMANUS 필드의 심해 열수 분출구 지역으로부터 새로운 고호열성 균주를 분리하고 16S rDNA 서열을 분석하여 *Thermococcus* sp. 균주로 동정한 다음, 이 균주로부터 열 안정적인 효소를 찾기 위하여 전체 게놈 (genome) 서열을 분석하였으며, 다양한 PCR에 적용하기 위하여 엑소뉴클레아제 활성을 낮추고, 진행도를 증가시킨 DNA 중합효소를 개발함

본 기술 11은 위와 같은 특성의 개선을 위하여 *Thermococcus* sp. 균주로부터 분리된 고호열성 DNA 중합효소를 이용하여 특정 부위에 돌연변이화를 유발시키고 엑소뉴클레아제 활성 및 이노신 감지 기능이 변화된 돌연변이 DNA 중합효소를 선발하였고, 이와 같이 선별된 중합효소가 이노신을 포함하는 프라이머의 중합효소 연쇄반응에 유용하다는 것을 확인하였음

[그림 3-11] 본 기술 11의 *Thermococcus* 유래 돌연변이 DNA 중합효소



a. DNA중합효소 돌연변이화에 사용되어진 PCR 프라이머 서열 b. 이노신을 함유한 프라이머 이용, 중합효소 연쇄반응 결과

자료: 한국등록특허 제10-0844358호

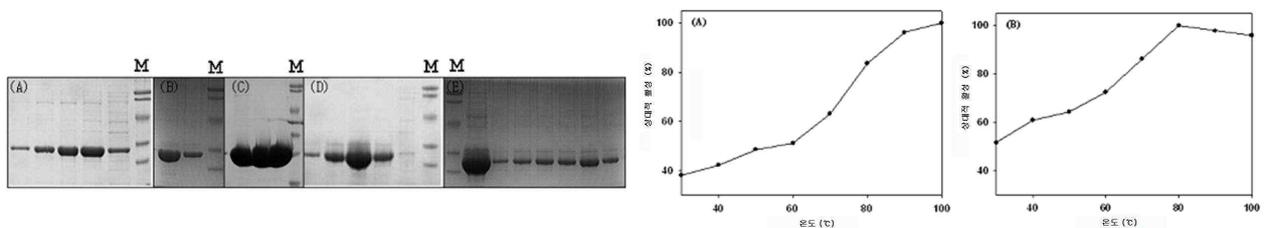
3.1.2.12. 한국등록특허 제10-1203920호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-1203920호(이하 ‘본 기술 12’이라 함)는 Thermococcus 속에 속하는 고호열성 신균주로부터 분리한 신규한 포스파타제 및 이를 암호화하는 유전자를 권리로 청구하고 있음

본 기술 12의 포스파타제는 모노포스페이트 에스테르(monophosphate ester)들로부터 유기 인산(organic phosphate)을 떼어내어 알콜기를 갖는 물질로 분해하는 효소임. 포스파타제는 핵산 분자의 끝에서 인산기를 제거하는 생화학적 과정에서 일반적으로 사용되며, 특정 단백질이나 DNA 대상체를 검출하기 위하여 항체 컨쥬게이트(conjugate) 형태로 비방사성(non-radioactive) 마커로 활용되고 있음. 이러한 과정에 열안정성을 가진 포스파타제가 필요함. 열안정성(thermostability)을 갖는 포스파타제는 60°C 이상의 온도에서 단시간 가열했을 때 비가역적으로 불활성화되지 않음. 이들 열에 안정한 포스파타제들은 고온성 생물, 즉, Ammonifex, Aquifex, Archaeoglobus, Methanococcus, Pyrolobus (a Crenarchaeota), Pyrococcus, Thermococcus 와 같이 진정세균류(Eubacteria)와 유리아케오타(Euryarchaeota)로부터 유래함. 이들 생물 중에는 103°C까지 성장이 가능한 것도 있으며 대체로 70°C 이하에서는 성장할 수 없음. 그리고 이들은 극한 환경에서 분리한 혐기성 미생물들임. 이러한 고온성 미생물로부터 유래한 포스파타제들은 그들의 상업적 응용성 때문에 큰 관심을 받고 있음

본 기술 12의 포스타파제는 고온에서도 열안정성을 나타내며, 항체 등에 붙여져 ELISA나 IHC, Western bolt 등 각종 검출실험에 이용될 수 있음

[그림 3-12] 본 기술 12의 서열번호 6 포스파타제



- a. 재조합 His₆ - tagged TAN1 포스타파제 SDS-PAGE 결과
 자료: 한국등록특허 제10-1203920호
- b. 온도가 TNA1 포스파타제의 효소 활성에 미치는 영향

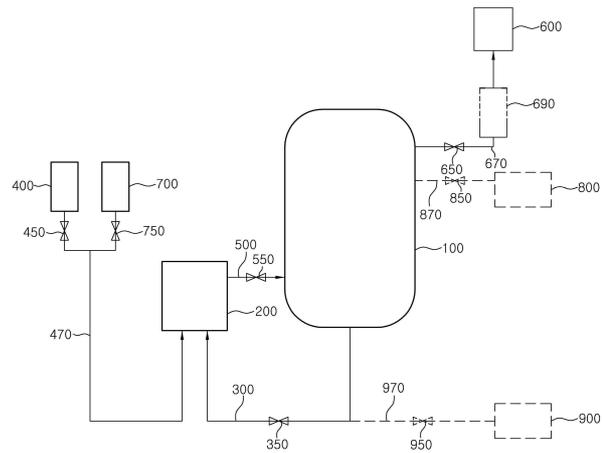
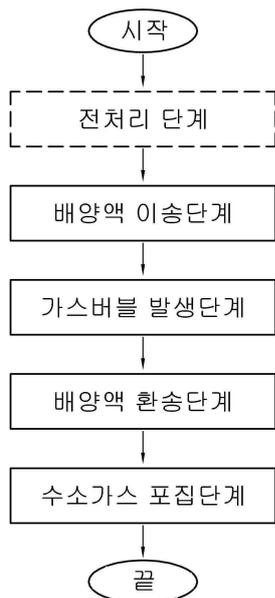
3.1.2.13. 한국등록특허 제10-1190842호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-1190842호(이하 ‘본 기술 13’이라 함)는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산방법과 생산방법에 이용가능한 장치에 관한 것으로, 수소생산 혐기성 미생물을 이용한 장치 이용 단계 및 가스 버블발생기에 대하여 권리로 청구함

본 기술 13은 (A) 수소생산 혐기성 미생물을 함유하는 배양액이 수용된 혐기성 배양기에서 배양액의 일부 또는 전부를 가스 버블 발생기로 이송하는 단계; (B) 가스 버블 발생기로 이송된 배양액에 일산화탄소 가스 버블을 발생시키는 단계; (C) 일산화탄소 가스 버블이 발생된 배양액을 가스 버블 발생기에서 혐기성 배양기로 환송하는 단계; 및 (D) 수소생산 혐기성 미생물이 일산화탄소를 이용하여 생산한 수소 가스를 포집하는 단계로 구성됨

혐기성 미생물을 이용하여 일산화탄소와 물로부터 수소에너지를 생산하는 방법은 미래의 수소 에너지 생산에 있어 중요한 역할이 기대되고 있음. 수소에너지를 생산하기 위한 주원료인 일산화탄소는 제철소, 석탄을 이용하는 발전소, 쓰레기 소각로 등의 부생가스 또는 화학적 방법에 의한 합성가스 등을 이용하여 용이하게 확보할 수 있으나, 수소생산 혐기성 미생물이 효과적으로 이용하는 것이 용이하지 않았으므로, 본 기술 13을 통하여 이를 해결함

[그림 3-13] 본 기술 13의 수소 생산방법



a. 수소생산방법을 나타낸 플로우차트

b. 수소생산장치의 개략도

자료: 한국등록특허 제10-1190842호

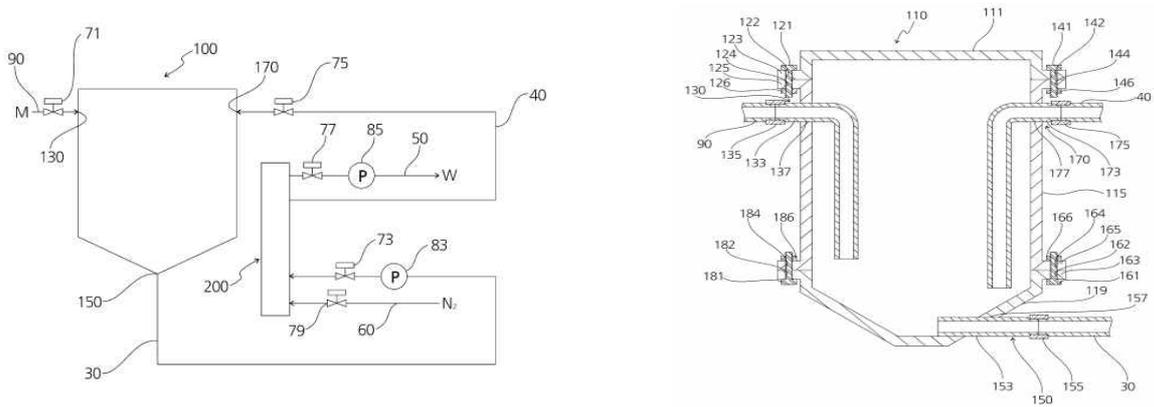
3.1.2.14. 한국등록특허 제10-1190841호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-1190841호(이하 ‘본 기술 14’이라 함)는 *Thermococcus* sp. 균을 연속적으로 배양하고, 배양하는 장치에 대하여 권리를 청구함

본 기술 14의 연속배양은 (A) *Thermococcus* sp. 균을 배양기에서 배양하는 단계; (B) 앞의 (A) 단계에서 배양된 배양액 중 일부를 중공사막을 포함하고, 섭씨 70 ~ 90도로 유지되는 *Thermococcus* sp. 균 농축유닛으로 이송하는 단계; (C) 앞의 이송된 배양액을 농축유닛에서 중공사막으로 여과하는 단계; (D) 앞의 (C) 단계에서 중공사막으로 여과된 폐액을 농축유닛에서 배출하는 단계; (E) 앞의 (C) 단계에서 중공사막으로 여과되지 않고 농축된 농축배양액을 앞의 (A) 단계의 배양기로 반송하는 단계; 및 (F) 앞의 (A) 단계의 배양기에 앞의 (D) 단계에서 배출되는 폐액과 동일량의 배지용액을 투여하는 단계를 포함하는 *Thermococcus* sp. 균 연속 배양방법과 *Thermococcus* sp. 균 연속배양장치에 대한 것임. 본 기술 14는 방법과 장치에 의해 *Thermococcus* sp. 균을 고농도로 배양할 수 있어, *Thermococcus* sp. 균이 만들어내는 유용성분을 효과적으로 생산할 수 있음

Thermococcus sp. 균은 단위세포, 단위시간 당 수소 생산량(mmol)은 최대 394.9mmol/dcw/hr 이며, 이는 기존에 많은 연구진들이 미생물을 이용한 수소 생산에 있어 가장 높은 생산성을 보이고 있음. 그러나 혐기성 고세균에 속하는 써모코커스속 균은 대장균과 같은 일반적 호기성 미생물에 비하여 비성장속도가 현저히 낮은 단점을 가지고 있으며, 또한 당을 포함한 유기물질을 에너지원으로 사용 후 부산물로 다양한 유기산들을 배지 내로 배출할 뿐만 아니라, 적은 양의 유기산에서도 자체 독성 및 기질 저해를 받게 되어 고밀도 배양에 큰 어려움을 가지고 있음. 수소와 같은 유용성분의 생산성을 높이기 위해선 고농도 연속적인 배양이 필요하므로 이를 본 기술 14로 해결함

[그림 3-14] 본 기술 14의 *Thermococcus* sp. 균 연속배양방법 및 장치



a. 균 연속배양방법

b. 균 연속배양방법과 장치 단면도

자료: 한국등록특허 제10-1190841호

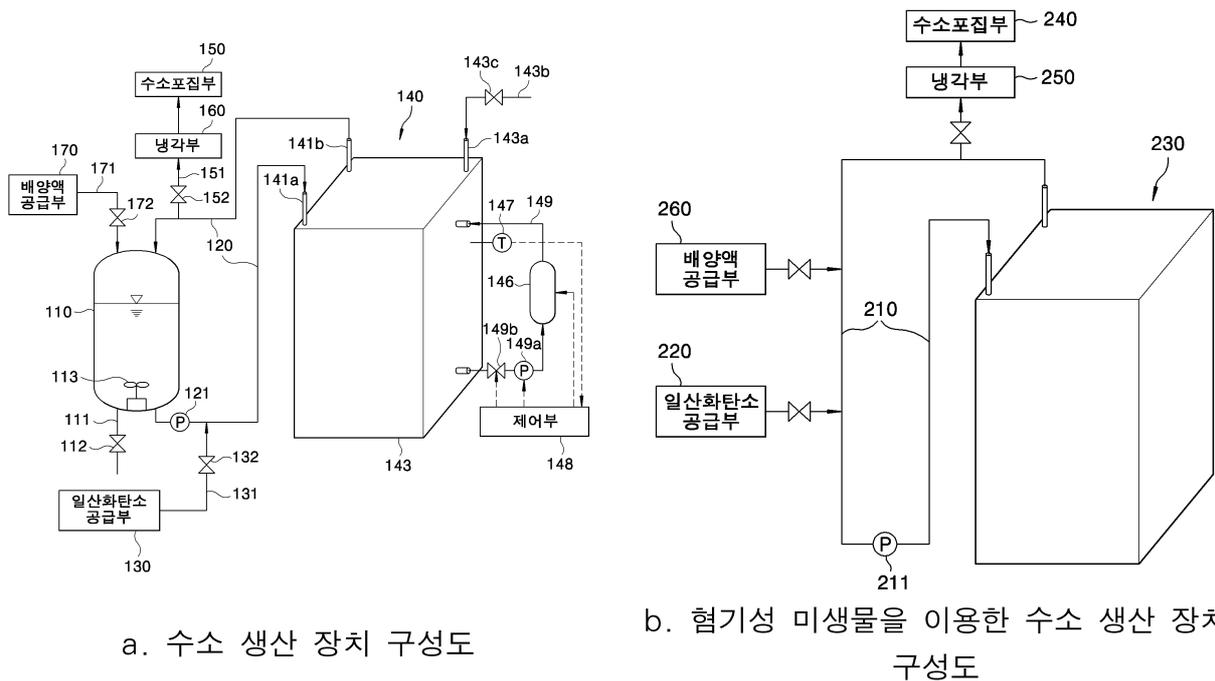
3.1.2.15. 한국등록특허 제10-1336604호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-1336604호(이하 ‘본 기술 15’이라 함)는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치에 대한 것으로, 배양기, 순환라인, 일산화탄소 공급부, 용해유도유닛을 포함하는 수소 생산 장치를 권리로 청구하고 있음

본 기술 15는 수소 생산 혐기성 미생물을 함유하는 배양액이 내측에 저장되는 배양기; 배양기로부터 배양액을 배출시켜서 배양기에 다시 공급하도록 연결되고, 상기 배양액의 순환 공급을 위한 펌프가 설치되는 순환라인; 순환라인을 따라 순환되는 상기 배양액에 일산화탄소를 공급하는 일산화탄소 공급부; 순환라인에 설치되고, 배양액에 상기 일산화탄소가 용해되도록 시간을 지연시키기 위한 지연경로를 제공하는 튜브를 가지는 용해유도유닛; 및 용해유도유닛의 통과를 마친 상기 배양액에서 분리되는 기체로부터 수소를 포집하는 수소포집부를 포함하는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치 기술임

본 기술 15의 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치에 의하면, 수소 생산 혐기성 미생물을 함유한 배양액에 일산화탄소가 용해되기 위한 시간을 증가시키기 위한 자연경로를 집적도 높게 제공함으로써 배양액에 대한 일산화탄소의 용해도를 증대시키도록 하고, 이로 인해 수소 생산 혐기성 미생물이 수소 생산 시 일산화탄소 가스를 효과적으로 이용할 수 있도록 하여 수소 생산의 효율을 높일 수 있음

[그림 3-15] 본 기술 15의 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치



자료: 한국등록특허 제10-1336604호

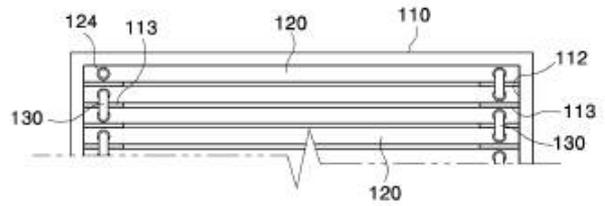
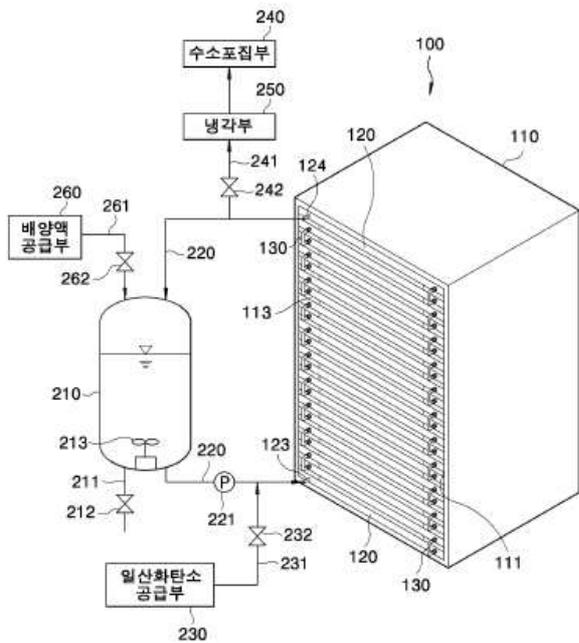
3.1.2.16. 한국등록특허 제10-1336610호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-1336610호(이하 ‘본 기술 16’이라 함)는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치를 위한 일산화탄소 용해 유도 장치에 대한 것으로, 본체, 튜브카세트 등의 장치를 권리로 청구하고 있음

본 기술 16은 개구가 형성되는 본체, 개구를 통해서 본체 내에 착탈 가능하게 다수로 결합되고, 수소 생산 혐기성 미생물을 함유하는 배양액과 일산화탄소가 통과하기 위한 튜브가 내측에 각각 설치되되, 튜브가 다른 튜브와의 연결을 위하여 양단이 외부로 노출되는 튜브카세트 및 튜브카세트간의 튜브를 서로 연결시킴으로써 튜브들이 공급구와 배출구를 가짐과 아울러, 배양액에 일산화탄소가 용해되도록 시간을 지연시키기 위한 지연경로를 제공하도록 하는 피팅부재를 포함하도록 한 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산을 위한 일산화탄소 용해 유도 장치임

본 기술 16은 수소 생산 혐기성 미생물을 함유한 배양액에 일산화탄소가 용해되기 위한 시간을 증가시키기 위한 지연경로를 집적도 높게 제공함으로써 배양액에 대한 일산화탄소의 용해도를 증대시키도록 하고, 이로 인해 수소 생산 혐기성 미생물이 수소 생산 시 일산화탄소 가스를 효과적으로 이용할 수 있도록 하여 수소 생산의 효율을 높일 수 있으며, 지연경로를 제공하는 튜브의 유지 및 보수가 용이하도록 함

[그림 3-16] 본 기술 16의 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치



a. 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산을 위한 일산화탄소 용해 유도 장치 구성도
 자료: 한국등록특허 제10-1336610호

b. 일산화탄소 용해 유도 장치의 요부를 도시한 정면도

3.1.3. 권리 범위

특허의 권리범위를 살펴볼 때는 모든 청구항에 대해 살펴야 하는 것이 원칙이며, 기술의 분야에 따라 독립항 또는 청구항 제1항을 중심으로 권리를 살펴보기도 함. 본 평가대상 기술은 바이오 및 화학 분야에 해당되며, 통상적으로 소재 및 화학분야는 모든 청구항에 대해 살펴하므로, 평가대상 기술 또한 모든 청구항을 통해 권리를 살펴보도록 하겠음

3.1.3.1. 한국등록특허 제10-0757280호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0757280호(이하 ‘본 기술 1’이라 함)는 2005년 11월 1일에 출원하여 기재불비 등의 이유로 청구항 제9항 및 청구항 제10항이 삭제되어 2007년 9월 4일에 등록되었으며, 특별한 사유가 없는 한 권리의 변동이 발생할 가능성은 낮음

청구항 제1항에 기재된 구송요소는 다음의 [표 3-1]과 같이 신균주 *Thermococcus* sp. NA1(KCTC 10859BP)이며, 청구항 제2항, 제3항 및 제5항은 서열번호 3의 아미노산 서열 효소 및 단백질, 암호화하는 유전자로 이루어져 있음. 또, 청구항 제4항은 서열번호 1 또는 2, 유전자임

청구항 제6항, 제7항 및 제8항은 서열번호 3의 암호화 핵산서열, 서열번호 1 또는 2의 DNA 핵산서열 및 코돈 축퇴성에 의한 등가를 특징으로 하는 핵산서열로 구성되어 있음

또한, 청구항 제11항, 제12항 및 제13항은 서열번호 1 또는 2의 재조합백터 및 재조합백터로 형질전환된 세포를 기재하고 있으며, 청구항 제14항은 신균주의 고평열성 α -아밀라아제 효소 생산방법으로 구성되어짐

본 기술 1은 신균주 *Thermococcus* sp. NA1와 서열번호 1 또는 2, 3의 유전자, DNA 핵산서열, 재조합백터 및 효소 생산 방법 등에 관하여 권리를 청구하며 궁극적으로 신균주와 분리되어진 유전자, 효소 생산 방법을 제공하고 있으며, 신균주 및 분리 기술에 대하여 적절히 권리범위를 청구된 것으로 판단됨

또한, 본 기술의 신균주는 PACMANUS 필드의 심해 열수 분출구 지역으로부터 새로운 고평열성 균주를 분리했으며, 2005년 10월 생명공학연구원 생물자원센터(KCTC)에 기탁하여, KCTC 10859BP를 부여받아, *Thermococcus* sp. NA1 균주와 균주에서 분리된 유전자 및 효소, 효소 생산 방법에 대하여 신규성을 인정받을 수 있을 것으로 판단됨

[표 3-1] 평가대상기술 제10-0757280호의 권리범위

구분	청구내용	구성요소
제1항	신균주 Thermococcus sp. NA1 (KCTC 10859BP)	신균주
제2항	서열번호 3의 아미노산 서열을 가진 고히열성 α-아밀라아제 효소	서열번호 3의 효소
제3항	서열번호 3의 아미노산 서열을 가진 단백질	서열번호 3의 단백질
제4항	서열번호 1 또는 2의 유전자	서열번호 1 또는 2의 유전자
제5항	서열번호 3의 아미노산 서열을 암호화하는 유전자	서열번호 3의 암호화 유전자
제6항	제 2 항에 따른 상기 고히열성 α-아밀라아제 효소를 암호화하는 핵산서열	핵산서열
제7항	제 6 항에 있어서, 서열번호 1 또는 2의 상기 고히열성 α-아밀라아제 효소를 암호화하는 DNA 핵산서열	핵산서열
제8항	제 6 항에 있어서, 상기 고히열성 α-아밀라아제 효소를 암호화하는 DNA 핵산서열이 서열번호 1 또는 2와 코돈 축퇴성에 의한 증가인 것을 특징으로 하는 핵산서열	핵산서열
제11항	제 6 항 내지 제 8 항의 어느 한 항에 따른, 핵산서열을 포함하는 재조합벡터	재조합벡터
제12항	제 11 항에 있어서, 상기 재조합벡터가 도 8에 기재된 개열지도를 가지는 것을 특징으로 하는 재조합벡터	재조합벡터
제13항	제 11 항에 따른 재조합 벡터로 형질전환된 세포	-
제14항	균주 Thermococcus sp. NA1 (KCTC 10859BP) 또는 제 13 항에 따른 형질전환된 세포를 배양하고, 상기 배양된 세포로부터 서열번호 3의 α-아밀라아제 효소를 분리하는 것을 특징으로 하는 고히열성 α-아밀라아제 효소 생산방법	효소 생산 방법

3.1.3.2. 한국등록특허 제10-0777228호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0777228호(이하 ‘본 기술 2’이라 함)는 2006년 4월 12일에 출원하여 청구항 제1항, 제2항, 제4항, 제8항, 제9항이 선행문헌에 의하여 삭제 및 축소되어 청구항 제1항 및 제7항이 삭제되어 2007년 11월 12일에 등록되었음. 현재까지 특별한 사유가 없는 한 권리의 변동이 발생할 가능성은 낮을 것으로 사료됨

청구항 제2항에서 제4항은 서열번호 2 및 1의 단백질 및 유전자에 대한 것을 청구하고 있으

며, 청구항 제5항, 제6항 및 제8항은 서열번호 2 및 1의 핵산서열, 청구항 제10항에서 제12항은 재조합벡터 및 형질전환된 세포에 대한 권리를 구성요소로 하고 있음. 또한, 청구항 제13항은 고호열성 dUTPase를 구성요소로 기재하고 있음

본 기술 2는 서열번호 1 및 2의 유전자, DNA 핵산서열, 재조합벡터 및 효소 생산 방법 등에 관하여 권리를 청구하며 궁극적으로 고호열성 dUTPase 유전자, 효소 생산 방법을 제공하고 있으며, 신규주 및 분리 기술에 대하여 적절히 권리범위를 청구된 것으로 판단됨

또한, 본 기술의 신규주는 PACMANUS 필드의 심해 열수 분출구 지역으로부터 새로운 고호열성 균주를 분리했으며, 2005년 10월 생명공학연구원 생물자원센터(KCTC)에 기탁하여, KCTC 10859BP를 부여받아, Thermococcus sp. NA1 균주와 균주에서 분리된 유전자 및 효소, 효소 생산 방법에 대하여 신규성을 인정받을 수 있을 것으로 판단됨

[표 3-2] 평가대상기술 제10-0777228호의 권리범위

구분	청구내용	구성요소
제2항	서열번호 2의 아미노산 서열을 가진 단백질	서열번호 2의 단백질
제3항	서열번호 1의 유전자	서열번호 1의 유전자
제4항	서열번호 2의 아미노산 서열을 암호화하는 유전자	서열번호 2의 유전자
제5항	서열번호 2의 아미노산 서열을 가진 고호열성 디유티피아제를 암호화하는 핵산서열	고호열성 dUTPase 핵산서열
제6항	제 5 항에 있어서, 서열번호 1의 상기 고호열성 디유티피아제를 암호화하는 핵산서열	서열번호 1 고호열성 dUTPase 핵산서열
제8항	서열번호 2의 아미노산 서열을 가지는 것을 특징으로 하는 디유티피아제	서열번호 2 고호열성 dUTPase 핵산서열
제10항	제 5 항에 따른 핵산서열을 포함하는 재조합벡터	서열번호 2의 재조합벡터
제11항	제 10 항에 있어서, 상기 재조합벡터가 도 9에 기재된 개열지도를 가지는 것을 특징으로 하는 재조합벡터	재조합벡터
제12항	제 10 항에 따른 재조합 벡터로 형질전환된 세포	형질전환 세포
제13항	제 12 항에 따른 형질전환된 세포를 배양하고, 상기 배양된 세포로부터 디유티피아제를 분리하는 것을 특징으로 하는 고호열성 디유티피아제 생산방법	고호열성 dUTPase 생산방법

3.1.2.3. 한국등록특허 제10-0770665호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0770665호(이하 '본 기술 3'이라 함)는 2005년 10월 31일에 출원하여 청구항 제1항, 제5항 및 제9항이 기재불비의 이유에 의하여 청구항 제8항과 제9항이 삭제되거나 권리가 축소되어 2007년 10월 22일에 등록되었음. 현재까지 특별한 사유가 없는 한 권리의 변동이 발생할 가능성은 낮을 것으로 사료됨

청구항 제1항에서 제4항은 서열번호 2 및 1의 단백질 및 유전자에 대한 것을 청구하고 있으며, 청구항 제5항에서 제7항은 서열번호 2 및 1의 핵산서열, 청구항 제10항에서 제12항은 재조합백터 및 형질전환된 세포에 대한 권리를 구성요소로 하고 있음. 또한, 청구항 제13항은 고호열성 프로릴올리고펩티다아제 효소 생산 방법을 구성요소로 기재하고 있음

본 기술 3은 서열번호 1 및 2의 유전자, DNA 핵산서열, 재조합백터 및 효소 생산 방법 등에 관하여 권리를 청구하며 궁극적으로 고호열성 프로릴올리고펩티다아제 효소, 효소 생산 방법에 대하여 적절히 권리범위를 청구된 것으로 판단됨

또한, 본 기술의 신규주는 PACMANUS 필드의 심해 열수 분출구 지역으로부터 새로운 고호열성 균주를 분리했으며, 2005년 10월 생명공학연구원 생물자원센터(KCTC)에 기탁하여, KCTC 10859BP를 부여받아, Thermococcus sp. NA1 균주와 균주에서 분리된 유전자 및 효소, 효소 생산 방법에 대하여 신규성을 인정받을 수 있을 것으로 판단됨

[표 3-3] 평가대상기술 제10-0770665호의 권리범위

구분	청구내용	구성요소
제1항	서열번호 2의 아미노산 서열을 가진 고호열성 프로릴올리고펩티다아제 효소	서열번호 2의 고호열성 프로릴올리고펩티다아제 효소
제2항	서열번호의 2의 아미노산 서열을 가진 단백질	서열번호 2의 단백질
제3항	서열번호 1의 유전자	서열번호 2의 유전자
제4항	서열번호 2의 아미노산 서열을 암호화하는 유전자	서열번호 2의 암호화 유전자
제5항	제 1 항에 따른 상기 고호열성 프로릴올리고펩티다아제 효소를 암호화하는 핵산서열	핵산서열
제6항	제 5 항에 있어서, 서열번호 1의 상기 고호열성 프로릴올리고펩티다아제 효소를 암호화하는 DNA 핵산서열	DNA 핵산서열

제7항	제 5 항에 있어서, 상기 고히열성 프로릴올리고펩티다아제 효소를 암호화하는 DNA 핵산서열이 서열번호 1과 코돈 축퇴성에 의한 증가인 것을 특징으로 하는 핵산서열	핵산서열
제10항	제 5 항 내지 제 7 항의 어느 한 항에 따른, 핵산서열을 포함하는 재조합벡터	재조합벡터
제11항	제 10 항에 있어서, 상기 재조합벡터가 도 6에 기재된 개열지도를 가지는 것을 특징으로 하는 재조합벡터	재조합벡터
제12항	제 10 항에 따른 재조합 벡터로 형질전환된 세포	형질전환된 세포
제13항	균주 Thermococcus sp. NA1 (KCTC 10859BP) 또는 제 12 항에 따른 형질전환된 세포를 배양하고, 상기 배양된 세포로부터 서열번호 2의 프로릴올리고펩티다아제 효소를 분리하는 것을 특징으로 하는 고히열성 프로릴올리고펩티다아제 효소 생산방법	효소 생산방법

3.1.2.4. 한국등록특허 제10-0757279호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0757279호(이하 ‘본 기술 4’이라 함)는 2005년 10월 31일에 출원하여 청구항 제1항, 제5항 및 제9항이 기재불비의 이유에 의하여 청구항 제8항과 제9항이 삭제되거나 권리가 축소되어 2007년 9월 4일에 등록되었음. 현재까지 특별한 사유가 없는 한 권리의 변동이 발생할 가능성은 낮을 것으로 사료됨

청구항 제1항에서 제4항은 서열번호 2 및 1의 단백질 및 유전자에 대한 것을 청구하고 있으며, 청구항 제5항에서 제7항은 서열번호 2 및 1의 핵산서열, 청구항 제10항에서 제12항은 재조합벡터 및 형질전환된 세포에 대한 권리를 구성요소로 하고 있음. 또한, 청구항 제13항은 고히열성 메티오닐아미노펩티다아제 효소 생산 방법을 구성요소로 기재하고 있음

본 기술 4는 서열번호 1 및 2의 유전자, DNA 핵산서열, 재조합벡터 및 효소 생산 방법 등에 관하여 권리를 청구하며 궁극적으로 고히열성 메티오닐아미노펩티다아제 효소, 효소 생산 방법에 대하여 적절히 권리범위를 청구된 것으로 판단됨

또한, 본 기술의 신규성은 PACMANUS 필드의 심해 열수 분출구 지역으로부터 새로운 고히열성 균주를 분리했으며, 2005년 10월 생명공학연구원 생물자원센터(KCTC)에 기탁하여, KCTC 10859BP를 부여받아, Thermococcus sp. NA1 균주와 균주에서 분리된 유전자 및 효소, 효소 생산 방법에 대하여 신규성을 인정받을 수 있을 것으로 판단됨

[표 3-4] 평가대상기술 제10-0757279호의 권리범위

구분	청구내용	구성요소
제1항	서열번호 2의 아미노산 서열을 가진 고히열성 메티오닐 아미노펩티다아제 효소	서열번호 2의 고히열성 메티오닐아미노펩티다아제 효소
제2항	서열번호 2의 아미노산 서열을 가진 단백질	서열번호 2의 단백질
제3항	서열번호 1의 유전자	서열번호 1의 유전자
제4항	서열번호 2의 아미노산 서열을 암호화하는 유전자	서열번호 2의 암호화 유전자
제5항	제 1 항에 따른 상기 고히열성 메티오닐아미노펩티다아제 효소를 암호화하는 핵산서열	핵산서열
제6항	제 5 항에 있어서, 서열번호 1의 상기 고히열성 메티오닐 아미노펩티다아제 효소를 암호화하는 DNA 핵산서열	DNA 핵산서열
제7항	제 5 항에 있어서, 상기 고히열성 메티오닐아미노펩티다아제 효소를 암호화하는 DNA 핵산서열이 서열번호 1과 코돈 축퇴성에 의한 등가인 것을 특징으로 하는 핵산서열	핵산서열
제10항	제 5 항 내지 제 7 항의 어느 한 항에 따른, 핵산서열을 포함하는 재조합벡터	재조합벡터
제11항	제 10 항에 있어서, 상기 재조합벡터가 도 7에 기재된 개열지도를 가지는 것을 특징으로 하는 재조합벡터	재조합벡터
제12항	제 10 항에 따른 재조합 벡터로 형질전환된 세포	형질전환된 세포
제13항	균주 Thermococcus sp. NA1 (KCTC 10859BP) 또는 제 12 항에 따른 형질전환된 세포를 배양하고, 상기 배양된 세포로부터 서열번호 2의 메티오닐아미노펩티다아제 효소를 분리하는 것을 특징으로 하는 고히열성 메티오닐아미노펩티다아제 효소 생산방법	효소 생산방법

3.1.2.5. 한국등록특허 제10-0770664호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0770664호(이하 ‘본 기술 5’이라 함)는 2005년 10월 31일에 출원하여 청구항 제1항, 제5항 및 제9항이 기재불비의 이유에 의하여 청구항 제8항과 제9항이 삭제되거나 권리가 축소되어 2007년 10월 22일에 등록되었음. 현재까지 특별한 사유가 없는 한 권리의 변동이 발생할 가능성은 낮을 것으로 사료됨

청구항 제1항에서 제4항은 서열번호 2 및 1의 단백질 및 유전자에 대한 것을 청구하고 있으며, 청구항 제5항에서 제7항은 서열번호 2 및 1의 핵산서열, 청구항 제10항에서 제12항은 재조합벡터 및 형질전환된 세포에 대한 권리를 구성요소로 하고 있음. 또한, 청구항 제13항은 고호열성 카르복시펩티다아제 효소 생산 방법을 구성요소로 기재하고 있음

본 기술 5는 서열번호 1 및 2의 유전자, DNA 핵산서열, 재조합벡터 및 효소 생산 방법 등에 관하여 권리를 청구하며 궁극적으로 고호열성 카르복시펩티다아제 효소 및 효소 생산 방법에 대하여 적절히 권리범위를 청구된 것으로 판단됨

또한, 본 기술의 신규주는 PACMANUS 필드의 심해 열수 분출구 지역으로부터 새로운 고호열성 균주를 분리했으며, 2005년 10월 생명공학연구원 생물자원센터(KCTC)에 기탁하여, KCTC 10859BP를 부여받아, Thermococcus sp. NA1 균주와 균주에서 분리된 유전자 및 효소, 효소 생산 방법에 대하여 신규성을 인정받을 수 있을 것으로 판단됨

[표 3-5] 평가대상기술 제10-0770664호의 권리범위

구분	청구내용	구성요소
제1항	서열번호 2의 아미노산 서열을 가진 고호열성 카르복시펩티다아제 효소	서열번호 2의 고호열성 카르복시펩티다아제 효소
제2항	서열번호 2의 아미노산 서열을 가진 단백질	서열번호 2의 단백질
제3항	서열번호 1의 유전자	서열번호 1의 단백질
제4항	서열번호 2의 아미노산 서열을 암호화하는 유전자	서열번호 2의 암호화 유전자
제5항	제 1 항에 따른 상기 고호열성 카르복시펩티다아제 효소를 암호화하는 핵산서열	핵산서열
제6항	제 5 항에 있어서, 서열번호 1의 상기 고호열성 카르복시펩티다아제 효소를 암호화하는 DNA 핵산서열	DNA 핵산서열
제7항	제 5 항에 있어서, 상기 고호열성 카르복시펩티다아제 효소를 암호화하는 DNA 핵산서열이 서열번호 1과 코돈 축퇴성에 의한 등가인 것을 특징으로 하는 핵산서열	핵산서열
제10항	제 5 항 내지 제 7 항의 어느 한 항에 따른, 핵산서열을 포함하는 재조합벡터	재조합벡터
제11항	제 10 항에 있어서, 상기 재조합벡터가 도 7에 기재된 개열지도를 가지는 것을 특징으로 하는 재조합벡터	재조합벡터
제12항	제 10 항에 따른 재조합 벡터로 형질전환된 세포	형질전환된 세포

제13항	균주 Thermococcus sp. NA1 (KCTC 10859BP) 또는 제 12항에 따른 형질전환된 세포를 배양하고, 상기 배양된 세포로부터 서열번호 2의 카르복시펩티다아제 효소를 분리하는 것을 특징으로 하는 고호열성 카르복시펩티다아제 효소 생산방법	효소 생산방법
------	---	---------

3.1.2.6. 한국등록특허 제10-0757278호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0757278호(이하 '본 기술 6'이라 함)는 2005년 10월 31일에 출원하여 청구항 제1항, 제5항 및 제9항이 기재불비의 이유에 의하여 청구항 제8항과 제9항이 삭제되거나 권리가 축소되어 2007년 9월 4일에 등록되었음. 현재까지 특별한 사유가 없는 한 권리의 변동이 발생할 가능성은 낮을 것으로 사료됨

청구항 제1항에서 제4항은 서열번호 2 및 1의 단백질 및 유전자에 대한 것을 청구하고 있으며, 청구항 제5항에서 제7항은 서열번호 2 및 1의 핵산서열, 청구항 제10항에서 제12항은 재조합백터 및 형질전환된 세포에 대한 권리를 구성요소로 하고 있음. 또한, 청구항 제13항은 고호열성 아미노펩티다제 P 효소 생산 방법을 구성요소로 기재하고 있음

본 기술 5는 서열번호 1 및 2의 유전자, DNA 핵산서열, 재조합백터 및 효소 생산 방법 등에 관하여 권리를 청구하며 궁극적으로 고호열성 아미노펩티다제 P 효소 및 효소 생산 방법에 대하여 적절히 권리범위를 청구된 것으로 판단됨

또한, 본 기술의 신규주는 PACMANUS 필드의 심해 열수 분출구 지역으로부터 새로운 고호열성 균주를 분리했으며, 2005년 10월 생명공학연구원 생물자원센터(KCTC)에 기탁하여, KCTC 10859BP를 부여받아, Thermococcus sp. NA1 균주와 균주에서 분리된 유전자 및 효소, 효소 생산 방법에 대하여 신규성을 인정받을 수 있을 것으로 판단됨

[표 3-6] 평가대상기술 제10-0757278호의 권리범위

구분	청구내용	구성요소
제1항	서열번호 2의 아미노산 서열을 가진 고호열성 아미노펩티다제 P 효소	서열번호 2의 고호열성 아미노펩티다제 P 효소
제2항	서열번호 2의 아미노산 서열을 가진 단백질	서열번호 2의 단백질

제3항	서열번호 1의 유전자	서열번호 1의 유전자
제4항	서열번호 2의 아미노산 서열을 암호화하는 유전자	서열번호 2의 암호화 유전자
제5항	제 1 항에 따른 상기 고호열성 아미노펩티다제 P 효소를 암호화하는 핵산서열	핵산서열
제6항	제 5 항에 있어서, 서열번호 1의 상기 고호열성 아미노펩티다제 P 효소를 암호화하는 DNA 핵산서열	DNA 핵산서열
제7항	제 5 항에 있어서, 상기 고호열성 아미노펩티다제 P 효소를 암호화하는 DNA 핵산서열이 서열번호 1과 코돈 축퇴성에 의한 등가인 것을 특징으로 하는 핵산서열	핵산서열
제10항	제 5 항 내지 제 7 항의 어느 한 항에 따른, 핵산서열을 포함하는 재조합벡터	재조합벡터
제11항	제 10 항에 있어서, 상기 재조합벡터가 도 7에 기재된 계열 지도를 가지는 것을 특징으로 하는 재조합벡터	재조합벡터
제12항	제 10 항에 따른 재조합 벡터로 형질전환된 세포	형질전환된 세포
제13항	균주 Thermococcus sp. NA1 (KCTC 10859BP) 또는 제 12 항에 따른 형질전환된 세포를 배양하고, 상기 배양된 세포로부터 서열번호 2의 아미노펩티다제 P 효소를 분리하는 것을 특징으로 하는 고호열성 아미노펩티다제 P 효소 생산방법	효소 생산방법

3.1.2.7. 한국등록특허 제10-0757277호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0757277호(이하 ‘본 기술 7’이라 함)는 2005년 10월 8일에 출원하여 청구항 제1항, 제5항, 제10항, 제12항 및 제13항에 Thermococcus sp. 균주로부터 분리되어진 고호열성 DNA리가아제 효소, 이를 암호화하는 핵산서열, 핵산서열이 포함된 재조합벡터, 재조합벡터로 형질전환된 세포 및 형질전환된 세포를 이용하여 고호열성 리가아제 효소를 생산하는 방법에 대하여 청구하였으나, 심사결과 종래 선행기술에서 고호열성 균주 유래의 DNA 리가아제 효소가 공지되어, 청구항 제1항 및 제9항이 삭제되고, 권리가 축소되어 2007년 9월 4일에 등록되었음. 현재까지 특별한 사유가 없는 한 권리의 변동이 발생할 가능성은 낮을 것으로 사료됨

청구항 제2항에서 제4항은 서열번호 2 및 1의 단백질 및 유전자에 대한 것을 청구하고 있으며, 청구항 제5항에서 제8항은 서열번호 2 및 1의 핵산서열, 청구항 제10항에서 제12항은 재조합벡터 및 형질전환된 세포에 대한 권리를 구성요소로 하고 있음. 또한, 청구항 제13항은 고호열성 리가아제 효소 생산 방법을 구성요소로 기재하고 있음

본 기술 7은 서열번호 1 및 2의 유전자, DNA 핵산서열, 재조합벡터 및 효소 생산 방법 등에 관하여 권리를 청구하며 궁극적으로 고호열성 리가아제 효소 및 효소 생산 방법에 대하여 적절히 권리범위를 청구된 것으로 판단됨

[표 3-7] 평가대상기술 제10-0757277호의 권리범위

구분	청구내용	구성요소
제2항	서열번호의 2의 아미노산 서열을 가진 단백질	서열번호 2의 단백질
제3항	서열번호 1의 유전자	서열번호 1의 유전자
제4항	서열번호 2의 아미노산 서열을 암호화하는 유전자	서열번호 2의 암호화 유전자
제5항	서열번호 2의 아미노산 서열을 가진 고호열성 리가아제 효소를 암호화하는 핵산서열	핵산서열
제6항	제 5 항에 있어서, 서열번호 1의 상기 고호열성 리가아제 효소를 암호화하는 DNA 핵산서열	DNA 핵산서열
제7항	제 5 항에 있어서, 상기 고호열성 리가아제 효소를 암호화하는 DNA 핵산서열이 서열번호 1과 코돈 축퇴성에 의한 등가인 것을 특징으로 하는 핵산서열	핵산서열
제8항	서열번호 2의 아미노산 서열을 가지는 것을 특징으로 하는 리가아제 효소	서열번호 2의 리가아제 효소
제10항	제 5 항 내지 제 7 항의 어느 한 항에 따른, 핵산서열을 포함하는 재조합벡터	재조합벡터
제11항	제 10 항에 있어서, 상기 재조합벡터가 도 8에 기재된 개열지도를 가지는 것을 특징으로 하는 재조합벡터	재조합벡터
제12항	제 10 항에 따른 재조합 벡터로 형질전환된 세포	형질전환된 세포
제13항	제 12 항에 따른 형질전환된 세포를 배양하고, 상기 배양된 세포로부터 리가아제 효소를 분리하는 것을 특징으로 하는 고호열성 리가아제 효소 생산방법	효소 생산방법

3.1.2.8. 한국등록특허 제10-0777227호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0777227호(이하 '본 기술 8'이라 함)는 2005년 10월 8일에 출원하여 기재불비의 이유에 의하여 청구항 제1항과 제9항이 삭제되거나 권리가 축소되어 2007년 11월 12일에 등록되었음. 현재까지 특별한 사유가 없는 한 권리의 변동이 발생할 가능성은 낮을 것으로 사료됨

청구항 제2항에서 제4항은 서열번호 1 및 2의 단백질 및 유전자에 대한 것을 청구하고 있으며, 청구항 제5항에서 제8항은 서열번호 2 및 1의 핵산서열 및 DNA 중합효소를 청구하고 있음. 또, 청구항 제10항에서 제12항은 재조합백터 및 형질전환된 세포에 대한 권리를 구성요소로 하고 있으며, 청구항 제13항은 고히열성 DNA 중합효소 생산 방법을 구성요소로 기재하고 있음

본 기술 8은 서열번호 1 및 2의 유전자, DNA 핵산서열, 재조합백터 및 효소 생산 방법 등에 관하여 권리를 청구하며 궁극적으로 고히열성 DNA 중합효소 및 효소 생산 방법에 대하여 적절히 권리범위를 청구된 것으로 판단됨

[표 3-8] 평가대상기술 제10-0777227호의 권리범위

구분	청구내용	구성요소
제2항	서열번호 2의 아미노산 서열을 가진 단백질	서열번호 2의 단백질
제3항	서열번호 1의 유전자	서열번호 1의 유전자
제4항	서열번호 2의 아미노산 서열을 암호화하는 유전자	서열번호 2의 암호화 유전자
제5항	서열번호 2의 아미노산 서열을 가진 고히열성 DNA 중합효소를 암호화하는 핵산서열	핵산서열
제6항	제 5 항에 있어서, 서열번호 1 또는 서열번호 3에서 선택되어지는 상기 고히열성 DNA 중합효소를 암호화하는 DNA 핵산서열	DNA 핵산서열
제7항	제 5 항에 있어서, 상기 고히열성 DNA 중합효소를 암호화하는 DNA 핵산서열이 서열번호 1과 코돈 축퇴성에 의한 등가인 것을 특징으로 하는 핵산서열	핵산서열
제8항	서열번호 2의 아미노산 서열을 가지는 것을 특징으로 하는 DNA 중합효소	DNA 중합효소
제10항	제 5 항 내지 제 7 항의 어느 한 항에 따른, 핵산서열을 포함하는 재조합백터	재조합백터
제11항	제 10 항에 있어서, 상기 재조합백터가 도 8에 기재된 개열지도를 가지는 것을 특징으로 하는 재조합백터	재조합백터
제12항	제 10 항에 따른 재조합 백터로 형질전환된 세포	형질전환된 세포
제13항	제 12 항에 따른 형질전환된 세포를 배양하고, 상기 배양된 세포로부터 DNA 중합효소를 분리하는 것을 특징으로 하는 고히열성 DNA 중합효소 생산방법	고열성 DNA 중합효소 생산방법

3.1.2.9. 한국등록특허 제10-0825279호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0825279호(이하 ‘본 기술 9’이라 함)는 2006년 11월 30일에 출원하여 청구항 제1항, 제2항, 제4항, 제5항의 기재불비에 의하여 심사의견에 따라 권리범위가 다소 축소되었으나, 적법한 특허등록심사를 통하여 2008년 4월 21일에 등록되었으며, 현재까지 특별한 사유가 없는 한 권리의 변동이 발생할 가능성은 낮을 것으로 사료됨

본 기술 9는 청구항 제1항에서 제3항은 서열번호 1의 단백질 및 핵산서열에 대한 구성요소를 가지고 있으며, 청구항 제4항, 제5항 및 제6항은 DNA 중합 증가용 단백질 및 증가방법, 재조합벡터에 대한 구성요소를 가짐. 또한, 청구항 제7항은 형질전환된 숙주세포를 청구항 제8항에서 제11항은 DNA 복제 및 증가방법, 중합요소 연쇄 반응에 대하여 구성요소로 기재하고 있음

본 기술 9는 서열번호 1 및 2의 유전자, DNA 핵산서열, 재조합벡터 및 DNA 복제 및 PCR 방법 등에 관하여 권리를 청구하며 궁극적으로 DNA 중합효소 활성 증가 단백질 및 암호화 유전자에 대하여 적절히 권리범위를 청구된 것으로 판단됨

[표 3-9] 평가대상기술 제10-0825279호의 권리범위

구분	청구내용	구성요소
제1항	서열번호 1을 가지는 단백질	서열번호 1의 단백질
제2항	제 1 항의 단백질을 암호화 하는 핵산서열	핵산서열
제3항	제 2 항에서 있어서, 상기 핵산서열이 서열번호 2인 핵산서열	핵산서열
제4항	제 1 항에 있어서, 상기 단백질이 DNA 중합 진행도 (processivity)를 증가시키는 것을 특징으로 하는 DNA 중합 증가용 단백질	DNA 중합 증가용 단백질
제5항	제 1 항 또는 제 4 항의 단백질을 이용하여 DNA 중합효소에 의한 DNA 중합을 증가시키는 방법	DNA 중합 증가방법
제6항	서열번호 2의 유전자를 포함하는 재조합벡터	재조합벡터
제7항	제 6 항의 재조합벡터로 형질전환된 숙주세포	형질전환된 숙주세포
제8항	제 7 항의 숙주세포를 이용한 서열번호 1의 단백질을 생산하는 방법	서열번호 1의 단백질 생산방법
제9항	DNA 중합효소와 서열번호 1의 단백질을 혼합하여 사용	DNA 복제 증가방법

제10항	하는 것을 특징으로 하는 DNA 복제 증가방법 DNA 중합효소와 서열번호 1의 단백질을 혼합하여 사용하는 것을 특징으로 하는 중합효소 연쇄 반응(Polymerase Chain Reaction; PCR) 방법	중합효소 연쇄반응 방법
제11항	제 9 항 또는 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서, 서열번호 1의 단백질을 DNA 중합효소와 동시(同時) 또는 이시(異時)적으로 반응액에 첨가하는 것을 특징으로 하는 DNA 복제 증가 방법	DNA 복제 증가 방법
제12항	서열번호 1의 단백질을 주입하여 제조되는 것을 특징으로 하는 서열번호 1의 단백질 특이적 항체	서열번호 1의 단백질 특이적 항체

3.1.2.10. 한국등록특허 제10-0777230호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0777230호(이하 '본 기술 10'이라 함)는 2006년 11월 30일에 출원하여 적법한 등록심사를 거쳐, 2007년 11월 12일에 청구항의 축소 및 삭제 없이 등록되었음. 이에 현재까지 특별한 사유가 없는 한 권리의 변동이 발생할 가능성은 낮을 것으로 판단됨

본 기술 10은 Thermococcus sp. 유래 돌연변이 DNA 중합효소와 재조합벡터, 중합효소 제조방법에 대한 구성요소를 기재하고 있는데, 세부적으로는 청구항 제1항은 서열번호 1 ~ 12의 3 내지 9번 서열로 이루어진 DNA 중합효소, 청구항 제2항에서 제7항에서는 DNA 중합효소, 암호화 핵산서열 및 재조합벡터, PCR 방법을 구성요소로 기재하고 있음. 또, 청구항 제8항은 중합효소 제조방식을 구성요소로 청구하고 있음

본 기술 10은 Thermococcus sp. 유래의 돌연변이 DNA 중합효소 및 유전자에 대하여 구성요소로 기재하고 있는데, 서열번호 1에서 12의 유전자, DNA 핵산서열, 재조합벡터 및 DNA 복제 및 PCR방법 등에 관하여 권리를 청구하며 궁극적으로 다양한 돌연변이 DNA 중합효소 및 암유전자, PCR 방법에 대하여 적절히 권리범위를 청구된 것으로 판단됨

[표 3-10] 평가대상기술 제10-0777230호의 권리범위

구분	청구내용	구성요소
제1항	서열번호 1의 3 내지 9번 서열로 이루어진 아미노산 서열, 서열번호 2의 3 내지 9번 서열로 이루어진 아미노산 서열, 서열번호 3의 3 내지 9번 서열로 이루어진 아미노산 서열, 서열번호 4의 3 내지 9번 서열로 이루어진 아미노산 서열, 서열번호 5의 3 내지 9번 서열로 이루어진 아미노산 서열, 서열번호 6의 3 내지 9번 서열로 이루어진	서열번호 1 ~ 12의 3내지 9번 서열로 이루어진 아미노산을 포함한 DNA 중합효소

	아미노산 서열, 서열번호 7의 3 내지 9번 서열로 이루어진 아미노산 서열, 서열번호 8의 3 내지 9번 서열로 이루어진 아미노산 서열, 서열번호 9의 3 내지 9번 서열로 이루어진 아미노산 서열, 서열번호 10의 3 내지 9번 서열로 이루어진 아미노산 서열, 서열번호 11의 3 내지 9번 서열로 이루어진 아미노산 서열 및 서열번호 12의 3 내지 9번 서열로 이루어진 아미노산 서열로 이루어진 그룹에서 선택되어지는 어느 하나의 아미노산 서열을 포함하는 DNA 중합효소	
제2항	서열번호 1 내지 서열번호 12로 이루어진 그룹에서 선택되어지는 어느 하나의 아미노산 서열을 포함하는 DNA 중합효소	DNA 중합효소
제3항	서열번호 13 (1 단백질 전장서열) 내지 서열번호 24로 이루어진 그룹에서 선택되는 어느 하나의 아미노산 서열을 암호화 하는 핵산서열	암호화 핵산서열
제4항	제 1 항 또는 제 2 항중 어느 한 항의 DNA 중합효소를 이용한 DNA중합 방법	DNA 중합 방법
제5항	제 1 항 또는 제 2 항중 어느 한 항의 DNA 중합효소를 이용한 중합효소 연쇄반응(PCR) 방법	중합효소 연쇄반응 방법
제6항	제 3 항의 DNA 중합효소 핵산서열을 포함하는 재조합벡터	재조합벡터
제7항	제 6 항의 재조합벡터로 형질전환된 숙주세포	형질전환된 숙주세포
제8항	제 7 항의 숙주세포를 배양하고 재조합 단백질의 발현을 유도하여 중합효소 단백질을 분리하는 것을 특징으로 하는 중합효소 제조방법	중합효소 제조방법

3.1.2.11. 한국등록특허 제10-0844358호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-0844358호(이하 ‘본 기술 11’이라 함)는 2006년 10월 2일에 출원하여 심사과정 중 청구항 제1항 내지 제2항, 제7항 내지 제8항, 제13항 내지 제14항은 서열번호 1 및 2의 단편을 포함하는 DNA 중합효소에 관한 것이나, DNA 중합효소의 활성에 대한 자료의 기재가 없어, 청구항 제1항, 제2항, 제7항, 제8항, 제13항 및 제14항이 삭제되어 등록되었음. 적합한 심사를 거쳐 등록이 완료되었으므로, 특별한 사유가 없는 한 권리의 변동이 발생할 가능성은 낮을 것으로 사료됨

본 기술 11은 돌연변이 DNA 중합효소 및 유전자들의 용도에 관한 것으로, 전체 청구된 19개의 청구항(독립항 6개항, 종속항 7개항) 중, 6개 청구항이 삭제되어 등록되었음. 각각의 청구항의 구성요소를 살펴보면, 청구항 제3항에서 제18항은 특정 부위에 다중의 돌연변이화를

유발시킨 DNA 중합효소들, 아미노산 서열, DNA 중합효소 유전자, 재조합벡터에 대한 구성요소를 기재하고 있으며, 청구항 제19항은 중합효소 제조방법에 대하여 권리를 구성요소로 청구하고 있음

본 기술 11은 서열번호 1, 2 및 3의 DNA 중합효소 및 유전자, 재조합벡터 및 중합효소 제조방법에 관하여 권리를 청구하며 궁극적으로 돌연변이 DNA 중합효소 및 유전자에 대하여 적절히 권리범위를 청구된 것으로 판단됨

[표 3-11] 평가대상기술 제10-0844358호의 권리범위

구분	청구내용	구성요소
제3항	서열번호 1의 아미노산 서열을 포함하는 DNA 중합효소	서열번호 1의 DNA 중합효소
제4항	서열번호 1의 아미노산 서열을 암호화하는 DNA 중합효소 유전자	서열번호 1의 DNA 중합효소 유전자
제5항	제 4 항의 DNA 중합효소 유전자를 포함하는 재조합벡터	재조합벡터
제6항	제 5 항의 재조합벡터로 형질전환된 숙주세포	형질전환된 숙주세포
제9항	서열번호 2의 아미노산 서열을 포함하는 DNA 중합효소	서열번호 2의 DNA 중합효소
제10항	서열번호 2의 아미노산 서열을 암호화하는 DNA 중합효소 유전자	서열번호 2의 DNA 중합효소 유전자
제11항	제 10 항의 DNA 중합효소 유전자를 포함하는 재조합벡터	재조합벡터
제12항	제 11 항의 재조합벡터로 형질전환된 숙주세포	형질전환된 숙주세포
제15항	서열번호 3의 아미노산 서열을 포함하는 DNA 중합효소	서열번호 3의 DNA 중합효소
제16항	서열번호 3의 아미노산 서열을 암호화하는 DNA 중합효소 유전자	서열번호 3의 DNA 중합효소 유전자
제17항	제 16 항의 DNA 중합효소 유전자를 포함하는 재조합벡터	재조합벡터
제18항	제 17 항의 재조합벡터로 형질전환된 숙주세포	형질전환된 숙주세포
제19항	제 6 항, 제 12 항 또는 제18항의 숙주세포를 배양하고 재조합 단백질의 발현을 유도하여 중합효소 단백질을 분리하는 것을 특징으로 하는 중합효소 제조방법	중합효소 제조방법

3.1.2.12. 한국등록특허 제10-1203920호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-1203920호(이하 ‘본 기술 12’이라 함)는 2008년 11월 21일에 출원하여 적법한 등록심사를 거쳐 2012년 11월 16일에 등록되었음. 이에 현재까지 특별한 사유가 없는 한 권리의 변동이 발생할 가능성은 낮을 것으로 판단됨

본 기술 12는 Thermococcus 속에 속하는 고호열성 신균주로부터 분리한 신규한 포스파타제에 관한 것으로, 청구항 제1항은 서열번호 6의 포스타파제, 청구항 제2항 및 제3항은 서열번호 6의 포스타파제 암호화 유전자를 구성요소로 기재하고 있음

위와 같은 본 기술 12는 서열번호 6의 포스타파제 및 암호화 유전자에 관하여 권리를 청구하고 있어, 앞서 확보한 Thermococcus sp. 돌연변이 균주 및 유전자 특허기술과 비교하여 보다 협소한 권리를 확보한 것으로 판단됨. 이에 따라 유사 선행기술 등에 대한 주기적인 모니터링을 통하여 추가 연구 및 특허출원 등으로 권리 확보 및 보호를 위한 노력이 필요할 것으로 사료됨

[표 3-12] 평가대상기술 제10-1203920호의 권리범위

구분	청구내용	구성요소
제1항	서열번호 6의 아미노산 서열로 이루어진 포스파타제 (Phosphatase)	서열번호 6의 포스타파제
제2항	제 1 항의 포스파타제를 암호화하는 유전자	서열번호 6의 포스파타제 암호화 유전자
제3항	제 2 항에 있어서, 상기 유전자는 서열번호 1의 염기 서열인 것을 특징으로 하는 포스파타제를 암호화하는 유전자	포스파타제 암호화 유전자

3.1.2.13. 한국등록특허 제10-1190842호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-1190842호(이하 ‘본 기술 13’이라 함)는 2012년 2월 13일에 출원하여 적법한 등록 심사과정을 거쳐 당해연도 10월 8일에 등록이 되었음. 본 기술 13은 한국해양과학기술원과 (주)엔솔테크에서 공동 출원하였으며, 선행기술(비특허문헌; Korea J. Biotechnol. Bioeng., 2005, Vol. 20, No.6, pp. 458 ~ 463, Biotechnol. Prog., 1998, Vol. 14, pp.31~38, Biotechnol Lett, 2012, Vol. 34, pp. 75~79(온라인 개제, 2011.09.06))에 의하여 청구항 제4항에서 제6항, 제8항 및 제10항에서 제12항이 삭제되어, 권리가 다소 축소되었음

본 기술 13은 청구항 제1항은 (A) ~ (D) 단계의 혐기성 미생물을 이용한 수소생산 방법에 기재하고 있으며, 청구항 제2항에서 제9항은 단계별 수소생산 방법에서의 전처리, 마이크로버블 입경, 배양액과의 가스버블 발생 등에 대한 본 기술 13의 구현을 위한 세부기술에 대한 권리를 청구하고 있음

본 기술 13은 심사과정 중에 전체 청구항 중 8개항이 취소되어 권리가 다소 축소되었으며, 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산에 필수적인 생산 단계 및 전처리, 마이크로버블에 대한 권리를 확보하여, 본 기술 13의 필수적인 구성요소로 비교적 적절한 권리를 확보하고 있으나 다소 수소생산 단계 및 마이크로 버블러를 이용한 기술로 문헌적으로는 다소 한정적일 수 있어, 세심한 주의가 필요할 것임. 또한, 수소 생산을 위한 본 기술은 통상의 기술자에 의하여 모방 및 회피설계가 비교적 용이할 수 있어, 권리강화를 위한 추가 IP창출 및 포트폴리오 구축이 필요함

[표 3-13] 평가대상기술 제10-1190842호의 권리범위

구분	청구내용	구성요소
제1항	(A) 수소생산 혐기성 미생물을 함유하는 배양액이 수용된 혐기성 배양기에서 배양액의 일부 또는 전부를 가스 버블 발생기로 이송하는 단계; (B) 가스 버블 발생기로 상기 이송된 배양액에 가스상의 일산화탄소를 분산시켜, 일산화탄소 가스 버블을 발생시키는 단계; (C) 상기 일산화탄소 가스 버블이 발생된 배양액을 가스 버블 발생기에서 상기 혐기성 배양기로 환송하여, 일산화탄소 가스 버블을 혐기성 배양기 외부에서 발생시켜 혐기성 배양기로 주입하는 단계; 및 (D) 상기 수소생산 혐기성 미생물이 일산화탄소를 이용하여, 혐기성 배양기와 가스버블발생기를 순환하며 생산한 수소 가스를 포집하는 단계를 포함하고, 상기 수소생산 혐기성 미생물은 써모코커스 온뉴리뉴스(Thermococcus onnurineus)이며, 상기 일산화탄소 가스 버블은 마이크로 가스 버블인, 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산방법	(A) ~ (D) 단계의 수소생산 방법
제2항	제1항에 있어서, 상기 (A) 단계 이전에, 수소생산 혐기성 미생물을 함유하지 않는 배양액에 가스 버블 발생기로 질소 가스 버블을 발생시켜 혐기성 배양기에 주입함으로써, 배양기를 혐기성 상태로 만든 후, 수소생산 혐기성 미생물을 접종하는 전처리 단계를 추가로 포함하는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산방법	(A) 단계 이전에 미생물의 전처리 단계를 추가한 수소 생산방법
제3항	제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 (C)단계에서 혐기성 배	배양기에서 생산한

	양기로 환송된 혐기성 미생물이 혐기성 배양기에서 생산한 수소 가스에 의해 발생된 거품을 제거하는 단계를 추가로 포함하는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산방법	수소 가스에 의한 거품 제거 단계를 추가
제7항	제1항에 있어서, 상기 마이크로 가스 버블은 평균 입경이 0.2~100 μm인 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산방법	마이크로 가스 버블 입경 0.2~100 μm
제9항	제1항에 있어서, 상기 가스 버블발생기는 이송된 배양액과 가스상 일산화탄소를 회전하는 회전체와 정지된 고정체 사이로 통과시켜 배양액과 일산화탄소의 지속적인 충돌에 의해 일산화탄소 가스 버블을 발생시키는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산방법	배양액과 CO의 지속적인 충돌로 가스 버블을 발생시키는 수소 생산방법

3.1.2.14. 한국등록특허 제10-1190841호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-1190841호(이하 ‘본 기술 14’이라 함)는 2011년 5월 17일에 출원하여 적법한 등록 심사과정을 거쳐 2012년 10월 8일에 등록이 되었으며, 한국해양과학기술원과 (주)엔솔테크에서 공동 출원하였음. 본 기술 14는 심사 중, 선행기술(KR1998-0346601호 및 KR2006-0007978호)에 의하여 청구항 제3항이 삭제되고, 청구항 제1항 및 청구항 제1항의 종속항 제2항, 제7항 및 제13항이 다소 축소되었음

본 기술 14의 청구항 제1항은 (A) ~ (F) 단계의 써모코커스속 균 연속배양방법에 대해 기재하고 있으며, 청구항 제2항에서 제6항과 제11항에서 제13항은 써모코커스속 균 연속배양방법 중, 배양액의 농도, 불활성 가스, 여과에 대하여 기재하고 있으며, 청구항 제7항에서 제10항은 본체 및 농축기의 외부 하우징, 가열부의 구성요소를 기재하고 있음. 또, 청구항 제11항에서 제14항은 배양기본체, 배지유입부 및 증공사막 등으로 구성된 연속배양장치, 가열부의 구성요소를 권리로 청구하고 있음

본 기술 14는 심사과정 중에 전체 청구항 중 1개항이 삭제되고, 청구항 제1항 및 청구항 제1항의 종속항 제2항, 제7항 및 제13항이 다소 축소되었으나, 써모코커스속 균의 연속배양을 위한 방법 및 장치에 대한 필수적인 생산 단계 및 장치에 대한 권리를 확보하여, 본 기술 14는 비교적 적절한 권리를 확보하고 있는 것으로 판단됨. 다만, 수소 생산을 위한 본 기술 14는 통상의 기술자에 의하여 모방 및 회피설계가 비교적 용이할 수 있어, 권리강화를 위한 추가 IP창출 및 포트폴리오 구축이 필요함

[표 3-14] 평가대상기술 제10-1190841호의 권리범위

구분	청구내용	구성요소
제1항	(A) 써모코커스속 균을 배양기에서 배양하는 단계;	(A) ~ (F)단계의

	<p>(B) 상기 (A)단계에서 배양된 배양액 중 일부를 중공사막을 포함하고, 배양액 온도가 섭씨 70~90도로 유지되는 써모코커스속 균 농축유닛으로 이송하는 단계;</p> <p>(C) 상기 이송된 배양액을 농축유닛에서 중공사막으로 여과하는 단계;</p> <p>(D) 상기 (C)단계에서 중공사막으로 여과된 폐액을 농축유닛에서 배출하는 단계;</p> <p>(E) 상기 (C)단계에서 중공사막으로 여과되지 않고 농축된 농축배양액을 상기 (A)단계의 배양기로 반송하는 단계; 및</p> <p>(F) 상기 (A)단계의 배양기에 상기 (D)단계에서 배출되는 폐액과 동일량의 배지용액을 투여하는 단계를 포함하고, 상기 (C)단계의 중공사막에 불활성가스를 분사하여 중공사막을 세척하는 단계를 추가로 포함하는 써모코커스속 균 연속배양방법</p>	<p>써모코커스속 균 연속배양방법</p>
제2항	<p>제1항에 있어서, 상기 (B)단계의 이송은 배양액의 광학농도(optical density)값의 증가가 감소하거나 일정해질 때 개시하는 써모코커스속 균 연속배양방법</p>	<p>(B)단계에서 배양액의 농도를 일정할 때 개시하는 써모코커스속 균 연속배양방법</p>
제4항	<p>제1항에 있어서, 상기 불활성가스는 질소가스인 써모코커스속 균 연속배양방법</p>	<p>질소가스를 이용</p>
제5항	<p>제1항에 있어서, 상기 분사는 상기 (C)단계의 여과와 동시에 실시하는 써모코커스속 균 연속배양방법</p>	<p>(C)단계의 여과와 동시에 분사</p>
제6항	<p>제1항에 있어서, 상기 불활성가스는 부피기준으로 상기 (B)단계의 배양액 이송량의 2~20배인 써모코커스속 균 연속배양방법</p>	<p>(B)단계에서 불활성가스는 배양액의 2 ~ 20배 농축기 및 농축기를 내포하는 외부 하우징</p>
제7항	<p>제1항에 있어서, 상기 농축유닛은 중공사막을 내부에 포함하는 농축기와 상기 농축기를 내포하는 외부 하우징을 포함하는 써모코커스속 균 연속배양방법</p>	<p>농축기 및 농축기를 내포하는 외부 하우징</p>
제8항	<p>제7항에 있어서, 상기 농축기와 상기 외부 하우징은 이격되어 있고, 상기 외부하우징은 외부하우징본체와 상기 본체의 내측면에 적층된 단열재를 포함하는 써모코커스속 균 연속배양방법</p>	<p>본체와 단열재를 포함하는 외부하우징</p>
제9	<p>제7항에 있어서, 상기 농축기와 하우징 사이에 가열부를 추가로 포함하는 써모코커스속 균 연속배양방법</p>	<p>가열부</p>
제10	<p>제9항에 있어서, 상기 가열부는 열선 또는 중공을 통해 열매체가 통과하는 중공의 관 중에서 선택된 하나 이상인 써모코커스속 균 연속배양방법</p>	<p>가열부</p>
제11항	<p>제1항에 있어서, 상기 (B)단계의 배양액 중 일부는 배양기 중 배양액 총부피의 10~80부피%인 써모코커스속 균 연속배양방법</p>	<p>(B)단계의 배양액 총부피 10~80부피%</p>

<p>제12항</p>	<p>제11항에 있어서, 상기 (B)단계의 배양액 중 일부는 배양기 중 배양액 총부피의 20부피%인 써모코커스속 균 연속 배양방법</p>	<p>(B)단계의 배양액 총부피 20부피%</p>
<p>제13항</p>	<p>제1항에 있어서, 상기 써모코커스속 균은 써모코커스 온뉴리뉴스(Thermococcus onnurineus)인 써모코커스속 균 연속배양방법</p>	<p>써모코커스 온뉴리뉴스(Thermococcus onnurineus) 연속배양방법</p>
<p>제14항</p>	<p>내부에 수용부를 갖고 폐쇄되며 내부에 써모코커스속 균 배양액을 포함가능한 배양기본체, 상기 배양기본체의 내부로 배지를 공급하는 배지 유입부, 상기 배양기본체의 내부로부터 배양된 배양액을 농축기에 공급하기 위해 유출하는 배양액 유출부, 상기 배양기본체의 내부로 농축기에서 농축된 배양액을 반송받는 농축배양액 유입부를 포함하는 배양기; 중공의 통형상으로 양말단이 폐쇄된 농축기본체, 상기 농축기본체의 내부에 일단에서 타단방향인 길이방향으로 배치되는 관 형상의 중공사막, 상기 중공사막 상단이 삽입되고 상기 중공사막 상단의 중공부는 개방되도록 접착제를 도포하여 형성되는 상단접착부, 상기 중공사막 하단이 삽입되고 상기 중공사막 하단의 중공부는 밀봉되도록 접착제를 도포하여 형성되는 하단접착부, 상기 하단접착부를 관통하도록 형성되어 불활성가스가 통과 가능한 관통공, 상기 농축기본체의 상단을 관통하도록 형성되어 중공사막을 통과한 폐액이 배출되는 폐액 배출부, 상기 농축기본체의 상단 측벽을 관통하도록 형성되어 중공사막을 통과하지 못하고 농축된 농축배양액이 배출되는 농축배양액 배출부, 상기 농축기본체의 하단 측벽에 형성되어 상기 배양기로부터 유출되는 배양액이 유입되는 배양액 유입부, 및 상기 농축기본체의 하단에 형성되어 불활성가스가 공급되는 불활성가스유입부를 포함하고, 상기 상단접착부는 외주가 농축기본체내측 벽면에 밀착되고 상기 폐액 배출부로 배출되는 폐액과 상기 농축배양액 배출부로 배출되는 농축배양액이 혼합되지 않도록 상기 폐액 배출부와 상기 농축배양액 배출부 사이에 배치되며, 상기 하단접착부는 외주가 농축기본체내측 벽면에 밀착되고 상기 배양액유입부와 상기 불활성가스유입부가 공간적으로 분리되도록 상기 배양액유입부와 상기 불활성가스유입부 사이에 배치되는 농축기; 상기 농축기를 내포하되, 상기 농축기와 이격되어 있는 외부하우징본체와 상기 외부하우징본체의 내측면에 적층된 단열재를 포함하는 외부 하우징; 상기 외부 하우징의 벽면을 관통하고, 상기 농축 배양액</p>	<p>배양기본체, 배지유입부, 배양액 유출부, 배양기, 농축기본체, 중공사막, 상단접착부, 하단접착부, 관통공, 폐액 배출부, 배양액 배출부, 배양액유입부, 불활성가스유입부, 상단접착부, 하단접착부, 농축기, 외부하우징, 농축배양액 반출부, 농축배양액의 반송부, 배양액 이송부로 구성된 써모코커스속 균 연속배양장치</p>

	배출부와 농축 배양액 유입부를 연결하는 농축배양액 반송부; 및 상기 외부 하우징의 벽면을 관통하고, 상기 배양액 유출부와 상기 배양액 유입부를 연결하는 배양액 이송부를 포함하는 써모코커스속 균 연속배양장치	
제15항	제14항에 있어서, 상기 농축기와 상기 외부 하우징 사이에 가열부가 형성된 써모코커스속 균 연속배양장치	가열부
제16항	제15항에 있어서, 상기 가열부는 중공을 통해 열매체가 통과하는 중공의 관 또는 열선 중 에서 선택된 하나 이상인 써모코커스속 균 연속배양장치	가열부

3.1.2.15. 한국등록특허 제10-1336604호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-1336604호(이하 ‘본 기술 15’이라 함)는 2012년 4월 12일에 출원하여 적법한 등록 심사과정을 거쳐 2013년 11월 28일에 등록판정을 받았으며, 본 기술 15는 청구항 11개 항 중 독립항 3개항, 종속항 8개항으로 구성되어 있음

본 기술 15의 청구항 제1항에서 제3항은 수소 생산 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치에 대한 구성요소를 기재하고 있으며, 청구항 제4항에서 제11항은 상기 제1항에서 제3항의 종속항으로 용해유동유닛, 튜브체, 가열부, 수소포집기 등을 포함하는 써모코커스 온뉴리뉴스 수소 생산 장치를 구성요소로 권리를 청구하고 있음

본 기술 15는 배양기, 순환라인, 일산화탄소 공급부, 수소포집기 등의 구성요소로 이루어져 일산화탄소 용해도를 증대시킬 수 있는 본 특허에 부합되는 구성요소로 권리를 청구하고 있음. 다만, 수소포집기, 배양기 등의 바이오 수소 생산을 위한 공지화된 기술을 구성요소로 가지고 있으므로 문헌적으로 볼 때, 권리범위가 다소 한정적으로 해석될 가능성이 있어, 이에 대한 세심한 주의가 필요할 것임. 또한 다양한 실시 예를 통해 기능적으로 잘 서술되어 있어, 권리의 활용이 높을 것으로 판단됨

[표 3-15] 평가대상기술 제10-1336604호의 권리범위

구분	청구내용	구성요소
제1항	수소 생산 혐기성 미생물을 함유하는 배양액이 내측에 저장되는 배양기; 상기 배양기로부터 상기 배양액을 배출시켜서 상기 배양기에 다시 공급하도록 연결되고, 상기 배양액의 순환 공급을 위한 펌프가 설치되는 순환라인; 상기 순환라인을 따라 순환되는 상기 배양액에 일산화탄소를 공급하는 일산화탄소공급부;	배양기, 순환라인, 일산화탄소 공급부, 용해유도유닛 및 수소포집부를 포함하는 수소 생산 장치

	<p>상기 순환라인에 설치되고, 상기 배양액에 상기 일산화탄소가 용해되도록 시간을 지연시키기 위한 지연경로를 제공하는 튜브를 가지는 용해유도유닛; 및 상기 용해유도유닛의 통과를 마친 상기 배양액에서 분리되는 기체로부터 수소를 포집하는 수소포집부를 포함하는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치</p>	
제2항	<p>수소 생산 혐기성 미생물을 함유하는 배양액을 공급받아 펌프에 의해 상기 배양액이 순환 공급되는 경로를 제공하는 순환라인; 상기 순환라인을 따라 순환되는 상기 배양액에 일산화탄소를 공급하는 일산화탄소공급부; 상기 순환라인에 설치되고, 상기 배양액에 상기 일산화탄소가 용해되도록 시간을 지연시키기 위한 지연경로를 제공하는 튜브를 가지는 용해유도유닛; 및 상기 용해유도유닛의 통과를 마친 상기 배양액에서 분리되는 기체로부터 수소를 포집하는 수소포집부를 포함하는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치</p>	<p>순환라인, 일산화탄소공급부, 용해유도유닛 및 수소포집부를 포함하는 수소 생산 장치</p>
제3항	<p>수소 생산 혐기성 미생물을 함유하는 배양액을 펌프에 의해 공급하기 위한 경로를 제공하는 공급라인; 상기 공급라인을 따라 공급되는 상기 배양액에 일산화탄소를 공급하는 일산화탄소공급부; 상기 공급라인을 통해 공급되는 상기 배양액에 상기 일산화탄소가 용해되도록 시간을 지연시키기 위한 지연경로를 제공하는 튜브를 가지는 용해유도유닛; 상기 용해유도유닛을 통과하는 상기 배양액이 내측에 저장되는 배양기; 및 상기 용해유도유닛의 통과를 마친 상기 배양액에서 분리되는 기체로부터 수소를 포집하는 수소포집부를 포함하는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치</p>	<p>공급라인, 일산화탄소공급부, 용해유도유닛, 배양기 및 수소포집부를 포함하는 수소 생산 장치</p>
제4항	<p>제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 용해유도유닛은, 상기 튜브가 지그재그를 이루도록 형성되는 튜브체; 및 상기 튜브체가 설치되는 케이스를 포함하는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치</p>	<p>용해유도유닛, 튜브체, 케이스를 포함하는 수소 생산 장치</p>
제5항	<p>제4항에 있어서, 상기 용해유도유닛은, 상기 튜브체가 나란하도록 상기 케이스 내에 다수로 설치되어 서로 피팅부재로 연결되는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치</p>	<p>용해유도유닛</p>
제6항	<p>제5항에 있어서, 상기 튜브체는, 양단이 상측으로 향하도록 상기 케이스 내에 스페이서로 지지되고, 상기 피팅부재가 상기 케이스 내의 상부에 배열되도록 마련되는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산</p>	<p>튜브체</p>

	장치	
제7항	제4항에 있어서, 상기 용해유도유닛은, 상기 케이스 내에 채워지는 열매를 가열하기 위한 가열부; 상기 케이스 내에 채워진 열매의 온도를 측정하여 감지신호로서 출력하는 온도감지부; 및 상기 온도감지부의 감지신호를 수신받아 상기 열매의 온도가 정해진 온도 범위를 유지하도록 상기 가열부를 제어하는 제어부를 더 포함하는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치	가열부, 온도감지부, 제어부를 포함하는 용해유도유닛
제8항	제7항에 있어서, 상기 가열부는, 상기 케이스 내에 열매로서 채워지는 물을 펌프에 의해 순환 공급하기 위한 경로를 제공하는 물순환라인에 설치되는 보일러로 이루어지는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치	가열부
제9항	제1항에 있어서, 상기 수소포집부의 전단에 설치되고, 상기 수소포집부에 공급되기 위한 기체를 냉각시키는 냉각부를 더 포함하는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치	수소포집부
제10항	제1항에 있어서, 상기 수소 생산 혐기성 미생물은, 써모코커스속 균인 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치	써모코커스속 균인 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치
제11항	제10항에 있어서, 상기 써모코커스속 균은, 써모코커스 온누리누스(Thermococcus onnurineus)인 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 장치	써모코커스 온누리누스(Thermococcus onnurineus) 수소 생산 장치

3.1.2.16. 한국등록특허 제10-1336610호

평가대상기술인 한국등록특허 제10-1336610호(이하 ‘본 기술 16’이라 함)는 2012년 4월 12일에 출원하여 적법한 등록 심사과정을 거쳐 2013년 11월 28일에 등록판정을 받았으며, 본 기술 16는 청구항 5개 항 중 독립항 1개항, 종속항 4개항으로 구성되어 있음

본 기술 16의 청구항 제1항은 본체, 튜브카세트 및 피팅부재가 포함된 일산화탄소 용해 유도 장치에 대한 구성요소를 기재하고 있으며, 청구항 제2항에서 제5항은 청구항 제1항의 종속항으로 일산화탄소 용해 유도 장치의 본체, 튜브카세트 및 피팅부재의 각각의 구조 및 형태에 대하여 권리를 청구하고 있음

본 기술 16은 본체, 튜브카세트 및 피팅부재로 구성되어 수소 생산 혐기성 미생물의 배양액에 일산화탄소가 용해될 수 있는 시간을 충분히 갖도록 구성하여 수소 생산의 효율을 높일 수 있으며, 지연경로를 제공하는 튜브의 유지 및 보수가 용이하도록 구성하기 위한 본 특허에 부합되는 구성요소로 권리를 청구하고 있어, 권리범위는 적절히 구성된 것으로 평가됨. 다만, 본 기술과 관련된 특허기술의 기술적 핵심 요지에 대한 장기적인 연구와 실험, 테스트를 통하여 대규모의 플랜트에도 적용이 용이할 수 있도록 다양한 실시 예와 관련 IP 포트폴리오를 구축에 대한 노력이 필요할 것으로 사료됨

[표 3-16] 평가대상기술 제10-1336610호의 권리범위

구분	청구내용	구성요소
제1항	개구가 형성되는 본체; 상기 개구를 통해서 상기 본체 내에 착탈 가능하게 다수로 결합되고, 수소 생산 혐기성 미생물을 함유하는 배양액과 일산화탄소가 통과하기 위한 튜브가 내측에 각각 설치되되, 상기 튜브가 다른 튜브와의 연결을 위하여 양단이 외부로 노출되는 튜브카세트; 및 상기 튜브카세트간의 튜브를 서로 연결시킴으로써 상기 튜브들이 공급구와 배출구를 가짐과 아울러, 상기 배양액에 상기 일산화탄소가 용해되도록 시간을 지연시키기 위한 지연경로를 제공하도록 하는 피팅부재를 포함하는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산을 위한 일산화탄소 용해 유도 장치	본체, 튜브카세트, 피팅부재를 포함하는 수소 생산을 위한 일산화탄소 용해 유도 장치
제2항	제1항에 있어서, 상기 본체는, 상기 튜브카세트가 슬라이딩 결합되기 위한 슬릿이 나란하게 다수로 마련되는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산을 위한 일산화탄소 용해 유도 장치	본체
제3항	제2항에 있어서, 상기 튜브카세트는, 상기 튜브의 양단이 상기 슬릿의 입구측에 위치하도록 마련됨으로써 상기 피팅부재가 상기 본체의 개구측에 다수로 배열되도록 하는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산을 위한 일산화탄소 용해 유도 장치	튜브카세트
제4항	제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 튜브카세트는, 상기 튜브가 케이스의 내측에 지그재그를 이루도록 설치되는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산을 위한 일산화탄소 용해 유도 장치	튜브카세트
제5항	제1항에 있어서, 상기 피팅부재는, "ㄷ"의 형태를 가지는 중공관; 및 상기 중공관의 양단에 회전 가능하게 각각 설치되고, 상기 튜브의 일단이 각각 나사 결합됨으로써 상기 튜브의 일단을 상기 중공관에 분리 가능하게 연결시키는 너트부재를 포함하는 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산을 위한 일산화탄소 용해 유도 장치	피팅부재

3.2. 선행기술 조사

3.2.1. 조사개요 및 조건

한국등록특허 제10-0757280호(본 기술 1) 외 15건과 전체적 또는 부분적으로 관련도가 높은 유관특허를 찾기 위하여 특허검색 Database는 WINTELIPS 및 KIPRIS를 이용하였음. 선행기술조사 범위를 고회열성, 배양, 수소생산, 바이오 수소 등으로 한정하여 조사함

[표 3-17] 검색 DB 및 검색 조건

국가	검색대상	사용 DB	검색내용	검색기간
한국 (KR)	- 특허공개 - 특허등록	WINTELIPS KIPRIS	명칭+요약+청구범위	공개일 기준 ~2014.현재
미국 (US)	- 공개(Applications) - 등록(Granted)	WINTELIPS KIPRIS	명칭+요약+청구범위	공개일 기준 ~2014.현재
일본 (JP)	- PAJ, 특허공개 - 특허등록	WINTELIPS KIPRIS	명칭+요약+청구범위	공개일 기준 ~2014.현재
유럽 (EP)	- 공개(EP-A) - 등록(EP-B)	WINTELIPS KIPRIS	명칭+요약+청구범위	공개일 기준 ~2014.현재

선행기술조사에 있어서, 본 기술 1에서 본 기술 12는 Thermococcus sp. NA1 균주(KCTC 10859BP) 및 Thermococcus sp. NA1에서 유전자 클로닝, 재조합벡터 발현과 정제를 통한 다양한 신규 유전자 및 생산방법에 관한 것이고, 본 기술 13에서 본 기술 16은 혐기성 미생물을 이용한 수소 생산 방법 및 장치와 바이오 수소의 연속적인 배양 및 생산을 위한 장치 기술에 관한 것임. 한편, 본 기술은 Thermococcus sp. NA1에 대한 신규 균주와 더불어 바이오 수소를 생산하고, 이를 플랜트 규모로 연구함으로써 궁극적으로 신규 고세균을 활용한 친환경적이고 경제적인 바이오 수소 생산 기술을 산업적으로 활용하기 위함임. 이에 따라 선행기술조사는 본 기술 1에서 본 기술 16이 포함하고 있는 신규 균주와 수소 생산 방법 및 균주와 더불어 바이오 수소와 관련한 기술적 요소를 포함하고 있는 특허에 대하여 선별하여 검토하였음

이 외에 본 기술들의 특허 출원 및 등록과 관련하여 무효 가능성, 이용저촉 가능성 등에 영향을 미치는 정도를 유관선행특허의 선별기준으로 고려하여 조사하였으며, 유관선행특허 조사기간의 경우는 선 공개 특허뿐만 아니라 최근까지의 이후 자료도 조사함

3.2.2. 조사결과

관련문헌				
	문헌번호	출원인	명칭	관련도
주요자료	미국등록특허 5352608	The Board of Regents, The University of Texas	Bioreduction of metal oxides and oxyanions by photosynthetic bacteria	A
	미국등록특허 5804424	NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH (NIH), U.S. DEPT. OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (DHHS), U.S. GOVERNMENT	Process for the production of hydrogen using photosynthetic proteobacteria	A
	한국등록특허 0442741	한국에너지기술연구원	유기성 폐기물의 생물학적 반응에 의한 수소 생산방법	A
	한국등록특허 0467789	한국에너지기술연구원	유기화합물의 혐기발효에 의한 수소 생산방법	A
	한국등록특허 0622994	한국과학기술원	유기성 폐기물의 혐기소화를 이용한 수소 생산방법	A
	일본등록특허 4827763	RESEARCH INSTITUTE OF INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR THE EARTH/SHARP CORP	미생물을 이용한 수소 생산 방법	A
	일본공개특허 2007-075083	OKAYAMA PREFECTURE	수소 생산균을 이용하는 유기물 또는 유기성 폐기물로부터의 수소 생산 방법	A
관련도	정의			
X	하나의 문헌으로 신규성 또는 진보성이 부정되는 사유가 있는 문헌			
Y	2 이상의 문헌의 결합으로 진보성 부정 사유가 있는 문헌			
A	특허성 부정 사유가 없는 동일 기술 분야의 선행문헌			

검토의견

이상의 선행문헌의 기술내용을 검토해본 결과,

Thermococcus속에 속하는 고호열성 신균주로부터 분리한 신규한 수소화효소를 이용하여 수소를 생산하는 방법을 특징으로 하는 본 기술과 동일한 선행문헌은 검색되지 않아 본 기술의 기술적 특징은 종래 기술들에 비해 차별성이 있다고 판단됨

검색된 선행문헌들은 상이한 광합성 및 유기혐기성 미생물을 이용하거나, 유기물 혐기성의 반응 및 안정적 수소 생산을 위한 공정에 관한 것으로, 미생물을 이용하여 수소를 생산한다는 점에서 유사한, 고호열성 신규한 수소화효소를 이용한 고농도의 수소 생산기술은 물질 및 그 수소 생산 작용기전이 상이하여, 본 의뢰 발명가는 차이가 있음

3.2.3. 유사 특허 내용

선행문헌 조사결과

검색결과, 의뢰발명의 출원일 이전에 공개 또는 등록된 자료들 중 의뢰기술과 유사 및 관련성이 있는 선행문헌의 내용을 살펴보면 다음과 같음

주요기술 내용비교	<p>1) 미국등록특허 제5352608호는 광합성 세균을 이용한 수소발생 방법에 관한 것임</p> <p>본 발명과 대비하면, 선행문헌 1은 세균을 이용한 수소발생을 위한 방법 중, 산소함유의 음이온 발생을 부가하여 생산성을 높이는 수소생산 기술로, 본 발명의 해양 고세균(NA1)을 이용한 수소발생에 대한 물질 및 배양조건에 대한 구성과는 다소 상이하며, 선행문헌 1은 미생물을 이용한 수소 발생에 대한 일반적인 선행기술에 해당됨</p>
	<p>2) 미국등록특허 제5804424호는 수소발생의 광합성 세균(Proteobacterium)의 배양에 관한 것임</p> <p>본 발명과 대비하면, 선행문헌 2는 광합성 세균을 이용한 수소발생 세균(Proteobacterium)의 배양에 대한 기술로, 본 발명의 해양 고세균(NA1)을 이용한 수소발생에 대한 물질 및 배양조건에 대한 구성과는 다소 상이하며, 선행문헌 2는 미생물을 이용한 수소 발생에 대한 일반적인 선행기술에 해당됨</p>
	<p>3) 한국등록특허 제0442741호는 유기성 폐기물의 생물학적 반응을 이용한 수소 생산방법에 관한 것임</p> <p>본 발명과 대비하면, 선행문헌 3은 미생물을 이용하여 유기성 폐기물의 생물학적 반응에 의해 수소를 생산하는 방식에서 다소 유사하나, 본 발명은 해양 고세균(NA1)의 생물학적 반응에 대한 것으로 대상 미생물이 상이하며, 그에 대한 생물학적 반응 역시 상이함.</p>
	<p>4) 한국등록특허 제0467789호는 유기화합물의 혐기발효에 의한 수소 생산방법에 관한</p>

	<p>것임</p> <p>본 발명과 대비하면, 선행문헌 4는 클로스트리듐 뷰티리컴(<i>Clostridium butyricum</i>) 균체를 이용하여, 유기화합물의 혐기발효를 통한 수소를 생산하는 기술에 대한 것으로 미생물을 이용한 수소생산에 대한 부분은 다소 유사할 수 있으나, 그 대상 물질 및 수소 생산을 위한 방법이 다소 상이함</p>
	<p>5) 한국등록특허 제0622994호는 유기성 폐기물의 혐기소화를 이용한 수소 생산방법에 관한 것임</p> <p>선행문헌 5는 음식물쓰레기와 하수슬러지의 혼합물인 유기성 폐기물을 주입, 반응, 침전 및 상등수 유출의 연속적 공정을 통하여 수소를 생산하는 방법에 대한 것으로, 수소 생산에 대한 일반적인 선행문헌으로 본 발명과는 다소 상이함</p>
	<p>6) 일본등록특허 제4827763호는 미생물을 이용한 연속 수소 생산의 안정적인 수소 생산 방법에 관한 것임</p> <p>선행문헌 6은 포름산 탈수소산소 유전자 및 하이드로게나제 유전자를 갖는 미생물에 혐기적 조건하에서 유기성 기질을 공급해 연속적인 수소 생성 반응을 가질 수 있는 것을 특징으로 하며, 본 기술과는 미생물을 이용하는 수소 생산이라는 구성에서 다소 유사하나, 대상 미생물 및 반응 조건이 다소 상이함</p>
	<p>7) 일본공개특허 제2007-075083호는 특허 미생물 수탁 번호 NITE P-101의 수소 생산 균 YSS6균주를 이용하여 유기성 폐기물로부터 수소를 생산하는 방법에 관한 것임</p> <p>본 발명과 대비하면, 선행문헌 7은 수소 생산균을 이용한 직접적인 수소 생산 방법과 관련이 있으나, 선행문헌 7은 특허 미생물 수탁 번호 NITE P-101의 수소 생산균 YSS6균주를 이용하여 유기성 폐기물로부터 직접 수소를 생산하는 방법으로, 대상 수소 생산균이 상이하며, 수소 생산에 있어, 처리공정도 상이함. 이에 따라 선행문헌 7은 본 발명의 미생물을 이용한 수소 생산의 일반적 선행기술로 판단됨</p>

검토의견

이상의 선행문헌의 기술내용을 검토해본 결과,

Thermococcus속에 속하는 고호열성 신균주로부터 분리한 신규한 수소화효소를 이용하여 수소를 생산하는 방법을 특징으로 하는 본 기술과 동일한 선행문헌은 검색되지 않아 본 기술의 기술적 특징은 종래 기술들에 비해 차별성이 있다고 판단됨

검색된 선행문헌들은 상이한 광합성 및 유기혐기성 미생물을 이용하거나, 유기물 혐기성의 반응 및 안정적 수소 생산을 위한 공정에 관한 것으로, 미생물을 이용하여 수소를 생산한다는 점에서 유사한, 고호열성 신규한 수소화효소를 이용한 고농도의 수소 생산기술은 물질 및 그 수소 생산 작용기작이 상이하며, 본 의뢰 발명가는 차이가 있음

3.3. 선행문헌 요약

선행문헌 요약정보					
연번	국가	문헌종류	출원일자	출원번호	문헌번호
1	US	등록특허	1992.01.13	1992-820116	5352608
출원인		The Board of Regents, The University of Texas			
명칭		Bioreduction of metal oxides and oxyanions by photosynthetic bacteria			
Family 특허		CA 2127976, AU 3470793, US 5804424, WO1993-013883			
<p>[청구항 1항]</p> <p>A method for the reduction of a metal oxide or oxyanion, comprising contacting the metal oxide or oxyanion with a culture of photosynthetic Proteobacterium selected from a group consisting of Rhodobacter and Rhodopseudomonas in an aqueous medium under conditions facilitating reduction of the metal oxide or oxyanion by said Proteobacterium.</p>					
<p>Controlling Selenium in Groundwater After Mining, 26 Claims, 2 Drawing Sheets</p>					

선행문헌 요약정보

연번	국가	문헌종류	출원일자	출원번호	문헌번호
2	US	등록특허	1994.07.13	1994-256748	5804424
출원인		NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH (NIH), U.S. DEPT. OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (DHHS), U.S. GOVERNMENT			
명칭		Process for the production of hydrogen using photosynthetic proteobacteria			
Family 특허		CA 2127976, AU 3470793, US 5352608, WO 1993-013883			
<p>[요약]</p> <p>The invention relates to Proteobacteria that show unusually high level resistance to a wide range of metal oxides and oxyanions and to methods using selected Proteobacteria subgroups for efficient reduction of certain metal oxides and oxyanions to the free metal. High level resistance was shown to be affected by growth conditions, and was observed in facultative photoheterotrophs such as Rhodobacter sphaeroides grown either chemoheterotrophically or photoheterotrophically. The disclosed methods are adaptable to the production of hydrogen from cultures of Peoteobacteria grown in the presence of tellurite class oxyanions with carbon dioxide and nitrogen as carbon and nitrogen sources. The methods have commercial application for efficient bioremediation of carbon dioxide and nitrogen</p> <p>[청구항 1항]</p> <p>A method for producing hydrogen, comprising culturing a photosynthetic Proteobacterium in the presence of an oxide or oxyanion under conditions facilitating the reduction of said oxide or oxyanion and the production of said hydrogen by said photosynthetic Proteobacterium.</p> <p style="text-align: center;">[대표도면 없음]</p>					

선행문헌 요약정보

연번	국가	문헌종류	출원일자	출원번호	문헌번호
3	KR	등록특허	2002.04.30	2002-0023843	0442741
출원인		한국에너지기술연구원			
명칭		유기성 폐기물의 생물학적 반응에 의한 수소 생산방법			
Family 특허		없음			

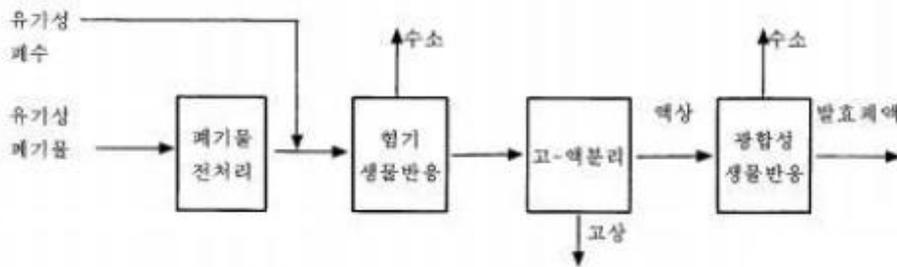
[청구항 1항]

유기성 폐기물을 분쇄 및 파쇄하여 고-액 분리시키고 액상만을 혐기성 생물반응기로 보내는 전처리 과정과,

상기 전처리된 액상 폐기물을 변형 PYG 합성배지에 클로스트리움 부티리쿰(Clostridium butyricum) 종균으로 투여하여 종배양시킨 균주가 장착된 혐기성 생물반응기에 보내고, 반응기내 온도를 35 ~ 37℃, PH를 6 ~ 7로 유지한 상태에서 혐기발효시켜 수소를 포함하는 가스와 혐기발효폐수를 생산하는 혐기생물반응과,

상기 혐기생물반응 후 생성된 혐기발효폐수를 고-액분리시켜 유기산이 함유된 액상만을 취하여 광합성 생물반응기로 보내는 분리과정과,

상기 액상 생성물에 함유된 유기산을 혐기 광합성 수소생산 세균을 광합성 생물 반응기에 장착하여 연속적으로 광발효시켜 유기산으로 부터 다시 수소를 생산하는 광합성 생물반응으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기성 폐기물의 생물학적 반응에 의한 수소 생산방법.



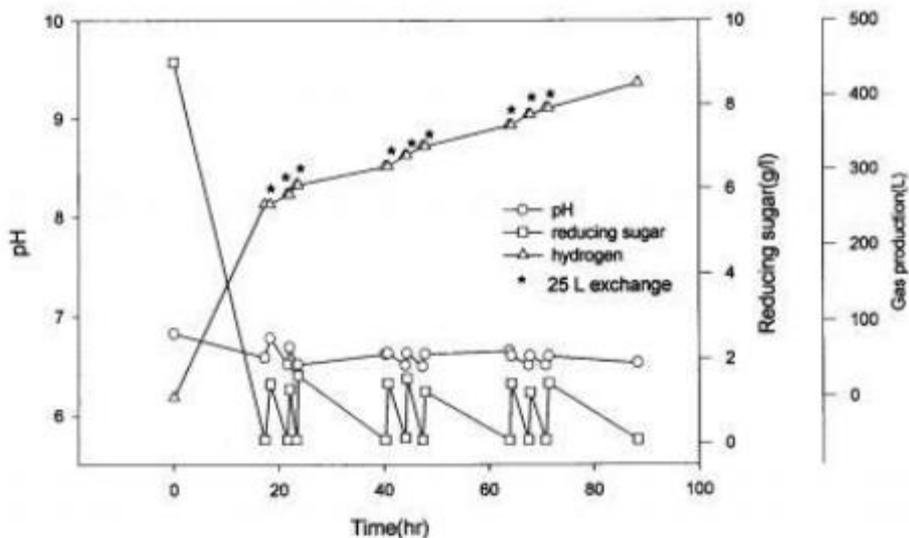
선행문헌 요약정보

연번	국가	문헌종류	출원일자	출원번호	문헌번호
4	KR	등록특허	2002.04.30	2002-0023842	0467789
출원인	한국에너지기술연구원				
명칭	유기화합물의 혐기발효에 의한 수소 생산방법				
Family 특허	없음				

[청구항 1항]

전처리로 분쇄 및 파쇄하고 고-액 분리한 액상의 유기성 폐기물을 변형 PYG 합성배지에서 종배양시킨 클로스트리움 부티리쿰(*Clostridium butyricum*) 균체가 장착된 혐기성 생물반응기에서 반응기내 온도를 35 ~ 37℃, PH를 6 ~ 7로 유지하면서 혐기발효하여 수소를 생산하는 방법에 있어서,

상기 클로스트리움 부티리쿰의 종배양이 50ml의 시럼병에 변형 PYG 배지를 40ml까지 넣고, 클로스트리움 부티리쿰을 660nm 파장에서 흡광도가 0.10이 되도록 접종한 후, 시럼병을 완전 밀폐하고 아르곤으로 혐기치환한 상태에서 35 ~ 37℃에서 혐기배양하는 과정을 2 ~ 3회 반복함으로써 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기화합물의 혐기발효에 의한 수소 생산방법.



선행문헌 요약정보

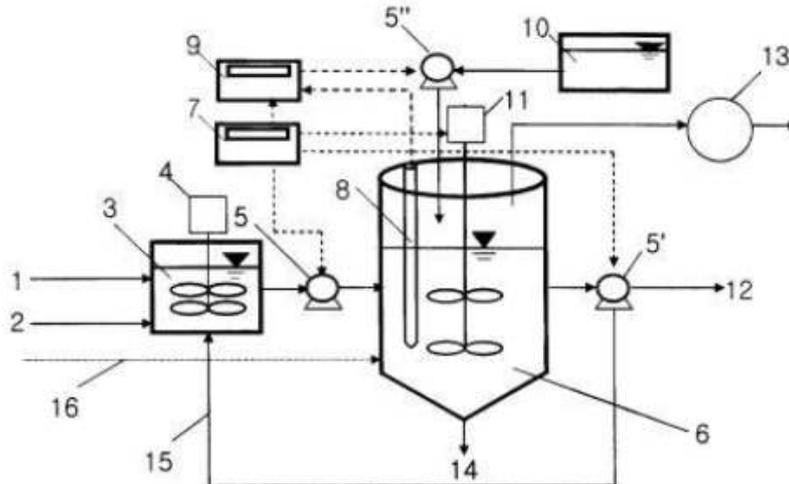
연번	국가	문헌종류	출원일자	출원번호	문헌번호
5	KR	등록특허	2004.04.12	2004-0025061	0622994
출원인		한국과학기술원			
명칭		유기성 폐기물의 혐기소화를 이용한 수소 생산방법			
Family 특허		없음			

[청구항 1항]

유기성 폐기물 혼합물의 혐기소화를 이용한 수소 생산방법에 있어서,

최초 공정시 수소 생성균이 함유된 하수슬러지를 열처리하여 pH 5.3~5.5, 온도 30~40℃로 유지되는 반응기에 공급하는 단계와,

유기성 폐기물을 혼합한 후 상기의 하수슬러지가 함유된 반응기에 공급하고 반응시켜 수소를 생성하고, 반응기 외부로 유출되는 유출수의 일부를 유기성 폐기물의 혼합공정에 반송시키는 단계를 포함함을 특징으로 하는 유기성 폐기물을 이용한 수소의 생산방법.



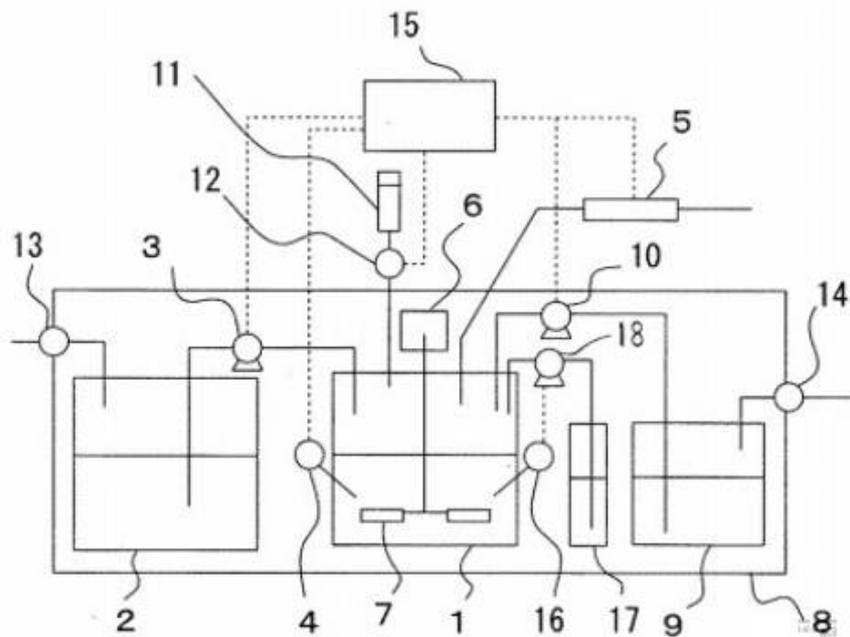
선행문헌 요약정보

연번	국가	문헌종류	출원일자	출원번호	문헌번호
6	JP	등록특허	2007.02.16	2007-036989	4827763
출원인		RESEARCH INSTITUTE OF INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR THE EARTH, SHARP CORP			
명칭		미생물을 이용한 수소 생산 방법			
Family 특허		없음			

[요약(국문번역)]

미생물을 이용하여 연속 수소 생산을 실시하는 경우에 있어서의 수소 생산량의 급격한 저하를 막아, 안정적으로 수소를 공급할 수 있는 수소 생산 방법을 제공한다.

포름산 탈수소산소 유전자 및 하이드로게나제 유전자를 갖는 미생물에 혐기적 조건하에서 유기성 기질을 공급해 연속적으로 수소 생성 반응을 실시하는 수소 생산 방법에 있어서, 수소 생성 반응시에 있어서의 산화환원전위의 변화율을 100 mV/min 이하가 되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 수소 생산 방법.



선행문헌 요약정보

연번	국가	문헌종류	출원일자	출원번호	문헌번호
7	JP	공개특허	2005.09.13	2005-299375	2007-075083
출원인		OKAYAMA PREFECTURE			
명칭		수소 생산균을 이용하는 유기물 또는 유기성 폐기물로부터의 수소 생산 방법			
Family 특허		없음			

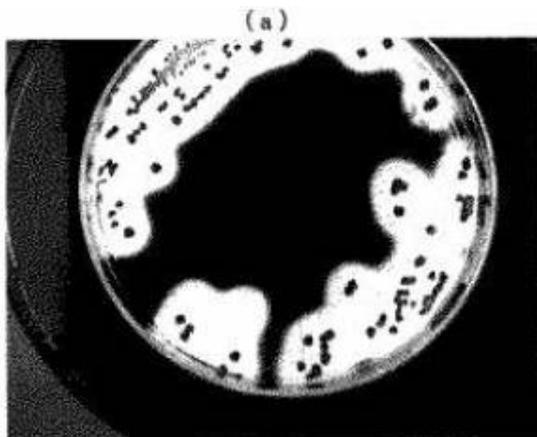
[요약(국문번역)]

유기성 폐기물로부터, 연속적으로 안정되어 고농도에 수소 생산을 실시해, 유용 자원으로써 활용하는 동시에, 폐기물의 용적 축소화를 도모한다.

수소 생산 반응을 단독의 내열성 아포를 갖는 수소 생산 분리 균주인 YSS6 균주를 이용하는 것으로 단순화하고, 발생 가스를 수소 gas와 이산화탄소로 한정하며, 반응액을 가열 처리함으로써 내열성의 YSS6 균주 이외의 환경 안에 존재하는 수소비 생산균에 의한 오염을 방지해, 안정된 장기 운전을 가능하게 하는 것을 특징으로 한다.

[청구항 1항(국문번역)]

특허 미생물 수탁 번호 NITE P-101의 수소 생산균 YSS6 균주를 이용했지가 감자, 옥수수, 다이즈, 오무기, 맥주 보리, 밀, 미 및 그 가공이나 소비에 의한 유기성 폐기물로부터의 직접 수소 생산 방법.



3.4. 특허동향 조사

3.4.1. 국가별/연도별 동향

전체적으로 해당 특허는 '96년 이후부터 출원되기 시작하여 '00년대 후반부터 급격히 증가하고 있음. CO의 생물학적 전환 관련 특허는 미국특허가 46건으로 전체의 47%를 차지하고 있으며 한국특허 28%(27건), 일본특허 20%(20건)를 점유하고 있음

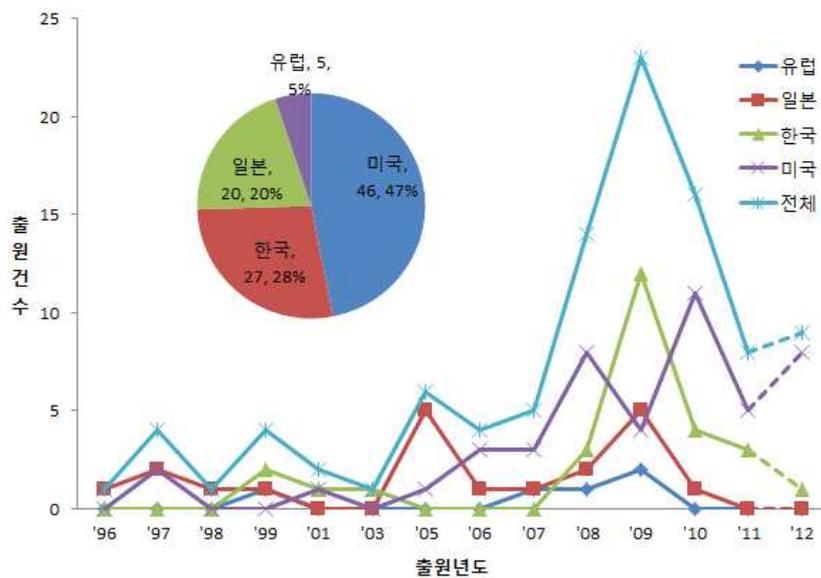
가장 많은 특허건수를 나타낸 미국특허의 경우 '97년부터 '10년까지 꾸준한 증가추세를 보이다가 이후 급격히 감소하는 양상을 보임

한국특허의 경우, 미국과 마찬가지로 '00년대 후반까지 증가세를 보이다가 최근에 점차 감소하는 추이를 나타냄

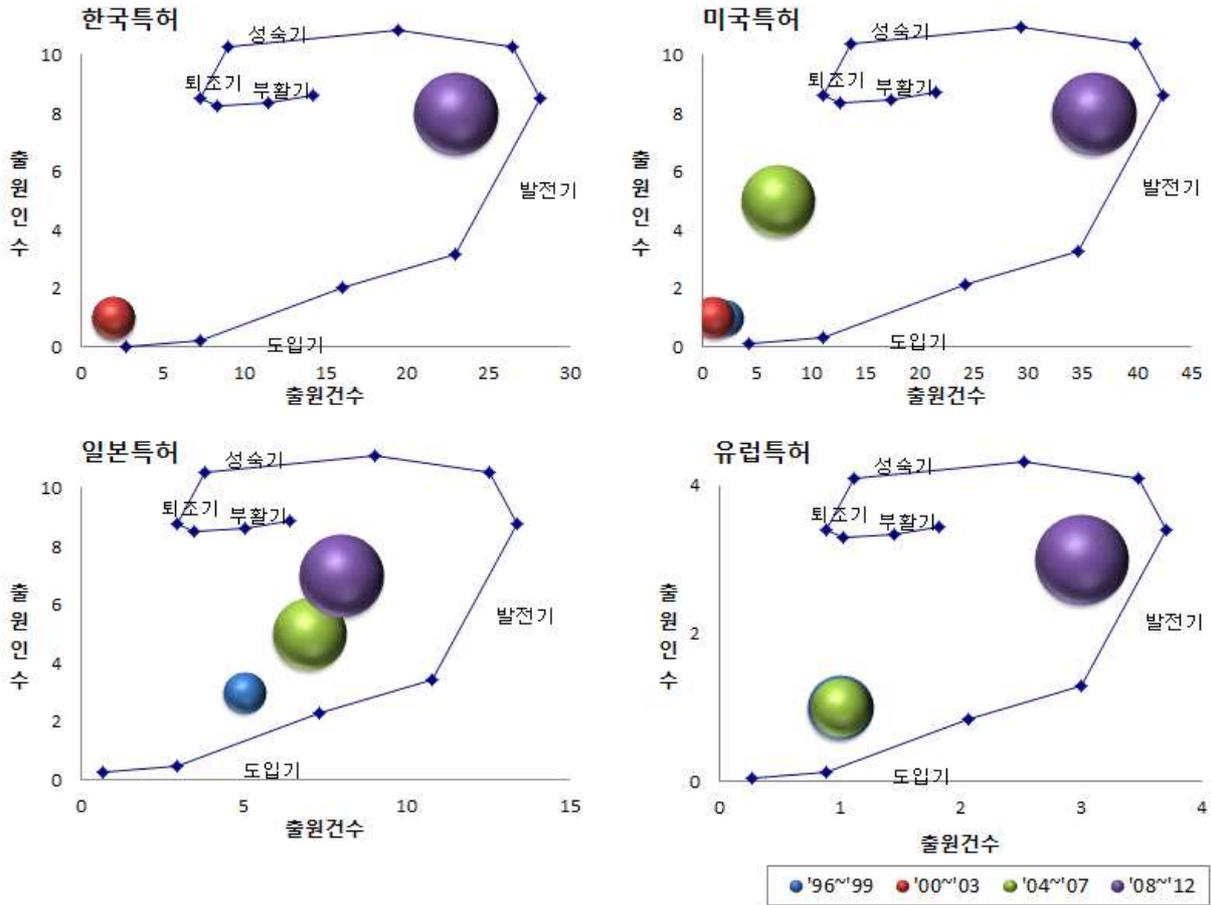
한국특허 27건 중 외국기업들의 국내출원 건수가 16건으로 전체 59%를 차지하고 있어, 국내의 기술개발 및 실시의 장벽이 높아졌으며, 분쟁이 발생할 우려가 높아 각별한 주의가 요망될 것으로 사료됨

'96년부터 본격적인 특허출원이 시작된 일본특허는 큰 폭의 격차 없이 증가, 감소를 반복하다가 최근 '11~'12년에는 관련 기술 특허에 대한 연구 활동을 나타내지 않음. 유럽특허의 경우, 다른 국가들에 비해 상대적으로 미미한 특허 건수를 보이고 있음

일반적으로 특허출원 후 18개월이 경과된 후에 출원 관련정보가 공개됨으로, 아직 미공개 상태의 데이터가 존재하는 2011 ~ 2012년 자료는 유효하지 않을 수 있음



[그림 3-17] 연도별/국가별 특허출원동향



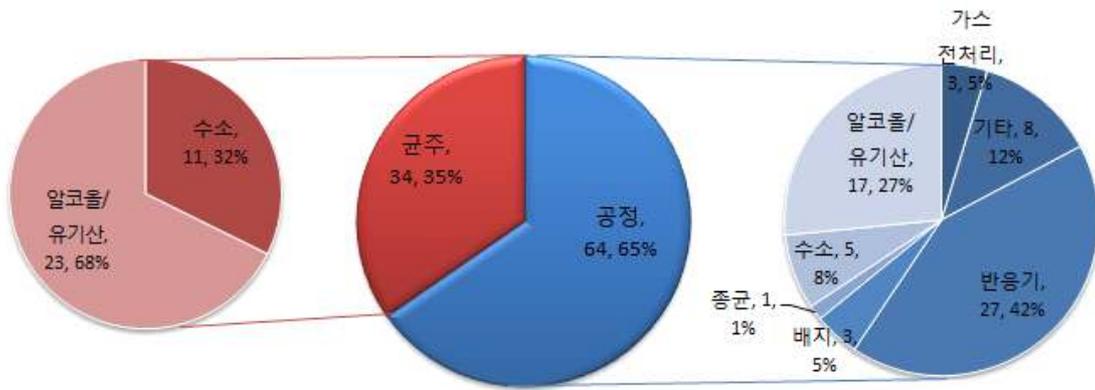
[그림 3-18] 국가별 특허의 출원인수/출원건수에 따른 기술발전위치

3.4.2. 일산화탄소 이용 기술별 점유율 현황

CO의 생물학적 전환 특허를 공정분류에 따라 살펴보면, 반응기 42%, 알코올/유기산 27%, 기타(배기가스 처리, 활성유지 등) 12%, 수소 8%, 가스전처리 및 배지 5%, 평균 1% 점유율 순으로 나타냄

알코올/유기산 세부기술은 청구항에 택일적으로 기재하는 경향이 있기 때문에 둘 중 한가지만 포함되어도 관련 기술분류로 작업함

균주분류를 살펴보면, 알코올/유기산이 23건으로 전체 68%의 높은 점유율 나타내고 있으며, 수소는 11건의 32% 비율을 보임



[그림 3-19] 생물학적 CO 전환 기술의 분류별 점유율

3.4.3. 특허동향조사 결론

수소는 기후변화, 에너지 위기를 극복할 대체에너지로 주목을 받고 있으며, 세계적으로 5000만톤이 생산, 소비되고 있으며 전체 에너지 소비의 1%에 해당. 국내에서도 96만톤 생산 및 소비되고 있음. 향후 3%이상의 성장세를 보일 것으로 예측되며, 수소에너지사용이 본격화할 경우 수소수요 증가가 예측됨

바이오수소는 80년대부터 많은 기초, 응용분야 연구투자가 이루어짐. 하지만 낮은 생산성, 생산효율은 산업화 걸림돌로서 이를 극복하기 위한 연구가 미국, 일본, EU등에서 진행 중임

해양 고세균은 광합성 미생물, 통성 또는 절대혐기성 균주에 비해 수소생산 수율이 높은 것으로 보고되어 2000년대 초기부터 다양한 고세균을 활용한 바이오수소 연구가 진행 중임. 해양 고세균을 이용한 수소생산 연구는 전 세계적으로 연구초기 단계로서 바이오 수소에너지 생산 관련분야에서 선진기술/지식확보 및 원천기술을 확보하고, 경쟁력 확보에 있어서 본 연구의 중요성 및 필요성은 매우 높다고 판단됨

해양 고세균을 이용한 바이오수소 에너지 생산기술 연구는 국제적으로도 초기단계이므로 본 연구진에서 분리, 동정한 고효율 수소생산 고세균을 이용한 바이오수소 에너지 생산기술 연구에 적극적 투자가 이루어진다면 국제적 경쟁력 확보를 통한 신산업 창출 가능할 것으로 사료됨

특히 최근에는 CO를 포함한 합성가스를 미생물 촉매로 전환하여 수소나 다양한 화학원료를 생산하는 연구가 전 세계적으로 활발히 진행 중임. 제철소, 폐기물 소각로 등에서 다량으로 발생하는 부생가스나 탄화수소 연료의 가스화로부터 생성된 합성가스는 고농도의 CO를 포함하며, 활용도가 떨어지는 부생가스 재활용을 통한 바이오수소 생산은 경제성이 있는 것으로

예측됨

오믹스 기술을 적용한 우수균주개발을 통한 생산성 증가와 고농도배양, 일산화탄소 용해도 증가를 통한 생산성 증가는 경제성을 확보하기 위해 필요한 필수적인 기술요소로 사료 사료됨

3.4. 권리분석 및 평가의견

3.4.1. 권리범위 및 권리의 광협

본 기술 1에서 16의 특허기술 분야는 크게 *Thermococcus* sp. NA1(KCTC 10589BP)의 신규 고세균 및 *Thermococcus* 속 유래의 돌연변이 균주, 효소 등의 유전자 정보 기술과 신규 균주를 배양하여 바이오 수소를 생산하는 방법 및 장치에 대한 기술로 살펴볼 수 있음. 그 외 본 평가대상 기술과 관련한 출원 및 공개 특허가 바이오 수소를 생산하기 위한 돌연변이 우수 균주 등에 대하여 11건이 있음. 본 기술 1에서 12가 청구하고 있는 *Thermococcus* sp. 돌연변이 균주 및 효소는 그 대상 효소 및 유전자 정보 등을 권리로 확보하고 있으며, 각각의 효소와 유전자에 따라 유전자 서열정보, 선별, 증폭 및 PCR 방법에 대한 적절한 권리 범위를 청구하고 있음. 본 기술 1에서 12는 *Thermococcus* sp. 돌연변이라는 균주 및 효소의 특성상, 제3자가 모방하거나 회피설계를 하기에는 비교적 어려운 수준으로 판단됨. 다만, 각각의 권리 범위는 해당 균주 및 효소를 보호하고 있으므로, 본 기술을 활용하여 산업적으로 권리를 행사하기 보다는 개발된 기술의 보호를 할 수 있는 수준에서의 권리 범위로 평가할 수 있음

한편, 본 기술 13에서 16은 혐기성 수소 생산을 위한 연속 배양 방법 및 장치 기술로, 종래에 바이오 수소의 생산을 위한 연속 배양 장치와 비교하여 마이크로 버블러 및 일산화탄소 용해 유도 장치, 가열부 등을 권리로 청구하고 있어, 수소 생산의 효율을 높이고, 유지 및 보수가 용이하도록 구성하여 본 평가대상 기술에 부합되는 구성요소로 적절히 구성한 것으로 평가됨. 다만, 장치 구성에서 배양액 유입부, 수소 포집기 등의 공지화된 기술이 포함되어 있어 문헌적으로만 권리를 살펴볼 경우, 권리범위가 다소 한정적으로 해석될 가능성이 있어, 이에 대한 주의가 필요함

또, 바이오 수소 생산 방법에 대한 프로세스를 권리로 청구하고 있는 본 기술 13의 경우, 통상의 기술자를 포함하는 제3자가 모방하거나 회피설계하기에 비교적 용이한 수준인 것으로 평가되며, 모방 여부의 확인에 어려움이 존재함. 이에 따라, 본 기술에 대한 대량의 수소 생산을 위한 플랜트 구축 등의 연속 배양 방법 및 장치의 개발 시에는 보다 다양한 실시 예를 통하여 기능적으로 구체적인 서술을 통하여, 권리의 활용성을 높일 수 있는 노력이 필요함

본 특허기술은 신규의 *Thermococcus* sp. NA1 및 유전자 정보에 대한 기술로 제3자에 의

한 모방연구 및 회피설계가 불가하며, 대상 신규 균주에 대한 다년간의 연구와 실험, 테스트가 이루어져야 하므로 동등한 수준의 성능 및 신뢰성을 확보하기 위해서는 다년간의 연구개발이 선행되어야하므로 기술의 우위성 확보가 가능할 것으로 판단됨

3.4.2. 권리의 안정성

본 평가대상기술 한국등록특허 제10-0757280호 외 15건의 특허기술은 최초 출원 시 권리 범위부터 심사 단계에서 의견 제출통지서를 받았지만, 보정을 거쳐 등록 요건을 충족하여 등록되었기 때문에 특별한 사유가 없는 한 권리의 안정성은 확보된 상태임

그러나 본 기술이 속한 바이오 수소 생산, 제철소의 부생가스 활용 및 수소연료전지 분야는 점차 신재생에너지에 대한 기대 시장성이 높아지고 있어, 본 기술에 의한 시장 진입 시, 경쟁 상황에 직면하게 되어 권리들 간의 침해 주장으로 인한 분쟁이 발생할 수 있는 여지도 고려할 필요가 있음

선행특허기술 조사 결과, 본 특허와 관련된 유관 특허를 보유하고 있는 업체 및 연구소는 없는 것으로 조사되었으며, 동일한 기술은 찾아보기 어려워 신규성은 인정되며, 대부분의 선행 기술들과 구성은 일부 유사하나 대상 균주가 서로 상이하어 그로 인한 효과 또한 선행기술들이 쉽게 도출할 수 없는 것이기 때문에 선행기술들에 의한 무효화 및 침해 가능성은 적다고 판단됨

따라서 권리로 인한 충돌 등 권리적 경쟁 상황이 발생할 가능성은 상대적으로 크지 않아 보이지만, 향후 사업이 본격화 될 경우에는 본 특허기술이 가진 대상 시장의 특성상 등록 기술들 간의 분쟁이 발생할 가능성도 배제할 수 없으며, 이를 해결하기 위하여 본 기술과 관련된 주변 기술들과 플랜트 구축 등에 대한 사업화를 위한 추가 기술을 보완 및 개발하여 권리를 확보하여야 할 것으로 평가됨

3.4.3. 권리성 평가 종합의견

본 평가대상 기술은 Thermococcus sp. NA1의 신규 균주 및 유전자 정보, 연속배양을 통한 수소 생산 방법 및 장치 기술에 대하여 현재 등록이 완료되어, 안정적으로 권리를 확보하고 있는 것으로 판단되며, 추가적인 돌연변이 균주 연구 및 신규 균주의 Version 2 계놈 연구, 대상 기술의 사업화를 위한 플랜트 구축 시 추가적으로 요구되는 시스템 및 장치에 대한 특허 권리의 확보가 후행되어야 함

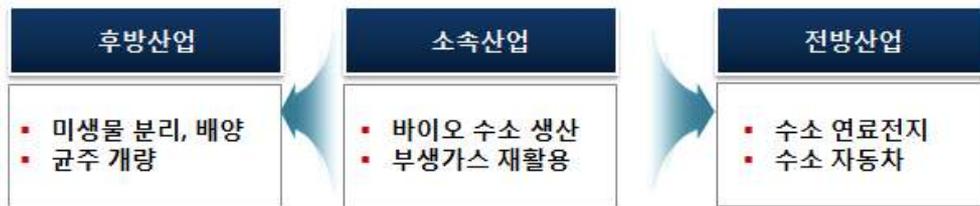
평가일 현재까지 출원 및 등록된 기술 27건을 포함하여 신규 출원을 준비하고 있는 기술은 다수의 특허로 *Thermococcus* sp. NA1을 활용한 사업화 기술의 포트폴리오를 구축하고 있는 것으로 확인하였으며, 국내외로 신규 균주, 계놈 연구, 돌연변이 균주, 바이오수소 생산 시스템의 다(多)분야에서 다수의 특허가 존재하므로 국가별 심사기간 및 대상 기술시장(바이오 수소 및 수소 연료전지 시장)의 개황현황 등을 고려한 출원 전략이 필수적일 것으로 사료됨

본 평가 기술의 대상 시장인 바이오 수소 및 수소 연료전지 시장은 현재까지 경쟁상황의 구조는 아니나, 전 세계적으로 신재생에너지 연구를 지원하는 국가 정책이 증가하고 있고, 관련 시장의 성장이 점차 가시화되고 있으므로, 본 기술을 사업화할 수 있는 바이오수소 생산을 위한 시스템 기술의 특허 확보에 대한 검토가 적극적으로 이루어져야 하며, 시장 개황시기에 맞춘 기술의 활용을 위하여 핵심 기술에 대한 노하우 확보와 발명일지의 관리가 중요할 것으로 판단됨

4 산업 및 시장평가

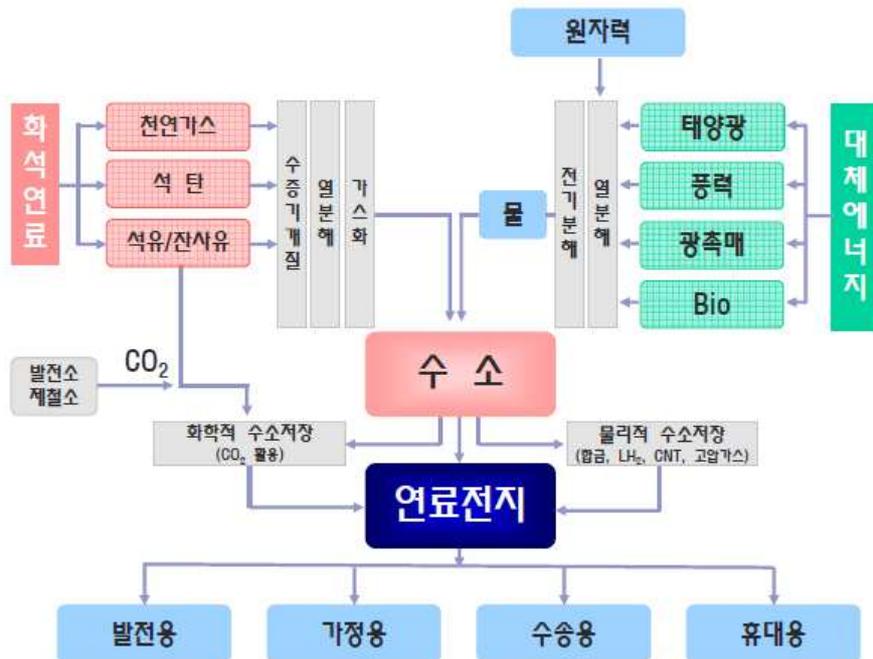
4.1. 목표시장 분석

동 기술의 사업화를 통해 양산될 수소생산 시스템의 주요 시장은 수소 연료전지 및 제철소의 부생가스 재활용 시장임



[그림 4-1] 전후방 산업 구조

동 기술의 최종제품에 대한 수요산업인 수소 연료전지 및 부생가스의 재활용 산업은 새로운 대체 에너지의 보급, 그린 에너지 개발의 시장 니즈에 따라 전 세계적인 관심이 주목되고 있는 실정이며, 특히 본 기술을 이용하여 수소생산의 수율 및 원가절감을 해소할 수 있어, 목표 시장으로의 진출이 용이할 것으로 사료됨



[그림 4-2] 수소경제와 연료전지

연료전지는 연료의 화학적 에너지를 전기에너지로 변환하는 발전장치로, 태양광, 태양열, 풍력 및 동 기술의 수소에너지를 화석연료의 이용 없이 에너지를 반복적으로 만들어내는 분야로, 1990년 대 후반 이후, 전자기기, 자동차용으로 개발을 시도했으나, 현재는 관련 시장이 부진한 편임. 그러나 동 기술과 같이 고농도 수소제조 기술의 발달로, 수소를 이용한 연료전지의 개발에도 부흥이 가능할 수 있을 것으로 예상되며, 이 외에 안정성, 사업 및 경제적 분석을 통한 타깃 어플리케이션의 선정을 통하여 향후 수소이용 시스템의 개발에 집중할 수 있을 것으로 분석됨

4.2. 시장규모와 성장성

수소는 공기 중의 산소와 단순한 전기화학 반응으로 열과 전기를 생산할 수 있으며, 부산물도 물(H₂O) 밖에 없어 환경오염물질을 거의 배출하지 않는 청정 대체에너지원으로 각광 받고 있고, 또한 단위 중량당 높은 발열량을 가지고 있으며, 산업용 기초소재부터 일반연료, 자동차, 비행기, 연료전지 등 현재의 에너지시스템에서 사용되는 거의 모든 분야에서 이용이 가능함

하지만 현재는 수소의 대부분이 천연가스나 나프타 등 수입에 의존하는 화석연료에서 생산되고 있고, 최근 원유가 상승 및 수소 수요증가로 원료가격이 급등하는 추세에 있어 신재생자원을 활용한 수소 생산기술 개발이 요구되고 있는 상황임. 특히, 반도체 제조 공정 등에서 사용되는 고순도 수소 가격의 경우 1kg당 10,000원 정도로 최근 증가추세에 있음

현재 우리나라 수소의 전체 생산량은 한해 약 250만 톤(2008년 기준, 3 ~ 4조원 가치) 정도로 추정되며, 이 중 95% 이상이 자체 소비되고, 5%이내 만이 시장에서 거래되고 있는 것으로 파악되고 있어, 순수 판매용수소생산량은 약 12만 톤(시장규모 1,800억 원) 가량으로 추산됨

이에 따라 동 기술을 사업화하여 순수 국내기술만으로 수소를 생산한다면, 향후 수소 연료전지 및 수소 자동차 등 수소 에너지 시스템을 이용할 수 있으며, 폭 넓은 응용분야 및 시장에 따라 그 성장성은 매우 클 것으로 예상됨

동 기술의 1차적 사업화 대상으로 제철소의 부생가스 재활용 분야가 있으며, 동 기술을 이용하여 사업화를 추진할 시, 약 1천억 원 규모의 시장을 전망할 수 있음

제철소의 전로가스(LDG 가스)는 60% 정도의 일산화탄소를 함유하고 있는데, 지금까지는 대부분 제철소 자체 발전을 위한 열원으로 사용되거나 대기 중으로 방출되고 있었음. 이 중 한해 200만 톤 이상은 활용이 가능한 것으로 파악되고 있으며, 이를 이용하여 바이오수소를 생산할

경우 환경오염 물질의 저감과 신재생에너지 생산이라는 두 가지 기대효과를 모두 충족할 수 있을 것으로 예상함

2018년까지 동 기술의 대량생산기술의 개발을 완료할 경우, 일산화탄소를 활용한 바이오수소 생산이 가능해져 국내 수소 수요의 약 5%(연간 1만 톤 생산, 고순도 수소의 경우 1천억 원 규모) 정도를 대체할 수 있을 것으로 보임

[수소 1만 톤의 산업화 사용 능력]

- ① 연료전지 활용 전기 생산 시 4만가구의 1년 전력소비량
 - *가구당 1달 평균 전력소비량 300kWh 기준시
- ② 수소자동차 5만대 1년 운행 가능량
 - * 자동차 1대당 1년 평균 2만Km 주행 및 수소 1Kg당 100km 주행 기준

동 기술은 현재 2015년까지 2단계 수소생산성 향상에 대한 연구를 진행 중에 있으며, 현재 kg 당 7~20 달러의 생산 원가에서 약 2 ~ 3 달러의 생산원가로 낮출 것으로 예측되어 경제성을 확보할 것으로 예상하고 있어, 향후 2년 이내에 수소 연료전지 및 수소 자동차 개발 등의 시장 진입이 가능할 것으로 기대함

4.3. 수소에너지기술 사업화 현황

4.3.1. 사업화 현황 개요

세계적인 미래학자 Thomas L. Friedaman은 21세기가 안고 있는 5대 문제로 천연자원 고갈과 에너지 수급, 석유독재, 기후변화, 에너지 빈곤, 생물 다양성의 감소를 꼽고 있음

실생활에 큰 영향을 미치는 유가와 원자재가격이 등락을 거듭하면서 생산비용의 불확실성이 증폭되고 있어 대내외적으로 경제성장의 중장기적 전망을 흐리게 함

천연자원 중 에너지원으로 큰 비중을 차지하고 있는 석유는 40년, 천연가스는 58년 후 고갈될 것으로 예측(World Resource Institute)되고 있으며, 세계 경제의 한 축으로 급부상한 중국의 석유 소비량이 '97년 ~ '98년 사이 두 배 이상 급증하여 에너지 수급에 위기감이 고조되고 있음

산업혁명 이후 화석연료 사용증가와 온실가스 배출 증가로 인하여 1906 ~ 2005년 간 세계적으로 평균기온은 0.74℃ 상승하였고, 한국의 경우 1912 ~ 2008년 간 1.7℃ 상승하였음. Stern Report(2006)²⁾에 따르면 지구의 온도상승으로 인한 경제적 손실은 GDP의 5 ~ 20%에 이를 것으로 경고하고 있음

이러한 어려움에 직면하여 각 국가들은 대체에너지를 모색하고 있으며, 태양, 풍력, 조력 및

2) Nicholas Stern, "Stern Review on the Economics of Climate Change", 2006

수소연료전지 등의 신·재생에너지의 연구에 집중하고 있음



[그림 4-3] 수소를 기반으로 한 수소 경제 사회 도래

신·재생에너지의 중요한 가능성으로 전문가들은 수소에너지와 이를 이용한 연료전지를 들고 있으며, 향후 수소에너지 기술 주도권을 잡기 위해 세계가 실제 전쟁보다 더 치열한 전쟁을 치를 것으로 내다보고 있음. 이미 미국, 일본, 유럽 등에서 그 경쟁 열기가 뜨겁게 달아오르고 있음

지난 2003년 1월 미국의 부시 대통령은 석유 고갈에 대비하여 5년 동안 17억 달러를 수소 기술 개발에 투입하겠다고 밝혔었으며, 세계 최대 에너지 소비국인 미국은 1992년 美에너지국 (DOE) '수소 프로그램'을 바탕으로 수소의 제조·저장·안전·인프라·응용 등의 요소기술 전반의 개발에 나서, 2015년경 실용화 기술개발 완료를 목표로 하고 있음

지구 환경 규제를 주도하고 있는 유럽 역시 1999년부터 2002년까지 수소연료전지 분야에 총 1억 3500만 유로를 투입한 데 이어, 2004년부터 2006년 사이에 총 2조 4000억 원을 집중 투입하는 등의 수소에너지 분야에 역량을 집중하는 전략을 펴고 있음

수소 경제 국가를 선언한 아이슬란드에서는 2003년 지금의 주유소와 같은 개념의 상업용 수소 충전소(수소 스테이션)가 처음 생기고, 이미 수소자동차가 공급되고 있으며, 독일도 수소에너지 시스템 기술 실증 플랜트를 설치하여 운영하는 등 수소에너지 시대에 대비하고 있고, 독일 뮌헨공항 구내에서는 수소자동차가 이용되고 있음

또한, 자원 빈국 일본은 범정부 차원에서 대응하고 있는데, 지난 2005년 수소자동차와 수소 스테이션을 구축한 일본 정부는 2020년까지 수소를 에너지로 한 연료전지차를 500만 대까지 보급시킨다는 목표를 세워놓고 있음

자원의 제약성과 환경문제에서 자유로운 수소에너지가 2020년쯤 본격 실용화되면, 21세기는 새로운 수소 경제시대를 열어갈 것임

		2000	2010	2020	2030
정부정책		1. 기술개발단계	2. 초기 시장 진입 단계	3. 기반 구축 단계	4. 수소경제 실현 단계
분야	제조	천연가스(\$1.5/gge)	석탄/바이오매스(\$0.8/gge) 수전해(원자력/자연에너지) 탄소 고정화		광화학적공정(\$6/gge) 생물학적공정(\$10/gge) 열화학 사이클(\$3/gge)
	수송	- 파이프라인 - 육로		On-site(분산형)시설	중앙집중 분산 네트워크
	저장	압력탱크 (기체/액체) 화학저장(메탄올, 디젤)		고체 수소화물	대량생산 기술 성숙 고상 수소저장(카본, 유리구조)
	전환	연소		- 연료전지 - 혁신적 연소	대량생산 기술 성숙
	이용	- 연료정제 - 우주항공 - 휴대전원 - 관용	- 분산전원 - 버스 - 자동차 - 군용	- 상업화 - 분산 CHP - 개인차량 시장진입	- 공공시스템 - 복합연료/전력 시스템

출처 : 산업교육연구소, '2014 (수소)연료전지 기술, 시장동향과 신사업 모델 및 소재/부품 세미나', 이엠코리아주식회사, 2014.04

[그림 4-4] 수소경제 시나리오

2030년 수소경제의 실현을 위하여 현재는 친환경적인 수소생산 및 연료전지 제조기술, 수소 저장 기술/대량 생산의 기술개발이 필요한 상황임

4.3.2. 산업용 수소시장 현황

수소경제 실현을 위한 산업용 수소생산 및 시장에 대하여 살펴보도록 함. 수소는 생산방법에 따라 화석연료 및 재생에너지로부터 생산이 가능하며, 현재는 석유, 나프타 등의 화석연료를 이용하고 있어, 상용화를 추진하고 있으나 궁극적인 신·재생에너지로의 대체를 위해서는 바이오매스, 수전해 및 생물학적인 수단을 이용한 수소 생산으로의 기술개발이 필요함

[표 4-1] 수소생산 현황과 과제

생산방법	원료	현황	과제
화석연료로부터 생산	석유, 나프타, 천연가스	상용화된 기술 단기적인 방안으로 우선적용 궁극적으로 재생에너지로 대체	효율 저가화 단기간 수소스테이션용으로 공정 및 장치 최적화
재생에너지로부터 생산	바이오 매스	상용화된 기술 단기적 이용 가능	-

생산방법	원료	현황	과제
	수전해	소규모로 상용화	고압의 수전해장치개발 재생저원에 적합한 소재개발 용량증대 높은 효율
	생물학적	시험단계	생산효율 및 속도증대
재생에너지로 부터 화합물 생산으로 생산	메탄올	개질을 위한 촉매연구 진행	CO발생 최소화 저온에서의 반응

출처 : 산업교육연구소, '2014 (수소)연료전지 기술, 시장동향과 신사업 모델 및 소재/부품 세미나', 이엠코리아주식회사, 2014.04

산업용 수소는 반도체, 자동차, 철강, 석유화학, 태양전지 및 LED 등 우리나라 주력 산업의 기초소재로 쓰이고 있으며, 산업의 성장세와 함께 시장이 점차 확대되고 있는 추세임. 이와 같은 추세에 따라 공급시장도 성장하고 있어, 국내 최대 수소 전문 공급기업인 덕양은 2013년 9월 군산과 여수에 생산설비를 연이어 준공하며 투자를 추진하고 있으며, 창신화학은 2013년 4월 충남 서산에 수소 생산시설을 완공하고 5월부터 본격 생산을 시작하는 등, 수소 생산 기업의 생산 확대 투자로 국내의 수소 생산량이 큰 폭으로 늘면서 현재는 수소 판매 경쟁이 심화되고 있는 양상을 보임

4.3.2.1. 국내 산업용 수소 총생산량

수소는 공업적으로 보통 천연가스를 비롯한 탄화수소의 열분해에 의해 제조되지만 국내 수소가스 원료는 석유화학사의 정제과정에서 나프타분해 방식으로 얻고 있음. 또한 소량이 천연가스로부터의 프로판탈수소와 소금물분해, 철강사의 제철공정 상의 부산물로 생산됨. 따라서 원료공급처의 확보가 생산개편과 직결되고 있음.

원료공급처의 생산능력을 통해 분석하면 덕양이 10만9,000m³/h로 1위를 기록했으며, 이어서 SPG케미칼이 5만m³/h로 2위를 기록했으며, 3위는 에어리퀴드로 4만5,000m³/h를 생산, 4위는 린데로 1만2,100m³/h를 생산함

또, 5위는 SDG로 6,000m³/h를 생산하며, 6위는 2013년 수소시장에 새롭게 등장한 창신화학이 2,800m³/h를 생산하였으며, 7위는 대성산업가스로 2,000m³/h를 생산함

이에 7사의 생산능력을 모두 합하면 총 22만6,900m³/h에 달하며, 이는 지난 2012년 18만2,100m³/h와 비교하면 19.7%, 4만4,800m³/h가 증가한 수치임

각 회사별로 살펴보면 1위 업체인 덕양은 2012년 6만7,000m³/h에서 2013년 10만9,000m³/h로 38.5%, 4만2,000m³/h가 상승했으며, 2위 업체인 SPG 케미칼, 3위 업체인 에어리퀴드, 4위 업체인 린데, 5위 업체인 SDG와 7위 업체인 대성산업가스는 2012년과 2013년이 변동 없이 동일했음

여기에 올해 신규로 시장에 진입한 창신화학의 2,800m³/h를 덕양의 증가분인 4만2,000m³/h와 합하면 올해의 증가분인 4만4,800m³/h가 되며, 이중 덕양의 증가분이 93.75%를 차지함

[표 4-2] 국내 공업용 수소 업체별 생산량

업체명	원료공급처	지역	제조방식	생산능력(2013)	생산능력(2012)
덕양	한화석유화학	여수	소금물분해	35,000m ³ /h	20,000m ³ /h
	SK	울산	나프타분해	10,000m ³ /h	10,000m ³ /h
	삼성정밀화학	울산	소금물분해	15,000m ³ /h	9,000m ³ /h
	삼성토탈	서산	나프타분해	9,000m ³ /h	9,000m ³ /h
	태광산업	울산	프로판탈수소	14,000m ³ /h	7,000m ³ /h
	LG화학	여수	소금물분해	11,000m ³ /h	-
	백광산업	군산	소금물분해	5,000m ³ /h	5,000m ³ /h
			여수	소금물분해	1,500m ³ /h
	롯데케미칼	서산	나프타분해	3,000m ³ /h	3000m ³ /h
		여수	나프타분해	3,000m ³ /h	-
	삼성BP화학	울산	나프타분해	2,500m ³ /h	2,500m ³ /h
덕양(2014.07)	울산	NG분해	(50,000)m ³ /h	-	
소 계				109,000(159,000)m ³ /h	67,000m ³ /h
SPG 케미칼	롯데케미칼 · LG화학	여수	나프타분해	40,000m ³ /h	40,000m ³ /h
		대산	나프타분해	4,000m ³ /h	4,000m ³ /h
	삼성토탈	대산	나프타분해	2,000m ³ /h	2,000m ³ /h
	삼성BP화학	울산	나프타분해	2,000m ³ /h	2,000m ³ /h
	이수화학	울산	프로판탈수소	1,000m ³ /h	1,000m ³ /h
	효성	울산	나프타분해	1,000m ³ /h	1,000m ³ /h
소 계				50,000m ³ /h	50,000m ³ /h
에어리퀴드	에어리퀴드1	여수	나프타분해	7,000m ³ /h	7,000m ³ /h
	에어리퀴드2	여수	나프타분해	38,000m ³ /h	38,000m ³ /h
	소계				45,000m ³ /h
린데	LG화학	대산	나프타분해	9,000m ³ /h	9,000m ³ /h
	삼성	기흥	CNG개질(SMR)	1,600m ³ /h	1,600m ³ /h
	린데	포항	나프타분해	1,200m ³ /h	1,200m ³ /h
	포스코	포항	코크스	300m ³ /h	300m ³ /h
소 계				12,100m ³ /h	12,100m ³ /h
SDG	대한유화	울산	나프타분해	6,000m ³ /h	6,000m ³ /h
대성산업가	대성산업가스	파주	메탄올	2,000m ³ /h	2,000m ³ /h
창신화학	롯데케미칼·LG화학	서산	나프타분해	2,800m ³ /h	-
총 계				226,900(276,900)m ³ /h	182,100m ³ /h

4.3.2.2. 국내 카트리지 공급용 수소 총생산량

국내 수소시장은 대규모 수요처 공급을 위한 파이프라인 방식과 중·소규모 수요처를 대상으로 한 카트리지 공급방식으로 체계가 나뉘어져 있음. 국내 카트리지 공급용 수소 총생산 능력을 살펴보면 덕양이 9,600m³/h로 가장 많이 생산하고 있으며 이는 덕양의 총 수소 생산 능력에 8.8%에 해당하는 수치임

또, SPG케미칼은 6,200m³/h로 총 생산능력의 12.4%의 카트리지 공급용 수소를 생산하고 있으며, 이어 창신화학은 2,800m³/h로 총 생산능력의 100%를 카트리지 공급용으로 수소를 생산하고 있음.

SDG는 2,500m³/h로 41.7%를 차지하며, 린데는 1,600m³/h로 13.2%를 차지함. 마지막으로 에어리퀴드는 800m³/h로 카트리지 생산은 1.8%에 불과함

대성산업가스는 카트리지 생산을 하지 않으며 2,000m³/h급 플랜트를 통해 LED 제조사인 LG이노텍에 수소를 파이프라인 방식으로 공급함

이에 국내 카트리지 공급용 수소 총생산량을 계산하면 2만3,500m³/h에 달하며 이는 국내 수소 총 생산능력의 21.6%에 해당함

2012년의 카트리지 수소 점유율인 28.5%와 비교하면 6.9% 감소한 것으로 카트리지 생산능력에 비해 총 생산능력이 더 많이 늘어났음을 알 수 있으며, 카트리지 수소 생산량만으로 단순 비교하면 2012년 2만 700m³/h에 비해 2,800m³/h가 상승하였음

각 제조사의 공장별로 압축기 1대식을 백업용으로 계산한 카트리지 가용생산량은 1만7,860m³/h로 추정되고 있으며, 이는 2012년 1만5,760m³/h에 비해 2,100m³/h, 11.7% 상승한 수치임

각 제조사의 백업용량을 감안한 카트리지 가용생산능력을 살펴보면 △덕양 8,160m³/h, △SPG 4,200m³/h, △창신화학 2,100m³/h, △SDG 2,000m³/h, △린데 1,000m³/h, △에어리퀴드 400m³/h로 파악되고 있음

4.3.2.3. 국내 카트리지 판매량

2013년 국내 카트리지 판매량을 살펴보면 총 1만2,100m³/h로 파악되고 있음. 이는 2012년 1만2,600m³/h보다 4.13%, 500m³/h가 줄어든 수치임. 특히 카트리지 생산량이 12.7% 상승한 것과 비교하면 차이는 더욱 커지며, 이에 2013년 수소 카트리지 판매가 부진했음을 보여주고 있음.

덕양은 높은 생산량 증가에 비해 카트리지 판매량은 감소했는데, 2013년 수소 카트리지 판매량이 6,000m³/h로 2012년 6,200m³/h에 비해 200m³/h가 감소했음. 더불어 SPG도 2013년 3,800m³/h로 2012년 4,000m³/h에 비해 200m³/h가 감소했으며, 린데는 2013년 900m³/h로 2012년 1,000m³/h에 비해 100m³/h가 감소했음. 한편 신규 진입한 창신화학의 경우는 영업기간이 짧은 관계로 정확한 수치가 알려지지 않고 있음

[표 4-3] 국내 카트리지 공급용 수소 총 생산능력

업체명	2013년	2012년
덕양	9,600m ³ /h(6,912,000m ³ //월)	9,600m ³ /h(6,912,000m ³ /월)
SPG	6,200m ³ /h(4,464,000m ³ /월)	6,200m ³ /h(4,464,000m ³ /월)
린데	1,600m ³ /h(1,152,000m ³ /월)	1,600m ³ /h(1,152,000m ³ /월)
ALK	800m ³ /h(576,000m ³ 월)	800m ³ /h(576,000m ³ /월)
SDG	2,500m ³ /h(1,800,000m ³ /월)	2,500m ³ /h(1,800,000m ³ /월)
창신화학	2,800m ³ /h(2,016,000m ³ /월)	-
합계	23,500m ³ /h(16,920,000m ³ /월)	20,700m ³ /h(14,904,000m ³ /월)

[표 4-4] 국내 카트리지 공급용 가용생산 능력

업체명	2013년	2012년
덕양	8,160m ³ /h(5,875,200m ³ //월)	8,160m ³ /h(5,875,200m ³ //월)
SPG	4,200m ³ /h(3,024,000m ³ /월)	4,200m ³ /h(3,024,000m ³ /월)
린데	1,000m ³ /h(720,000m ³ /월)	1,000m ³ /h(720,000m ³ /월)
ALK	400m ³ /h(288,000m ³ 월)	400m ³ /h(288,000m ³ 월)
SDG	2,000m ³ /h(1,440,000m ³ /월)	2,000m ³ /h(1,440,000m ³ /월)
창신화학	2,100m ³ /h(1,512,000m ³ /월)	-
합계	17,860m ³ /h(12,859,200m ³ /월)	15,760m ³ /h(11,347,200m ³ /월)

[표 4-5] 판매현황

업체명	2013년	2012년
덕양	6,000m ³ /h(4,320,000m ³ //월)	6,200m ³ /h(4,464,000m ³ //월)
SPG	3,800m ³ /h(2,736,000m ³ /월)	4,000m ³ /h(2,880,000m ³ /월)
린데	900m ³ /h(648,000m ³ /월)	1,000m ³ /h(720,000m ³ /월)
ALK	400m ³ /h(288,000m ³ 월)	400m ³ /h(288,000m ³ 월)
SDG	1,000m ³ /h(720,000m ³ /월)	1,000m ³ /h(720,000m ³ /월)
창신화학	-	-
합계	12,100m ³ /h(8,712,000m ³ /월)	12,600m ³ /h(9,072,000m ³ /월)

업계에 따르면 수소가격은 2010년 이후 2011년, 2012년 수소 공급 부족과 수요 증가로 인해 가격이 계속적으로 상승해왔으나, 2013년에는 포함세를 보이고 있는데, 이는 관련 산업의 침체와 무관하지 않은 것으로 분석됨

산업용 수소는 반도체, LCD, 광통신, 석유화학, 철강분야 등과 함께 태양전지, LED 등 첨단 산업에도 사용되고 있으며, 최근에는 고유가 및 친환경 시대를 맞아 수소화 정제과정을 거치는 석유화학탈황공정에도 사용되고 있음

이러한 수요처들은 2012년 후반기와 2013년 상반기에 걸쳐 많은 어려움을 겪었는데, 반도체 시장은 유럽경기의 침체로 많은 어려움을 겪었으며, LCD 역시 침체를 겪었음

철강과 조선업계도 불황을 겪으며 수소 수요는 점점 감소했음. 이는 2013년 카트리지 판매 현황이 2012년에 비해 감소한 것에서 유추할 수 있으며, 수소 시장은 2014년부터 점차 개선 될 것으로 업계에서는 전망하고 있음

반도체, 전자 분야에 공급되는 수소 가격은 2013년 2, 3월에 예전 가격을 완전히 회복했고, 신규수요의 경우도 증가할 것으로 예상되며, 수요 전망이 좋지 못할 경우에도 보험세를 유지 할 것으로 전망하고 있음

관련 산업으로 철강, 조선의 경우는 경기 회복과 더불어 서서히 수요가 증가하고 있는 추세이며, 자동차는 환율 강세로 인해 수출 부진을 겪을 것으로 예상돼 수요가 감소할 가능성도 존재하고 있음. 또, 폴리실리콘의 경우는 예측이 어려울 정도로 현재 시장 침체를 보이고 있지만, 태양전지 셀·모듈기업들의 가동률이 높아지고 있고 2013년 1분기를 최저점으로 가격이 소폭 상승하는 등 회복의 조짐이 보이고 있음

이와 같은 상황을 종합하면 2013년 4분기 이후의 수요산업들의 업황은 수소 생산·유통업계에는 긍정적일 것으로 분석되고 있음

4.3.2.4. 국내 수소생산기업

가. 대성산업가스

대성산업가스는 1979년 반세기가 넘는 역사를 자랑하는 대성계열사의 모기업인 대성산업과 세계적인 초저온공학의 선도 기업인 프랑스의 에어리퀴드 및 일본의 에어리퀴드 재팬과의 자본합작과 기술제휴로 설립됐음

반월, 양산, 여천, 청주, 대전, 구미, 파주, 울산 등에 최신의 대규모 공기분리장치와 반도체용 초고순도 특수가스 제조시설을 갖췄음

산소, 질소, 아르곤 등 일반 가스는 물론, 반도체용 특수가스, 초고순도 순수가스, 표준가스, 정밀혼합가스, 의료용 가스, 가스장비 등에 이르기까지 다양한 제품을 엄격한 품질관리를 거쳐 생산하고 있으며, 생산된 제품은 전국적인 공급망을 통해서 수요처에 적기에 원활하게 공급하고 있음

대성산업가스는 대량 수요처 또는 전자 및 석유화학 공업단지 등의 가스 사용조건에 가장 적합한 가스 생산 설비를 현지에 설치하는 온사이트 공급방식과 파이프라인 공급방식을 통해 보다 안정적이고 경제적이며 신속하게 공급하는 토니지 사업에도 총력을 기울이고 있음

또한 국내 최초로 초저온연구소를 설립해 최고 품질의 제품생산 및 분석, 가스 응용분야 및 관련 기기류 등의 연구개발에도 끊임없는 노력을 다하고 있으며, 모든 산업발전의 초석이 되는 가스 엔지니어링에도 고도의 기술로써 주도적인 역할을 하고 있음

나. 창신화학

액화탄산가스와 드라이아이스 전문 생산기업인 창신화학은 1974년 5월30일 현대가스공업사로 출발해 40여 년간 국내 조선분야·철구조물·청량음료·식품·전자 등 주요 산업체들의 성장에 지속적으로 기여해 왔음

1989년에 창신화학을 설립된 이래 전남 여수에 제1공장, 충남 대산에 제2공장의 생산시설을 보유한 액화탄산가스 및 드라이아이스 전문법인으로써 조선, 철강, 전자, 식품 등 국내외 산업발전에 지속적으로 기여해 왔으며, 2013년 3월 충남 대산에 신규 플랜트를 준공하고 수소 전문기업으로 제2의 도약을 시작하였음

부지면적은 1만여㎡로 기존 탄산공장의 1만2,000여㎡를 합해 총 2만3,000㎡의 규모에 이르며 1만여㎡ 수소생산부지에는 수소압축실, 충전장, 분석실 등을 갖췄음

회사는 지난해 5월 부지 정지작업 착공을 시작으로 본격적으로 수소사업을 준비해 왔으며, 올해 4월 준공검사 및 시운전을 마치고 5월 본격 생산에 들어갔음

수소 원료는 롯데케미칼(구 호남석유화학) NCC와 SM공장(LG화학 단지)으로부터 약 2km의 파이프 라인을 통해 수소원료가스를 공급 받음

회사는 영국의 하우든 버튼 코블린社의 다이아프램 컴프레서 4대를 통해 시간당 최대 3,200N^m의 순도 99.999%의 수소를 생산할 수 있는 시설을 갖췄음

또한 최고의 제품을 공급하기 위해 가스 크로마토그래피와 산소분석장비, 노점(dew point) 분석장비 등을 갖췄고 온라인 시스템을 적용한 분석실에서 전문 분석요원들의 꼼꼼한 품질관리를 통해 제품을 생산하고 있음. 이에 국내 수소 생산·충전 시설로는 최고 수준의 안전시설과 운전관리 시스템을 갖춘 것으로 평가되고 있음



[그림 4-5] 창신화학 수소 카트리지 운반차량

회사는 수소의 안정적이고 빠른 공급을 위해서 점보형 카트리지를 33대 도입해 운행 중에 있으며 더욱 원활한 공급을 위해 일반형 카트리지 10대를 추가로 도입 중에 있음. 또한 2020년까지 약 100대 이상의 장비를 추가로 보유할 예정임

다. 린데 코리아

가스 분야의 글로벌 리더인 린데코리아는 산업용, 특수용, 의료용 가스를 생산하고 유통하는 회사로, 가스 장비 및 파이프라인을 플랜트에 설치하는 관련 서비스를 포함해 다양한 범위의 엔지니어링 서비스 및 연관 서비스들을 제공하고 있음

린데코리아는 한국에 8개 공장을 운영하고 있으며, 1989년 (주)대한바이오씨가스로 회사 설립 이후로 린데코리아는 한국의 대표적인 가스 전문 기업으로 자리매김하고 있음

2008년 (주)린데코리아로 상호를 변경했으며 2011년 기흥 제2공장을 준공, 2012년에는 PSG 지분 51%를 인수했고, 2013년 충남 아산에 N2O 공장을 준공함

린데코리아는 화학, 석유화학, 철강에서부터 반도체, 식품, 의료 분야에 이르기까지 산업 전반에 걸쳐 고객에게 우수한 제품 및 서비스를 제공하고 있음

라. 덕양

주식회사 덕양은 울산공업단지의 입구에 위치하며, 1961년 창업 이래 약 41년간 산업가스를 제조해 전국적으로 공급하고 있음. 수소는 석유화학단지를 위시해 식품공업에 이르기까지 대량 사용처에는 약 40km의 배관망을 이용해 연속공급하고 있으며, 원거리 대량 사용회사는 튜브 트레일러로 공급하고 있음

서울 경기지역 및 군납 등으로 물류비용의 절감 및 물량처리 등을 감안해 충남 서산의 대산 석유화학단지에 서산공장을 준공해 100%의 가동률과 적기에 대량공급이 가능토록 하고 있으며, 2013년 9월 군산과 여수에 생산설비를 연이어 확대함

전북 군산시 임해로 군산산업단지에 부지면적 3,642㎡에 세워진 군산공장은 중압·고압 압축기 5대, 세정탑, 탈산소 촉매탑 등의 시설을 갖추고 있으며 시간당 4,000Nm³(루베)의 수소를 생산하며, 이곳에서 생산한 수소가스는 백광산업, OCI 군산공장 등 인근 업체에 공급할 예정임

전남 여수시 여수석유화학 단지 내에 있는 여수 제1공장도 시간당 1만5,000Nm³ 규모의 수소정제시설을 증설하였고, 이로써 여수1공장은 기존 생산량 3만5,000Nm³을 합해 시간당 5만Nm³의 수소생산규모를 확보함

제1공장 인근 대지 6,385㎡에 세워진 제2공장은 제1공장에서 생산한 수소를 튜브 트레일러에 충전할 수 있는 시설을 갖췄음. 또한 덕양은 울산 SK에너지 인근에 시간당 5만Nm³규모의 수소공장을 짓는 등 공격적인 투자를 하고 있음. 울산 공장은 2014년 7월 완공될 예정이며, 울산공장이 완공되면 시간당 15만9,000m³의 생산규모를 확보할 것으로 예상되고 있음



[그림 4-6] 덕양 울산 본사

마. 에어리퀴드 코리아

1996년 설립 이후 국내 산업 발전과 함께 성장해 온 에어리퀴드 코리아는 석유화학, 전자, 철강 산업을 포함한 국내 주요 산업분야에 산업용 가스 및 관련 서비스를 공급해 오고 있음



[그림 4-7] 에어리퀴드의 수소 스테이션

에어리퀴드 코리아는 국내시장에 지속적으로 투자하고 있으며 현재 여수, 부천, 이천, 천안, 당진, 구미, 상주, 익산, 부산사업장에서 산업용 가스를 직접 제조 공급하고 있음

에어리퀴드 코리아는 전 세계 80개국에 걸쳐있는 에어리퀴드 네트워크를 통해 전 세계 주요 산업의 발전을 지속적으로 모니터링하고 있으며, 이를 바탕으로 국내 주요 산업분야에 경쟁력 있고 신뢰할 수 있는 제품 및 서비스를 공급하고 있음. 또한 에어리퀴드의 세계 최고의 기술을 국내에 도입해 국내 산업의 경쟁력 강화에 나서고 있음.

바. SDG

SDG는 수소 및 아세틸렌 전문 제조분야에서 핵심적인 기술력과 최고의 품질을 확보하고 나아가 미래 청정에너지 분야인 수소 에너지 사업의 연구개발을 주도하고 있음

국내 최초의 초고순도 품질 99.9999%를 실현했으며 최적의 생산 사이클을 구현한 최신 수소 생산라인과 관리시스템을 구축함

또한 최신의 튜브트레일러를 통한 전국적인 최적공급체계를 구축했으며 대형 튜브트레일러를 통한 물류비 절감과 공급효율의 극대화를 꾀하고 있으며, 더불어 첨단 안전시스템과 24시간 자동모니터링으로 안정적인 최고 품질의 제품을 공급하고 있음

사. SPG 케미칼

SPG케미칼은 국내 4개 공업단지에 수소 생산시설을 갖추고 약 40년간 수소 한 품목만 생산해 왔으며, 고객사에 99.9999%의 초고순도 수소를 안정적으로 공급하고 있음



[그림 4-8] SPG케미칼의 수소생산 공장

SPG케미칼은 1975년 설립된 이래 수소가스를 완벽한 품질과 철저한 납기준수로 고객의 신뢰를 구축해 왔으며, 특히 2000년 이후에는 국내 주요 석유화학단지에서 원료 수소공급원을 확보해 울산, 여수, 대산, 안산, 구미 등 전국 5개 주요산업단지의 파이프라인을 통해 초고순도 수소가스를 안정적으로 공급하고 있음

또한 엄격한 품질관리를 통한 초고순도 수소가스를 경제적인 가격에 안정적으로 공급해 고객의 품질향상 및 원가절감에 기여하고 있으며 철강, 광통신, 석유화학, 반도체, 태양광, LED, 식품, 전자산업 등 국가기간산업 및 미래 첨단산업에 기여하고 있음

차세대 산업인 수소차 에너지 실용화를 위해 끊임없는 연구개발과 노력을 통해서 2012년 여수 엑스포에서 현대자동차 및 여수시와 함께 수소연료자동차를 운영하는 등 대체에너지 부분에서도 국가경제에 기여할 수 있는 수소전문기업으로서의 초석을 다져왔음

2013년에는 안산 반월공단 내에 국내 최초로 메탄올을 원료로 사용해 초고순도 수소를 생산하는 신규플랜트를 성공적으로 준공해 미래 수소경제시대를 이끌어나가고 있음

4.3.2.5. 수소 생산 가격

수소의 생산은 그 생산방식 및 순도, 유통과정 등에 따라 가격의 폭이 매우 크며 하기는 SMR, PV-H₂, Electrolysis, PEC 등의 기술별 수소의 가격을 나타낸 것임

[표 4-6] 수소생산 기술별 가격

Technology	Cost	Remark
SMR	3.38\$/kgH ₂	54m ³ /hr{1}
	14.23\$/kgH ₂	70m ³ /hr{2}
	18,472\$/kgH ₂	30m ³ /hr{3}
	7,785\$/kgH ₂	300m ³ /hr{3}
	21,412\$/kgH ₂	30m ³ /hr{6}
PV-H ₂	37,838KRW/kgH ₂	15m ³ /hr{4}
Electrolysis	19.1\$/kgH ₂	1-10Ton/yr{5}
	18,403KRW/kgH ₂	30m ³ /hr, alkaline{6}
	22,945KRW/kgH ₂	30m ³ /hr, PEME{6}
PEC	8,264,324KRW/kgH ₂	{7}
	26,961KRW/kgH ₂	(STH = 14%, 20Khrs)
2 stage fermentation process for H ₂ (glucose)	2.91\$/kgH ₂	{8}
	5,347KRW/kgH ₂	100m ³ /h{11}
Fermentation photobiological	4,255KRW/kgH ₂	100m ³ /h{11}
	13.53\$/kgH ₂	300kgH ₂ /d{10}
	11.96\$/kgH ₂	600kgH ₂ /d
	12,099KRW/kgH ₂	{9}

출처 : 산업교육연구소, '2014 (수소)연료전지 기술, 시장동향과 신사업 모델 및 소재/부품 세미나', 한국에너지기술연구원, 2014.04

- 1) D.Meyers et al, "Cost and Performance Comparison of Stationary Hydrogen Fueling Appliances", DOE Hydrogen Program Review, 2002
- 2) C.Adams et al., "Bid in response to the DOE/NHA proposal to Design a Public Hydrogen Fueling Station", UC Davis, 2004
- 3) Gim, B., J.W.Kim, J. of Energy Engineering, 16(4), 2007, pp170-180.
- 4) Gim, B., J.W.Kim, Trans.of the Korean Hydrogen and New Energy Society, 21(6) 2010, pp595-603.
- 5) NREL, Summary of Electrolytic Hydrogen Production, NREL/MP-560-36374, 2004, USA
- 6) Gim, B., J.W.kim, H.Ko, Trans.of the Korean Hydrogen and New Energy Society, 22,4 (2011), pp559-567.
- 7) Gim, B., J.W.Kim, Trans.of the Korean Hydrogen and New Energy Society, 21(1) (2010), 64-71.
- 8) Oh, Y., Y.Kim, M.Kim, S.Park, Trans.of the Korean Hydrogen and New Energy Society 17(1) (2006) 98-108
- 9) Gim B., J.W.Kim, Trans.of the Korean Hydrogen and New Energy Society 19(4) (2008) 322-330
- 10) T. Eggeman, 2004, Boundary Analysis for H2 Production by Fermentation, Neoterics International Inc., U.S.A..
- 11) Gim, B., J.W.Kim, S.Y.Park, Trans.of the Korean Hydrogen and New Energy Society 19(2) 145-155 (2008)

4.3.3. 산업용 수소 저장 및 수송 기술

위와 같이 제조된 수소는 저장 및 수송을 거쳐 산업에서 활용되고 있음, 수소 저장은 주로 고압수소로 저장하거나 액체수소로 저장하여 활용되고 있으며, 수소의 수송은 파이프라인 및 탱크로리 등을 이용하고 있음

- 고압수소로 저장 : 국내에서 사용되는 수소의 대부분은 고압으로 저장되고 수송, 유통되고 있음. 주로 내용적 46.7ℓ인 망간강 또는 합금강 용기에 150Kg/cm² 수소 충전
- 수소 저장합금에 저장 : 단위 체적당 약 1,000배의 수소를 저장할 수 있으므로 고압 bombe나 액체수소 보다 높은 밀도로 수소를 저장
- 액체수소 저장 : 성능이 우수한 단열재 요구(진공단열, Perlite로 충전한 후 진공), 액체수소 저장용 초단열재의 개발, 안전성 확보 등에 대한 기술 필요
- 기타 저장기술(물리 화학적 흡착) : 암모니아, 메탄올, 헥산 등의 화합물에 의한 저장기술, 제올라이트에 저장, 카본나노튜브에 저장, Slush수소에 의한 저장, 지하 저장



[그림 4-9] 수소 저장 방법

- 파이프라인에 의한 수송 : 가장 보편화된 수소의 수송기술로 액체수소의 경우 공장부지 내 정도의 가까운 거리에서 사용함. 미국(Houston), 독일(Rhein-Ruhr), 프랑스, 벨기에에

- 서 100 ~ 330Km의 직경, 100기압의 압력으로 수송
- 일반 용기를 이용한 수송 : 고압 기체수소저장 실린더, 12 - 15MPa의 압력으로, 40ℓ와 47ℓ인 용기를 사용함. 소형의 액화수소 저장용기
- 탱크로리에 의한 수송
 - 일반고압용기: 압력 15MPa 이내, 용적 50 ℓ 미만, 5 - 7m³의 수소 운반
 - 집결용기 : 길이 6m, 무게 500Kg, 20MPa 압력, 60 - 140m³ 수소 저장
 - 탱크로리 : 집결용기 20개 수송, 1회에 최대 2,800m³까지 수소 수송



[그림 4-10] 수소 수송 방법

4.3.4. 수송용 수소 시장

4.3.4.1. 수소연료전지 자동차 전망

현재 수송용 에너지는 전체 에너지원의 30%를 차지하고 있으며, 운송수단의 수소연료전지는 수소 경제시대의 핵심임. 연료전지 자동차를 시작으로 가정용, 산업용, 발전 등으로 보다 광범위한 연료전지의 활용이 시작되는 시기가 점차 도래하고 있음

수소경제의 조건으로는 대량의 수소 소비처(연료전지 및 연료전지 자동차), 수소의 인프라 구축, 수소 가격의 경쟁력 등을 들 수 있으며, 아래부터는 각국 및 연료전지 소비처 등에 대하여 살펴봄

[표 4-7] 국내 수소연료전지 자동차 산업화 Road Map

연도		'07 - '09	'10 - '12	'13 - '15	'16 - '20
구분		모니터링 1 단계	모니터링 2 단계	시범운영 1 단계	시범운영 2 단계
차량대수	승용(대)	30	500	10,000	50,000
	버스(대)	4	20	200	1,000
승용차 가격		6.3 - 5억	3억	1.2억	0.5억
정부 지원		50%	50%	30%	10%
수소 스테이션 수		9	10	20	500
대상		-	공공기관	일반	일반

출처 : 산업교육연구소, '2014 (수소)연료전지 기술, 시장동향과 신사업 모델 및 소재/부품 세미나', 이엠코리아주식회사, 2014.04 (신재생에너지 R&D 자료 인용)

4.3.4.2. 수소스테이션 운영 현황

가. 국내 수소스테이션

수소스테이션은 기존의 주유소나 가스충전소에서 휘발유·경유·LPG 등의 석유연료를 차량에 주입하는 것과 마찬가지로 연료전지가 탑재된 차량에 수소를 연료로 충전할 수 있는 장소를 말하며, 수송용 연료전지 및 수소의 소비를 증대시키기 위하여 수소의 저장 및 운송과 더불어 수소스테이션에 대한 인프라 확장이 필요함

국내는 현재까지 15개소를 건설하고, 13개소를 운영하고 있으며, 다음은 국내의 수소스테이션 운영 현황에 대하여 나타낸 것임



[그림 4-11] 국내 수소스테이션 운영

[표 4-8] 국내 수소스테이션 운영현황

운영기관	지역	준공시기	수소생산방식	이용수	비고
현대자동차	경기 마북	2005.09	부생수소	6-7대	
	서울 홍릉	2008.07	부생수소		
	경기 남양	2008.12	부생수소	13-14대	700BAR
	서울 양재	2010.05	부생수소	5-6대	
제주도	제주도	2011.08	물 전기분해	2대	
에너지기술연구원	대전 유성	2006.08	NG개질		
GS칼텍스	서울 신촌	2007.09	납사 및 NG개질	10대	
가스공사	인천 동춘	2007.10	LPG 및 NG개질		
SK	대전 유성	2007.12	부생수소		

운영기관	지역	준공시기	수소생산방식	이용수	비고
동덕산업가스	울산 매암	2009.07	부생수소	20대	
동덕산업가스	울산 남구	2012.08	부생수소	20대	700BAR
SPG케미칼	전남 여수	2009.08	LFG개질		철거
성루시	서울 상암	2011.05	LFG개질	13-15대	
에너지기술연구원	전북 부안	2011.10	물 전기분해		
이엠코리아	대구광역시	2013.10	물 전기분해	20대	700BAR

출처 : 산업교육연구소, '2014 (수소)연료전지 기술, 시장동향과 신사업 모델 및 소재/부품 세미나', 이엠코리아주식회사, 2014.04 (신재생에너지 R&D 자료 인용)

나. 세계 수소스테이션

전 세계적으로 수소스테이션 구축을 위한 프로그램들이 운영되고 있으며, 현재 222개소가 운영되고 있고, 89개소는 폐기, 118개소는 건축 중에 있는 것으로 조사되었음
미국, 유럽, 일본 및 캐나다의 수소스테이션 운영은 아래의 표와 같음

[표 4-9] 세계 수소스테이션 운영현황

구분	주요 프로그램	스테이션 수 운영/폐기/건설	특징
미국	HFCIT(Hydrogen Fuel Cell & infrastructures Technologies) CaFCP(California Fuel Cell Partnership) 등	69 / 33 / 54	- 수소생산 : 수 전해방식/외부 생산 - Fuel to Vehicle : Compressed H2 & LH2 - 주요업체 : Air Product, Chevron Texaco - California H2 Highway : 매년 10개소
유럽	CUTE(Clean Urban Transportation for Europe) CEP, H2 Mobility	90 / 36 / 52	- 수소생산 : 수 전해방식/외부 생산 - Fuel to Vehicle : Compresses H2 & LH2 - 주요업체 : Linde, BP 등
일본	WE-NET(World Energy Network) JHFC(Japan Hydrogen & Fuel Cell)	23 / 9 / 2	- 수소생산 : 다양한 연료 개질 방식 - Fuel Vehicle : Compressed H2 - 주요업체 : Oil & gas Company 주도
캐나다	NRCAN(Natural Resources Canada) H2 Highway, City of Toronto	13 / 7 / 2	- 수소생산 : 수 전해방식/외부생산 - Fuel Vehicle : Compressed H2 - 주요업체 : Hydrogenics
기타	-	28 / 3 / 8	-
총계	-	222 / 89 / 118	-

출처 : 산업교육연구소, '2014 (수소)연료전지 기술, 시장동향과 신사업 모델 및 소재/부품 세미나', 이엠코리아주식회사, 2014.04

다. 수소스테이션 기술 내용

수소스테이션은 각 아이템별로 수소발생장치, 수소 압축기, 수소 저장용기 등의 구성 기술을 필요로 하며, 수소스테이션의 각각의 반식에 따른 운영현황을 살펴보도록 함

[표 4-10] 구성별 기술 내용

ITEM	기술내용 및 Spec.	Maker
수소발생장치	- 수전해장치, 개질기, 부생수소공급	각사
수소압축기	- TYPE : DIAPHRAGM, DISCHARGE PRESSURE : 44MPa/85MPa - CAPACITY : 30/50/100/200 Nm ³ /H	국내 : 광신기계공업 해외 : PPI/PDC/HOFFER
수소저장기	- TYPE : CYLINDER, DISCHARGE PRESSURE : 7777PSI/15,000PSI - WATER VOLUME : 765L/721L	국내 : 일진(차량용만 개발), NK(*1) 해외 : FIBER/CPI/다이너텍
디스펜서	- FILLING PRESSURE : 35MPa/70MPa, CASCADE FILLING SYSTEM - CaFCP I/O PROTOCOL, SA더2600 FUEL NOZZLE	국내 : 광신기계공업/덕양 해외 : APCI/FTI/크라우스 /TOKICO 등
파이프시스템	- ASME B31.1 for Stainless Steel Tube & fitting(10,000PSI)	HI/PARKER/SWAGELOK
제어시스템	- HMI, EXPLOSION PROOF	-
유틸리티	- COOLING TOWER, N2 PURGE SYSTEM, IA SUPPLY SYSTEM - GAS DETECTOR & FIRE FIGHTING	국내 제품

출처 : 산업교육연구소, '2014 (수소)연료전지 기술, 시장동향과 신사업 모델 및 소재/부품 세미나', 이엠코리아주식회사, 2014.04

[표 4-11] 수소스테이션 방식 비교

구 분	수전해 스테이션	개질기 방식	튜브트레일러
원료	전기, 물	화석연료(LNG, 납사, LPG, 캐로신 등)	수소
채택국가	유럽지역, 비주지역, 한국	미주지역, 일본, 한국	미주지역, 한국

구 분	수전해 스테이션	개질기 방식	튜브트레일러
국내운영	제주도, 전북부안 2개소	서울 연세대 등 4개소	현대자동차연구소 외 5개소
규모	제주도 5Nm ³ /H 제조, 전 북부안 24Nm ³ /H 제조 350BAR 충전	30Nm ³ /H 제조 5대 연속 충전 CAPACITY 350BAR 충전	20Nm ³ /H급 이하 350BAR 충전
단점	전기소요량이 많음	연료저자 및 공급이 필요함 연소배기물질이 발생함 플랜트 규모로 장치비가 많이 듬	튜브트레일러 설치장소가 필요 연속적 사용을 위해 별도 장치 필요 제주도에는 공급이 불가능
장점	공해가 전혀 없는 친환경 적 원료인 물 공급이 원활 부가적으로 산소 생산, 활 용 가능	안정적인 운전이 가능	원료공급 원활
구축비용	中	大	小
주요 구성품	수전해장치/가스압축기/저 장용기 디스펜서 /UTILITY	원료저장설비/개질기/가스 압축기/저장용기/디스펜서 /UTILITY	감압장치/가스압축기/저장 용기/디스펜서/UTILITY

출처 : 산업교육연구소, '2014 (수소)연료전지 기술, 시장동향과 신사업 모델 및 소재/부품 세미나', 이엠코리아주식회사, 2014.04

라. 세계 수소 인프라 구축 현황

- 수소 저장용기 현황

- **일본** : 설계기준, 사용가능 강재의 제약 등 규제대응
안전성 검증과 기술개발 추진
- **미국** : 혁신적인 소재개발
용기의 가격저감(현재보다 1/3 정도 저하예상)
액체를 사용한 수소저장기술 연구
높은 흡착력을 가지는 물질 합성 접근
신소재개발과 평가
- **한국** : TYPE, 용기 국내 NK TECH에서 40MPa 개발, 생산
차량탑재용은 일진, NK등에서 TYPE IV개발
GROUND TORAGE 용도로서 TYPE III사업

- 일본, 미국의 수소이용 현황

- **일본** : 실용화된 가정연료전지 시장 확대 도모
국제표준화를 포함한 적극적인 해외진출(각국의 연료성분 구성대응)

가격저감 도입 지원(백금사용량저감 및 수소제조 수송 저장을 위한 기초적인 개발)
 연료전지 자동차에 대한 신뢰성, 내구성 연구개발(사회실증 대규모 생산실증)
 공급인프라를 포함한 실증적 대응책 강화

- **미국** : 2017년 최대효율 60%, 30\$/kW, 내구성 5,000시간 목표
 300건 이상의 특허등록
- 30건 이상의 생산품 시장 진입
 연료전지 수명 2배, 백금사용량 1/5 수준
 자동차 연료전지 스택 파워밀도 2.25kW/l(2017년), 2.5kW/l(2020년) 목표

- 수소 인프라 현황

- **미국** : 캘리포니아 주는 2025년 초 청정 차량 수 140만대 전망
 2013년까지 수소스테이션 표준화 개발 목표(건설비용 절감)
 2017년까지 100여개 수소스테이션 건설
 H2USA 추진
 미 에너지부는 천연가스를 원료로 한 수소충전소 분석, 건축양식 데이터수집, 안전, 신뢰성, 운영분석, 기존 충전소에 고압 수전해 설비 적용 등 지원
- **일본** : 2015년 FCV의 양산개시 예상하여 4개 대도시에 100개 충전소 확보 준비
 2013년 충전소건설비용 550백만 엔, 2015년 목표 360백만엔
 토요타 에코타운; 일본최대규모의 직접충전방식 적용 - 급속 충전 실증
 신쿠라 스테이션; LPG개질 및 ON-site방식-LPG 유통망 활용 실증
 수소스테이션 보조지원 2013년 46억 엔
 현재 일본 NEDO에서 인프라와 관련된 연구진행 중
- **한국** : 그린카 로드맵에 따르면 2020년 168기 수소스테이션 설치 목표
 LPG충전소와 그린벨트 내에 수소스테이션 가능토록 법령개정 고려
 현재 16개 수소스테이션 건설 중 14개소 운영 중
- **독일** : 2015년까지 40백만 유로 이상 투자 50기로 인프라 확대
 H2 Mobility 파트너십 2023년 400개 충전소 건설계획
- **영국** : 230년까지 160만대 연료전지자동차 보급 로드맵
 신차구입 10%, 수소충전소 65개 건설
 2020년 수소와 디젤의 가격경쟁력 확보
 2030년 재생가능에너지원으로 75%, 2050년 100감축(이산화탄소 배출량)
 2030년 수소충전소 1,150개 예상
 수소의 51% 재생전원을 이용한 수전해로 생산, 연료전지 자동차 시장점유 50%
- **덴마크** : ‘덴마크의 에너지 계획 2020’
 수소생산용 전기 kWh 당 0.08유로 세금감면/연료전지자동차 세제감면 180%
 2050년 탈 석유 목표, 2020년 열과 동력의 50%, 2035년 100%, 수소 사용 계획

- 수소연료전지 투자 2011년 30백만 유로
- 중국 : 2011년 전기구동차량 세금면제 발표
현재 4개의 수소충전소 보유

- 기타

· 연료전지자동차 현황과 과제

상용화를 위한 국제적 움직임 : 다임러, 포드, 닛산의 협력
우리나라 : 2015년까지 1,000대 RBAG 양산체재
일본 : 주행거리, 충전시간, 전기공급용(위기상황대비)의 장점언급
부품의 저감, 대량생산부품사용, 재료비절감, 자동차/고속 생산 등 다양한 시도
FCX-Clarity 리스프로그램운용 : 각 자동차의 리스프로그램운용

· 배관비용과 분산형 수소인프라

수소 대량생산 및 중앙집중식을 고려
배관비용의 경제성 불확실성
분산형 수소충전소를 건설하는 것이 바람직한 방안으로 제안

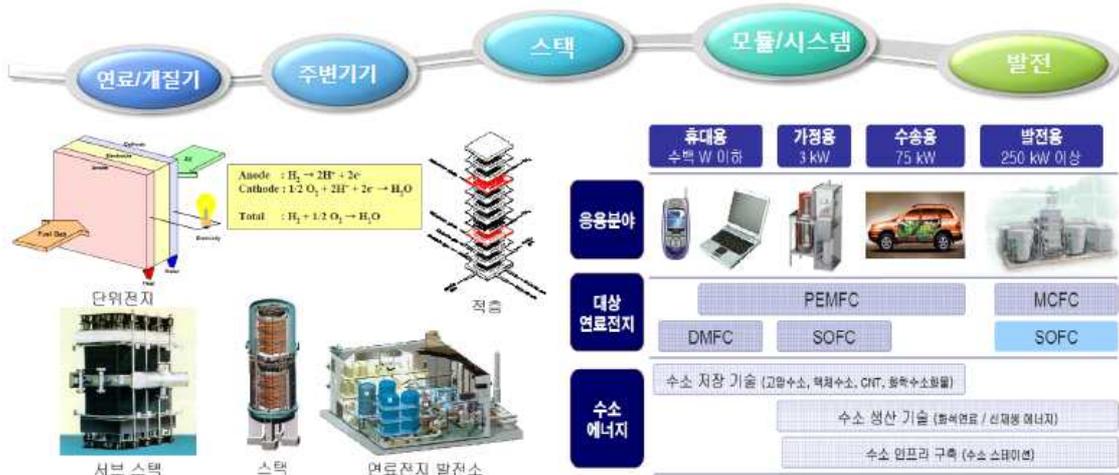
· 신재생에너지와 수소

풍력이나 태양광 등 재생에너지로 수소 전환 시 경제성 제고
각국의 재생에너지 비중 목표 설정
재생에너지를 에너지 저장기술과 조합
프랑스; 재생에너지로 수 전해방식을 이용하여 수소를 제조한 후 마그네슘과 반응하여 수소를 저장함, **일본**; 전기 화학셀에 의한 증방 기술과 물 분해 수소제조 및 저장기술 검토, **영국**; 수소 연료전지연구 허브-수소생산, 저장, PEMFC, SOFC/고온 수전해, 집적화/연계 연구, **독일**; 2050년 까지 전기 80%를 재생에너지로 전환, **캐나다**; P2G(Power to Gas)개발 진행 - 재생에너지의 잠재량을 충분히 활용 예상

4.4. 연료전지 시장 전망

4.4.1. 연료전지 용도 및 가치사슬

산업용 수소는 반도체, 자동차, 철강, LED 등의 산업에서의 기초소재로 활용될 뿐만 아니라 연료전기 등의 원료로 활용됨. 이와 같은 연료전지는 그 용도에 따라 휴대용, 가정용, 수송용 및 발전용으로 활용됨

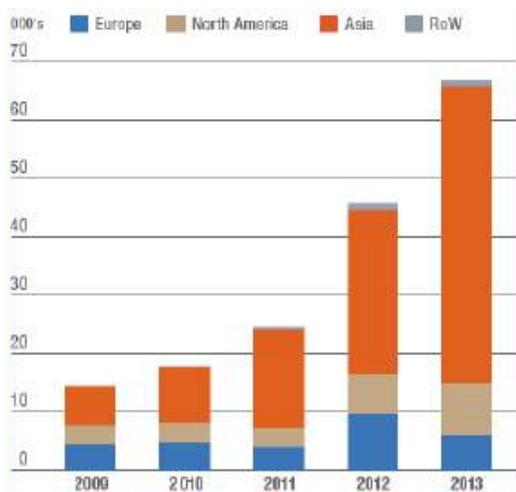


[그림 4-12] 연료전지 구성 및 가치사슬

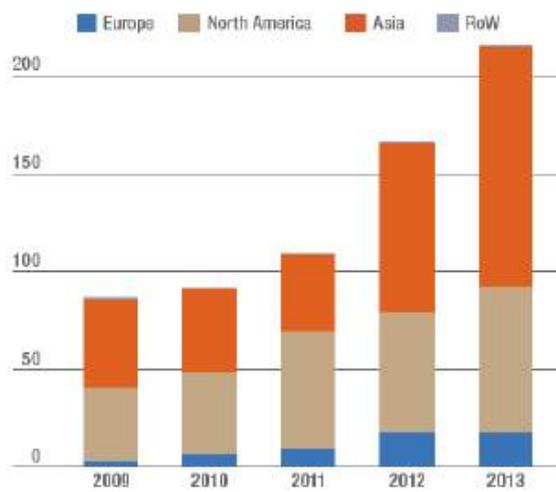
4.4.2. 연료전지 보급 현황

현재까지 연료전지 총 선적량의 61%(28,000개)는 아시아에 설치되어, 아시아의 연료전지 기술 도입이 두드러지고 있음. 특히, 우리나라와 일본 등의 국가에서 백업전원, m-CHP, FCEV 등 적극적으로 도입을 추진하고 있음. 우리나라의 경우, 대규모 발전용 연료전지 시스템 도입의 확대에 아시아의 설비용량 증가에 기여한 것으로 나타남

한편, 북미지역은 국내 제작 대규모 발전용 및 하역기계용의 연료전지 보급이 증가하고 있음



(a) 지역별 연료전지 선적 현황(개수)
출처 : Fuel Cell Today, 2013

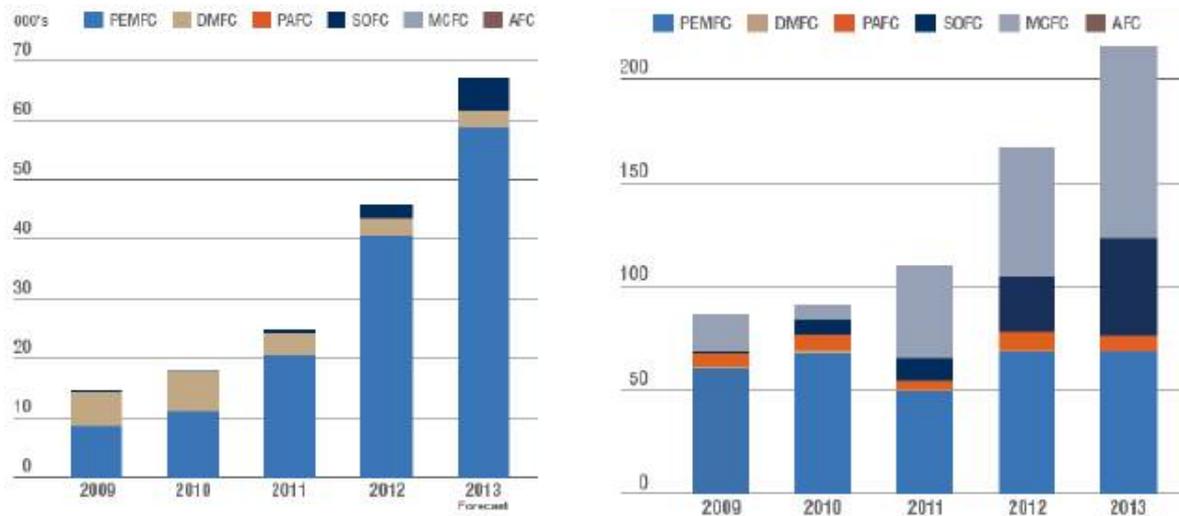


(b) 지역별 연료전지 선적 현황(MW)

[그림 4-13] 전 세계 지역별 연료전지 보급현황

종류별로 연료전지 선적 현황을 살펴보면, 다양한 규모와 연료의 적용이 가능한 FEMCF 기술의 도입이 주를 이루고 있음

국내를 비롯하여 미국은 대규모 발전용 연료전지 준공 증가로 MCFC(설비용량 기준)의 증가가 두드러지고 있으며, 일본의 경우 가정용 m-CHP의 수요가 미국의 경우 Bloom Energy의 MW급 준공의 수요 확대로 SOFC 기술도 견고하게 시장이 확대되고 있음



(a) 종류별 연료전지 선적 현황(개수)
출처 : Fuel Cell Today, 2013

(b) 종류 연료전지 선적 현황(MW)

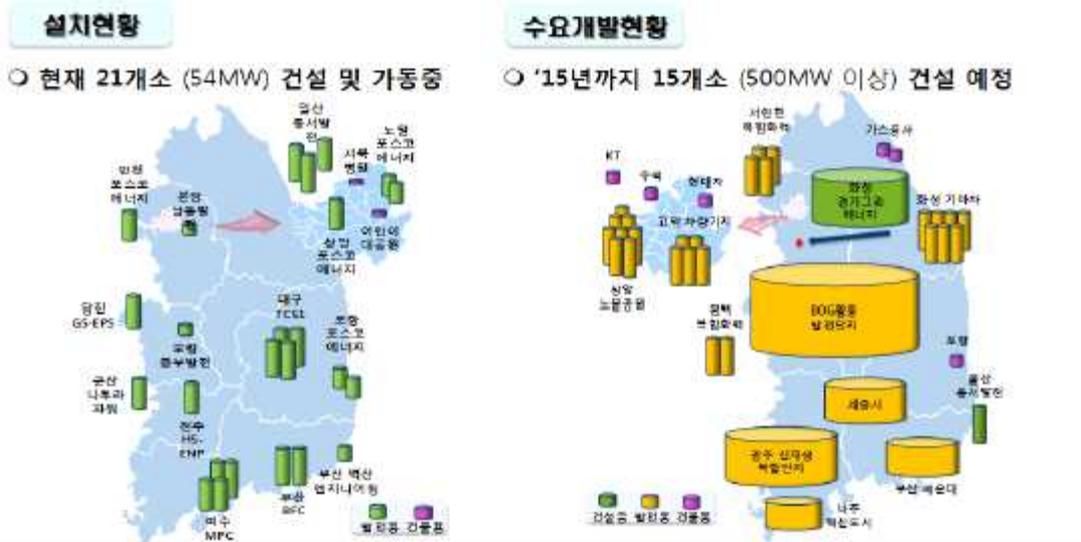
[그림 4-14] 종류별 세계 연료전지 선적 현황

국내의 현황을 살펴보면, 주택·건물용 연료전지는 2006년 모니터링 사업을 시작으로 2010년 그린 홈 보급사업 및 의무화 시장보급으로 2013년 현재 누적 약 2천여 세대가 보급되었으며, 발전용 연료전지는 2004년 240kW 2기 실증을 시작으로, 현재 총 24개소 62MW가 보급되었음. 이와 같은 연료전지의 보급은 포스코, LG, SK 등 대기업을 중심으로 한 R&D 및 투자 확대에 가능하였음

[표 4-12] 주택·건물용 연료전지

구분	1kW(세대수)	5/10kW(기)
'06 - '09	250	-
'10	960	-
'11	270	1
'12	230	10
'13	260	40
누적	1,970	51

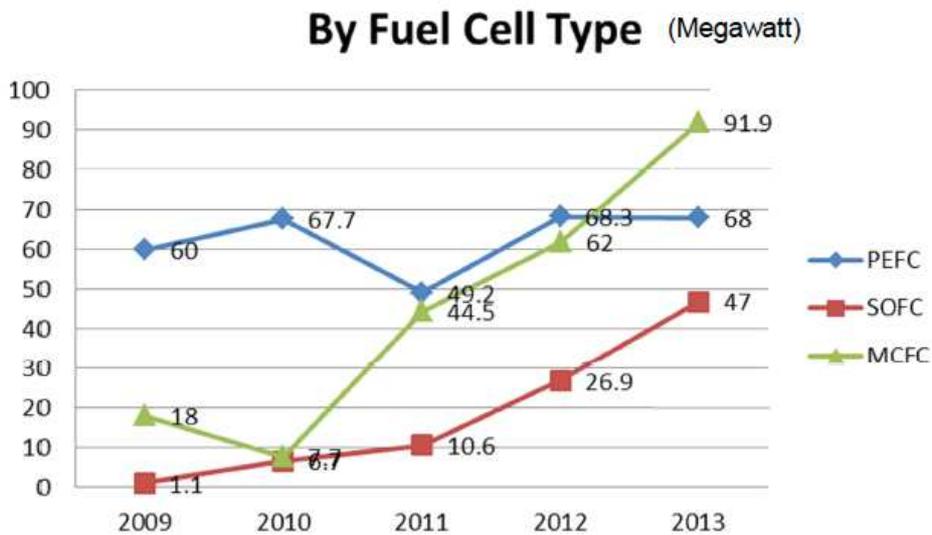
출처 : 연료전지산업 발전 전략, 2013



출처 : 연료전지산업 발전 전략, 2013

[그림 4-15] 발전용 연료전지

세계의 연료전지 생산량은 각 연료전지 종류별로 아래의 그림과 같으며, 한국의 RPS제도, 일본의 ENE-FARM제도, 미국의 SGIP/ITC제도를 통하여 연료전지 시장의 성장에 많은 영향을 주고 있음. PEFC, SOFC, MCFC 중, PEFC는 2011년에 연료전지 자동차 시범사업이 종료되어, 다소 생산량이 감소하는 경향을 보였으나, 현재까지는 정체된 듯하나, 일본 가정용 보급 사업으로 유지하고 있는 현황임



출처 : Fuel Cell Today, Industry Review, 2013

[그림 4-16] 글로벌 연료전지 생산량

4.4.3. 세계 연료전지 산업 현황

연료전지의 세계 산업 현황을 살펴보면, 미국을 포함한 선진국은 Value Chain상 산업군의 구성이 비교적 잘 형성되고 있는 것을 알 수 있음

연료전지 산업은 기술 집적도가 높고, 초기투자비가 높은 산업으로 기술력이 높은 전문기업을 중심으로 연구개발에 많은 노력과 자금의 투입이 필요한 시장 지배력이 높은 산업임



출처 : 산업교육연구소, '2014 (수소)연료전지 기술, 시장동향과 신사업 모델 및 소재/부품 세미나', 에너지경제연구원, 2014.04

[그림 4-17] 세계 연료전지 Supply Chain

세계 연료전지 기업 현황, 발전용(Stationary Power) 연료전지, 휴대용, 수송용, 하역기계용(Material Handling Equipment) 상용화 현황은 다음과 같음

[표 4-13] 상용화된 발전용(주 전력 및 m-CHP) 연료전지(2012)

제조사	유형	출력
Ballard Power System, 캐나다	PEM	2-11 kW, Multiples of 500 kW
Bloom Energy, 미국	SOFC	100, 200, 160 kW
Ceranic Fuel Cell, 호주	SOFC	2, 1.5 kW
ClearEdge Power, 미국	PEM, PAFC	5, 400 kW
ENEOS CellTech, 일본	PEM	250 - 700 W
FuelCell Energy, 미국	MCFC	300, 1,400, 2,800 kW, Multi-MW
Heliocentris Fuel Cells AG, 독일	PEM	1.2 kW

제조사	유형	출력
Horizon Fuel Cell Technologies, 싱가포르	PEM	500 W - 2 kW
Hydrogenics, 캐나다	PEM	2 - 200, 2 - 16 kW
Panasonic, 일본	PEM	250 - 700 W
Toshiba, 일본	PEM	250 - 700 w

출처 : DOE, 2013

[표 4-14] 상용화된 휴대용 연료전지(2012)

제조사	유형	출력
Horizon Fuel Cell Technologies, 싱가포르	PEM	Up to 2, 50, 150 - 200, 180 W
Lilliputian System, 미국	SOFC	2.5 W
myFC, 스웨덴	PEM	2.5 - 5 W
SFC Energy, 독일	DMFC	40, 72, 105 W

출처 : DOE, 2013

[표 4-15] 상용화된 수송용 연료전지(2012)

제조사	유형	출력
Ballard Power System, 캐나다	PEM	75, 150 kW
Hydrogenics, 캐나다	PEM	198 kW
Nuvera Fuel Cells, 미국	PEM	30, 110 kW

출처 : DOE, 2013

[표 4-16] 상용화된 하역기계 연료전지(2012)

제조사	유형	출력
H2Logic, 덴마크	PEM	~ 10 kW
Hydrogenics, 캐나다	PEM/hybrid	N/a
Nuvera Fuel Cells, 미국	PEM	10 - 30 kW
Oorja Protonics, 미국	DMFC	20 kWh/day
Plug Power, 미국	PEM	8 - 10 kW, 1.8 - 3.2 kW

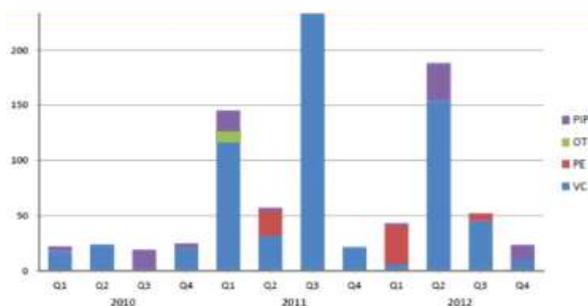
출처 : DOE, 2013

[표 4-17] 연료전지 승용차 개발 및 전개 상황

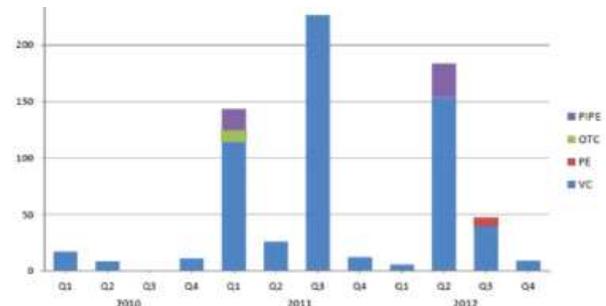
자동차 제조사	상용화 목표	FCEV R&D 파트너	현재 상태
Daimler	빠르면 2017	Ford, Nissan	- 첫 번째 FCEV 시리즈 생산 - 독일 및 미국에 200대 리스
Ford	빠르면 2017	Daimler, Nissan	- R&D
General Motors	발표되지 않음	-	- 약 100대의 FCEV가 미국에 위치
Honda	~ 2015	-	- 약 200대의 FCEV가 주로 미국에 리스
Hyundai	2014 - 2015, 2015년까지 1,000대 판매 목표, 2015년 다음 세대 모델 소개 예정, 10,000대 판매 확대	-	- FCEV 15대를 코펜하겐 수출 - 상업용 FCEV 조립라인 운영
Nissan	빠르면 2017	Daimler, Ford	- 2011년 신규 연료전지 스택 도입 - 2013년 연료전지 컨셉 차 시현
Toyota	2015	BMW	- 미국 및 일본에서 FCEV 데모 시현

출처 : DOE, 2013

연료전지의 총 투자 현황은 2010 ~ 2012년 세계 연료전지 산업의 누적 투자액은 \$853.6백만(2009 ~ 2011년 \$671.4백만 대비 상당한 증가)이며, 2008년 발발한 글로벌 금융위기의 회복에 따른 경제상황의 개선이 주요 요인임. 2012년 연료전지 산업의 총 투자액은 \$307.1백만으로 2011년 \$457.2백만 대비 감소하였는데, 이는 2011년 3/4분기에 높았던 벤처캐피탈 투자의 영향이며, 전 세계 투자액 중 81%를 미국 기업이 투자하였음



(a) 종류별 연료전지 선적 현황(개수)



(b) 종류 연료전지 선적 현황(MW)

출처 : DOE, 2013

[그림 4-18] 연료전지 산업 투자

2012년 국가/회사별 투자(VC & PE)현황을 살펴보면, 2012년 상위 10개 기업의 투자는 \$190.5백만으로 2011년 \$113.2백만 대비 상당히 증가하였으며, 상위 10개 기업의 투자가 전체 VC & PE 투자액의 98%를 점유, 총 투자액의 62% 점유하고 있음

이는 상위 10개 기업 중 다수가 2012년 처음 진입하여 신규 투자가 활성화되고 있음을 시사함

[표 4-18] 국가 및 회사별 연료 전지 벤처캐피탈 및 사모펀드 투자 Top 10(2012)

회 사	금 액(백만 \$)
DAG Ventures LLC(미국)	37.5
Kleiner Perkins Caufield & Byers(미국)	37.5
New Enterprise Association Inc.(미국)	37.5
GSV Capital Corp.(미국)	37.5
Altima Partners LLP(영국)	11.7
F&C Asset Management PLC(영국)	11.7
Artemis Investment Management LLP(영국)	11.7
12BF Capital Advisors(영국)	1.8
Carbon Trust(영국)	1.8
SC Green Tech Ventures(미국)	1.8
총계(top 10)	\$190.5
총계(총 투자)	\$193.8

출처 : DOE, 2013

4.4.4. 국내 연료전지 산업 현황

국내에는 해외의 선진국과 비교하여 비교적 Supply Chain의 구성이 미흡하며, 대기업 중심의 시스템 분야를 제외하면 현재까지는 산업구조 형성이 미숙한 단계임

수송용 및 건물용의 일부 부품은 국산화가 이루어졌으나, 스택 핵심소재 및 부품 분야는 아직까지 대부분 수입에 의존하고 있음. 연료전지 시장은 기술적 집적도가 높고, 초기투자비가 높아 기술 장벽 등의 진입장벽이 존재하고 있음

하지만, 고용효과, 세계시장전망, 경쟁여건 측면에서 육성이 필요하며, 창조경제 이행의 주

요 수단으로서의 가능성이 높은 분야임



출처 : 산업교육연구소, '2014 (수소)연료전지 기술, 시장동향과 신사업 모델 및 소재/부품 세미나', 에너지경제연구원, 2014.04

[그림 4-19] 국내 연료전지 Supply Chain

국내는 현재까지는 Value Chain별 산업구성이 미약한 부분이 있지만, 최근 급격한 성장을 경험하고 있음. 최근 2 ~ 5년 도안 주요 업체(6.3배), 고용창출(8.9배), 생산(3.8배), 투자(4.2배) 등 모든 분야에서 급격한 성장이 이루어지고 있으며 단기간 내 가시적인 성장으로 현재 상생업체는 1,046개사에 달함

1993년부터 진행된 국책 연구과제 성과를 스택 및 BOP 구성요소에 대한 기반기술을 개발 하였으며, 80% 이상의 국산화율을 달성하였음(2006년 대비 2012년 설치단가 50% 하락). 반면, LNG 가격 상승(동기 128%)에 따른 경제성 문제와 글로벌 경쟁력 확보 등 현안 문제는 상존하며, 미래시장 잠재력이 큰 연료전지가 신성장동력 산업으로 부각되고 있음



출처 : 연료전지산업 발전 전략, 2013

[그림 4-20] 국내 연료전지

4.4.5. 연료전지 산업 전망

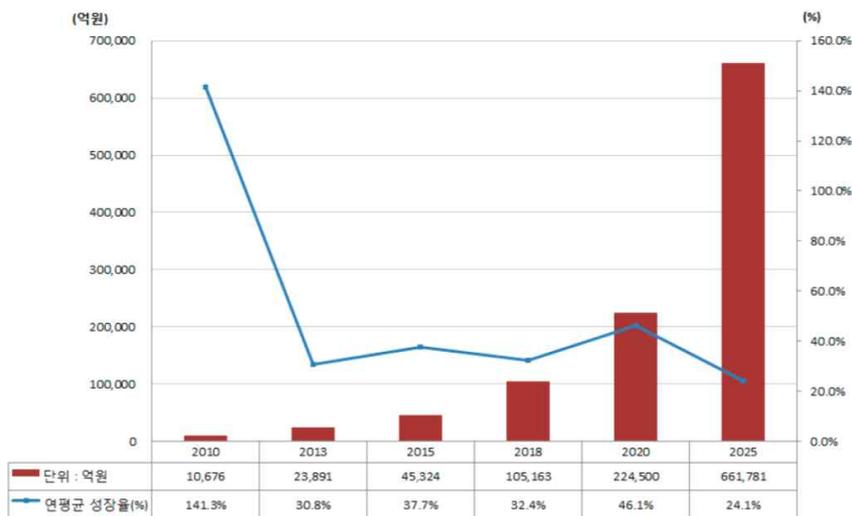
연료전지의 산업은 후지경제(2011년 연료전지 기술·시장 전망)에서 세계 연료전지 시장 규모가 급격히 성장할 것으로 전망하고 있으며, 2020년 13조원, 2025년 66조원 규모로 예상하고 있음

J-economy center는 세계 연료전지 시장 규모가 2020년 1조 3,582억 엔 규모로 성장을 전망하고 있으며, 가정용 5,200억 엔, 휴대용 280억 엔, 업무·산업용 2,422억 엔으로 전망하고 있음

[표 4-19] J-economy Center의 시장 전망

구분		연도		2008	2009	2010	2015	2020	2025	2030
		천 대	억 엔							
PEFC	천 대	7	15	27	309	841	1.07	1.99		
	억 엔	370	1,036	2,413	9,357	12,556	15,225	16,855		
DMFC	천 대	0.6	1.0	4.5	93	272	450	585		
	억 엔	8	14	25	200	360	440	530		
SOFC	천 대	225	315	650	3,100	7,200	10,800	15,000		
	억 엔	20	30	90	270	550	740	900		
MCFC	천 대	12	16	24	32	36	46	60		
	억 엔	32	40	54	70	72	82	100		
PAFC	천 대	35	50	110	125	170	220	320		
	억 엔	10	14	30	33	44	55	75		

출처 : J-economy Center, 2009



출처 : 후지경제, 2011

[그림 4-21] 후지경제의 연료전지 시장 전망

국내 주택·건물용 연료전지 시장 규모는 2025년 20만대 보급으로 2조 3천억 원에 이를 것으로 예상함. 2020년 누적 10만대 보급으로 1조 6천억 원 예상되며, 2020년까지 수량 기준 연평균(CAGR) 41.4% 증가, 금액 기준 연평균 22.5% 증가가 예상됨

또, Freedonia는 우리나라 2018년 전체 연료전지 시장 규모가 2018년 \$252 백만이 될 것으로 전망되며, 용도별로는 발전용 시장 \$174백만, 유형별로는 MCFC \$110백만 및 PEMFC \$74백만 시장 위주로 성장이 전망되고 있음. 6차 전력수급계획(~2017) 연료전지 보급계획은 5차 대비 약 150% 증가된 1,693MW 임

[표 4-20] 연료전지 산업 발전 전략의 한국 주택·건물용 보급 전망

구분	2015년	2018년	2020년
수량(대)	10,000	50,000	100,000
CAGR	216.2%	71.0%	41.4%
금액(억 원)	2,470	10,400	15,600
CAGR	151.7%	61.5%	22.5%

출처 : 연료전지산업 발전 전략, 2013

[표 4-21] The Freedonia Group Inc.의 한국 시장 전망(\$백만)

구분		2008년	2013년	2018년
용도별	발전용	51	95	175
	수송용	13	26	10
	기타	2	12	52
유형별	PEMFC	17	36	74
	MCFC	47	70	110
	PAFC	2	8	9
	SOFC	-	11	18

출처 : 신재생에너지백서, 2012

4.4.6. 연료전지 지원 제도

연료전지의 보급 정책은 즉, 시장을 결정짓는 주요 수단으로 작용하고 있으며, 국내의 연료전지 정책 및 제도는 다음과 같음

[표 4-22] 국내 연료전지 정책 및 제도

정책/제도	주요 내용
신재생 에너지 발전차액 지원제도(FIT)	<ul style="list-style-type: none"> - 2006년 10월 연료전지를 신규 대상으로 포함(지원한계 설비 용량 500MW, 차액지원금 283원/kWh) - 2008년부터 15년간 매년 10월 11일을 기점으로 전년대비 3%씩 인하하여 차액지원금 지급 - 2012년 RPS제도로 대체
신재생에너지 의무 할당제(RPS)	<ul style="list-style-type: none"> - 2012년부터 본격시행으로 2020년까지 발전량의 10%를 신재생에너지로 보급 계획 - 정부가 의무 대상자(500MW이상)를 정하면, 의무 대상자는 일정 기간 내에 목표를 완수해야 함. 목표는 2010년 2%에서 2020년 10%까지 점진적으로 확대될 예정 - 의무대상자는 신재생에너지 분야에 투자하거나 REC (Renewable Energy Certificate)를 거래하여 의무이행 가능. 발전 유형별 가중치 부여 검토 중
그린 홈 100만호 보급사업	<ul style="list-style-type: none"> - 2020년까지 신재생에너지 설비 설치 시 비용 일부를 지원, 그린 홈 100만호 보급 - 연료전지의 경우 현재 설치비용의 최대 75%를 정부가 지원(다른 에너지원은 최대 50%)
공공건물 신재생에너지 설치의무화 제도	<ul style="list-style-type: none"> - 2011년 이후 공공기관이 신축, 증축 또는 개축하는 연면적 3천 m² 이상의 건축물에 대해 총 에너지 사용량의 10%이상을 신재생에너지로 충당(이전에는 건축비 기준 5%, '09년부터 증/개축 건물 포함) - 의무비율을 2011년 10%에서 2020년까지 확대, 대상 건축물을 1천m² 이상으로 조정(2012년)
신재생에너지 활성화 방안(2013.08)	<ul style="list-style-type: none"> - 신재생 열에너지 공급의무화제도(RHO: Renewable Heat Obligation)를 통한 열에너지산업 성장 및 열생산 전력낭비 감축 그리고 신재생 에너지 보급 촉진. 열에너지의 10%(2016년) ~ 20%(2030년) - 신재생 주민발전소 지원 확대(REC 우대) 가중치 0.7 → 1.2(50~100%) - 전력다소비 사업장(5천 kW 이상) 계약전력 3 ~ 15% 신재생 설비 설치 권고(인센티브) - LNG 연료비 연동형 REC 가중치 도입

출처 : 산업교육연구소, '2014 (수소)연료전지 기술, 시장동향과 신사업 모델 및 소재/부품 세미나', 한국에너지기술평가원, 2014.04



출처 : 산업교육연구소, '2014 (수소)연료전지 기술, 시장동향과 신사업 모델 및 소재/부품 세미나', 한국에너지기술평가원, 2014.04

[그림 4-22] 국내 연료전지 지원 제도 - 발전용

4.4.6.1. RPS 제도 개요

가. 신·재생에너지 공급의무화(RPS)란?

신·재생에너지 공급의무화 제도는 일정 규모 이상의 발전설비를 보유한 발전사업자에게 총 발전량의 일정량 이상을 신·재생에너지로 생산한 전력을 공급토록 의무화한 제도임³⁾

나. 추진경과

- 2008. 11. 23 RPS 제도 입법예고
- 2009. 04. 15 임시국회 지식경제위원회 상정, 심의
- 2010. 04. 12 신·에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 개정·공고(법률 제10253호)
- 09. 17 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령 개정·공고(대통령령 제22382호)

3) 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제12조의 5

- 09. 24 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행규칙 개정·공고(지경부령 제149호)
- 12. 30 신·재생에너지 공급의무화제도 관리 및 운영지침 제정·공고(지경부 고시 제2010-244호)
- 12. 30 신·재생에너지 공급의무화제도 공급인증기관 지정(지경부 공고 제2010-491호)
- 2011. 07. 18 공급인증서 발급 및 거래시장 운영에 관한 규칙 제정·공고(센터 공고 제2011-9호)
- 12. 27 신·재생에너지 공급의무화제도 관리 및 운영지침 개정·공고(지경부 고시 제2010-290호)
- 12. 30 공급인증서 발급 및 거래시장 운영에 관한 규칙 개정·공고(센터 공고 제2011-16호)
- 2012. 02. 24 공급인증서 발급 및 거래시장 운영에 관한 규칙 개정·공고(센터 공고 제2012-5호)
- 702. 28 에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령 개정·공고(대통령령 제23640호)

다. RPS 제도 추진효과

(보급 확대) 발전사에게 직접 신·재생에너지 공급을 의무화하므로 보급효과 배양
 (재성부담 완화) 이행비용을 전력시장을 통하여 보전하므로 정부예산 절감
 → 시장에서 신·재생에너지 가격이 결정되므로 경쟁유도 및 합리적 가격설정 가능
 (산업육성) 조기산업화, 시장 확대 등으로 산업 경쟁력 강화 및 일자리 창출

4.4.6.2. 공급인증기관

가. 공급인증기관 지정

- 공급인증기관 : 에너지관리공단 신·재생에너지센터
- 지정일 : 2010. 12. 30(지경부 공고 제2010-491호)

나. 공급인증기관 업무

- 공급인증서 발급, 등록, 관리 및 폐기
- 공급인증서 거래시장의 개설 및 운영
- 공급인증서 관련 정보의 제공
- 공급의무자의 의무이행 관리
- 공급인증서 발급대상 설비확인 및 사후관리
- 공급의무화제도 관련 종합적 통계관리 및 정책지원
- 공급의무 이행비용 보전 산정 및 정산

다. 신·재생에너지 공급의무화(RPS) 제도 절차



출처 : 신·재생에너지 공급의무화(RPS) 제도, 지식경제부, 에너지관리공단 신·재생에너지센터, 2012.03

[그림 4-23] 신·재생에너지 공급의무화(RPS) 제도 절차

4.4.6.3. 공급의무자

가. 공급의무자

- 신·재생에너지설비를 제외한 설비 규모 50만 kW 이상의 발전설비를 보유하는 자 및 K-Water, 한국 지역난방공사
 - 공급의무자 : 13개 발전사
 - 한국수력원자력, 남동발전, 중부발전, 서부발전, 남부발전, 동서발전, 한국지역난방공사, K-water, 포스코에너지, SK E&S, GS EPS, GS파워, MPC울촌
- 지식경제부장관은 법 제12조의 5 제3항에 따라 공급의무자별 의무 공급량 및 별도 의무공급량을 매년 1월 31일까지 공고

나. 의무공급량

- 의무공급량(GWh) = 기준발전량(GWh) × 조정의무비율(%)

· 조정의무비율(%) = 시행령 별표 3, 연도별 비율 - (기준발전량이 0인 공급의무자의 수력 및 조력발전량) / (공급의무자의 기준 발전량의 합)

- 연도별 의무 공급량의 비율(시행령 별표 3)

연도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022 이후
의무 비율(%)	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0

- 별도 의무공급량(시행령 별표 4)

연도	2012	2013	2014	2015	2016 이후
의무공급량 (GWh)	276	591	907	1,235	1,577

☞ 소규모 사업자 보호를 위하여 5GW 이상의 발전 설비를 보유한 공급의무자는 5GW 이상의 발전 설비를 보유한 공급의무자가 아닌 사업자로부터 별도 의무공급량의 50% 이상을 구매하여 충당하여야 함⁴⁾

4.4.6.4. RPS 제도 공급인증서

가. 신·재생에너지 공급인증서란?

발전사업자가 신·재생에너지 설비를 이용하여 전기를 생산·공급하였음을 증명하는 인증서(신·재생에너지를 이용하여 에너지를 공급한 자가 지식경제부장관이 신·재생에너지를 이용한 에너지 공급의 증명을 위하여 지정하는 기관(공급인증기관)으로부터 그 공급 사실을 증명하여 발급받는 인증서)⁵⁾

나. 공급인증서 발급대상

- 공급인증서는 ‘전기사업자’ 제2조 제4호에 따른 발전사업자의 신·재생에너지 설비 중 2012년 1월 1일 이후 상업운전을 개시한 신·재생에너지설비에 대하여 발급
- 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에도 예외적으로 공급인증서를 발급함⁶⁾
- 2010년 9월 117일 이후 전기사업자 제63조의 규정에 의한 사용전 검사를 합격한 신·재생에너지 발전 설비

4) 신·재생에너지 공급의무화제도 관리 및 운영지침 제10조
 5) 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제12조의 7
 6) 신·재생에너지 공급의무화제도 관리 및 운영지침 제6조

- 설비용량 5,000kW를 초과하는 수력 설비
 - 법 제17조에 따라 발전차액을 지원받고 있는 신·재생에너지 설비
- '신·재생에너지 개발공급협약(RPA)'에 따라 추진된 사업 중 법 제17조에 따른 발전차액을 지원받지 않는 신·재생에너지 설비
- 2010년 4월 12일 이전에 전기사업법 제7조에 따른 발전사업 허가를 받고 2011년 12월 31일 이전에 전기사업법 제63조에 따른 사용전 검사를 합격한 부생가스 발전소
- 법 제12조의 2에 따른 건축물인증을 받은 건축물의 신·재생에너지 설비

다. 신·재생에너지원별 공급인증서 가중치

[표 4-23] 신·재생에너지원별 공급인증서 가중치

구분	공급인증서 가 중 치	대상에너지 및 기준		
		설치유형	지목유형	용량기준
태양광 에너지	0.7	건축물 등 기존 시설물을 이용하지 않는 경우	5개 지목 (전, 답, 과수원, 목장용지, 임야)	
	1.0		기타 23개 지목	30kW 초과
	1.2			30kW 이하
	1.5	건축물 등 기존 시설물을 이용하는 경우		
기타 신재생에너지	0.25	IGCC, 부생가스		
	0.5	폐기물, 매립지가스		
	1.0	수력, 육상풍력, 바이오에너지, RDF 전소발전, 폐기물 가스화 발전, 조력(방조제 有)		
	1.5	목질계 바이오매스 전소발전, 해상풍력(연계거리 5km 이하)		
	2.0	해상풍력(연계거리 5Km 초과), 조력(방조제 無), 연료전지		

주1) 가중치는 발전원가, 온실가스 감축효과, 산업육성효과, 환경훼손 최소화, 해당 신·재생에너지의 부존잠재량 등을 고려하여 지식경제부 고시로 규정
 주2) 신·재생에너지 공급인증서 가중치는 3년마다 재검토

4.4.6.5. 공급인증서 발급 및 거래 절차



출처 : 신·재생에너지 공급의무화(RPS) 제도, 2012.03, 지식경제부, 에너지관리공단 신·재생에너지센터

[그림 4-24] 공급인증서 발급 및 거래 절차

- RPS 제도에 참여하기 위해서는 이미 상업 운전을 하고 있는 발전소의 경우도 설비 확인 신청을 하여야 함
- 신·재생에너지 발급대상 설비확인 후 공급인증서 신청, 발급, 거래가능
- 공급인증서는 발급수수료 및 거래수수료를 납부하여야 발급 및 거래가 가능
- 공급인증서 보유 현황을 확인하고 거래 시장에 등록
 - 거래시장에 등록 시, 분할하여 등록 가능

4.4.6.6. 공급인증서 발급대상 설비확인

가. 신·재생에너지 발급 대상 설비확인 절차



나. 설비확인 신청 시점 : 사용 전 검사 후 1개월 이내

- 운영규칙 별지 제3호의 서식에 따라 운영시스템을 통하여 신청
- 단, 기술위원회의 심의가 필요한 경우 추가로 1개월 소요될 수 있음

다. 소요 기간 : 최대 1개월

- 신청일로부터 1개월 이내에 신청 설비에 대한 적합여부를 검토하고, 적합한 경우에 한하여 설비 확인서를 발급
- 설비 확인은 현장조사를 원칙으로 하나 필요시 서면조사로 갈음할 수 있음

라. 공통 제출서류

공통 제출서류	발급기관
① 발전 사업 허가증	지식경제부 / 시·도지사
② 사용전 검사필증	전기안전공사(www.kesco.or.kr)
③ 견적서/비용 산출 내역서	운영규칙 별지 제3호 서식 참고
④ 설치환경사전(전경 및 주요설비 근접촬영 포함)	-
⑤ 단선결선도	시공기업
⑥ 정보제공동의서(제공서식 이용)	에너지관리공단 신·재생에너지센터 (www.energy.or.kr)

마. 기타 제출서류(해당 사항이 있는 경우)

기타 제출서류	발급기관
① 총 사업비에 대한 무상지원비율 확인서	에너지관리공단 신·재생에너지센터 (www.energy.or.kr)
② 특수목적법인 지분현황 확인서류	-
③ 발전차액지원중단확인서(태양광, 연료전지)	에너지관리공단 신·재생에너지센터 (www.energy.or.kr)

4.4.6.7. 연료전지 및 신·재생에너지 건물 인증의 제출서류, 적용 기준

가. 연료전지

- 제출서류 및 발급기관

기타 제출서류	발급기관
① 발전설비 사양서	시공기업
② 설치도면	시공기업

- 적용기준

- 연료전지 : 수소와 산소의 전기화학 반응을 통하여 전기를 생산하는 설비

나. 신·재생에너지 건축물 인증

- 신·재생에너지 건축물 인증대상

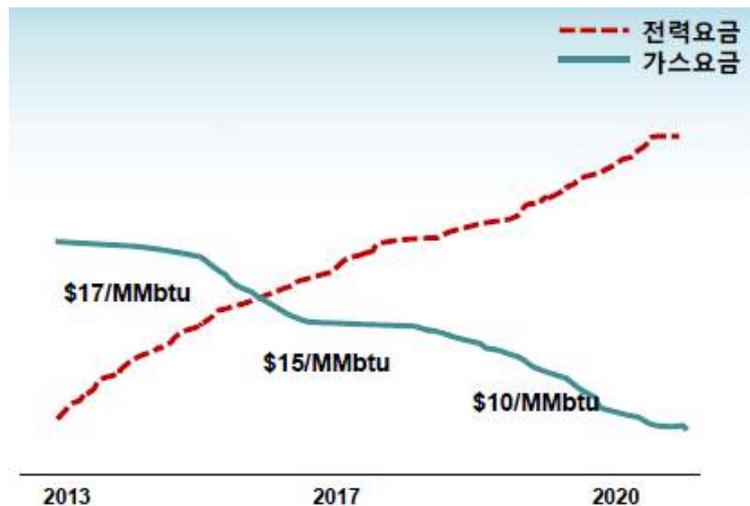
: ‘건축법 시행령’ 제91조 제2항에 의한 건축물 중 설치의무기관을 제외한 연면적 1,000m³ 이상인 신축 업무 시설

※ 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제12조의2에 따라 건축물인증을 받은 건축물의 신재생설비로서 적산전력계 등을 설치하여, 생산된 전력량을 검증할 수 있는 설비

4.5. 연료전지 사업 환경

4.5.1. 천연가스 가격

연료전지는 향후 가스요금의 하락과 전력요금의 상승으로 2020년에는 현재의 가스요금과 전력요금 수준을 역으로 넘는 정도의 사업 환경이 변화가 예상됨. 이와 같은 사업 환경은 가스를 이용한 전력 생산의 연료전지 환경에 어떠한 영향을 미칠지에 대한 대비가 필요한 부분임



출처 : H.Kim, Pohang Technopark, Development of supply chain in Fuel Cell Industry, 2014.02

[그림 4-25] 가스요금 및 전력요금 변화추이

특히, 셰일가스 상용화에 의한 천연가스 가격 하락으로 연료전지의 설치용량은 지속적인 증가가 예상되며, 천연가스를 개질하여 연료전지를 전기화학적으로 운전함으로써 거의 용량에 관계없이 가스복합발전보다 높은 고효율의 전기와 열에너지를 동시에 공급할 수 있음

한편, 천연가스를 연료로 사용할 경우 MWh당 온실가스 발생량이 28g에 불과함(석탄발전의 경우 11.35kg). 또, 대부분의 천연가스 기반 연료전지 시스템은 완전한 그리드 독립성을 유지할 수 있음

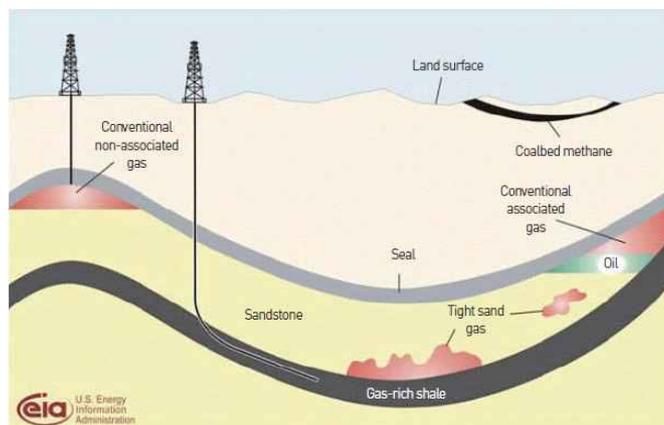
유기물 분해로 생성되는 메탄은 온실가스이기도 하지만, 연료전지의 유용한 에너지원이며, 매립지, 농장, 낙농단지, 하수처리장, 식품가공업체 등은 혐기성 소화공정을 통해 바이오 가스를 생산할 수 있는 후보지임

에너지 밀도가 높은 바이오 가스는 대부분 연소열을 이용하여 터빈운전에 사용됨. 최근, 일부에서는 고온 연료전지에 사용하여 온사이트 발전과 열을 생산하고 있음

캘리포니아의 Self Generation Incentive Program(SGIP)은 바이오 가스를 사용하는 연료전지 시스템에 대해 \$4,500/kW를 지원하여 천연가스 시스템에 비해 두 배에 가까운 지원을 하고 있으며, 또 캐나다에서는 Directed Biogas 제도를 적용하여 바이오가스를 이용한 연료전지 제조에 지원하고 있음

4.5.2. 셰일가스

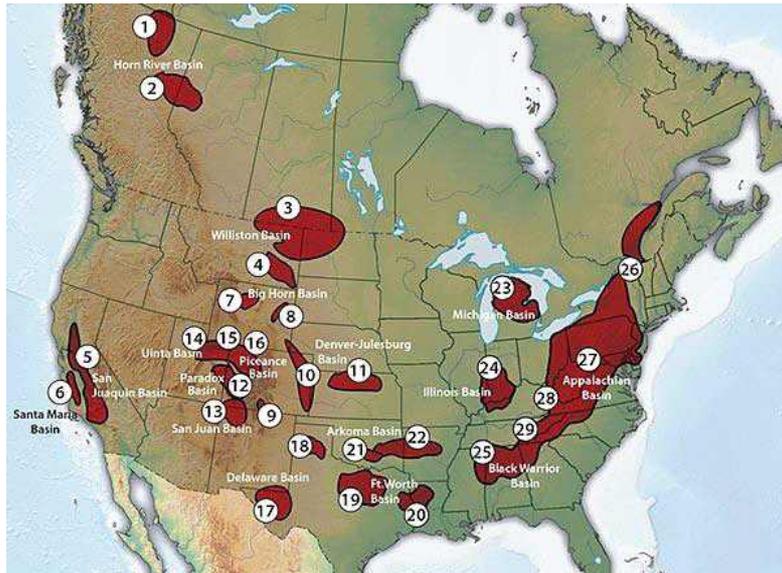
셰일가스(Shale Gas)는 모래와 진흙이 쌓여 굳으면서 지하의 퇴적암층에 함유된 천연가스로, 치밀가스(Tight Gas), 탄층가스(Coalbed Gas) 등과 함께 주요 비전통가스에 속함



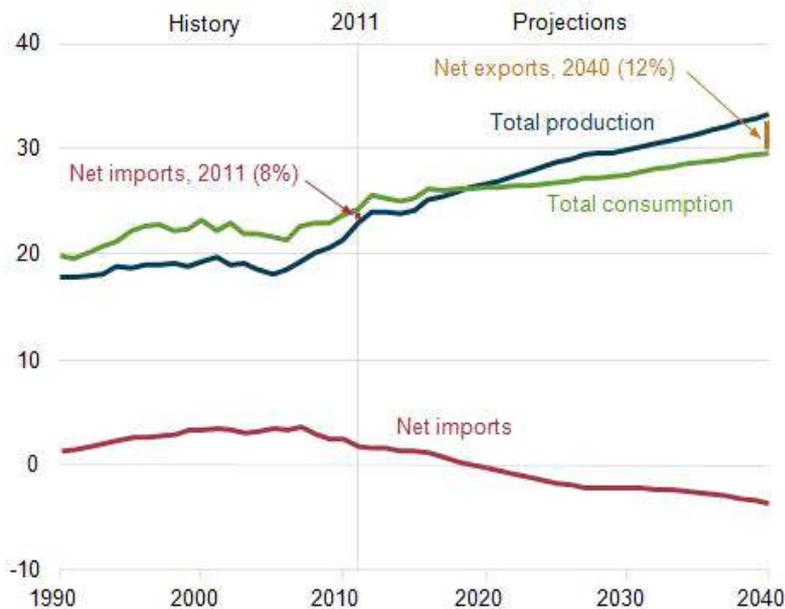
출처 : EIA, 2012, Frost & Sullivan analysis

[그림 4-26] 셰일가스

셰일가스는 수평정시추법 및 수압파쇄법에 의해 개발이 점차 확대되고 있으며, 미국 내 셰일가스 개발에 따라 향후 미국 LNG 수입이 큰 폭으로 감소될 것으로 전망되며, 2020년경에 미국은 천연가스 순수출국 전환을 전망하고 있음



[그림 4-27] 북미 셰일가스 분지



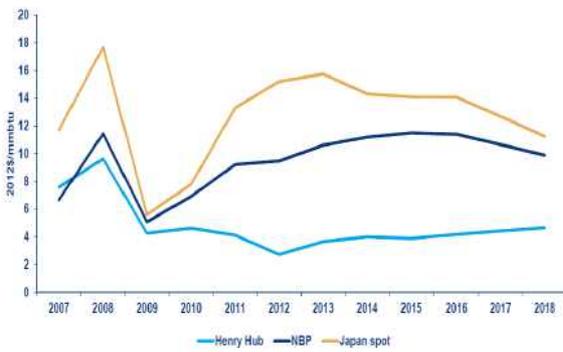
출처 : 산업교육연구소, '2014 (수소)연료전지 기술, 시장동향과 신 사업 모델 및 소재/부품 세미나', 삼천리연구소, 2014.04

[그림 4-28] 연간 에너지 관점 2013, Total U.S. natural gas production consumption, and net imports, 1990 - 2040(trillion cubic feet)

이와 같은 미국의 천연가스 수입 감소 및 천연가스의 수출국으로의 전환은 국제적인 천연가스 공급을 증가시키고, 천연가스의 가격 하향 안정화로 이어질 수 있을 것으로 전망함

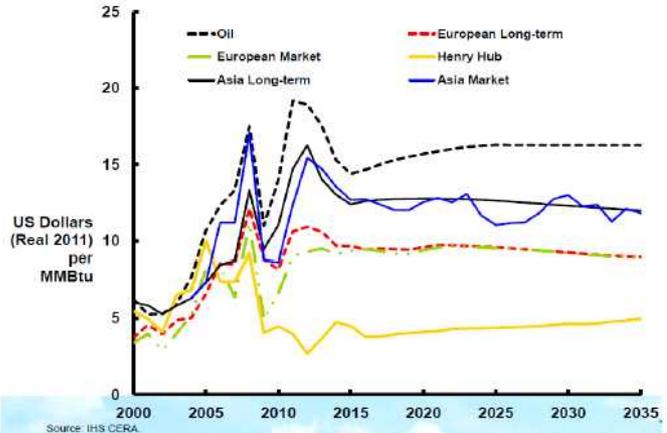
중장기 천연가스 가격 전망

Wood Mackenzie 중기 천연가스 가격 전망



자료: Wood Mackenzie, 에너지경제연구원 재인용

IHS Herold 중장기 천연가스 가격 전망



Source: IHS CERA

출처 : 산업교육연구소, '2014 (수소)연료전지 기술, 시장동향과 신사업 모델 및 소재/부품 세미나', 삼천리연구소, 2014.04

[그림 4-29] 천연가스 가격 전망

미국 셰일가스의 개발로 인해 공급과잉으로 국제 천연가스 가격은 하향 안정세를 보일 것으로 전망하고 있음. 또, 아시아 지역은 일본 원전 폐쇄 등에 따른 LNG 수요 급증과 액화운송비용 등의 영향으로 큰 폭의 가격하락은 없을 것으로 전망함

한편, 셰일가스가 국내에 도입되어 천연가스 가격이 안정세를 보이더라도 기저부하를 담당하고 있는 원자력 및 석탄에 비해 경제성을 확보하기는 어려운 상황으로 국내 발전부문에 미치는 영향을 크지 않을 것으로 전망함

셰일가스 도입으로 인해 전력가격은 크게 영향 받지 않을 것으로 보이나, 가스가격은 다소간 인하효과가 있을 것으로 보여 연료전지 등 분산형전원 산업에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 전망됨. 신(재생)에너지의 경우 전력/가스 가격 뿐 아니라 RPS/의무화 등 정부 지원제도의 영향도 함께 받고 있기 때문에 가스가격이 신(재생)에너지 산업에 미치는 영향은 제한적임. 그럼에도 가스가격이 20% 인하될 때, 가정용 연료전지의 경우 IPR이 1.41%p 증가하며, 시스템 가격이 60만원을 저감하는 효과를 기대할 수 있으며, 발전용 연료전지의 경우 IPR이 3.7%p 증가하며, 향후 RPS 정책의 확대 여부(2단계 RPS)와 RHO 및 신재생에너지원간 경쟁 우위성 등에 따른 영향을 지속적으로 받을 것으로 전망함

또한, 주택/건물용 연료전지 시장 역시 정부정책(공공건물, 대형건물) 등에 따른 영향이 지속될 것으로 전망하고 있음

4.5.3. 연료전지 산업의 시사점

대부분의 연료전지 산업은 현재 공공정책에 시장을 의존하고 있으며, 앞으로도 상당기간 정책 의존성을 탈피하는 것은 어려울 것으로 보이며, 정책적 지원이 없다면 대부분 연료전지 업체의 판매량은 급격히 감소하여 업체의 생존을 위협할 것으로 예상됨

백업파워, 지게차, 소형 열병합 시장의 PEMFC와 그리드 독립 분산전원 시장의 PAFC, MCFC, SOFC 모두 기존의 경쟁기술에 비하여 가격경쟁력이 부족한 상태이며, 지금까지 약 50%의 가격저감에 더하여 앞으로도 약 40 ~ 50% 가격저감이 이루어져야 정책지원 없는 자유경쟁 시장에서의 생존이 가능할 것으로 예상됨

정책지원 하에서 연료전지 업체들은 지속적인 시장 확대와 가격저감 노력을 경주하여 2020년 경에는 정책 지원 없이 생존이 가능해질 것으로 기대하고 있음. 가격저감은 주로 규모의 경제와 공급사슬에서의 가격저감에 의하여 이루어지고, 기술개발에 의한 가격저감 효과는 점차적으로 감소할 것으로 예상하고 있음. PEMFC와 MCFC의 학습율은 20%대를 꾸준히 유지하고 있는 반면, SOFC는 초기 상용화 단계에서 극히 낮은 5%대에 머물고 있음

DOE는 수송용 PEMFC의 기술개발 목표를 시스템 가격에서 비촉매 출력으로 전환하여 8kW/gPGM로 설정하였고 새로운 하부 프로그램으로 수송용 연료전지 상용화에 대응할 수 있도록 혁신공정기술과 인라인 공정제어기술 개발 지원하고 있음. SOFC의 스택 신뢰성 향상을 위하여 품질관리기술과 결함억제 소성기술개발이 필요함. MCFC의 경우 스택 수명을 10년까지 연장하고, 출력밀도를 20%시키고, 시스템 대형화를 통해 그리드 패리티 달성 추진이 필요함

4.6. 시장분석 및 평가의견

4.6.1. 시장진입의 용이성

본 평가대상 기술은 단기적으로는 제철소의 부생가스(특히, 전로가스)를 이용한 바이오 수소 생산기술에 적용될 수 있으며, 장기적으로는 바이오수소를 생산하여 연료전지 시장에 진입할 수 있을 것으로 판단됨

다만, 연료전지 시장의 수소자동차의 개발 및 상용화에 따른 시장 개황 및 규모의 확장에도 불구하고, 해당 시장으로의 본 기술 진입 여부는 경쟁 및 대체 수소생산 기술 대비 경제성에서 다소 낮게 평가될 수 있어, 검토가 필요함. 본 기술은 단기적으로 제철소 부생가스의 산업 폐기물 활용 측면을 고려할 때, 시장 진입 용이성은 보통 수준으로 평가할 수 있겠음

현재까지의 수소시장은 반도체, 자동차, 철강, 석유화학, 태양전지 및 LED 등 우리나라 주력 산업의 기초소재로 쓰이고, 향후 산업의 성장세와 함께 점차 확대될 것으로 예상되나, 매년 그 성장 폭은 크지 않은 실정임. 이에 따라 연료전지 시장의 개황에 따라 시장의 진입 및 활성을 예상하고, 이에 대한 대응전략 마련이 필요함

4.6.2. 시장확보 가능성

본 평가대상기술은 연료전지 시장 및 수소시장에서 화석연료 및 재생에너지로부터 생산되는 기술 등으로 현재 시장 내 위치한 기술을 대체하기에는 기술의 완성도, 경제성 등에서 다소 어려움이 존재할 수 있겠음. 다만, 본 기술의 단기적인 사업화를 계획하고 있는 제철소의 부생가스를 이용한 수소생산 기술에 대하여는 고호열성 세균이라는 특성에 따라 부가적인 처리 비용이 발생하지 않고, 국내 순수기술로 기술의 로열티가 없기 때문에 제철소 등의 산업체와 협업하여 플랜트를 구축하여, 수소를 생산할 경우 산업폐기물 처리 비용 및 생산된 수소의 판매 등으로 관련 시장을 확보할 수 있을 것으로 예상함

또한, 산업체와의 공동연구를 통하여 제철소 부생가스를 이용한 플랜트가 구축된 후에는 다른 고세균을 이용한 미생물 기술 대비 높은 완성도를 바탕으로 주도적인 바이오수소 생산 기술력 및 시장을 확보할 수 있음

이에 따라, 본 기술은 장기적인 수소연료전지의 시장확보 측면에서는 다수의 경쟁 및 대체 기술에 따른 보수적인 견해가 존재할 수 있으나, 제철소의 부생가스를 활용한 수소 생산기술 측면에서는 시장확보 가능성을 보통 수준이상일 것으로 판단함

4.6.3. 가격/원가 우위성

본 평가대상기술의 수익성 모델을 분석하여, 가격 및 원가 우위성을 살펴본 결과, 제철소 부생가스를 이용하여 수소를 생산하고, 이를 연료전지 사업화 시에 RPS제도를 활용하여 살펴본 결과 모두 경제성이 있는 것으로 확인되었음

그 외 관련 대상기술의 균주, 균주의 유전자 정보, 분리 및 동정기술, 연속 배양 기술 등을

국내 순수기술로 기 확보하고 있어, 원료 수급의 문제 및 기술 로얄티 지불에 대한 지출이 없어, 가격/원가의 우위성은 높은 수준으로 평가할 수 있음

4.6.4. 이익구조상 우위성

본 기술을 활용하여 사업을 추진할 경우, 각각 제철소 부생가스를 이용한 수소생산 및 RPS 제도를 이용한 연료전지 사업으로 구상할 수 있으며, 두 가지 사업화의 시나리오에서 모두 경제성이 있는 것으로 분석되었음

제철소의 부생가스를 발전에 이용하는 시나리오와 수소생산에 이용하는 시나리오의 기대수익을 아래에 비교 분석하였음. 1,000톤 규모의 수소생산 플랜트에서는 부생가스 처리량 및 매출액 기대치는 현재의 부생발전에 미치지 못하는 것으로 나타남. 그러나 전력 및 수소의 생산비용을 반영한 수익성을 고려하였을 때는, 수소생산 시의 수익성이 66.5원으로 부생발전보다 6배 이상 높은 것으로 분석되었음

[표 4-24] 수익성 - NA1 수소생산 vs. 부생발전

구 분	부생가스 복합발전 (광양발전소)	NA1 고세균에 의한 수소생산 (1,000톤 규모 플랜트)
연간 부생가스 처리량 (만 Nm ³)	493,105	12,408
매출액 (억 원)	1,761	357
수익성 (원/Nm ³)	10.04	66.50

또, 연료전지 발전사업의 매출구성으로 생산한 전력을 전력거래소에 공급함으로써 얻게 되는 전력판매 매출과 전력공급 실적을 근거로 발행받게 되는 신·재생에너지공급인증서 (Renewable Energy Certificate, REC)를 시장에서 거래함으로써 매출을 발생시킬 수 있는 구성이 있음

본 기술을 이용하여 수소를 생산한 후 연료전지 발전사업으로 연계하는 경우 NPV가 615억 원으로, 수소를 판매하는 경우의 NPV 337억 원보다 높게 산출되어 경제성이 있는 것으로 분석됨. 또한 초기투자비를 고려하여 분석한 수익성지수(PI)도 2.43으로 산출되어 투자할 가치가 있다고 할 수 있음

4.6.5. 시장성 평가 종합의견

본 평가대상 기술은 관련 산업인 연료전지 시장이 개황되지 않았으며, 유사 기술의 사업화 성공사례가 찾기 어려울 만큼 시장으로 진입에서 다소 보수적인 견해가 있을 수 있겠음. 그러나 본 기술은 산업체와의 협업을 통한 고효율성의 미생물을 이용한 바이오수소 생산 기술의 플랜트를 구축함으로써, 향후 이산화탄소 및 환경오염물질 발생하지 않는 궁극적인 대체에너지의 개발이 가능할 것으로 사료됨

관련 시장인 연료전지 시장의 경우, 상업용 수소자동차의 제품 출시 및 수소스테이션 개발, 수소 저장 및 용기 기술 연구 등의 시장 활성화를 위한 인프라 구축이 점진적으로 추진되고, 또 국가차원의 지원 정책도 다수로 진행되고 있어, 시장의 개황 및 성장 등을 고려하여 시장 진입 및 경쟁력을 갖출 수 있는 노력이 필요함

본 평가대상 기술의 수익성 검토를 위하여 제철소 부생가스를 활용한 바이오수소생산 기술 및 연료전지 사업화의 두 가지의 시나리오로 살펴본 결과에도 본 기술의 경제성을 확보할 수 있을 것으로 평가되어, 향후 대상기술의 시장현황에 대한 주기적인 모니터링과 사업화를 위한 플랜트 및 수소생산 시스템의 최적화 기술에 대한 개발에 적극적인 추진이 필요할 것으로 사료됨

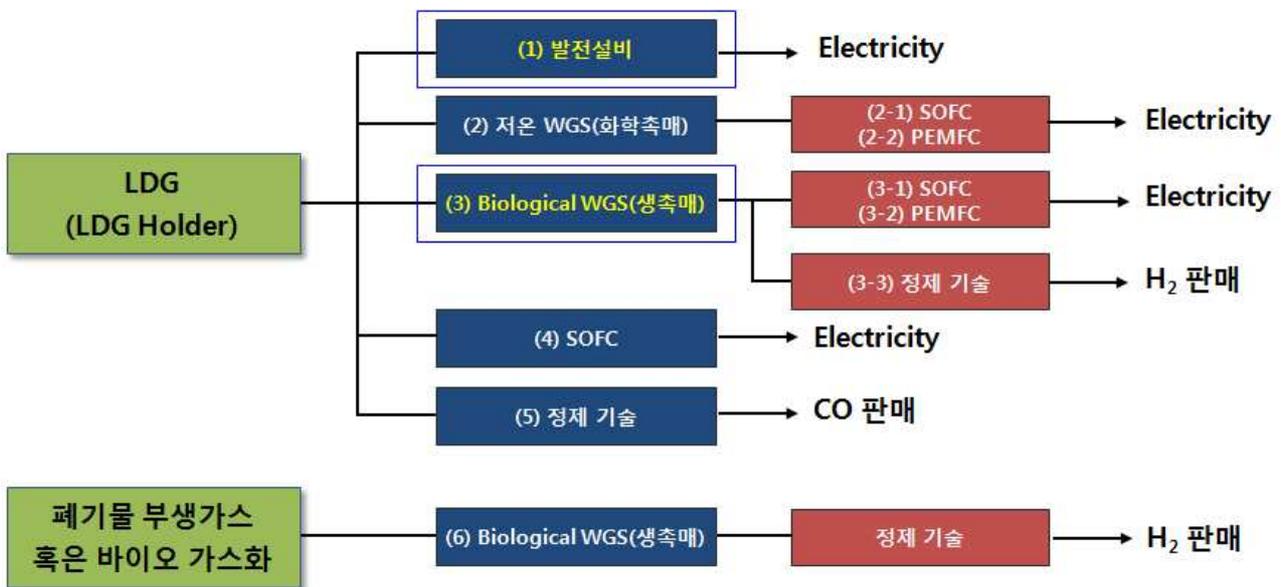
5

수익성 분석 및 기술가치평가 산정

5.1. 평가시나리오 모델

본 평가대상인 ‘Thermococcus 속에 속하는 신균주로부터 발견한 새로운 수소화효소 (hydrogenase), 이를 암호화하는 유전자 및 이들을 이용하여 수소를 생산하는 기술’(이하 ‘본 기술’)의 수익성 분석을 위하여, 제철 공정에서 발생하는 부생가스를 이용한 수소 생산이 본 기술을 활용한 사업화를 가장 빠르게 진행할 수 있는 사업화 아이템임을 고려하였음

먼저 부생가스를 이용하여 부가가치를 얻을 수 있는 사업화 시나리오를 설계하고, 이를 토대로 분석 및 평가를 추진하였음



[그림 5-1] 부생가스의 사업화 시나리오

부생가스 활용 시나리오 중 본 기술은 제철소 부생가스, 특히 전로가스(LDG)를 Thermococcus 속에 속하는 신균주(이하 ‘NA1’)에 투여하여 수소를 생산하는 기술(시나리오 3)임. 현재 제철소 부생가스가 대부분 발전 및 가열 공정에 활용되고 있는 현황을 볼 때, 부생가스 복합발전(시나리오 1)이 일반적인 사업화 케이스로 판단됨. 그 외에도 다양한 사업화 시나리오를 상정할 수 있음

본 기술은 일산화탄소를 투여하여 수소를 생산하는 기술인데, 제철소 부생가스에는 다량의 일산화탄소가 포함되어 있고 원가가 매우 낮은 수준이어서, 제철소 부생가스가 NA1을 통한 수소 생산에 가장 적합한 원료라 할 수 있음. 특히 부생가스 중 전로가스(LDG)의 경우 일산화탄소가 60% 이상 포함되어 있어, 코크스가스(COG) 및 고로가스(BFG) 대비 높은 경제성을 기대

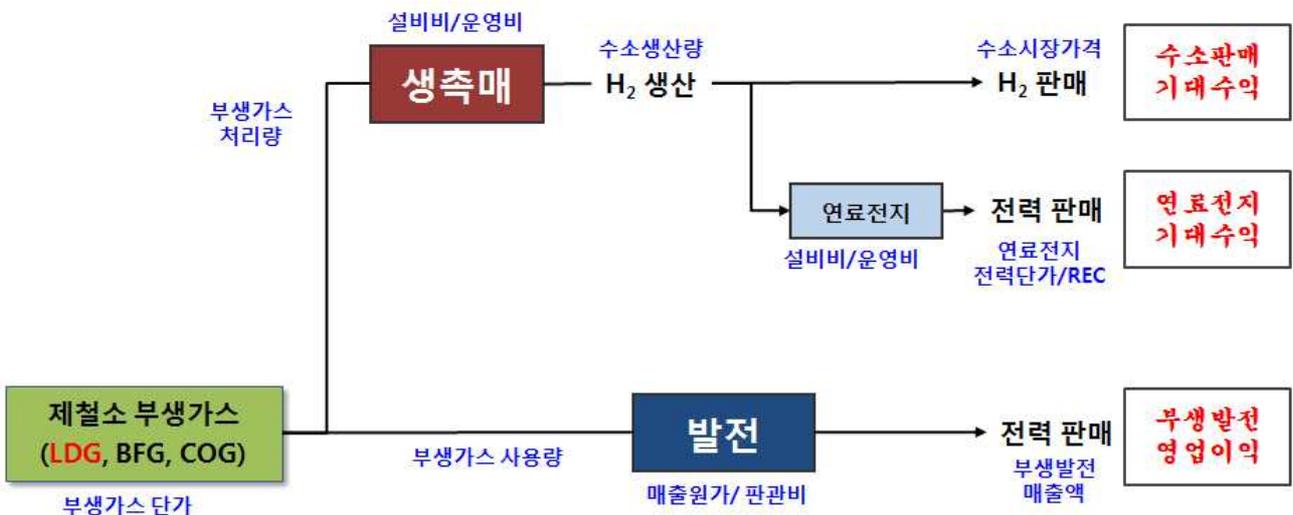
할 수 있음. 또한 전로가스는 코크스가스 및 고로가스와 같이 지속적으로 발생하지 않고, 전로 공정 운전 시에만 단속적으로 발생하는 특성을 가지고 있어, 지속적인 가스 공급이 필요한 발전 및 가열 시에 사용하기보다는, 본 기술을 통한 수소생산에 원료로 활용하는 것이 더 적합한 측면이 있음

[표 5-1] 제철소 부생가스의 특성 - (주)포스코

부생가스 종류		고로가스 (BFG)	코크스가스 (COG)	전로가스 (LDG)
발생량 (백만 Nm ³ /hr)	포항	1.8	0.23	0.11
	광양	2.2	0.265	0.14
조성 (vol%)	CO ₂	20.7	3.1	17.8
	CO	20.0	8.4	64.2
	H ₂	3.2	56.4	2.0
	CH ₄	-	26.6	-
	C _m H _n	-	2.0	-
	N ₂	54.1	2.3	15.9
발열량 (kcal/Nm ³)		750	4,400	2,000

출처 : "국내 부생수소 현황과 수소 유통 인프라", 한국수소 및 신에너지학회 논문집 제13권 제4호, 2002.12. 포항산업과학연구원(RIST) 자료 재인용

이러한 점들을 고려하여 시나리오 1 ~ 6 중, 현재 발전에 활용되고 있는 시나리오 1과 본 NA1 고세균을 생축매로 활용하는 시나리오 3의 기술을 핵심 시나리오로 설정하고, 상기 핵심 시나리오들을 비교 분석하여 본 기술의 경제성 및 수익성에 대한 검토를 실시함



[그림 5-2] 본 평가의 수익성 분석 시나리오

5.2. 부생가스 복합발전 - 포스코에너지(주)

부생가스 복합발전(이하 '부생발전')은 제철소에서 발생하는 부생가스를 원료로 전력을 생산하는 기술임. 본 평가에서는 부생발전소를 가동 중인 대표적인 기업인 포스코에너지(주) 광양 부생발전소의 부생발전 운영 실적을 분석하여 수익성을 판단하고자 함

광양 부생발전소는 총 284MW 규모로 2010년 9월 준공 후 현재까지 운영 중으로, 발전 연료인 부생가스는 모(母)기업인 (주)포스코로부터 전량 공급받아 사용하고 있음. 이 발전소는 연간 약 50억Nm³, 380만Gcal의 규모의 부생가스를 포스코 광양제철소로부터 공급받는데, 공급 단가는 Mcal 당 약 20원 수준임

[표 5-2] 부생가스 사용 현황 - 광양 부생발전소

구 분	2010년	2011년	2012년	2013년	평균 ^{주)}
단가 (원/Mcal)	-	17.5	21.2	22.6	20.4
사용량 (만 Nm ³)	120,358	509,313	488,572	-	493,106
총열량 (Gcal)	908,054	3,911,476	3,851,608	-	3,798,433

주) 2010년은 9월 준공 후 운영 현황이므로, 이를 고려하여 평균을 산정함

출처 : 2013년 포스코에너지(주) 사업보고서

2012년 포스코에너지(주) 지속가능경영보고서

[표 5-3] 포스코에너지(주) 광양발전소 운영 실적

(단위 : 억 원)

구 분	2010년	2011년	2012년	2013년	평균
매출액	379	1,693	1,814	1,777	1,761
매출원가	242	1,141	1,301	1,440	1,294
판관비 ^{주)}	10	39	49	53	47
영업이익	127	513	464	284	420
부생발전 매출비중	5.6%	8.8%	6.3%	5.8%	-

주) 부생발전 부문이 판관비가 별도로 공개되지 않아, 총 매출액 대비 부생발전의 매출액 비율로 판관비를 추정

출처 : 포스코에너지(주) 사업보고서, 각 년도

"Rating Report - 포스코에너지(주)", 한국신용평가, 2013.12.27

포스코에너지(주), NICE신용평가, 2013.12.27

한편, 광양 부생발전소의 매출 및 수익현황을 살펴보면, 최근 3년 평균 1,761억 원의 매출액 및 420억 원의 영업이익을 올린 것을 알 수 있음. 광양발전소의 부생가스 사용현황과 운용실적을 상기 표에 정리하였음

이를 토대로 포스코에너지(주) 광양 부생발전소의 수익성을 분석한 결과, 부생가스 1Nm³ 당 평균 10.04원의 영업이익을 달성한 것으로 산출됨. 부생가스는 통상 열량 기준으로 거래되는데, 부생발전의 경우 평균 20.4원에 부생가스를 구매하여 전력을 생산하여 판매함으로써 13원의 이득을 얻는 사업구조를 가지는 것으로 파악됨. 다만, 매년 영업이익이 낮아지는 추세임을 고려할 때, 점차 수익성이 하락하게 될 것으로 전망됨

[표 5-4] 수익성 분석 - 광양 부생발전소

(단위 : 원)

구 분		2010년	2011년	2012년	평균
영업이익	부피(Nm ³) 당	10.55	10.07	9.50	10.04
	열량(Mcal) 당	13.99	13.12	12.05	13.05

5.3. NA1 고세균을 활용한 수소생산

5.3.1 평가 파라미터의 추정

5.3.1.2 매출액 추정

가. 수소 생산량

[표 5-5] 수소 생산량

항목	값	비고
수소생산성 (ℓ/ℓ/h)	5.6	
1일 가동시간 (h)	23.5	보수점검 0.5시간 가정
1일 수소생산량 (Nm ³)	131.6	1톤 반응기
연간 수소생산량 (kg)	4,323.1	1톤 반응기

출처 : 해양과학기술원 제시 자료

10ℓ, 30ℓ, 300ℓ 등으로 반응기 규모를 키워가며 수소를 생산한 결과, 본 기술의 수소 생산

성은 5.6l/l/h를 안정적으로 유지하고 있음. 약간의 보수점검 시간을 고려하여 수소 생산량을 산출한 결과, 연간 4,323kg의 수소를 생산할 수 있는 것으로 파악됨

나. 수소 시장가격

일본에서 발표한 자료에 의하면, 분산형 생산(온사이트) 및 집중형 생산(off-site, 오프사이트) 방식으로 생산하여 수소 스테이션에 판매되는 수소의 가격을 다음과 같이 예측하였음. 2010년 기준 가장 큰 비율을 차지하는 비용은 수소제조에 필요한 고정비용이고 향후 많이 줄일 수 있지만, 압축, 저장 및 충전 비용에 필요한 고정비용은 줄일 수 있지만 변동비용은 줄어들지 않고 오히려 증가하게 됨. 2010년 수소가격이 약 80엔/Nm³(900엔/kg)이 수준이지만, 2030년경에는 수소공급 가격이 약 60엔/Nm³까지 떨어질 수 있다고 보고 있음.⁷⁾

이를 토대로 수소 가격이 일정하게 하락한다고 가정하고 수소의 시장가격을 다음과 같이 예측함. 원/엔 환율은 기획재정부의 통화별 환율조사통계를 기초로 하였으며, 최근 6개월 간 환율이 100엔당 1002.3원에서 1049.5원 사이에서 오르내리는 점을 감안하여 2014년부터는 최근 6개월 환율의 평균치를 적용하였음

[표 5-6] 수소 시장가격 추정

구 분		'10	...	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	...	'30
수 소 가 격	(엔/Nm ³)	80.0	...	75.5	74.4	73.4	72.3	71.3	70.3	69.3	68.3	67.3	...	60.0
	(원/Nm ³)	1,115	...	776	765	754	743	733	722	712	702	692	...	617
	(원/kg) ^{주)}	12,388	...	8,625	8,502	8,381	8,261	8,143	8,027	7,912	7,799	7,688	...	6,852
환율 (원/100엔)		1,394	...	1,028										

주) 수소 1Nm³ = 90g

출처 : 이영철, "수소스테이션 국내외 현황과 운영 실적 및 시사점", 수소에너지정보 제 38호, 고효율 수소에너지제조·저장·이용기술개발사업단, 2012.03, (주)웍스에서 재구성

다. 매출액 추정

평가대상기술의 매출액은 1,000톤 규모의 반응기를 기준으로 산정함. 본 기술은 다량의 부생가스를 원료로 사용해야 하는 특성상, 제철소 또는 제철소와 유기적 관계를 가진 대기업이 사업화 주체가 되는 것이 바람직함. 플랜트를 건설한 후 상업 생산이 가능한 점을 고려하여, 2015년까지 플랜트 건설, 2016년 상반기 시험생산(pre-production), 하반기 50% 생산, 2017

7) 이영철, "수소스테이션 국내외 현황과 운영 실적 및 시사점", 수소에너지정보 제 38호, 고효율수소에너지제조·저장·이용기술개발사업단, 2012.03

년 이후 양산(mass production)에 들어가는 것으로 가정하고⁸⁾, 앞서 추정한 수소생산량 및 수소단가를 기준으로 매출액을 추정하였음

[표 5-7] 매출액 추정

(단위 : 톤, 억 원)

구 분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
수소생산량	2,162	4,323	4,323	4,323	4,323	4,323	4,323
매출액	181.2	357.1	352.0	347.0	342.0	337.2	332.3

5.3.1.2 매출원가 및 판관비 추정

가. 매출원가 추정

매출원가는 설비비와 운전비로 구분하여 산출함. 설비비는 수소 생산을 위한 플랜트 건설에 필요한 비용으로 초기투자비에 해당하며, 운전비는 플랜트 운영에 소요되는 배지(Yeast Extract)비용, 인건비, 유지보수비, 제반 세금 등의 비용을 포함함⁹⁾

[표 5-8] 플랜트 건설비 추정

(단위 : 억 원)

항 목	1,000톤 규모 플랜트
반응시스템	300.0
분리시스템	37.5
압축시스템	12.5
환경처리설비	2.0
Pipeline	3.9
Headquater	7.5
합계	363.4

출처 : 해양과학기술원 제시 자료, (주)웍스에서 재구성

플랜트 건설비는 기 사용 중인 시스템 구축비용을 기초로, 플랜트 및 단일기기의 비용은 용량에 산술 비례하는 것이 아니라 지수 비례에 변동한다는 특성을 고려하여 지수법을 적용하여 산출함.¹⁰⁾ 플랜트의 내용연수는 15년, 감가상각은 정액법을 적용하였음

8) 박세현, “바이오수소개발 사업의 상업 생산을 위한 경제성 분석”, 한국해양과학기술원

9) 상계서

[표 5-9] 매출원가 추정

(단위 : 억 원)

구 분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
변동비 ·유지보수비	41.4	85.3	87.8	90.4	93.2	95.9	98.8
감가상각비	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2
재산세	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
부가가치세	18.1	35.7	35.2	34.7	34.2	33.7	33.2
매출원가	84.3	145.8	147.8	149.9	152.2	54.4	156.8

다. 판매비 및 일반관리비

판매비 및 일반관리비의 추정에는 유사업종의 재무비율을 이용함. 본 기술은 수소제조에 관한 것으로, 한국표준산업분류 상 세세분류 'C20121 산업용 가스 제조업'에 해당함. 한국은행에서는 매년 업종별 재무비율을 발표하고 있는데, 세세분류 기준의 재무비율까지는 공개하고 있지 않음. 현재 소분류 기준의 재무비율부터 공개되고 있는 점을 고려하여, 본 기술의 소분류인 'C201 기초화학물질 제조업'의 재무비율을 적용하기로 함

[표 5-10] 판관비 추정

(단위 : 억 원)

구 분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
매출액 판관비율 ^{주)}	5.26%						
판매비 및 일반관리비	9.5	18.8	18.5	18.2	18.0	17.7	17.4

주) 최근 3년간의 평균치임. 판관비율 2010년 5.36%, 2011년 5.45%, 2012년 4.96%

5.3.2 NPV 산출에 의한 경제성 분석

5.3.2.1 경제성 분석 방법

10) $P_1 = P_2 \left(\frac{L_1}{L_2} \right)^n$ 여기서 P_1, P_2 는 건설비, L_1, L_2 는 설비용량임

자원·에너지 개발프로젝트 비용추정 정밀도를 위한 지수 n 의 선택은 0.6~0.7이 가장 많이 사용되고 화학플랜트에 있어서는 0.6이 추정 정밀도가 가장 높은 것으로 보고되고 있음

본 기술의 사업화가 경제성이 있는지를 판단하기 위하여 해당 사업이 어느 정도의 현금창출 능력을 보유하고 있는지 확인할 필요가 있음. 이를 위해 본 평가에서는 미래현금흐름표를 작성하여 순현재가치(NPV, Net Present Value)를 산출해 보고자 함

$$NPV = \sum_{t=0}^n \left\{ \frac{CI_t}{(1+r)^t} - \frac{CO_t}{(1+r)^t} \right\}$$

- CI_t : t시점의 현금유입(Cash Inflow)
- CO_t : t시점의 현금유출(Cash Outflow)
- n : 투자기간
- r : 할인율

5.3.2.2 할인율

가. 할인율 추정 기준

할인율은 본 기술을 이용한 사업의 위험을 산정하는 것으로, 통상 할인율에는 자기자본비용과 타인자본비용을 가중 평균한 가중평균자본비용(WACC : Weighted Average Cost of Capital)이 가장 널리 사용됨. WACC은 타인자본비용과 자기자본비용에 가산되는 가중치는 부채비율에 의해 결정되는 것으로, 기술 분야 및 기업규모 등에 따른 위험프리미엄을 할인율에 가산하여 다음과 같이 산출함

$$\begin{aligned} \text{할인율} &= WACC + Spread \\ &= [(세전타인자본비용) \times (1 - 법인세율) \times (\text{타인자본구성비}) \\ &\quad + (\text{자기자본비용}) \times (\text{자기자본구성비})] + \text{스프레드(위험프리미엄)} \end{aligned}$$

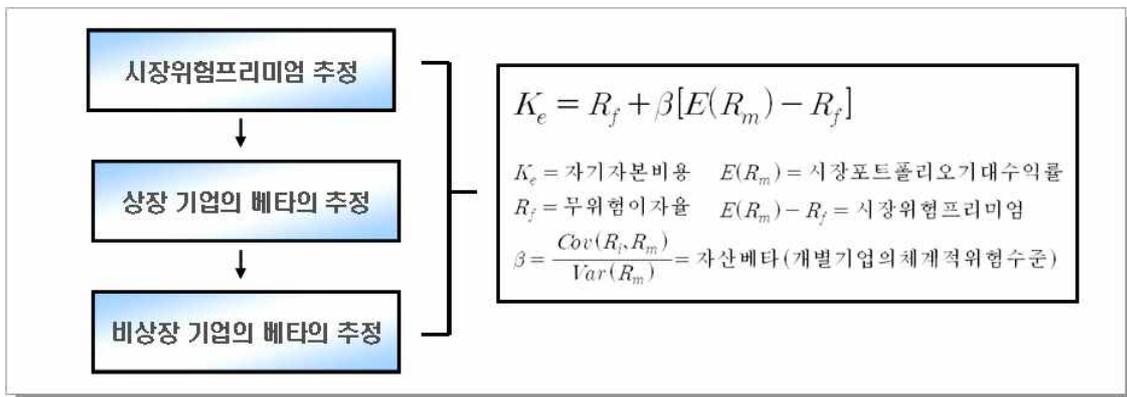
가중평균자본비용(WACC)은 기업의 전반적인 영업활동(다수의 제품과 서비스)으로 인한 다양한 위험수준을 반영한 것으로, 상장기업의 WACC은 자본시장에서 수집된 최근 시계열 정보에 의하여 산출이 가능하나, 비상장기업 경우 이와 같은 WACC 산출이 어려우므로 대용값을 사용하여야 함

나. 할인율 추정 변수

1) 자기자본비용(Cost of Equity), K_e

자기자본비용은 자기자본의 투자자 즉, 주식 소유자의 입장에서 투자로부터 기대하는 최소 수익률로, 국내외에서 가장 널리 사용되는 CAPM(자본자산가격결정모형: Capital Asset Pricing Model)을 이용하여 산출함

[그림 5-3] 자본자산가격결정모형(CAPM; Capital Asset Pricing Model)



비상장기업의 자기자본비용 추정은 상장기업 CAPM에 핵심 위험요인을 가산하여 산정함

$$\begin{aligned}
 \text{중소기업 자기자본비용}(K_e) &= \text{상장기업 CAPM} \\
 &+ \text{사업화 위험프리미엄} \\
 &+ \text{안정성 위험프리미엄} \\
 &+ \text{규모프리미엄}
 \end{aligned}$$

2) 타인자본비용(Cost of Debt), K_d

타인자본비용은 개념상 타인자본에 대한 금융비용이기 때문에 대차대조표상의 금융비용을 사용하여 추정이 가능하며, 이자 지급성 부채는 대차대조표상의 단기차입금, 유동성 장기부채, 사채, 그리고 장기차입금을, 금융비용은 손익계산서상의 지급이자와 할인료, 회사채 이자를 합산하여 계산하며, 다음 산출식을 이용함

$$K_d = \frac{\text{지급이자와할인료} + \text{회사채이자}}{\text{단기차입금} + \text{유동성장기부채} + \text{회사채} + \text{장기차입금}}$$

$$K'_d = (1 - \tau) K_d$$

τ = 한계법인소득세율, K'_d = 세후타인자본비용, K_d = 세전타인자본비용

3) 자기자본구성비와 타인자본구성비

$$\text{자기자본구성비} = \frac{E}{(E + D)}$$

$$\text{타인자본구성비} = \frac{D}{(E + D)}$$

여기서, E, D는 각각 대차대조표상의 자기자본과 타인자본을 의미함

다. 할인율 추정 결과

결과적으로 WACC에 Spread를 더하여 할인율을 얻을 수 있음. 본 평가에서는 現 한국산업기술진흥원이 기술가치평가 실무가이드¹¹⁾에서 제시하는 업종별 할인율을 준용하였음. 본 기술은 수소제조에 관한 것으로, 한국표준산업분류 상 중분류 ‘C20 화학물질 및 화학제품 제조업, 의약품 제외’에 속하므로, 이 산업의 특성을 고려하여 할인율을 산정하였으며, 그 결과 9.45%의 할인율을 가지는 것으로 추정됨

[표 5-11] 할인율 추정

자기자본비용	CAPM	기술사업화 위험프리미엄	안정성 위험프리미엄	규모 프리미엄 (비상장 대기업)	합계
		9.66%	0.10%	2.00%	1.57%
타인자본비용	9.40%				
자기자본비율 (포스코에너지)	37.39%				
WACC ^{주)}	9.45 = 13.33×0.3739 + 9.4×(1-0.3739)×(1-0.22)				

주) 본 기술의 경우 매출총이익 추정액이 연간 200억 원 안팎인 점을 고려하여, 2012년 개정세법 기준 과세표준 2억 초과 200억 이하 기업의 법인세율 20% 적용. 주민세는 법인세의 10%

11) “기술가치평가 실무가이드”, 한국산업기술진흥원, 2011.12

5.3.2.3 NPV 산정 결과

NPV를 계산한 결과치가 '0'(zero)보다 클 경우에는 현금창출능력이 있기 때문에 투자할 가치가 있고 기술의 사업화에 경제성이 있다고 판단할 수 있음. 반면에 만일 NPV가 '0'보다 낮을 경우는 경제성이 없다고 볼 수 있음. 그리고 PI의 경우, '1'보다 크면 수익성을 확보할 수 있기 때문에 투자할 가치가 있는 반면, '1'보다 작으면 투자할 가치가 없다고 볼 수 있음¹²⁾

[표 5-12] NPV 산정 결과

(단위 : 억 원)

구 분	1차년도 (2016)	2차년도 (2017)	3차년도 (2018)	4차년도 (2019)	5차년도 (2020)	6차년도 (2021)	7차년도 (2022)
매출액(S)	181.2	357.1	352.0	347.0	342.0	337.2	332.3
매출원가(C)	84.4	145.8	147.9	150.0	152.2	154.5	156.9
판매비와 일반관리비(A)	9.5	18.8	18.5	18.2	18.0	17.7	17.5
이자 및 법인세 차감전 이익(EBIT)	87.3	192.5	185.6	178.8	171.8	164.9	157.9
법인세(T)고려후 영업이익	63.3	139.6	134.6	129.6	124.6	119.6	114.5
감가상각비(D)	24.2	24.8	26.0	27.3	28.5	29.1	29.1
운전자본(W) 증감액	19.9	19.3	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-37.0
자본적 지출(설비투자)(I)							
초기투자액	363.5						
연간투자액		18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
자본적 지출 잔존가치							281.1
미래현금흐름(FVCF)	67.6	126.9	143.0	139.2	135.4	131.0	443.5
현가화된 현금흐름(PVCF)	56.3	96.5	99.2	88.1	78.2	69.1	213.4
순현재가치(NPV)	337.4						
수익성지수(PI)	1.78						

본 기술은 NPV가 337억 원으로 산출되어 경제성이 있다고 할 수 있고¹³⁾, 초기투자비 364

12) PI법에 의한 의사결정 기준은 대상 투자 안이 독립적인(independent) 안이나 상호 배타적인(mutually exclusive) 안이나에 따라 달라짐. 즉, 독립적인 투자안일 경우, PI가 1보다 큰 투자 안은 채택하는 반면, 1보다 작은 투자 안은 기각하고, 상호 배타적인 투자안일 경우, 1보다 큰 투자안들 중에서 PI가 가장 큰 투자안을 최적 투자안으로 선택함

13) 여기서 한 가지 유의해야할 사항은 NPV 산출에 의한 경제성 진단결과는 여전히 불확정적인 '추정'손익계산서에 근거하기 때문에 시장상황 및 사업화 추진주체 등의 변화에 따라 상당한 가변성을 갖고 있다는 것이며, 이에 따라 NPV 계산결과는 전체적인 사업화타당성을 평가하는데 필요한 다양한 요인들 중의 하나라는 것임

역 원을 고려하여 분석한 수익성지수(PI)도 1.78으로 산출되어 투자할 가치가 있다고 할 수 있음

본 기술을 이용하여 수소를 생산하기 위해서는 충분한 양의 전로가스(LDG) 투입이 필요함. 전로가스 내의 일산화탄소 비중, NA1 고세균의 일산화탄소 전환율, 생산된 가스에서 수소의 분리/정제효율 등을 고려하여 연간 수소생산에 투입되는 전로가스의 양을 산출할 수 있음

[표 5-13] 수소생산에 필요한 부생가스량

(단위 : 만 Nm³)

구 분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
수소생산량(kg)	2,162	4,323	4,323	4,323	4,323	4,323	4,323
전로가스(LDG) 투입량	6,204	12,408	12,408	12,408	12,408	12,408	12,408
LDG 투입량 현가 합계	50,742						

5.3.3 수익성 비교 분석

제철소의 부생가스를 발전에 이용하는 시나리오와 수소생산에 이용하는 시나리오의 기대수익을 아래에 비교 분석하였음. 1,000톤 규모의 수소생산 플랜트에서는 부생가스 처리량 및 매출액 기대치는 현재의 부생발전에 미치지 못하는 것으로 나타남. 그러나 전력 및 수소의 생산 비용을 반영한 수익성을 고려하였을 때는, 수소생산 시의 수익성이 66.5원으로 부생발전보다 6배 이상 높은 것으로 분석되었음

[표 5-14] 수익성 - NA1 수소생산 vs. 부생발전

구 분	부생가스 복합발전 (광양발전소)	NA1 고세균에 의한 수소생산 (1,000톤 규모 플랜트)
연간 부생가스 처리량 (만 Nm ³)	493,105	12,408
매출액 (억 원)	1,761	357
수익성 (원/Nm ³)	10.04	66.50

한편, 수소생산 플랜트 규모에 따라 수익성이 달라질 수 있는 점을 고려하여 수익 실현이 가능한 수소생산 플랜트의 규모를 분석함. 그 결과 약 200톤 규모의 플랜트에서 손익분기점(BEP)을 달성이 가능하고, 약 241톤 이상의 규모가 되면 부생발전의 수익성을 넘어서는 것으로 예측되었음

또한 수소의 시장가격에 따라서도 본 기술의 수익성이 달라질 수 있으므로 생산비용과 시장 가격이 일치하는 한계가격도 추산하였음. 수소의 시장가격이 한계가격 이상이면 본 기술의 수익성이 있는 것으로 볼 수 있는데, 분석 결과 약 4,890원/kg이 한계가격으로 추정됨. 또한 시장가격이 5,366원/kg 이상이면 부생발전의 수익성을 넘어서는 것으로 나타남

[표 5-15] 수익성 비교 분석

수익성		플랜트규모	수소가격
플랜트 규모에 따른 수익성	손익분기점(BEP)	200톤	[표 5-6] 가격추이
	수소생산 > 부생발전	241톤 이상	
수소가격 변동에 따른 수익성	손익분기점(BEP)	1,000톤	4,890원/kg
	수소생산 > 부생발전		5,366원/kg 이상

5.4. 연료전지 사업화에 관하여

NA1 고세균을 이용하여 생산한 수소를 모두 연료전지에 공급하여 전력 생산에 이용하고, 포스코에너지(주)가 보유한 기존의 연료전지 시설 및 인력을 활용한다는 전제 하에 연료전지 발전사업의 수익성을 분석함

현재 포스코에너지(주) 연료전지 사업부분의 주력제품은 용융탄산염 연료전지(MCFC)으로 47%의 전력효율¹⁴⁾을 보이고 있는데, 이는 발전용 연료전지로는 국내 최고수준이라고 할 수 있음¹⁵⁾

연료전지 발전사업의 매출구성은 크게 두 가지로, 그 하나는 생산한 전력을 전력거래소에 공급함으로써 얻게 되는 전력판매 매출임. 다른 하나는 전력공급 실적을 근거로 발행받게 되는 신·재생에너지공급인증서(Renewable Energy Certificate, REC)를 시장에서 거래함으로써 매출을 발생시킬 수 있음

연료전지 발전 전력의 단가는 최근 3년간의 단가¹⁶⁾를 평균하여 145.87원/kWh를 적용하였으며, REC 가격은 거래가 시작된 2012년 이후 REC(비태양광) 부문의 시장 가격의 추이¹⁷⁾를

14) 포스코에너지 홈페이지 - 연료전지 제품소개, http://www.poscoenergy.com/renew/_service/business/battery/product_dfc3000.asp

15) “2013 에너지기술 로드맵”, 한국에너지기술평가원, 2013.12

16) 최근 3년간 연료전지 전력 단가는 2011년 124.470원/kWh, 2012년 157.071원/kWh, 2013년 156.056원/kWh (출처 : 전력통계정보시스템, <http://epsis.kpx.or.kr>)

고려하여 200원/kWh를 적용하였음. 연료전지의 REC 가중치로는 2.0을 적용함 ([표 4-23] 참조)

[표 5-16] 연료전지 매출액 추정

구 분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	
수소생산량 (kg)	2,162	4,323	4,323	4,323	4,323	4,323	4,323	
효율	47%							
전력생산량 ^{주)} (MWh)	40,063	80,126	80,126	80,126	80,126	80,126	80,126	
전력단가 (원/kWh)	145.87							
REC가중치	2.0							
REC단가 (원/kWh)	200							
매출액 (억 원)	전력	58.4	116.8	116.8	116.8	116.8	116.8	116.8
	REC	160.2	320.5	320.5	320.5	320.5	320.5	320.5
	합계	218.7	437.3	437.3	437.3	437.3	437.3	437.3

주) 수소 1kg 반응열 141.9MJ, 1MJ = 239 kcal, 1kWh = 860kcal 및 연료전지 효율을 반영하여 산정

전술한 바와 같이 본 평가에서는 포스코에너지(주)가 보유한 기존의 연료전지 시설 및 인력을 활용하는 것으로 가정하였음. 따라서 연료전지 전력생산과 관련된 추가적인 비용을 포함하지 않고 수소생산에 필요한 비용만을 계상하여 NPV를 산출함

본 기술을 이용하여 수소를 생산한 후 연료전지 발전사업으로 연계하는 경우 NPV가 615억 원으로, 수소를 판매하는 경우의 NPV 337억 원보다 높게 산출되어 경제성이 있는 것으로 분석됨. 또한 초기투자비를 고려하여 분석한 수익성지수(PI)도 2.43으로 산출되어 투자할 가치가 있다고 할 수 있음

다만, 본 평가에서는 기존의 연료전지 시설 및 인력을 활용하여 사업화에 별도의 비용이 발생하지 않는 것으로 가정하였는데, 실제로는 일정 정도의 비용이 발생할 가능성이 높으므로 본 평가 결과를 수익성 판단에 단순 적용하기에는 무리가 있음. 보다 정확한 수익성 판단을 위해서는 연료전지 관련 산업의 동향 및 전망을 파악하고, 업계 현황과 수익 구조 등을 면밀

17) REC(비태양광) 시장 거래 가격은 2012년 평균 68원/kWh, 2013년 평균 138원/kWh, 2014년 1월 228원/kWh, 2월 186원/kWh (출처 : 글로벌에너지개발(주), http://globalenergy.kr/system/board.php?board=home&category=12&set_shape=bbs)

히 분석한 후 사업화 예상 비용을 추정함으로써, NPV 산출 결과의 정밀도를 높이는 것이 바람직할 것임

[표 5-17] NPV 산정 결과

(단위 : 억 원)

구 분	1차년도 (2016)	2차년도 (2017)	3차년도 (2018)	4차년도 (2019)	5차년도 (2020)	6차년도 (2021)	7차년도 (2022)
매출액(S)	218.7	437.4	437.4	437.4	437.4	437.4	437.4
매출원가(C)	84.4	145.8	147.9	150.0	152.2	154.5	156.9
판매비와 일반관리비(A)	9.5	18.8	18.5	18.2	18.0	17.7	17.5
이자 및 법인세 차감전 이익(EBIT)	125	272.8	271.0	269.1	267.2	265.1	263.0
법인세(T)고려후 영업이익	104	197.8	196.5	195.1	193.7	192.2	190.7
감가상각비(D)	24.2	24.8	26.0	27.3	28.5	29.1	29.1
운전자본(W) 증감액	19.9	19.3	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-37.0
자본적 지출(설비투자)(I)							
초기투자액	363.5						
연간투자액		18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
자본적 지출 잔존가치							281.1
미래현금흐름(FVCF)	108.0	185.1	204.9	204.8	204.5	203.7	519.7
현재화된 현금흐름(PVCF)	90.0	140.7	142.1	129.6	118.2	107.4	250.1
순현재가치(NPV)	614.6						
수익성지수(PI)	2.43						

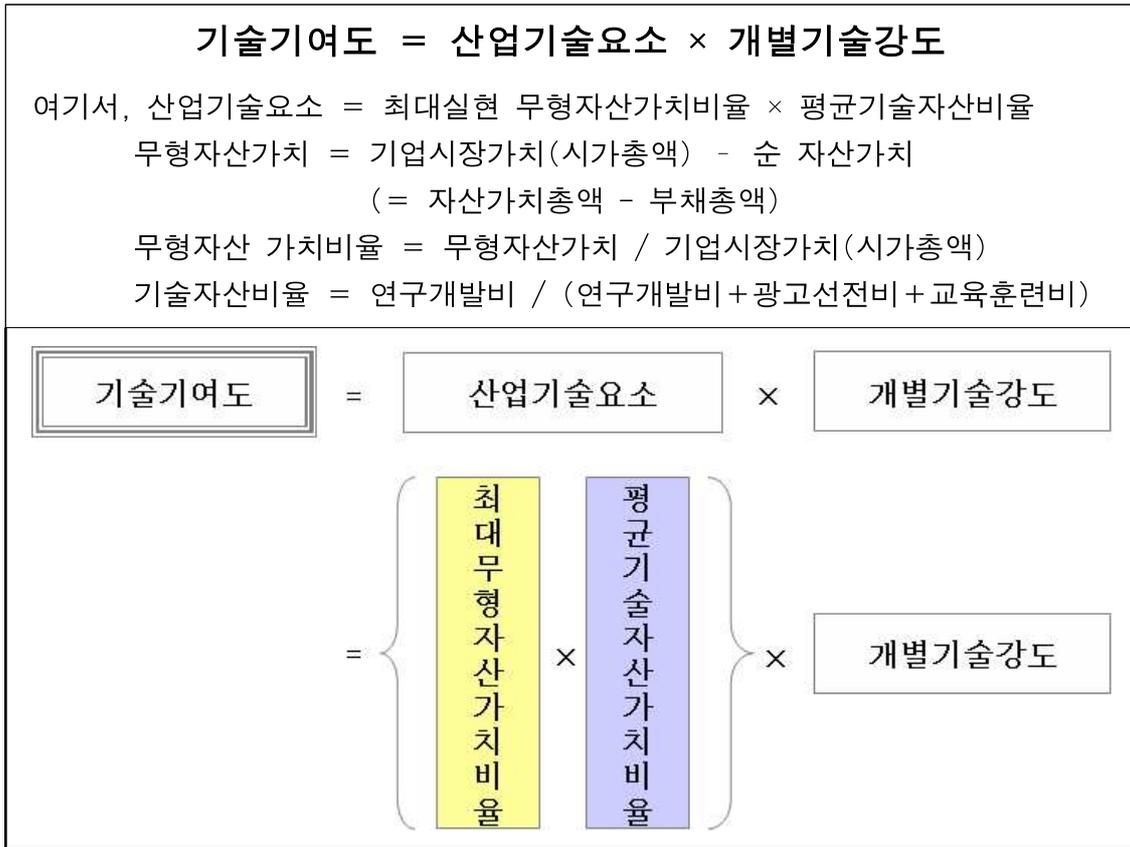
5.5. 기술 기여도

기술기여도란 원칙적으로 사업 가치와 같이 영업주체가 창출한 수익에서 기술원천이 기여한 바를 나타냄. 즉, 기술가치의 배분이나 기여율을 나타내는 기술기여도는 기술가치 산출식

$\sum_{t=1}^n \frac{FCF_t}{(1+r)^t}$ 로부터 기술기여 부분을 Factoring-out하는 요소로서, 무형자산 중에서 기술자산이

경제적 이익에 기여한 부분을 의미함. 본 평가에서는 산업기술요소 지수와 개별기술강도 지수의 곱으로 정의하는 기술요소법을 근간으로 하여 산출함

[표 5-18] 기술기여도



5.5.1. 산업기술요소

산업기술요소는 기술의 공헌도가 산업별로 다르다는 가정 하에 이를 계량적으로 측정하는 요소이며, 다음과 같이 산출됨

산업기술요소 = 산업별 최대실현 무형자산 가치비율
 × 산업별 평균 기술자산 비율

산업별 최대실현 무형자산 가치비율은 산업별로 최대실현이 가능한 무형자산의 가치비율로 정의되며, 본 모형에서는 산업별 무형자산 가치비율 값의 95% 상위분위 수(%-tile)의 값을 사용하여 얻어짐. 반면, 산업별 평균 기술자산 비율은 다음 식으로 정의하여 구할 수 있음

$$\text{산업별 평균 기술자산비율} = \frac{\text{연구개발비}}{(\text{연구개발비} + \text{광고선전비} + \text{교육훈련비})}$$

산업기술요소의 결정은 신뢰성을 높이기 위하여 코스닥과 코스피 상장기업을 대상으로, 분석에 필요한 자본시장정보와 재무정보는 최근 5년간(2005년 ~ 2009년)의 한국신용평가정보의 자료를 활용하였고, 금융감독원 공시정보로 보완하여 사용하였음. 본 기술과 관련된 3개 산업(C20, D, E)의 산업기술요소 값을 아래의 표에 제시하였음

[표 5-19] 업종별 산업기술요소

표준산업분류		최대무형자산 가치비율	기술자산 비중	산업기술 요소
C20	화학물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	83.5%	66.8%	55.8%
D	전기, 가스, 증기 및 수도사업	98.8%	71.8%	70.9%
E	하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업	77.5%	47.3%	36.7%
종합		86.6%	62.0%	54.5%

자료: “기술가치평가 실무가이드”, 지식경제부, 2011.12

본 평가에서는 관련된 3개 업종의 산업기술요소를 종합하여 본 기술의 산업기술요소를 54.5%로 산정하였음

5.5.2. 개별기술강도

개별기술강도는 평가대상기술의 구체적 특징 및 강점을 직접 실시하여 평가하는 것으로, 동기술이 사업성을 갖춘 기술인지, 시장에서의 경쟁이 치열한지, 기술이전과 거래가 용이한지 등 기술의 질적 속성(Qualitative Aspect)을 평가하는 것임

- ① 법적인 보호강도 개별지표의 평가환산 점수
- 법적보호강도 평가환산 점수 = 평점 × 2(가중치)
- ② 상업적 우위성 개별지표의 평가환산 점수 :
- 상업적우위성 평가환산 점수 = 평점 × 1.2(가중치)
- ③ 개별기술강도 :
- 개별기술강도 = 법적보호강도 환산점수 + 상업적우위성 환산점수

[표 5-20] 개별기술강도 평가지표 및 결과

대항목	중항목	소항목	평 점				
			4.75	3.75	2.50	1.25	0.25
개별 기술 강도	법적인 보호 강도	권리보호의 중요성	4.75	3.75	2.50	1.25	0.25
		권리범위 및 강도	4.75	3.75	2.50	1.25	0.25
		권리의 안정성	4.75	3.75	2.50	1.25	0.25
		경쟁기술대비 방어정도	4.75	3.75	2.50	1.25	0.25
		소계	16.00				
	상업적 우위성	기술상용화 단계	4.75	3.75	2.50	1.25	0.25
		기능적 우위성	4.75	3.75	2.50	1.25	0.25
		기술의 생산력	4.75	3.75	2.50	1.25	0.25
		기술의 자립도	4.75	3.75	2.50	1.25	0.25
		기술의 파급효과	4.75	3.75	2.50	1.25	0.25
		유사기술의 성공사례	4.75	3.75	2.50	1.25	0.25
		시장진입 용이성	4.75	3.75	2.50	1.25	0.25
		시장확보 가능성	4.75	3.75	2.50	1.25	0.25
		가격/원가 우위성	4.75	3.75	2.50	1.25	0.25
		이익구조상 우위성	4.75	3.75	2.50	1.25	0.25
	소계	28.75					
	66.5 = 16.00 × 2.0 + 28.75 × 1.2 (가중평점 합계)						

개별기술강도의 결정은 법적인 보호강도와 상업적 우위성으로 구성된 2개의 중항목과 이들에 부속한 14개의 소항목으로 구성되는데, 특히 법적인 보호강도의 4개 소항목은 각각 2.0의 가중치를 감안하여 산출되며, 상업적 우위성에 속하는 10개의 소항목은 각각 1.2의 가중치를 적용하여 산출함. 개별기술강도 평가지표와 평점 구성을 상기 표에 제시하였으며, 평가표에 따라 본 기술의 개별기술강도를 평가한 결과, 66.5로 평가되었음

5.5.3. 평가대상기술의 기술기여도

앞에서 언급했듯이 기술기여도는 산업기술요소에 개별기술강도를 곱하여 산출함. 본 기술의 개별기술강도는 법적인 보호 강도와 상업적 우위성의 관점에서 평가지표에 따라 평가한 결과, 66.5로 평가되었음. 산업기술요소는 본 기술과 관련된 3개 산업(C20, D, E)의 특성을 함께 고려하여 평가하였으며, 평가결과 54.5%로 산정함

앞에서 산정한 개별기술강도와 산업기술요소를 적용하여 평가대상기술의 기술기여도를 구하면 아래의 표와 같이 36.24로 평가할 수 있음

[표 5-21] 평가대상기술의 기술기여도

대항목	중항목	평 점
개별기술강도	법적인 보호강도(A)	16.00
	상업적 우위성(B)	28.75
	개별기술강도 (C = A × 2.0 + B × 1.2) : 66.5	
산업기술요소 (D) : 54.5%		
기술기여도 (E = C × D) : 36.24		

5.6. 특허기술의 가치

상기에서 계산 또는 추정된 변수들을 종합하여 시나리오별로 개별가치금액을 산정하면 [표 3-1]과 같이 기술가치평가 결과를 얻을 수 있음. 평가기준일은 2014년 5월 1일로 정하였으며, 따라서 미래 가치는 모두 평가기준일자로 현재 가치화하였음. 본 평가에서는 現 한국산업기술진흥원이 기술가치평가 실무가이드¹⁸⁾에서 제시하는 업종별 할인율을 준용하였음. 본 기술은 수소제조에 관한 것으로, 한국표준산업분류 상 중분류 ‘C20 화학물질 및 화학제품 제조업, 의약품 제외’에 속하므로, 이 산업의 특성을 고려하여 할인율을 산정하였으며, 그 결과 9.45%의 할인율을 가지는 것으로 추정됨. 이렇게 하여 추정된 기술의 가치는 [표 5-22] 및 [표 5-23]과 같음

[표 5-22] 기술가치 - 제철소 부생가스 활용(시나리오 I)

(단위: 억 원)

구분	1차년도 (2016)	2차년도 (2017)	3차년도 (2018)	4차년도 (2019)	5차년도 (2020)	6차년도 (2021)	7차년도 (2022)
미래현금흐름 (F)	67.6	126.9	143.0	139.2	135.4	131.0	443.5
현재화됨 현금흐름 (H)	56.3	96.5	99.2	88.1	78.2	69.1	213.4
사업가치 (ΣH)	337.4						
기술기여도(J)	36.24%						
기술가치(K) (K = ΣH×J)	122.3						

[표 5-23] 기술가치 - 연료전지 사업화(시나리오 II)

(단위: 억 원)

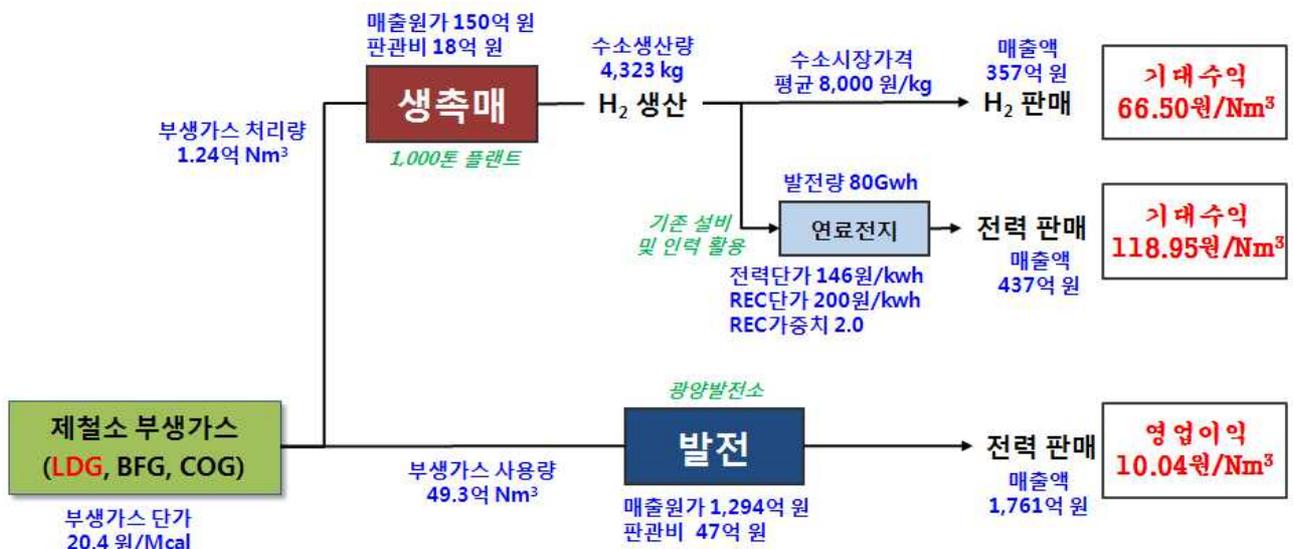
구분	1차년도 (2016)	2차년도 (2017)	3차년도 (2018)	4차년도 (2019)	5차년도 (2020)	6차년도 (2021)	7차년도 (2022)
미래현금흐름 (F)	108.0	185.1	204.9	204.8	204.5	203.7	519.7
현재화됨 현금흐름 (H)	90.0	140.7	142.1	129.6	118.2	107.4	250.1
사업가치 (ΣH)	614.6						
기술기여도(J)	36.24%						
기술가치(K) (K = ΣH×J)	222.73						

18) “기술가치평가 실무가이드”, 한국산업기술진흥원, 2011.12

5.7. 평가결과 종합

평가 결과, 제철소 부생가스를 이용하여 수소를 생산한 후, 연료전지 발전사업으로 진출하는 방안이 가장 수익성이 높은 것으로 분석됨. 생산한 수소를 판매하는 시나리오 또한 현재 가장 널리 활용되고 있는 부생발전을 통한 전력판매 시나리오보다는 높은 수익성을 보임. 그러나 부생가스의 처리량 측면에서는 수소생산 시나리오가 부생발전 시나리오에 미치지 못하는 것으로 나타남

따라서 부생가스를 이용한 사업화 시에는 본 기술을 기반으로 하는 연료전지 및 수소판매를 통한 수익창출을 우선적으로 고려하고, 본 기술로 수용하지 못하는 부생가스 발생량에 대해서는 부생발전을 통해 매출을 발생시키는 것이 바람직할 것으로 사료됨



[그림 5-4] 시나리오별 수익 추정 결과

참고문헌

- 박세현, “바이오수소개발 사업의 상업 생산을 위한 경제성 분석”, 한국해양과학기술원, 2012
- 박정수, “바이오수소 에너지 개발에 대한 경제성 분석”, 서강대학교, 2012.05.12
- 이영철, "수소스테이션 국내외 현황과 운영 실적 및 시사점", 수소에너지정보 제 38호, 고효율수소에너지제조·저장·이용기술개발사업단, 2012.03
- 국토해양부, “해양미생물로부터 미래대체 에너지 수소를 생산”, 보도자료, 2009.09.08
- 기업경영분석, 한국은행, 각 년도
- 산업교육연구소, ‘2014 (수소)연료전지 기술, 시장동향과 신사업 모델 및 소재/부품 세미나’, 2014.04
- 에너지관리공단, “신재생에너지백서”, 2012
- 유진투자증권, “유틸리티 - 연료전지(발전용)”, 2013.10.07
- 지식경제부, “신·재생에너지 공급의무화(RPS) 제도”, 에너지관리공단 신·재생에너지센터, 2012.03
- 포스코에너지(주), 2012년 지속가능경영보고서
- 한국산업기술진흥원, “기술가치평가 실무가이드”, 2011.12
- 한국수소 및 신에너지학회, "국내 부생수소 현황과 수소 유통 인프라", 논문집 제13권 제4호, 2002.12.한국에너지기술평가원, “2013 에너지기술 로드맵”, 2013.12
- 한국신용평가, Rating Report - 포스코에너지(주), 2013.12.27
- 한국해양과학기술진흥원, 2011년 해양과학기술연구개발사업 연구성과 자료집
- NICE신용평가, “포스코에너지(주)”, 2013.12.27
- (주)엔솔테크, “20L 반응기 실험 결과 분석 및 NA1 수소생산 성공 조건 분석”, 2011.06.02.포스코에너지(주) 사업보고서, 각 년도
- H.Kim, Pohang Technopark, Development of supply chain in Fuel Cell Industry, 2014.02
- Nicholas Stern, "Stern Review on the Economics of Climate Change", 2006
- Fuel Cell Today, Industry Review, 2013

(주)엔솔테크 홈페이지, <http://www.ensoltek.co.kr>

포스코에너지(주) 홈페이지, <http://www.poscoenergy.com>

글로벌에너지개발(주) 홈페이지, <http://globalenergy.kr>

한국에너지기술연구원 수소연구실 블로그, <http://blog.naver.com/gir5101>

전력통계정보시스템, <http://epsis.kpx.or.kr>