온실가스 저감 및 처리기술의 시장 분석 및 수요예측 연구

이덕기, 최상진, 박수억
한국에너지기술연구원
042-860-3753, deokki@kier.re.kr

A Study on the Market Analysis & Demand Forecasting of CO_2 Reduction and Sequestration Technologies

Deok-Ki Lee, Sang-Jin Choi, Soo-Uk Park
Korea Institute Of Energy Research

Abstract

As the Kyoto Protocol will come into effect starting February 2005, 55 member countries of the Conference of Parties of the Framework Convention on Climate Change (FCCC) will be under obligation to reduce the emissions of Carbon Dioxide (CO_2) by 5.2 percent from the 1990 levels before the year 2012. Hence the development of technology to prepare for this has been accelerated in Korea.

The effect of technology varies with market size of technology, and it is necessary to control technology development period, according to the size and trend of technology market. Moreover it is essential that market analysis be finished before technology development, because market on the CO_2 Reduction and Sequestration Technology expands internationally. For that reason, it is needed to analyze domestic market and to consider technology development strategy according to analysis results.

In this paper, we analyzed the domestic industry and forecasted the market size, both related to the Reduction and Sequestration Technology on CO_2 emission, which is the major component of global Green House Gas (GHG).

Ⅰ. 서 론

러시아의 교토의정서 비준으로 지구온난화를 막기 위한 전 세계적인 노력이 2005년 2월부터 본격화될 전망이며 이에 따라 세계 각국과 주요기업들은 온실 가스 배출량 감축의무 부담으로 인해 국가 경제 및 기업 경영에 많은 어려움이 따를 것으로 전망되고 있다.

2005년 2월부터 교토의정서가 발효됨에 따라 기후변화협약에 가입한 55개 국가들은 오는 2012년까지 이산화탄소 등과 같은 온실가스 배출량을 지난 1990년 당시보다 5.2% 줄여야 하는 의무를 부여받게 되었다. 이러한 의무부담에 대응하지 못하는 국가의 경우 온실가스 배출권을 다른 나라로부터 구입하거나 환경친화사업에 나서야 하는 등 경제적 부담이 한층 높아지게 되었다. 우리나라는 당장 의무를 이행할 필요는 없지만 앞으로 선진국 못지않은 부담을 지지 않으면 안 될 전망이다.

2002년 현재 우리나라는 이산화탄소 배출량 규모에서 세계 10위로서 현재 저감 의무국은 아니지만 국제 사회로부터 그 압력이 가중되어 제2차 의무이행기간(2013년~2017년)에는 의무이행국이 될 가능성이 커지고 있으며 감축 의무부담시 산업 및 경제활동에 막대한 영향을 끼

칠 것으로 전망되고 있다.

기후변화협약에 대응하기 위해 우리나라는 1998년 4월 국무총리를 위원장으로 하고 관계부처, 학계, 산업계, 연구기관 등이 광범위하게 참여하는 기후변화협약 범정부대책기구를 구성한 바 있다. 동년 12월에는 동 기구를 통하여 부문별 온실가스 배출감축 정책, 교토메카니즘 이행체계 구축 등 "기후변화협약 대응 종합대책"을 수립하여 기후변화협약에 대응한 기본적인 협상전략과 함께 에너지산업, 폐기물, 농업 등 부문별로 2020년까지 중장기적으로 온실가스 효과를 효과적으로 저감하기 위한 세부과제가 제시되었다. 또한, 2001년 9월에는 대응체계를 강화하기 위해서 국무총리훈령을 제정하여 범정부대책기구를 기후변화협약 대책위원회로 확대 개편하고, 2002년 3월 국내의 환경변화를 수용하여 기후변화협약 대응 제2차 종합대책을 수립하였다. 제1차 종합대책이 부문별 온실가스 감축시행에 중심을 두었다면 제2차 종합대책은 각 부문별 온실가스 감축시책 강화와 함께 추진사업들을 구체화하고 있다.

개발된 기술의 파급효과는 대상 기술의 시장규모에 따라 많은 차이를 보이며, 기술시장의 규모 및 동향에 따라 적절하게 기술개발시기를 조절하는 것이 필요하다. 이와 함께 개발된 기술에 대한 시장분석이 개발이전 단계에 반드시 이루어져야 하며, 이산화탄소 저감 기술에 대한 시장이 국제적인 규모로 확장되고 있기 때문에 국내 시장을 대상으로 하는 분석이 필요하며 이에 따른 전략이 고려되어야 한다.

본 논문에서는 이와 같은 일련의 이산화탄소 저감 및 처리기술개발에 따른 국내 관련 산업의 조사 분석 및 시장규모를 예측하였다.

Ⅱ. 시장분석 및 수요예측의 일반적 고찰

1. 시장분석

1) 기술 시장 분석의 개요

기술시장이란 특정 기술 자체가 거래되는 시장이 아니라 기술과 해당 기술이 응용되는 상품시장을 동시에 지칭하는 것이다. 이 경우 시장은 공급측면과 수요측면을 동시에 지칭한다. 이러한 이유로 경우에 따라서는 기술 산업시장이라는 용어를 사용하기도 한다. 기술시장분석은 기술 분석과 해당 기술이 응용되는 시장 분석을 동시에 수행하는 것을 말한다.

이러한 기술 시장의 특성으로는 Williamson(1985)의 주장에 따르면 "시장의 개념은 즉, 다수의 공급자와 다수의 구매자가 거래의 상대가 누구인가는 중요하게 생각하지 않고 자신들의 요구를 만족시키려고 한다는 의미에서 익명성을 요구하며 거래상대방의 정체는 무관계한 것으로 다루어지고 이는 경제학에서의 이상적인 시장거래와 정확하게 일치하는 개념이다" 라고 하고 있다.

전형적인 시장에서 선택되어지는 것은 판매자가 아니라 제품 그 자체이며 이러한 익명성으로 인하여 가격, 서비스, 반응성, 그리고 기술적인 변화 등의 측면에서 시장이 효율적으로 되는 것이다.

외부의 파트너로부터 기술을 구매한다는 것은 전혀 새로운 것은 아니며 실제로 Dupont사와 CibaGerigy사는 초기부터 기술을 구현해 온 역사를 가지고 있다. 또한 우리나라 기업의 경우 미국이나 일본과 같은 기술선진국에 비하여 기술력이 낮아 필요한 기술의 획득을 외부 기업에 많이 의존하고 있는 실정이다.

기술 시장이라는 용어도 오래전에 이미 언급 되어졌던 것이다. 최근에 조직 간의 기술의 이동이 급격하게 많아지면서 다시 그 중요성이 더해지고, 사실상 최근의 기술 지식에 대한 수요와 공급은 과거에 비하여 상당히 증가하였다. (Bidault and William, 1994)

수요 측면에서 기업들이 외부의 공급원을 통하여 그들의 기술적인 베이스를 확대하려고 하는 많은 증거가 있다. Friar and Horwitch의 연구에서 미국의 선도적인 R&D기업이 내부 활동에 의한 기술의 생산보다는 외부에서의 구매나 조인트 벤처 혹은 기업인수와 같은 형태를 통한 기술 확보를 하려는 경향을 보이고 있다.(Friar and Horwitch, 1986)

특정 기술에 관한 산업 및 시장분석은 산업분석이나 시장 분석의 일종이라 경영학의 마케팅론이나 경제학의 산업조직론 등에서 오래 전부터 분석되어온 주제들이다. 또한 업계에서는 새로운 제품의 출하에 앞서 반드시 점검하는 작업 중의 하나로서 이러한 분석은 전혀 새로운 분석 기법이 아닌 것처럼 보이지만 내용적인 측면에서는 큰 변화가 있다. 기술 분석을 바탕으로 한 기술 산업분석 혹은 기술 시장 분석은 내용적으로 새로운 영역으로 간주될 수도 있게 된 것이다.

기술 분석과 시장분석은 계보를 달리 하는 서로 다른 전문가에 의해 수행되는 것이 일반적이었고, 기술시장분석이라 해도 기술 분석과 시장분석을 결합시키기보다 특정 기술에 관한 산업과 시장분석이라는 의미가 더욱 강했다. 그런데 기술에 대한 깊이 있는 분석이 용이해 짐에 따라 기술 분석과 산업분석 혹은 시장분석이 진정한 의미에서 결합될 수 있게 된 것이다.

2) 기술 시장 분석 방법론

각 기술분야별 기술시장규모를 구하기 위해선 우선 기술에 대한 시장 분석이 필요하다. 여기서 시장이라 함은 개발기술이 상용화 되어 산업체에 적용되었을 때 관련 산업체의 모든 분야를 일컫는다. 본 논문에서는 이러한 적용분야들을 서울대학교에서 설문을 통해 작성한 산업연관표를 참조하였다. 따라서 동 분야에 대한 시장규모를 파악하고, 분석대상기술이 시장에 미치는 영향, 즉 점유율을 파악하면 특정 에너지기술에 대한 기술시장 분석 및 시장규모를 파악할 수 있다.

또한, 시장규모 및 기술시장 분석을 하기위해서는 에너지기술시장에 대한 포괄적이고 객관적인 데이터가 필요하나, 연구기간의 제약 및 향후 기술상용화에 따른 파급효과 산출연구와 관련하여 지속적인 연구가 이루어질 것으로 예상되기 때문에, 본 연구에서는 지난 몇 년간 관련기관(에너지기술연구원 등)에서 수행한 연구사업 결과(에너지절약워크샵 과제를 통해 정리된 "에너지 절약기술 동향지" 및 2년간 CDRS 분과세미나 및 학회 발표 등을 통해 보고된 과제책임자의 발표자료 및 논문 등) 등의 자료를 분석하여 분과별 기술들에 대한 개략적인 기술시장 분석을 수행하고자 한다.

기술의 특성상 분과별로 독립적인 기술이 존재하는 반면, 여러 가지 분야에 동시에 적용이 가능한 기술들이 다수 있기 때문에 이러한 경우는 해당기술이 적용분야에 얼마나 중요한 영향을 미치고 있는 지를 분석하여 총 시장규모에 대한 단위비율로 분배하였다. 또한 해당

분야 과제 책임자들에게 산정된 기술시장현황 및 규모에 대한 설문을 실시하여, 기술시장규모 자료에 대한 신뢰성을 제고하였다.

2. 수요예측

1) 수요 예측 방법론의 개요

수요 예측 방법론에는 크게 시계열 모형, 인과 모형, 전문가 예측, 시장 기반 예측이 있다. 시계열 모형에는 이동 평균, 지수 평활법, 확산 모형이 있다. 이동 평균의 경우는 최근 자료를 평균하여 잡음(noise)을 고려하지 않고 예측하는 기법으로 비용이 적게 들고, 이해하기 쉽지만 분석 자료의 개수가 시행착오에 의해 결정되고 정확성이 떨어지는 단점이 있다. 지수 평활법의 경우는 최근 자료에 대한 가중치를 지수적으로 부여하여 예측하는 기법이다. 비용이 적게 들고, 이해하기 쉬우며 계절성이나 순환성을 고려할 수 있지만, 가중치가 시행착오로 결정되고 정확성이 떨어지는 단점이 있다. 이러한 예측법은 증가나 감소 경향이 뚜렷한 제품의 예측에 이용된다. 확산모형은 성장곡선(growth curve)을 비선형 회귀하여 예측하는 방법으로 장기 예측이 적당하며, 잠재 수요의 크기에 대한 설명력이 높다. 반면 자료가 충분하지 못하면 곡선을 추정하지 못해 정확한 예측에 어려움이 있다. 이러한 예측법은 신상품 또는 신규 서비스의 확산 과정을 예측하는데 용이하다.

인과모형에는 선형 회기법이 있는데 이 방법론은 예측변수와 요인 변수들 간의 인과관계를 통하여 예측하는 기법으로 관련 요인들을 도출하여 설명력을 높일 수 있고 결과가 비교적 정확한 반면, 비용이 많이 들고 다양한 검정 절차에 의한 과정이 복잡한 단점을 가지고 있다. 선형 회기법은 제품의 판매가 다양한 요인들에 의존적일 때 이용하기 용이한 방법론이다.

전문가 예측법에는 델파이법과 시나리오 방법론으로 나눌 수 있다. 델파이법은 여러 전문가의 의견을 수렴시켜 일치된 예측치를 도출하는 방법으로 소요 시간이 길고, 비용이 많이 드는 단점을 가지고 있다. 이러한 방법론은 시장이 아직 형성되지 않은 혁신적인 제품에 이용 가능하다.

시나리오 방법론은 경제, 사회적 환경 변화에 의한 위험을 고려하여 예측하는 기법으로 다양한 환경 변화에 대한 가능한 상황을 도출함으로써 위험을 최소화 시키는 방법론이다. 하지만 정보의 양이 많아지고 복잡하여 이해하기 어렵고 소요 비용이 많이 투입되는 단점을 가지고 있다. 환경의 영향을 많이 받고 경쟁이 치열한 제품에 이용 가능하다.

시장기반 예측방법론에는 시장조사와 비교유추의 방법론이 있다. 시장조사 방법론의 경우는 조사를 통하여 시장에 대한 가설 검증을 실시하여 예측하는 기법으로 중장기 예측에 적당하며, 이해가 쉽고, 결과가 비교적 정확한 반면, 소요시간과 투입비용이 많이 드는 단점을 가지고 있다.

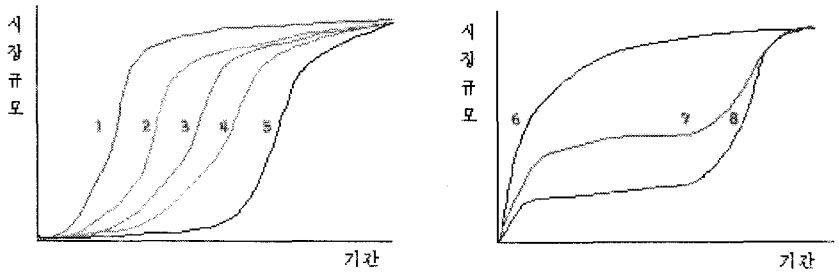
비교유추 방법론은 유사 품목의 자료를 통해 신제품의 수요를 예측하는 방법으로 다른 정성적 방법보다 소요시간이 적으며, 이해가 빠르다. 하지만 정확성이 떨어지며, 단기예측에 적합하지 않다.

2) 확산 모형을 이용한 수요 예측 방법론

S형 확산곡선(S-Curve)은 혁신의 확산에 대한 대표적인 형태로서 채택자들의 수가 적은 처음에는 완만하게 상승하지만 사회구성원 중에 과반수 가량이 채택한 후부터는 급경사로 치솟아 올라가다가 나머지 사람들이 드디어 채택하게 되면 확산곡선은 다시 완만하게 올라간다는 것을 의미하고 있다. 이 곡선의 밀도함수는 정규분포를 이루는 것이 보통이다.

본 연구에서는 신기술의 확산 과정의 예측이 용이한 시계열 모형 중에서 확산 모형을 이용하여 각 세부과제에 대하여 수요 예측을 수행하였다.

이를 위해(개발기술의 시장 수요를 예측하기 위해) 관련 사업에 참여하고 있는 연구 책임자들을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문지는 개발 기술의 시장 수요를 예측하기 위하여 대상 기술의 상용화 년도, 대상 기술의 상용화 시점에서부터의 기술 수명, 대상 기술의 상용화 시점에서부터 기술의 수명기간 까지 시장규모가 변하는 S-Curve의 문항으로 구성되었다. 설문지의 S-Curve는 8개의 그래프 형태로 되어있고 각 기술의 연구책임자에 의해 선택되어졌다([그림 1] 참조).



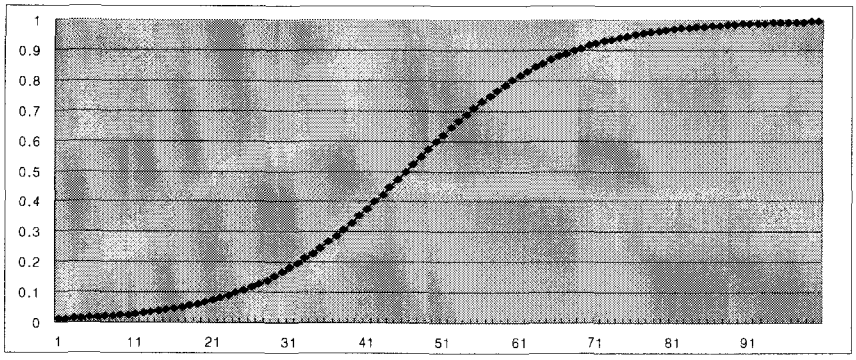
[그림1] S-Curve의 형태

본 연구에서는 개발되는 CDRS 관련 기술들에 대한 시장 침투율을 S-curve 곡선의 형태로 표현하였다. 일반적으로 S-curve의 형태는 아래와 같다.

$$y(t) = \frac{1}{1 + \alpha\ e^{-\beta t}}$$

여기서, t는 시간축을 나타내며, α는 상수이며, β는 확산속도를 의미한다. 예를 들어, α가 100이고, β가 0.12인 경우의 확산모형 곡선은 [그림 2]와 같다.

본 연구에서는 CDRS에서 개발하고 있는 모든 기술들에 대한 S-curve를 구해야 하지만, 실제로 하나의 기술에 대한 특성을 나타내고 있는 S-Curve의 곡선을 구하는 것 자체가 상당한 시간과 정확한 데이터가 필요한 작업이기 때문에 본 연구에서는 분과별 대표적인 기술들에 대해서 과제책임자가 8가지의 대표되는 S-curve의 곡선중 하나를 선택하게끔 하였다.



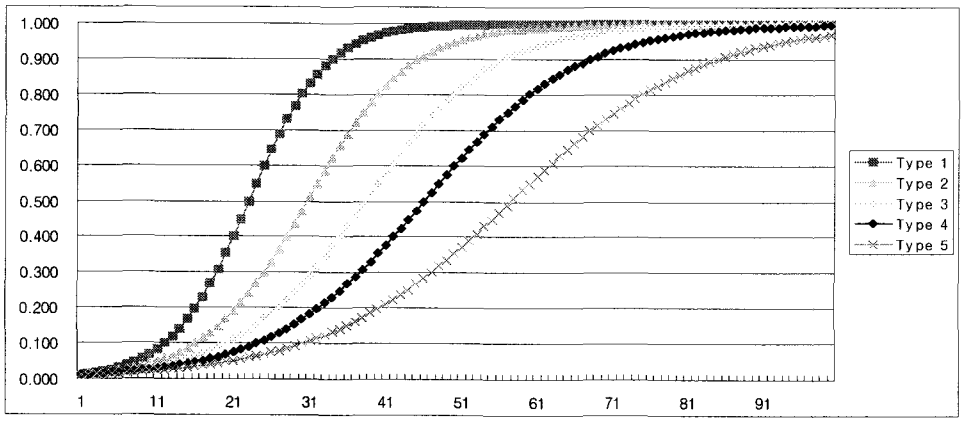
[그림 106] 표준 S-curve 곡선의 형태

본 연구에서 제시한 8가지의 성장곡선 모형은 [그림 2]와 [그림 3]과 같이 8가지로 표현된다. [그림 2]와 [그림 3]에 있는 각각의 곡선에 대한 매개변수들의 값은 <표 1>과 같다.

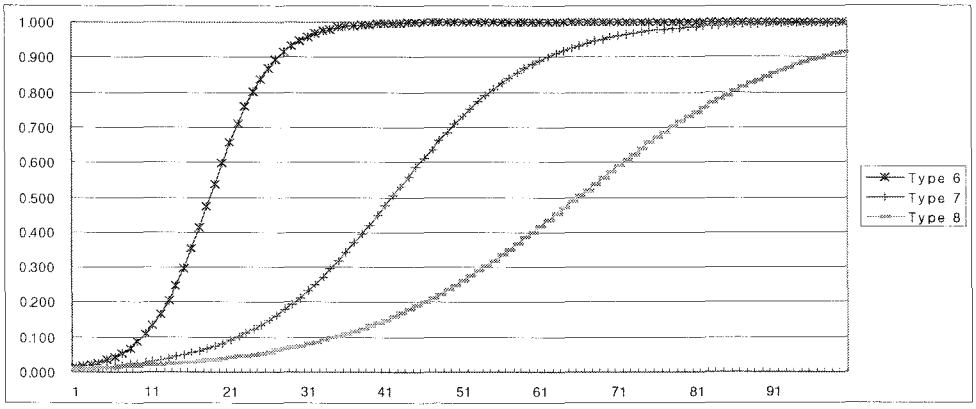
<표 88> S-curve 곡선들의 매개변수들의 값

Type No.	α	β
1	100	0.2
2	100	0.15
3	100	0.12
4	100	0.1
5	100	0.08
6	80	0.06
7	100	0.11
8	100	0.07

[그림 2]와 [그림 3]은 x축을 100개의 구간으로 나누어 각각의 매개변수에 맞게 S-curve를 작성한 모양을 보여주고 있다. 본 연구에서는 설문결과로부터 해당기술에 대한 기술수명과 시장의 규모가 과제책임자로부터 주어지면, 기술에 대한 S-curve 곡선에 맞게 기술수명내 기술시장의 규모가 정해지게 된다.



[그림 3] Type 1에서 5까지의 S-curve



[그림 4] Type 6에서 8까지의 S-curve

앞서 언급한 대로 기술하나 하나에 대한 시장성장곡선을 구하는 것이 하나의 과제가 될 만큼 신뢰성 높은 데이터와 노력이 들어가는 연구이지만, 본 연구에서는 CDRS 개발과제들이 미래에 상용화되는 시점에서 개발기술들에 대한 분과별 시장규모의 추이를 살펴보는 데 초점을 맞춘 연구이기 때문에 좀 더 거시적인 측면에서 시장규모를 측정한 것이라 볼 수 있다. 향후 세부기술들에 대해 기술시장에 미치는 영향을 파악하여 시장성장 영향요소를 선정하고 영향요소에 따른 기술성장 곡선 함수를 구할 수 있는 연구가 진행되어져야 할 것이다.

Ⅲ. 시장분석 및 수요예측

1. 시장분석

본 연구에서 이산화탄소 저감 및 처리기술 시장의 대상으로는 크게 CDRS 사업단(Carbon Dioxide Reduction & Sequestration R&D Center)에서 개발이 진행되고 있는 기술로서 4개 분야(고온순산소 연소분야, 반응분리 공정 분야, 미활용 에너지 이용 기술 분야, CO_2 회수 기술분야)를 대상으로 하였다.

1) 고온 순산소 연소

고온 순산소 연소 기술의 적용 가능한 대표적인 산업분야로 공업로, 용접기, 열병합 시스템, 산업용 버너의 일반적인 시장규모를 분석하였다.

공업로의 경우 국내 공업로 산업의 시장규모는 년간 수출입을 포함하여 5천억 내외인 것으로 조사 되었다.

용접기의 경우 국내 용접설비의 시장규모를 보면 2002년 자동차 산업분야 25.6%, 산업 기계분야 17.1%, 토목 건설 분야 11.8%, 기타 산업 9.5%, 가전제품 분야 8.3%, 조선 산업 분야 7.9%, 중장비 분야 7.6%, 농기계 분야 5.0%, 임가공 산업 4.8%, 중전기 분야 1.7%, 석유

화학 분야 0.5%, 섬유·방적 분야 0.2% 순으로 자동차 산업과 산업 기계, 건설 분야에서 용접 설비의 수요가 50% 이상을 차지하였다.

열 병합 시스템은 축열식 시스템과 건문분야로 구분하여 시장규모를 분석하였는데 축열식 시스템 부문의 경우 국내시장규모는 약 6,729억원으로 추정되나 현재 기존 일반버너가 축열 버너로 대체되고 있는 추세를 감안하면 시장규모는 더 확대될 것으로 예상된다. 건물분야의 경우 소규모 열병합발전시스템 보급단계에서의 잠재시장규모를 추정하면, 1998년 기준 빌딩부문의 국내 연간 에너지 총 사용량은 33.0백만TOE로서 국내 전체 에너지사용량(167.4백만TOE)의 19.7%를 점유하고 있다. 이를 에너지 비용으로 환산하면 연간 28.2조원(석유류 평균 소매가격 733/리터 기준)이다. 빌딩부문의 연간 에너지 비용(28.2조원)으로부터 CES(Community Energy System or Community Energy Supply System, 분산형 열병합발전시스템) 도입시의 에너지 절감효과 (3년간 10%)와 에너지 절감사업의 평균 투자회수기간(3년)을 고려하여 추정한 공사성 Project만의 잠재시장규모는 약 7,600억원이다. 그러나 유지관리비(인건비) 절감 및 임대면적 증가등을 통한 부가매출을 고려할 경우 CES 사업의 실재 잠재규모는 공사성 Project의 2배가량인 1조 5000억원 정도로 추정된다.

산업용 버너 산업의 시장규모는 2003년 (주) 공업저널뉴스에서 설문조사 결과에 따르면 약 250억원 규모인 것으로 나타났다.

2) 반응분리 공정

반응분리 공정 기술의 적용 가능한 대표적인 산업으로 석유화학 산업과 가스 산업을 대상으로 전반적인 시장규모를 파악하였다.

석유화학 산업의 경우 2002년 세계 에틸렌 수급은 생산능력 11,081만톤, 수요 9,550만톤, 과잉률 16%, 가동률 86% 수준으로 2000~2002년 초까지 급속히 증가되었던 신증설 물량이 수요 침체로 충분히 소화되지 못한 것으로 나타났다. 북미 지역의 에틸렌 생산 능력(3,445만톤)은 전 세계의 31%를 차지하고 있으며, 서유럽 21%(2,375만톤), 아시아 태평양 26%(2,934만톤), 중동 9%(918만톤), 기타 지역 13%(1,409만톤)의 생산능력을 보유하고 있다. 수요의 대부분은 미국과 서유럽이 각각 26.5%, 20.7%를 차지하고 있으며, 일본, 중국을 포함한 아시아가 29.8%의 비중을 차지하고 있다.

가스산업의 경우 국내 LNG 수요는 꾸준하게 증가할 것으로 전망되고 있으며 도시가스용 수요는 2010년까지 연평균 6.1% 증가할 것으로, 발전용 수요는 경제급전으로 연평균 2.6% 감소할 것으로 전망되고 있다. LPG 수요는 2010년까지 연평균 1.9% 증가에 그칠 것으로 전망되고 있다. 프로판 수요는 정체, 부탄수요는 연평균 3.0% 증가할 것으로 보이지만 LNG, 지역난방 등 경쟁연료에 비해 가격경쟁력이 취약한 현실이다. 또한 수송용 부탄에 대한 특소세 부과로 2006년 이후 수요 정체 또는 감소될 전망이다.

3) 미활용 에너지 이용기술

미활용 에너지 이용 기술의 경제적 측면 시장규모는 2002년 열원대응 기술 분야가 5,470억대로 가장 큰 시장을 형성하는 반면 최적설계 및 실증화 분야는 시장형성이 미흡한 것을 볼 수 있다.

<표 2> 경제적 측면에서의 시장규모 (단위 : 천만원)

년 도	열원대응기술	냉온열제조기술	고밀도 열저장 및 열수송관련	최적설계 및 실증화
2002	54,700	22,500	15,750	-
2012	71,110	33,750	20,475	20,000

지열원 냉난방 시스템의 경우 정부의 2004년 상반기 지열 관련 주요사업만 살펴보더라도 대략적으로 일반보급보조사업 7개/복합기술보급보조사업 1~2개(40억원), 지역에너지사업 강원, 전북, 경북, 울산 등 6~7개(35억원), 실증연구사업 2개(5억원), 공공의무화사업 10여개(40억원) 정도이며, 이외에도 에너지이용합리화자금 융자사업(30억원)과 민간사업(30억원)까지 포함하면 그 규모가 상당하다. 냉동 공조 산업의 시장 규모는 2003년 국내 산업의 8.0%를 차지하며 세계 시장에서의 10%를 차지한다.

<표 3> 냉동 공조 산업의 시장 규모

내용 \ 년도	1993년(1998년)	2003년
국내 산업에서의 위치(생산)	• 5.5%	• 8.0%
국제 냉동/공조산업에서의 위치(생산)	• 5%	• 10%
규모 • 생산 • 수출	• 19,000(24,896)억 • 2,135억	• 44,645억 • 13,394억
기술 • 설 계 • 제 작 • 국산화율	• 일부핵심기술제외 자립화 • 대부분 자립화 • 90%	• 독자설계기술 확립 • 정밀 제작 • 95%

*자료 : 2002년, 한국 건설 기술 연구원

4) CO_2 회수기술

CO_2 회수 기술은 미분탄화력발전, 가스복합발전, 석탄가스화 복합 발전 등의 화력발전에 적용 가능한 연구 분야이다. 또한 고효율 CO_2 전환 기술은 석유화학 공정, 쓰레기 매립장, 시멘트 산업, 자동차 산업, 의약, 식품 첨가물 산업 등에 적용 가능하다.

시멘트 산업은 건설현장의 필수적인 원재료이고 시멘트산업은 국내 시장규모가 연간 약 3조원(2002년 기준)에 이르러 국민경제에 큰 비중을 차지하고 있으며, 시멘트제조 7개사의 시장점유율은 약 90% 정도로 사실상 시장지배력을 갖고 있다.

식품 첨가물 산업의 경우 2001년도 국내 식품 첨가물의 생산 규모는 약 636만톤의 생산능력을 갖추고 약 144만톤의 제품을 생산하였고 총생산액은 6564억원, 국내 출하액은 5650억원, 수출은 약 1억8000달러에 달하였다. 2001년도 식품 첨가물을 제조하는 국내 제조업소는 410개이며 각 지역별 분포 비율은 서울 3.4%, 부산 1.7%, 대구 0.7%, 인천 6.5%, 광주 1%, 대전 0.2%, 울산 4.9%, 강원 0.7%, 경기 39%, 충북 11%, 충남 8.3%, 전북 3.6%, 전남 5.1%, 경북 7.3%, 경남 5.6%, 제주 0.9%로서 충남 이상의 수도권 지역에 대부분 공장들이 밀집되어 있음을 알 수 있다.

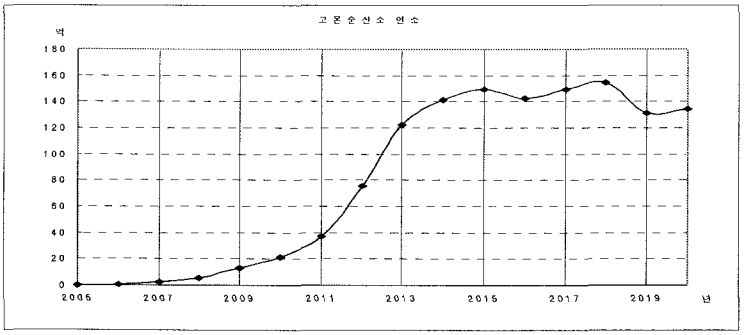
2. 수요예측

1) 고온순산소 연소분야

고온 순산소 연소의 경우 연구 책임자들의 설문결과를 바탕으로 시장규모를 예측해본 결과 연구 개발이 끝나는 2012년을 기점으로 급속한 성장을 보이며, 2015년부터 2020년 까지 5년 동안 최대의 시장 규모를 가질 것으로 예측되었고, 2018년에 155억으로 최대의 시장 규모로 나타났다(<표 4>,[그림 5]참조).

<표 4> 고온 순산소 연소분야의 시장규모

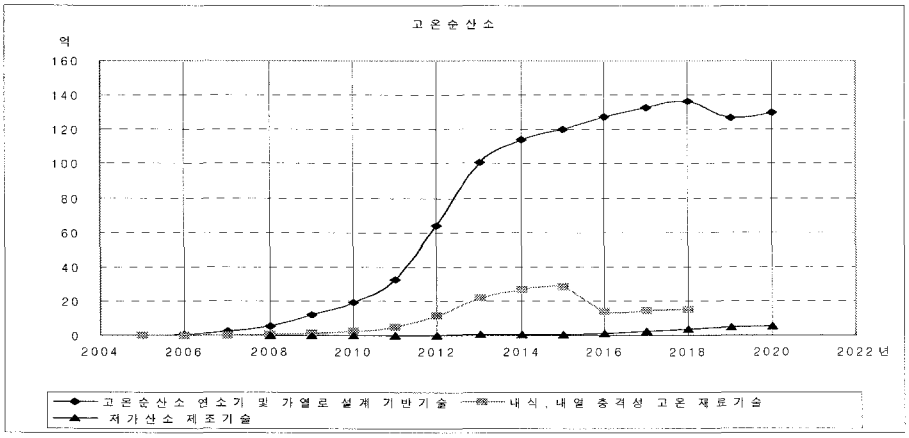
과 제 명	상용화 시기	기술 수명	S-curve 형태	적용 분야 및 시장규모
지능형 고온 순산소 연소 시스템 기술 개발	2008	10년	8	• 용융로 / 가열로 : 7억 • 각종 연소기 : 5억
연소 시스템 고성능 지능화 기술 개발	2005	15년	3	• 고성능 소형 순산소 연소 시스템(에너지,기계) : 20억 • 준상용 로내열유동장 해석 소프트웨어(에너지,기계):10억
초고온형 Al2TiO5계 내화 재료개발	2008	10년	3	• 제철,제강,요로,비철금속 용해로용 로재 및 부품:10억 • 전자 및 기계구조용 파인 세라믹스 부품:5억
초고온형 질화규소계 내화재료개발	2005	10년	5	• 제철,제강,요로,비철금속 용해로용 로재 및 부품:10억 • 전자 및 기계구조용 파인 세라믹스 부품:5억
저가 고순도 산소 제조용 VSA공정	2008	20년	3	• 내화물, 필터, 재열부품, 연료전지 전극 : 5억 • 제조업 : 1억
저가 고순도 산소 제조용 ITM 소재, Module 및 시스템 기술 개발	2012	50년	2	



[그림 5] 고온 순산소 연소 시장규모

고온 순산소 분야별 시장규모의 경우 '고온 순산소 연소기 및 가열로 설계 기반 기술', '내식·내열 충격성 고온 재료 기술', '저가산소 제조 기술'에 대해 각각의 시장규모는 [그림 3]에서 보는 바와 같다.

'고온 순산소 연소기 및 가열로 설계 기반 기술'은 2018년 136억, '내식·내열 충격성 고온 재료 기술'은 2015년 28억, '저가산소 제조 기술'은 2028년 7억으로 각각 최대 시장규모로 산출되었고, '저가산소 제조 기술'은 '고온 순산소 연소기 및 가열로 설계 기반 기술'과 '내식·내열 충격성 고온 재료 기술'에 비해 기술수명이 길고, '고온 순산소 연소기 및 가열로 설계 기반 기술'은 '내식·내열 충격성 고온 재료 기술'과 '저가산소 제조 기술'의 시장규모보다 월등히 높은 것으로 산출되어 '고온 순산소 연소기 및 가열로 설계 기반 기술'의 시장이 차지하는 비율이 상당히 높은 것으로 예측되었다.



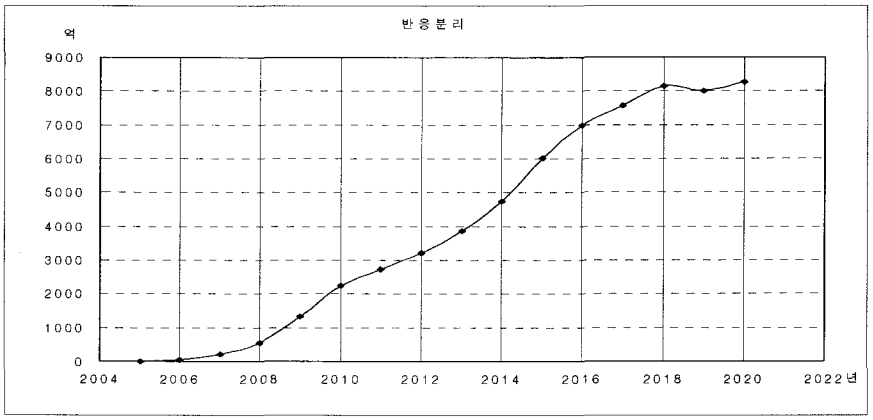
[그림 6] 고온 순산소 분야별 시장규모

2) 반응분리공정 분야

반응분리 공정의 경우 관련 연구책임자의 설문 조사결과 <표 4>를 바탕으로 시장규모를 예측해 본 결과 2015년에서 2027년까지 12년 동안 최대의 시장규모를 형성할 것으로 보이고 있으며 2020년 8,260억대의 시장을 형성할 것으로 예측되었다.

<표 5> 반응분리 공정분야의 시장규모

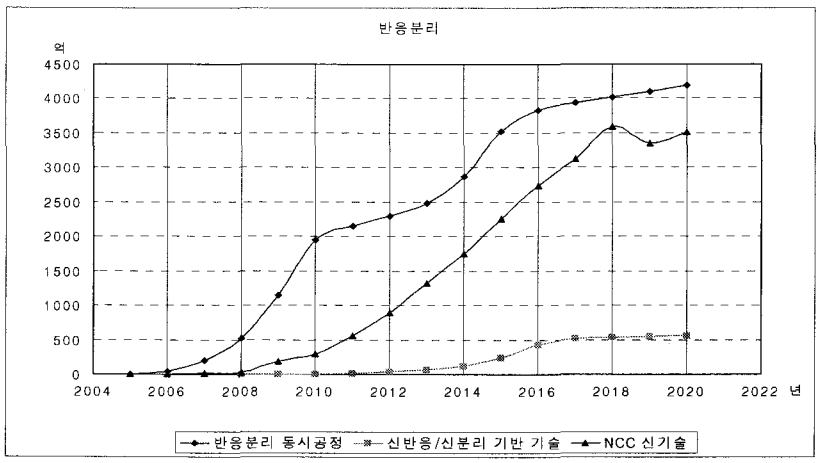
과 제 명	상용화 시기	기술 수명	S-curve 형태	적용 분야 및 시장규모
막반응기를 이용한 메탄 Activation	2010	20년	4	• 반도체/전자재료 : 10억
LNG 부분산화 및 평형억제에 의한 합성가스 제조시스템 개발	2005	15년	1	• 수소생산/전기 : 수소, 전기 : 2200억
불소화알콜의 에스텔화 막반응 기술 개발	2008	30년	3	• 유기용매의 탈수정세(에너지,환경) : 100억 • 에스텔화 제품 생산 공정(석유, 정밀화학) : 300억
촉매반응기를 이용한 formaldehyde 유도체 제조 신공정 개발	2010	20년	3	• 탈수분야(화공,식품) : 50억
DME 제조를 위한 반응 분리 결합형 막반응기 공정 개발	2007	20년	2	• 기체분리막 (석유화학) : 1000억 • 탈수반응기(석유화학) : 1000억 • 내수성 촉매 및 공정(정밀화학) : 50억
신반응에 의한 백색광용 고효율 에너지 절약 소재 개발	2010	15년	2	• 광학기기, 분석 : 340억 • 태양전지 : 200억
나노 기술을 이용한 에너지 절약형 환경 친화 단열재 개발	2008	20년	1	• 단열재, 롤리 우레탄 : 70억
올레핀 상온 분리기술 개발	2007	30년	2	• Ethylene 생산공정(석유화학) : 600억
중질나프타 접촉분해기술 개발	2008	20년	1	
나프타 분해공정 효율개선 기술개발	2005	15년	3	
불소계 기체 분리용 고정화 액막 제조 및 응용 기술 개발	2008	30년	1	• 막공정(정밀화학) : 30억 • 기체분리(석유, 정밀화학) : 50억
에틸 및 이소프로필 아세테이트 반응증류공정 개발	2007	20년	2	• 반응증류 공정용 고체산 촉매(석유, 정밀화학) : 100억 • 아세테이트 반응 증류 공정(정밀화학) : 500억 • 반응증류 공정 모사 기술(석유, 정밀화학) : 10억
저농도 초산 회수를 위한 첨단 에너지 절감 기술	2008	10년	8	• 초산회수기술, MA Hydrolysis 공정기술(석유화학): 600억
석유화학 공정에서 올레핀계 off gas 회수를 위한 분리막/냉각응축 복합 시스템 개발	2008	20년	3	• 석유,정밀화학 : 300억



[그림 7] 반응분리 공정 시장 규모

반응 분리 공정 분야별 시장규모의 경우 '반응 분리 동시 공정', '신반응/신분리 기반 기술', 'NCC신기술'에 대해 각각의 기술 시장규모는 [그림 5]와 같이 예측되었다.

'반응분리 동시 공정', '신반응/신분리 기반 기술', 'NCC신기술'의 S-Curve의 형태는 모두 비슷한 양상을 보이지만 시장규모에서 차이가 나는 것을 볼 수 있다. '반응분리 동시 공정'의 경우 2020년 4,200억대의 최대 규모를 나타내고, 'NCC신기술'의 경우 2018년부터 2027년까지 10여년 동안 매년 3500억대의 시장규모를 가질 것으로 예측되었다. 반면 '신반응/신분리 기반 기술'의 경우는 2016년에서 2025년까지 600억대의 꾸준한 시장형성을 보인다.



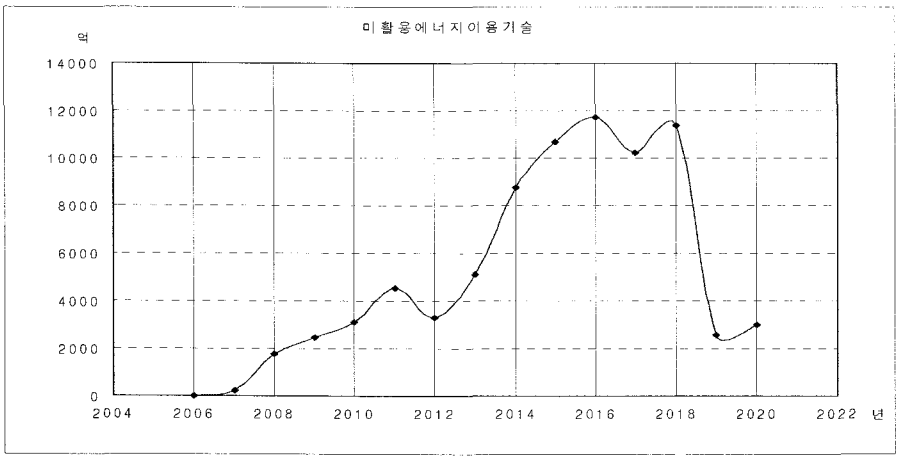
[그림 8] 반응분리 공정 분야별 시장 규모

3) 미활용에너지이용기술분야

미활용 에너지 이용 기술의 경우 연구 책임자의 설문 결과를 바탕으로 시장규모를 예측한 결과 2013년부터 2018년까지 5년 동안 최대 시장규모를 형성하고, 2016년 1조 2000억의 최대 시장규모를 가질 것으로 예측되었고, 사업 종료 직후 시장이 급성장할 것으로 예측 되었다(<표 6>, [그림 9]참조).

<표 6> 미활용 에너지 이용 기술분야의 시장규모

과제명	상용화 시기	기술 수명	S-Curve 형태	적용 분야 및 시장규모
산업폐(수)열원대응 고성능 열교환 시스템 개발	2006	5년	2	• 냉동기, 응축기 Fouling 억제 : 500억
하천수 열원대응 열교환 시스템 개발	2008	20년	3	• 양어장(어업) : 200억 • 지역 냉난방 : 300억
산업폐열(가스) 열회수용 열교환 시스템 개발	2006	10년	3	• 생활, 사업장 쓰레기 소각로 : 1400억
미세입자 유체유동특성을 이용한 열교환기 효율향상 기술 개발	2008	30년	5	• 항균재료(유아용품, 냉장고, 여성내의 제조업) : 100억
열매체용 미세입자 제조 특성 연구	2007	20년	5	• 에어컨, 자동차 냉각수, 생활용품 : 500억
하천수 열원이용 고효율 열펌프 시스템 개발	2008	10년	4	• 건물 냉난방, 공조 및 냉동용 열교환기 : 7,000억
열저장 및 고밀도 열수송 기술 개발	2006	10년	3	• 계면 활성제(화학) : 50억 • 축열조 설계(열저장) : 100억 • 배관망 설계(엔지니어링) : 10억
고밀도 열수송 매체의 제조 및 이용기술 개발	2007	20년	7	• 냉각 : 2억 • 저온 저장고 : 1억

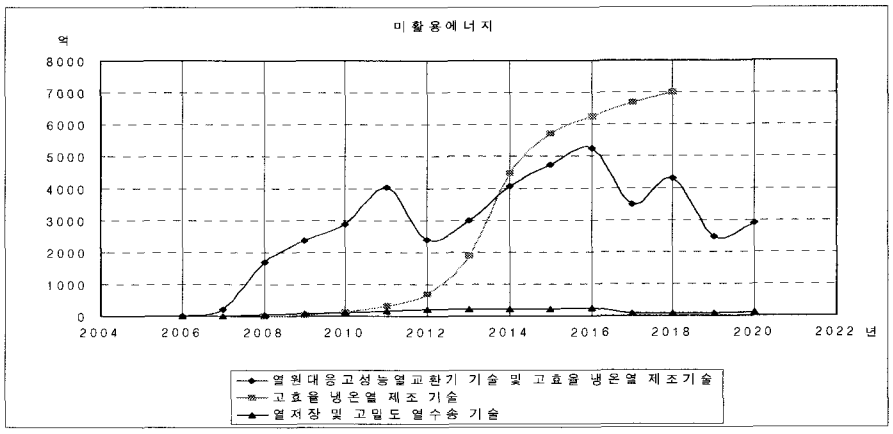


[그림 9] 미활용 에너지 이용 기술 시장 규모

미활용 에너지 이용기술의 분야별 시장규모의 경우 열원대응 고성능 열교환기 기술, 고효율 냉온열 제조기술, 열저장 및 고밀도 열수송 기술에 대해 각각의 시장규모는 [그림 7]과 같이 예측되었다. '열원대응 고성능 열교환기 기술'의 경우 세부과제들의 기술수명의 다양화로 지그재그형의 S-Curve를 보였다.

고효율 냉온열 제조 기술의 경우 연구 개발 사업 직후 시장 규모가 빠르게 성장 할 것으로 예측되었다.

반면 고효율 냉온열 제조기술은 한가지의 세부과제로 이루어져 이상적인 S- Curve를 보여주고, 2018년에 7,000억대의 최대 시장 규모를 갖는다. 열저장 및 고밀도 열수송 기술의 경우 2016년에 160억대의 시장규모로 타 기술에 비해 시장규모가 현저히 낮은 것으로 예측되었다.



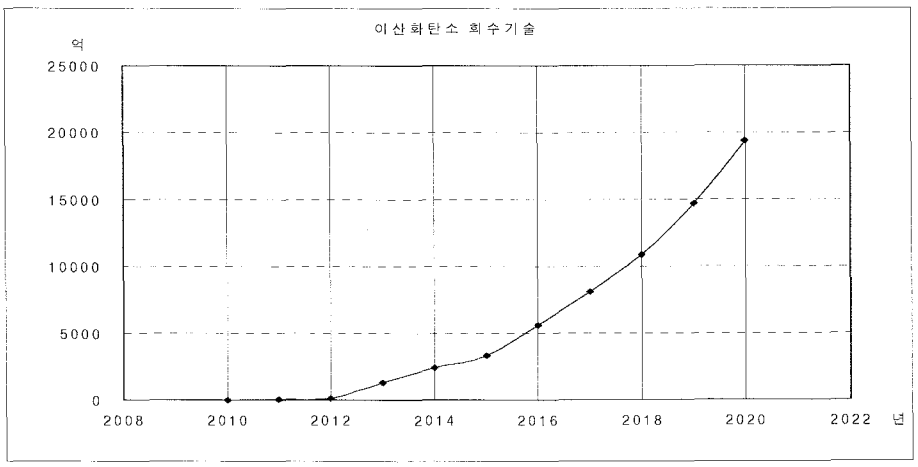
[그림 10] 미활용 에너지 이용 기술 분야별 시장규모

4) CO_2회수기술분야

CO_2 회수처리 기술의 경우 <표 7>을 바탕으로 시장규모를 예측한 결과 타 분과에 비해 기술 수명이 100년 정도로 매우 길게 산출되었고, 시장규모는 연구 개발사업이 종료 되는 시점부터 시장이 형성되어 2050년까지 꾸준히 40조의 거대한 시장규모를 형성 후 2050년, 2060년, 2070년 세 번에 걸쳐 시장의 규모가 급격히 감소하는 것을 알 수 있었다.

<표 7> CO_2 회수 기술분야의 시장규모

과 제 명	상용화 시기	기술 수명	S-Curve 형태	적용 분야 및 시장규모
CO_2 분리용 건식 재생 흡수제 개발	2012	60년	1	• 발전, 산업용 보일러, 시멘트, 제철 : 14조
건식 sorbent를 이용한 배가스 CO_2 회수공정 기반 기술 개발	2020	30년	3	
건식재생 고체 sorbent 이용 배가스 CO_2 회수 공정 설계 기술 개발	2012	50년	3	
이산화탄소 분리용 막소재 개발	2012	30년	4	• 세라믹 분리막 : 1,800억
고온 이산화 탄소 분리용 세라믹 분리막 소재 개발	2015	80년	6	• 에너지, 환경, 석유화학 : 3,500억
이산화탄소의 심해수 및 해저 퇴적층 저장 공정 기술 개발과 안정성 평가	2020	100년	6	• 이산화탄소 대량 배출처 : 1000억
해저퇴적층 및 대수층에서 화학 반응을 고려한 이산화탄소 유동 예측 기술 개발	2012	100년	1	
CO_2의 내부개질에 의해 합성가스와 전기를 동시에 생성하는 전기화학 전환 시스템 개발	2012	40년	7	• 합성 가스 생산(석유화확) : 50억 • 석유화학, 에너지, 환경 : 150억
전기변동 흡착법(ESA)을 이용한 매립지 가스로부터 CO_2 고순도 회수, 정제 기술 개발	2010	10년	7	• 세탁업 : 300억
CO_2로부터 카로티노이드 생산 기술 개발	2012	20년	2	• 미세 조류 생산 시스템(치어양식업) : 50억
Cyanobacteria를 이용한 이산화탄소 고정화 및 고부가 생물제품화 기술 개발	2012	20년	7	• 이산화탄소 대량 배출처 : 1000억 • 이산화탄소 대량 배출처 (생물산업) : 1000억 • 제약, 식품 : 1000억



[그림 11] CO_2 회수 처리 기술

CO_2 회수처리 기술의 분야별 시장규모의 경우 CO_2 회수 기술은 CO_2 대량 저장 기술과 고효율 CO_2 전환기술에 비하여 시장규모가 매우 크게 산출되어 CO_2 회수 처리 분과의 주된 시장규모를 차지하고 있다. 하지만 CO_2 대량 저장 기술과 고효율 CO_2 전환기술도 타분과의 과제와 비교 했을 때 비슷한 시장규모를 보이고 있다.

[그림 12] CO_2 회수처리 분야별 시장규모

Ⅳ. 결론

이산화탄소 저감 및 처리 기술의 시장은 2012년 에서 부터 2022년까지 10년 사이에 기술 시장이 최대로 형성되어질 것으로 예측되었다. 그러나 이산화탄소 회수처리기술 분과는 2022년부터 시장이 형성되는 시점으로 현재의 시장이 미약한 것으로 분석되었다. 각각의 기술분야별 결과를 요약하면 다음과 같다.

고온 순산소 연소 분야의 경우 고온 순산소 연소 기술의 적용 가능한 산업 분야에는 가열로, 유리 용해로, 보일러, 발전 시스템, 소각로, 철강산업 등이 있고, 고온 순산소 연소 기술의 경우 확산 모형을 이용하여 시장의 수요를 예측해본 결과 2018년 155억의 시장을 형성하는 것으로 분석 되었다. 저가 산소 제조 기술은 고온 순산소 연소기 및 가열로 설계 기반 기술과 내식·내열 충격성 고온 재료 기술에 비하여 기술수명이 길고, 고온 순산소 연소기 및 가열로 설계 기반 기술의 시장이 136억으로 고온 순산소 연소 분야에서 차지하는 시장 비율이 상당히 높은 것으로 분석 되었다.

반응 분리 공정 분야의 경우 반응 분리 공정 기술의 적용 가능한 산업 분야에는 석유화학, 정밀화학, 합성가스 산업등이 있고, 2020년 8,260억대의 시장을 형성할 것으로 분석되었다. 반응 분리 동시 공정, 신반응/신분리 기반 기술, NCC 신기술의 확산 곡선 형태는 모두 비슷한 양상을 보이지만, 반응 분리 동시 공정과 NCC 신기술의 경우 각각 4,200억대와 3,500억 대의 시장을 형성하는 반면 신반응/신분리 기반 기술의 경우는 550억 대의 시장을 형성하는 것으로 분석 되었다.

미활용 에너지 이용 기술 분야의 경우 열교환기 산업, 열펌프 산업, 열공급 산업, 하수 처리장, 냉동 공조 산업 등에 적용 가능한 기술로 2016년 1조 2,000억의 시장을 형성할 것으로 예측 되었다. 열원대응 고성능 열교환기 기술의 경우 세부 과제들의 기술 수명의 다양화로 지그재그 형의 확산 곡선을 그리는 반면 고효율 냉온열 제조 기술은 한가지의 세부 과제로 이루어져 있어 이상적인 확산 곡선을 보여주었다.

이산화탄소 회수 처리 기술 분야의 경우 적용 가능한 시장은 타 분야와 비교하여 미약한 것으로 분석 되었다. 이산화탄소 회수 처리 기술의 시장규모는 타 분과에 비해 기술수명이 100년 정도로 매우 길게 산출되어 CDRS사업 종료 시점(2012년) 후 40년이 지난 2050년에 최대 시장이 형성되는 것으로 분석되었다.

본 논문에서는 확산모형을 이용하여 각 분과별 기술 시장의 수요를 예측하였다. 향후 보다 정확한 수요예측을 위해서는 각 기술에 맞는 S-Curve를 산출할 수 있는 방법론의 연구가 활발히 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 설성수 외, “기술 시장 분석의 패턴”, 2003.
[2] 장영일, “거래 대상으로서의 기술과 기술 시장 개념에 대한 고찰”
[3] 설성수, “기술 분석의 고도화”, 기술혁신학회지 5-3호, pp 260-276, 2002.

[4] 박수억 외, "CO_2 저감 및 처리기술 정책연구 보고서, 2003, 2004, 2005
[5] 박성용, "신기술확산모형에 관한 연구", 연세대학교 경제학과 석사졸업논문, 2001.
[6] 문상진, "IMT-2000 가입자 수요예측을 위한 모델설정 및 평가", 연세대학교 산업대학원 전자공학과 석사학위논문, 1999
[7] 한국에너지기술연구원, "제 16회 에너지절약기술 Workshop 논문집", 2001
[8] 한국에너지기술연구원, "제 17회 에너지절약기술 Workshop 논문집", 2002
[9] 한국에너지기술연구원, "제 1회 이산화탄소 저감 및 처리기술 개발 워크샵", 2003
[10] 한국에너지기술연구원, "제 2회 이산화탄소 저감 및 처리기술 개발 워크샵", 2004
[11] 한국에너지기술연구원, "에너지절약기술동향", No. 30, Vol. 6, 2003
[12] Bidault, F., William A. F, "Technology Transfactions; Networks over markets", R&D Management, pp. 373-386, 1994.
[13] Friar. J, and Horwitch, M., "The Emergence of Technology Strategy : A New Dimension of Strategic Management", Technology in Society, Vol. 7, pp. 143-178, 1985
[14] Smith, Gordon V. & Rusell L. Parr, *Valuation of Intellectual Property and Intangible Assets, Second Ed.*, John Wiley & Son, Inc., 1994.
[15] Williamson, O. E., "The Economic Institutions of Capitalism : Firms, Markets, Relational Contracting", The Free Press, 1985
[16] International Valuation Standards Committe (2000), *International Valuation Standards 2000. National Association of Certified Valuation Analysts(2000), NACVA Professional Standards 2000.*