

# 경쟁체제 하에서의 발전소 건설 시스템 다이나믹스 모델 개발

## Development of System Dynamics model for Electric Power Plant Construction in a Competitive Market

안 남 성  
(한전 전력연구원/nsahn@kepri.re.kr)

### Abstract

This paper describes the forecast of power plant construction in a competitive korean electricity market. In Korea, KEPCO (Korea Electric Power Corporation, fully controlled by government) was responsible for from the production of the electricity to the sale of electricity to customer. However, the generation part is separated from KEPCO and six generation companies were established for whole sale competition from April 1st, 2001. The generation companies consist of five fossil power companies and one nuclear power company in Korea at present time. Fossil power companies are scheduled to be sold to private companies including foreign investors. Nuclear power company is owned and controlled by government.

The competition in generation market will start from 2003. ISO (Independence System Operator) will purchase the electricity from the power exchange market.

The market price is determined by the SMP (System Marginal Price) which is decided by the balance between demand and supply of electricity in power exchange market. Under this uncertain circumstance, the energy policy planners such as government are interested to the construction of the power plant in the future. These interests are accelerated due to the recent shortage of electricity supply in California. In the competitive market, investors are no longer interested in the investment for the capital intensive, long lead time generating technologies such as nuclear and coal plants. Large nuclear and coal plants were no longer the top choices. Instead, investors in the competitive market are interested in smaller, more efficient, cheaper, cleaner technologies such as CCGT(Combined Cycle Gas Turbine). Electricity is treated as commodity in the competitive market. The investors behavior in the commodity market shows that the new investment decision is made when the market price exceeds the sum of capital cost and variable cost of the new facility and the existing facility utilization depends on the marginal cost of the facility. This investors behavior can be applied to the new investments for the power plant. Under these postulations, there is the potential for power plant construction to appear in waves causing alternating periods of over and under supply of electricity like commodity production or real estate production.

A computer model was developed to study the possibility that construction will appear in waves of boom and bust in Korean electricity market. This model was constructed using System Dynamics method pioneered by Forrester (MIT, 1961) and explained in recent text by Sternman (Business Dynamics, MIT, 2000) and the recent work by Andrew Ford ( Energy Policy, 1999). This model was designed based on the Energy Policy results (Ford, 1999) with parameters for loads and resources in Korea. This Korea Market Model was developed and tested in a small scale project to demonstrate the usefulness of the System Dynamics approach. Korea electricity market is isolated and not allowed to import electricity from outsides. In this model, the base load such as nuclear and large coal power plant are assumed to be user specified investment and only CCGT is selected for new investment by investors in the market. This model may be used to learn if government investment in new nuclear plants could compensate for the unstable actions of private developers. This model can be used to test the policy focused on the role of nuclear investments over time. This model also can be used to test whether the future power plant construction can meet the government targets for the mix of generating resources and to test whether to maintain stable price in the spot market.

## I. 모델 개발의 배경

발전원별 경쟁(신규 발전소 건설이 시장 가격에 의해 결정)을 도입한 미국의 캘리포니아 주에서는 최근 심각한 전력 공급문제가 발생하였다. 미국과 같은 발전원별 경쟁을 도입한 우리나라의 경우에도 전력시장에서의 시장가격을 예측하고 이에 따른 신규 발전소 건설을 예측하여 전력 공급의 안전성을 검토할 필요가 있으며 또한 원자력이나 유연탄의 공급이 이러한 전력 공급의 안정성에 어떻게 기여할 수 있는가를 검토하는 것은 의의 있는 일이다.

전력시장의 발전원별 경쟁체제 도입으로 발전원의 선택은 향후 전력시장의 시장 기능에 의한 수요와 공급, 그리고 가격에 의해 결정된다. 원자력을 비롯한 발전 회사들은 향후 시장 기능에 의해 결정되는 가격에 의거하여 신규 발전소건설 여부를 결정할 것이며, 또한 가격 예측에 따라 발전회사의 주요 경영 정책을 결정하게 될 것이다. 수요와 공급의 법칙에 따라 전력 시장에서 가격이 증가하게 되면 공급은 증가하는 반면 수요는 감소하게 된다.

그러나, 가격에 의해 결정되는 공급과 수요의 변화는 일정한 서로 다른 시간이 소요된 후, 그 영향이 시장에 반영되게 된다. 따라서 전력시장의 발전 용량은 실제 필요한 용량을 기준으로 사이클을 그리게 된다. 즉 전력의 시장가격이 타 산업에 투자하는 것보다 더 높은 이익이 예상될 때 발전소 건설 회사들은 건설을 시작할 것이며 이는 일정한 시간이 경과 후 실제 발전 용량에 포함될 수 있어 공급과잉을 초래하게 되고 공급 과잉이 되면 가격은 떨어지고 이는 수요증가로 이루어져 공급은 정지하고 수요는 계속 증가하게 되어 공급 부족현상이 일어나게 된다. 이와 같은 현상이 주기적으로 일어나게 되어 전력 수급의 불안정을 야기 시킬 수 있다.

이러한 사이클효과는 전력의 안정적 공급 차원에서 매우 중요한 문제이다. 전력은 일반 소비재와는 달리 저장을 할 수 없고 생산과 동시에 소비가 이루어져야 한다는 재화의 특성을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 각 발전회사는 여유 용량을 확보해야 하나 이는 곧 경영측면에서 부담으로 되 돌아온다. 따라서 전력회사는 미래의 수요와 공급을 예측하여 추가로 필요한 용량을 결정할 수 있으며 이는 전력 시장에서의 가격에 의해 결정이 되므로 미래의 수요 공급 및 전력 가격을 예측하는 기능을 확보하는 것이 경영 차원에서 매우 중요하다.

이러한 예측이 가능한 모델들이 EPRI를 비롯한 여러 기관에서 개발되어 사용되고 있으나 현재와 같이 다이내믹한 시장기능에 의한 가격 결정 메카니즘을 반영하고 있지 못하고 정적인 상태의 예측 기능만을 수행할 수 있어 이러한 모델을 이용하여 미래의 가격을 예측

하는 것은 사실상 불가능한 상황이다.

전력시장의 다이나믹한 가격 결정 메커니즘을 반영할 수 있는 기법으로 잘 알려진 시스템 다이나믹스를 이용하여 관련모델을 개발하여 모델의 분석 결과를 향후 전원 개발 계획에 활용할 수 있을 것이다.

## II. 투자가의 투자 행위

### 1. 전력시장 가격예측 모델 소개

본 모델은 MIT에서 개발된 경영의 Tool인 System Dynamics를 이용하여 캘리포니아 전력 시장을 묘사한 모델(Andrew Ford, Energy Policy 27,1999)을 기반으로 개발하였다. 그 동안 연구 결과를 보면 발전소 건설이 시장기능에 의해 건설이 될 경우 일반 소비재 시장(Commodity Market)이나 부동산 시장 모델과 같은 다이나믹스를 보이고 있는 것으로 알려져 있다. Ford의 연구 결과에 의하면 신규 발전소 건설은 시장가격에 의해 결정이 되며 시장 가격이 건설하려는 발전소의 고정비용과 운영비용보다 높아 이익이 예상될 때 투자가는 발전소 건설을 시작한다는 투자가의 투자 행위 결정에 의해 이루어지며 기존 운영중인 발전소는 시장가격과 변동비를 비교하여 운전 여부를 결정하고 있음을 보여 주고 있다.

또한, 본 모델에서는 시장 가격에 의해 수요도 영향을 받으나 매년 전력 사용이 급증하는 우리 나라의 경우를 고려하여 전력수요 증가는 매년 일정한 것으로 가정하였다.

이하에서는 투자자의 행위 특성에 대한 이론적 배경에 대해서 설명하고자 한다.

### 2. 투자가의 투자 결정 행위

투자가가 투자를 결정할 때는 투자가의 특성상 투자에 대한 이익이 있어야 하며 투자회수에 대한 불확실성이 적어야 한다. 이러한 경향은 원자력이나 유연탄 같이 발전소 건설에 장시간이 소요되고 초기 투자비가 많이 소요되는 그리고 투자에 대한 불확실성이 큰 분야는 투자를 꺼리기 때문에 향후 국내 신규 발전소 건설이 주로 외국회사 특히 미국회사에 의해 주도될 경우 초기 투자비가 많고 원자력이나 유연탄 발전소와 같이 환경문제에 의한 규제문제가 예측되는 분야에 대한 투자는 어려울 것으로 전망된다. 따라서, 주로 외국 투자가에 의한 신규 발전소 건설은 고효율과 환경 친화적인 가스복합(CCGT)발전소가 될 것으로 전망된다. 최근 IPP 형태로 국내 회사에서 유연탄 발전소 건설을 추진하던 포항제철이

지방 자치 단체의 환경규제로 인해 신규 발전소 건설 중단을 선언한 것은 좋은 예이다. 더욱이, 초기 투자비가 많이 소요되고 향후 규제의 불확실성이 존재하는 원자력의 경우 민간 투자회사가 원자력 발전소를 건설한다는 것은 불가능하다.

투자자의 신규 발전소투자 결정은 가스 복합발전소의 고정비(Capital Cost + Fixed O&M Cost)와 변동비 (Variable O&M Cost + Fuel Cost)를 합한 총발전원가(Levelized Total Generation Cost)와 시장가격을 비교하여 이익이 예상될 때 투자를 결정하게 된다. 이 때, 투자자가 사용하는 시장가격은 현재의 시장가격보다 신규 발전소가 계통에 병입되는 시점에서의 시장가격을 예측하여 현재의 총 발전원가와 비교하여 이익이 예상되면 투자를 결정하고 도중에 시장 환경이 변하여 이익이 예상되지 않으면 언제든지 건설을 중단하게 된다. 물론 향후 경제 성장, 신기술 개발, 수요에 대한 가격 탄성을, 대체 에너지 개발비용, 자본의 생산성 등이 주요 고려 요소들이나 행위 결정 이론은 이러한 요소들은 거의 투자자의 투자 행위에 영향을 미치지 않는 것으로 알려지고 있다. 운영중인 발전소의 운전여부는 현재의 시장가격과 변동비 (Variable Cost + Fuel Cost)를 비교하여 현재의 시장 가격이 변동비보다 높을 때는 운영자는 운전을 결정한다. 운영중인 발전소도 가장 변동비가 적은 수력, 원자력, 유연탄 발전소가 먼저 계통에 병입되며 중유, 국내탄, LNG발전소가 서로 변동비를 비교하여 값이 적은 발전소부터 순차적으로 계통에 병입된다. 따라서 국내 시장 가격을 결정하는 발전소는 중유, 국내탄, LNG의 변동비에 의해서 결정이 될 것이다.

### Ⅲ. 시스템 다이내믹스 모델 (Causal Loop)

#### 1. 모델에 사용된 주요 가정사항

본 연구에서 가정한 사항은 다음과 같다.

- 가정 1) 전력 수요는 매년 일정수준으로 증가(3%, 5%, 7%, 10%)한다.
- 가정 2) 일반 투자가에 의해 공급되는 신규발전소는 모두 CCGT발전소이다.
- 가정 3) 투자자가 시장 거래 가격과 CCGT 발전원가를 비교한 후 이익이 예상될 때 투자하고 필요한 CCGT는 전용량이 건설될 수 있다.
- 가정 4) 원자력이나 수력과 같은 Must Run 발전소는 User의 입력으로 사용한다.
- 가정 5) 유연탄, 중유, 국내 탄 및 운전중인 가스복합 발전소는 시장 거래 가격에 따라서 변동비와 비교한 후 운전을 위한 발전소 비율을 선정하게 된다.
- 가정 6) 시장 거래가격이 변동비의 150%를 넘을 때는 Price Cap제도를 도입하여 그 이

상 상승하지 못하도록 한다.

가정 7) LNG구입가격은 실제로 시장기능에 의해ダイナ믹하게 결정이 되나 이 모델에서는 일정가격 (1999 구입가격)으로 한다. 또한 시장 기능에 의해 얼마나 시장 거래 가격이 안정될 수 있는가를 검토하기 위해 일정하게 증감 (50% 증가, 50% 감소)시켜 가면서 Sensitivity Study를 수행하였다.

가정 8) 연료별 발전 가능 용량은 <표 1>에 보는바와 같이 각 연료별 전체 용량에 운영 능력비율을 가정하여 각 연료별 공급 가능 용량을 가정하였다. 2000년 연간 평균 전력 수요는 32,000 MW로 가정하였다.

<표 1> 연료별 발전 용량 (2000년 기준)

발전원별	전체 용량 (A) (MW)	운영 능력비율 (B) (%)	운영 능력 (A X B) (MW)
수력	1,548	90%	1,393
양수	1,600	22%	347
원자력	13,716	80%	10,973
유연탄	12,740	80%	10,192
무연탄	1,291	80%	1,033
중유	4,310	80%	3,448
LNG	12,690	90%	11,421
계	47,895	81%	38,808

참고 자료: 2000년도판 발전 실비 현황 (한전 전력 거래처)

<표 2> 가스복합 발전소 (CCGT) 관련 자료

항목	비용
건설비(Capital Cost)	600\$/kWh
고정비율(Fixed Changing Rate)	14.5%.yr
고정운전비용(Fixed Cost)	10\$/kWh
고정비(Fixed Cost)	12.3\$/MWh
열효율(Heat Rate)	6,800BTU/kWh
변동운전비용(Variable O&M Cost)	2\$/Kwh.yr
연료구입비(Fuel Cost)	4.14\$/MBTU
변동비(Variable Cost)	3.2\$/MWh
발전원가(Levelized Cost)	42.5\$/MWh(47원/KWh)

참고자료 : CEC (California Energy Commissions) Scenarios report(Feb.2000)

\* 연료구입비는 KEPCO 구입가격임

\* 1\$ = 1,100원

<표 2>는 투자가가 신규로 가스복합 발전소를 건설 시 경제성 평가에 사용되는 관련 자료로 미국 캘리포니아에서 사용중인 값들을 표시하고 단지 연료 구입비만 한국에서 발전 회사가 구입하는 값을 사용하였다. 1\$당 환율을 1,100 원으로 표시하였으며 이는 현재의 환율보다 낮은 값이나 중장기 계획을 수립하는 부서에서 공식적으로 사용하는 환율을 사용하였다.

## 2. 경쟁시장에서의 전력공급곡선

<그림 1>은 2000년 현재 국내에서의 전력 공급 곡선을 표시하고 있다. <그림 1>에서 알 수 있듯이, 2000년도 평균 수요를 32,000 MW로 가정할 때 수력 원자력 유연탄은 변동비가 타 전원에 비해 저렴한 관계로 기저 부하용 전력 공급을 담당하고, 현재 시장가격은 중유, LNG, 국내탄 발전소에 의해 결정이 되고 있음을 알 수 있다. 또한, 2000년도 기준시 시장가격은 45-50원 사이에서 결정되고 있음을 알 수 있다.

LNG 발전소는 최근에 건설된 가스 복합 발전소는 낮은 변동비로 운전되고 있지만 오래된 첨두 부하용 발전소는 상당히 높은 변동비로 운전되고 있음을 알 수 있다. 가스복합 발전소는 유연탄 발전소와 비교해 보면 약간 높은 변동비를 가지고 있으나 환경 친화적인 면 등에서 유연탄 발전소보다 많은 이점을 지니고 있고, 향후 열효율 향상이 기대되어 유연탄 대신 기저 발전소로 자리 잡을 수 있는 가능성을 보여주고 있다. <그림 1>에서 보듯이 첨

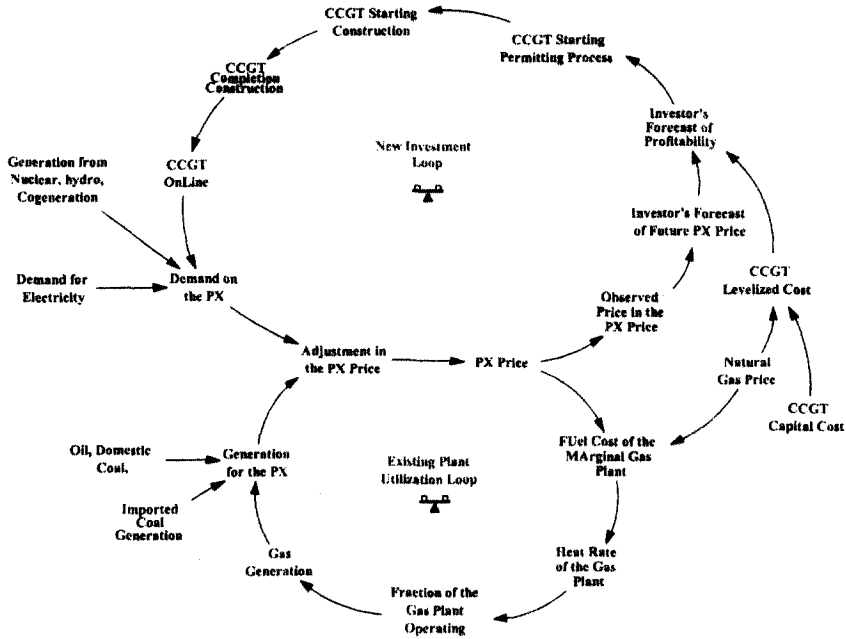
두 부하가 10%이상 증가 시 (2000년 증가율은 13% 였음) 시장가격이 100원/Kwh이상으로 증가될 가능성이 있다. <그림 2>는 각 연료별 공급곡선을 연료별로 변동비 별로 나타낸 값이다.

<그림 2> 각 연료별 변동비별 공급곡선

### 3. 시스템 다이내믹스 모델(Causal Loop)

전력시장 시스템 다이내믹스 모델은 크게 2개의 Loop으로 이루어져 있다. 이 중 Existing Plant Utilization Loop모델은 현재 운영중인 발전소의 운전 여부를 결정하는 Loop이다. 기존의 운영중인 발전소의 운전 여부는 시장가격과 발전소의 변동비를 서로 비교하여 이익이 예상될 때 운전을 결정하며 이는 기존의 유연탄 발전소와 중유, 국내탄, 그리고 LNG발전소의 경우가 해당된다. 이 모델에서는 원자력과 유연탄 발전소는 현재 중장기 계획에 예정되어 있는 발전소들을 입력으로 사용되어 실질적으로 시장과는 무관하게 건설되는 것으로 가정하였다. 또 하나의 중요한 Loop은 신규 발전소 건설을 설명하는 Loop이다. 앞에서 설명한대로 신규 발전소는 가스복합 발전소 건설만을 가정하였으며 신규 발전소 건설 여부는 발전소가 계통에 병입되는 시점의 시장가격을 예측하고 이를 발전소의 고정비 및 변동비를 합한 발전 원가와 비교하여 이익이 예상될 때 투자가들은 발전소 건설을 결정하는 것을 설명하고 있다. 이 두 종류의 Loop에 의해 공급이 결정되고 경제 성장에 의해 수요가 결정되어 시장을 형성한다.





〈그림 3〉 전력시장 시스템 다이내믹스 모델 (Causal Loop)

#### 4. Simulation Case Matrix

시스템 다이내믹스 모델을 이용하여 아래와 같이 2가지 경우에 대해 시뮬레이션을 수행하였다.

**CASE I** : 현재 건설중인 발전소만 건설하고 후속기는 시장가격에 따라 CCGT를 건설할 경우 (영광 5 및 6, 울진 5 및 6. 당진4, 하동6, 태안5 및 6, 영흥1 및 2, 기타 건설 중인 가스복합)

**CASE II** : 현재 건설중인 발전소와 2011년까지 건설예정인 원자력 및 유연탄을 건설하고 그 이후부터는 시장기능에 의해 신규발전소가 건설될 경우(Case1 + 원자력 신규1,2,3,4, 차세대1 및 2, 석탄 신규 1 및 2, 석탄 격상 신규 1,2,3)

- 각 Case별로 년 평균 전력 수요 증가율이 3%, 5%, 7%, 10%인 경우에 대한 전력 공급 능력을 파악하여 시장 가격을 예측하였으며.
- Case1 경우 LNG가격이 50% 증가, 50% 감소할 경우 전력 공급에 미치는 영향을 평가하고 시장 거래 가격을 예측하였음.

## 5. 모델 계산 결과

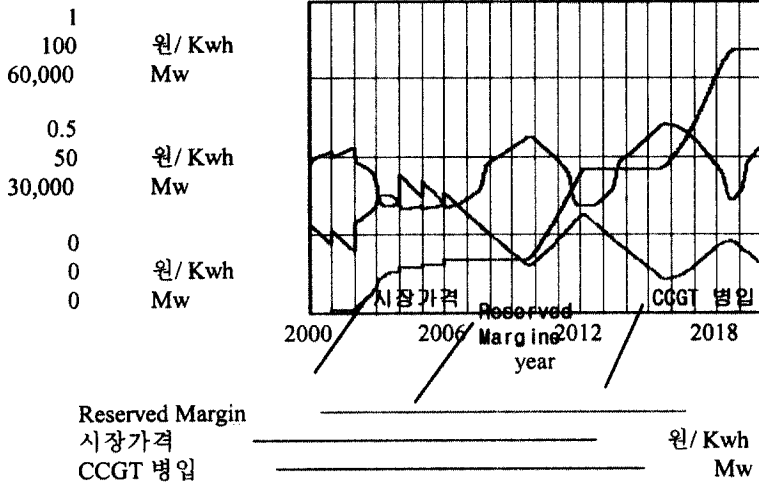
### 1) CASE I

5% 수요 상승시 초기에는 Reserved Margin 감소로 약간 거래 요금이 상승하나 곧 신규 발전소 도입으로 하락하기 시작한다. 수요상승에 비해 건설중인 발전소의 계통 병입으로 공급 능력이 늘어나 2004년경 Reserved Margin은 40-45%정도까지 증가하지만, 지속적인 수요증가로 건설중인 발전소 건설이 끝나는 2006년경에는 Reserved Margin이 감소하면서 거래 가격은 상승하게 된다.

거래가격이 CCGT 발전단가를 넘으면서 새로운 CCGT 건설이 시작되고, 약 2년후 계통에 병입되면서 거래 가격은 감소하기 시작하고, 수요증가가 5%정도까지는 약 15,000 - 17,000 MW 정도의 CCGT 건설만으로 새로운 수요를 부담할 수 있을 것으로 분석된다.

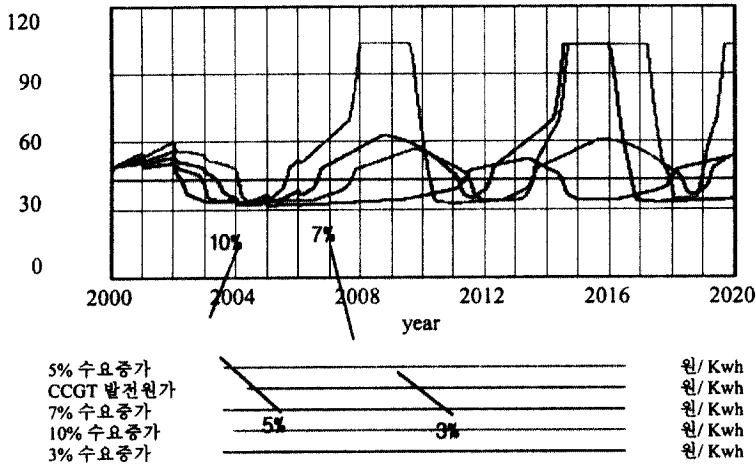
시장가격 안정성 측면에서는 전형적인 Boom and Bust의 사이클을 보여 주고 있으며 단기간(2-3년)에 15,000 - 20,000 MW의 CCGT 건설이 가능한 제작 능력을 지니고 있는지는 검토 해보아야 하며, 2006년까지 건설중인 발전소(원자력, 유연탄, 가스복합)만 계통에 병입될 경우 7%, 성장 시에는 2012년부터 공급부족으로 인한 가격 폭등현상이 발생되며 10% 성장 시에는 약 4-5년 후부터 공급부족 현상이 발생할 수 있음을 보여 주고 있다.

시장 가격 vs Reserved Margin (5% 수요증가시)

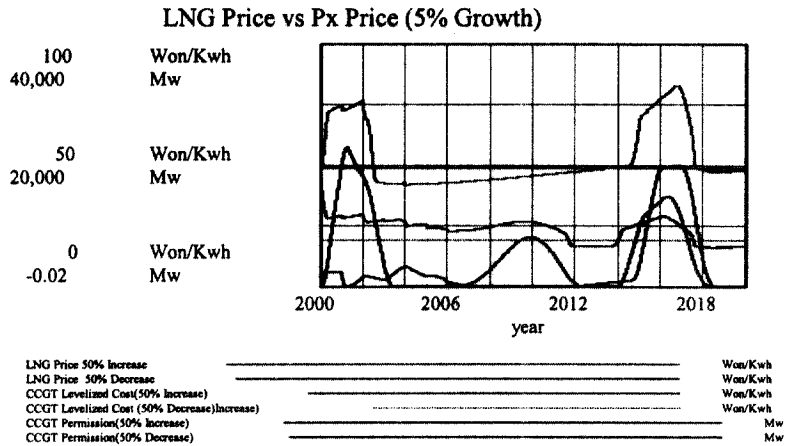


<그림 4> 5% 수요 증가시 시장가격 및 CCGT건설 현황 (Case 1)

수요증가에 따른 시장 거래가격 변화



<그림 5> 수요증가에 따른 시장 거래 가격 변화 (Case 1)



〈그림 6〉 LNG구입 가격 변화에 따른 시장 거래 가격

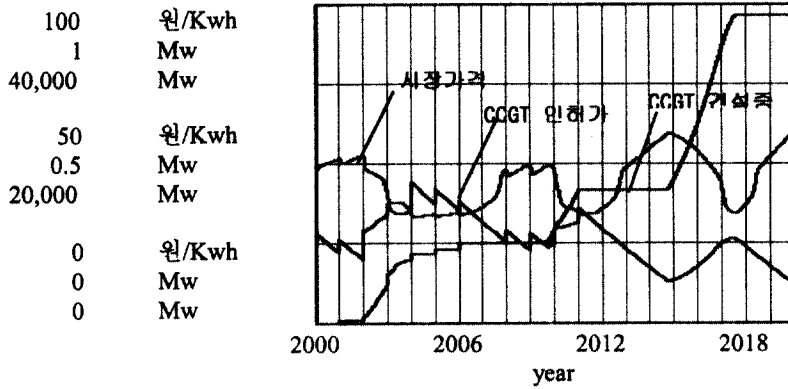
LNG가격이 50% 증가할 경우 현재 운전중인 가스 발전소의 변동비의 급속한 증가로 시장 거래 가격은 급속히 상승을 하고 시장 거래가격이 CCGT Levelized Cost를 넘으면서 투자가 급속히 이루어져 신규 전원이 투입되는 관계로 시장가격은 급속히 안정되고, LNG가격이 50% 감소할 경우 시장거래 가격은 운전중인 가스 발전소의 변동비의 하락으로 급락을 하나, 여전히 하락한 Levelized Cost보다 높은 관계로 조금씩 투자가 이루어지고 있어 시장 거래 가격은 안정을 보이고 있다.

## 2) CASE II

2011년까지 계획된 원전 및 유연탄이 계통에 병입되면 5% 성장에 대해서는 시장기능에 의해 신규 전원이 Case 1에 비해 훨씬 완화된 사이클을 보여주고 있으나 20,000MW 이상의 CCGT 제작능력이 문제가 되며, 7%성장 경우 새로운 원전 및 유연탄이 계통에 병입되는 2011년까지는 Case 1에 비해 완화된 사이클을 보여주고 있지만 그 이후는 공급 부족이 예상되며 10%성장에서는 2011년까지 계획된 원전 및 유연탄 계통병입과는 관계없이 2005년부터 심각한 공급 부족 문제가 생길 것으로 예측된다.

또한, 시장가격의 Up and Down이 반복되는 사이클을 보이고 있으며, 이로 인한 가격의 Stability문제가 발생되고 있는데, 이러한 가격의 Stability문제를 해결하기 위해서는 계산 결과에서 보듯이 원전과 유연탄이 계속적으로 공급되어야 함을 알 수 있다.

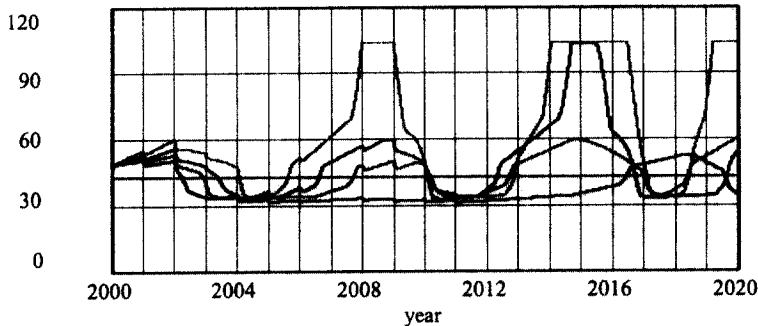
### 시장 거래가격 변화 및 CCGT 건설



시장 거래 가격 \_\_\_\_\_ 원/Kwh  
 CCGT 인허가 \_\_\_\_\_ Mw  
 CCGT 건설중 \_\_\_\_\_ Mw

(그림 7) 5% 수요 증가시 시장가격 및 CCGT건설 현황 (Case 2)

### 수요증가에 따른 시장 거래가격 변화



5% 수요증가 \_\_\_\_\_ 원/ Kwh  
 CCGT 발전원가 \_\_\_\_\_ 원/ Kwh  
 7% 수요증가 \_\_\_\_\_ 원/ Kwh  
 10% 수요증가 \_\_\_\_\_ 원/ Kwh  
 3% 수요증가 \_\_\_\_\_ 원/ Kwh

(그림 8) 수요증가에 따른 시장 거래 가격 변화 (Case 2)

## IV. 시뮬레이션에 대한 결론

우리나라 전력시장은 전적으로 시장 기능에 의해 가격 결정과 신규발전소 건설이 이루어질 경우 부동산 시장과 같은 전형적인 Boom and Bust의 Cycle을 보일 것이며, 특히 10% 정도의 전력수요 증가가 이루어 질 경우 전력 공급 부족 현상이 예상된다.

물론 모델의 시뮬레이션 결과 공급 부족 문제가 예상되지만 본 모델이 많은 가정 상황 아래에서 개발되고 분석에 이용되었기 때문에 정확성 및 신뢰성 확보를 위한 노력이 추가되어야 한다. 그러나 모델 시뮬레이션 결과는 정책 측면에서 중요한 시사점을 제시하고 있다.

전력 시장 전체를 시장에 의존하는 현재의 방안은 상당한 위험을 내포하고 있다. 원자력이나 유연탄과 같은 대형 발전소 건설은 정부가 정책적으로 지원하고, 전체 시장의 일부분에 대하여 시장기능에 맞게 경쟁을 도입한다면 공급에 큰 문제없이 시장을 운용할 수 있을 것이다. 물론 본 모델에서는 고려되지 않은 capacity payment가 도입된다면 공급 측면에서 훨씬 큰 여유를 확보할 수 있을 것이다.

## V 모델분석능력 및 개선사항

### 1. 모델 분석 능력

정부가 바라는 전원구성 비율 유지 여부를 예측할 수 있고 이를 위해 필요한 정책을 도출할 수 있으며, 신규투자를 통해 시장 거래 가격을 낮게 유지할 수 있는 방안을 마련할 수 있고, CCGT에 의한 Boom and Bust를 완화시키기 위해 원전 건설 규모나 시기를 결정할 수 있다.

### 2. 향후 모델 개선점

현 모델은 몇 가지 개선사항을 가지고 있다.

첫째, 향후 시장가격 안정을 위해 원자력발전소가 계속 건설될 경우 시장 거래가격과 신규 원전 건설을 위한 자금의 관계를 묘사할 수 있는 Financing Model이 첨부되어야 한다.

둘째, LNG가격이 전체 시장의 Dynamics에 막대한 영향을 미치므로 모델 내부에서 다이나믹하게 결정될 수 있어야 하고 석탄이나 중유가격도 모델 내부에서 결정이 되어 시장에

반영 될 수 있어야 한다.

셋째, 현재의 모델이 년 평균 수요에 의한 가격 결정을 하고 있으나 계절별 침투 부하를 묘사할 수 있는 모델로 개선 될 경우 향후 침투 부하 및 당시의 시장 가격을 예측 할 수 있다.

넷째, 6개의 발전회사별 로 수익 및 판매를 묘사할 수 있는 **Financing Model**이 첨부될 경우 각 발전회사의 향후 미래 경영 전략 개발에 응용할 수 있도록 개선 될 수 있다.

## [ 참고문헌 ]

- Blohm, Robert, 2000, "Pools, Auctions, and Power Prices:in Defence of Multiple Markets" , *Public Utilities Fortnightly*, June 15.
- Ford, Andrew, 1999a, "Cycles in competitive electricity markets: a simulation study of the western United States" *Energy Policy*, 27.
- \_\_\_\_\_, 1999b, *Modeling the Environment : An Introduction to System Dynamics Models of Environmental Systems*, Washington, D.C.; Island Press.
- Gharajedaghi, Jamshid, 1999, *System Thinking : Managing Chaos and Complexity*, Wobunn, MA.: Butterworth Heinemann.
- Lambert, Jeremiah D, 1998, "ISOs as Market Regulators : the Emerging Debate", *Public Utilities Fortnightly*, April 15.
- O'Rourke, Patrick, 2000, "Redundant Restructuring: How the Dual-Makes Electric" , *Public Utilities Fortnightly*, July 1.
- Senge, Peter M. 1990, *The Fifth Discipline : The Art & Practice of The Learning Organization*, New York, Currency Doubleday.
- Sternman, John D, 2000, "Business Dynamics : System Thinking and Modeling for a Complex World" , Boston, McGraw-Hill.
- 한국전력공사, 2000a, 『1999 연도 종합 원가 계산서』, 한전 경영 정보처, 미출판
- \_\_\_\_\_, 2000b, 『2000 연도 발전 설비 현황』, 한전 전력 거래처, 미출판.
- \_\_\_\_\_, 2000c, 『전력산업의 구조개편』, 한국전력공사; 전력거래소, 미출판.
- \_\_\_\_\_, 2000d, 『전력거래 및 전력거래소 설립』, 한국전력공사 ; 전력거래소, 미출판.