

# 政策分析에 있어서 方法論的 代案: 벡터 自己回歸모형 (Vector Autoregression : VAR)

이 경 원\*

## 目 次

- I. 序 論
- II. 意思決定과 그의 動態性
- III. 벡터 自己回歸모형 : 性格
- IV. 베이시안 (Bayesian) VAR
- V. 同時關係의 分解
- VI. 結語 : VAR 모형에 있어서의 政策分析

## I. 序 論

정책분석에 있어 중요한 측면의 하나는 선택과 관련하여 영향변수를 확인하는 일이다. 많은 정치, 행정학자들은 그간 정부의 정책선택과 관련하여 추론에 관심을 기울여 왔고 결과적으로 정책선택의 결과에 영향력이라든가, 또한 좋은 정책을 위해 무엇이 경제적 내지 정치적으로 적절한 제도 (institution) 인가에 나름대로의 결론을 내리고 있다 (Chappell and Keech, 1983). 정책의 결과와 제도의 선택을 평가하기 위해서, 어쨌든, 우리는 정책선택에 있어 관련인자의 영향력에 대해 추론할 수 있어야만 한다.

정책 현상을 모델화 하는데 있어 우리는 결정자인 행위자 (agent) 나 기관의 결정행태에 바탕을 둔 동태적인 모델을 추론할 필요가 있다. 그럼에도 불구하고 우리의 이론은 복잡한 정책현상을 구조적인 모델 (structural model) 로서 추론하기에는 그 정보처리에 있어 꽤 미흡하다 할 수 있다. 본 논문은 정책현상의 복잡성을 설명하는데 있어 횡단적인 (cross sectional) 분석방법과 비교하여 보다 동태적인 계량분석적 방법을 소개하고자 한다. 기존의 구조 모형과 비교하여 벡터 자기회귀 (vector autoregression : VAR) 방법, 즉 비제약적인 방정식 체제가 (unrestricted equation system) 정책분석 내지 정치-경제적 모델 구성에 더 적합하다 할 수 있다. 이러한 접근법은 특히 관련변

\* 법정대학 행정학과 (Dept. of Public Administration, Cheju Univ., Cheju-do, 690-756, Korea)

수의 内生性 내지 外生性과 관련하여 분석자로 하여금 결정을 유보하는데 특징을 찾을 수 있다.

특히 행정학에 있어 그간 많이 의존해온 여론 내지 행태적 조사는 기존의 연구를 횡단적 분석에 국한시켰으며, 이의 시계열적 축적에 따른 분석의 시도는 종종 측정(measurement) 문제를 야기시키기도 한다. 게다가 변수들 상호간의 보다 복잡한 모델 추정을 위한 시계열상의 분석방법은 비교적 최근의 시도이며(Williams and McGinnis, 1988; McGinnis and Williams, 1989), 특히 인과관계의 분석(test of causality)(Granger, 1969)을 포함한 몇몇 접근법은 계량경제에 있어 논란의 대상이 되기도 한다(Zellner, 1984). 그럼에도 불구하고 행정학에 있어 시계열분석의 활용은 증가 추세에 있다. 본 논문에서는 기존에 우리가 회귀분석에서 보아왔던 것과는 다른 각도에서 보다 동태적인 시계열 모델의 구성과 개념화에 초점을 맞추고자한다.

본 접근은 행위자(agents)의 의사결정은 일정한 제약(constraint) 하에서 그의 선호(preference)의 함수관계이며, 개인은 복잡한 환경내에서 그들 결정의 결과를 판단함으로써 그들 결정을 최적화시키고자 한다(Sargent, 1981)는 가정에서 출발한다. 그러나 제약 체제(constraint system)는 환경이 변함에 따라 함께 움직이며, 기존의 많은 동태적인 분석은 이를 간과하고 있다. 우리는 자료 분석에 있어 이 가능성을 무시할수 없으며, 최적선택의 결과로서 관측되는 행태를 모델화 할 필요가 있다. 또한 종래의 구조방정식 모형이 간과하고 있는 개인적 의사결정(individual decision-making)의 복잡성을 이해할 필요가 있다. 여기서 제안하는 동태적인 계량모델인 VAR 모형은 그러한 맥락하에서 정책분석에 있어 방법론적 대안이 될 수 있다(Freeman, Lin and Williams, 1987). 정책상황에 있어 우리는 관련변수의 행태를 정치적 내지 경제적 이해를 수반한 참여자(actors)들의 복잡한 상호관련으로 모델화 할 필요가 있다. 따라서 각각의 선택이라는 것을 복잡한 환경의 함수로서 파악하는 것은 정책을 정치나 경제 한 분야에 국한 시키지 않게 된다. 이런 이유에서 다음의 VAR 모형은 정치-경제적인 모델형성에 비교적 간편하게 활용될 수 있는 방법이라 하겠다.

## II. 意思決定과 그의 動態性

거시경제상의 동태적인 회귀분석에 있어 논란이 되는것 중의 하나가 명시(specification issue)와 관련한 것이다. 이는 특히 동태적인 모델을 추론하는데 있어 최종 모델이 명시(specification)가 변함에 따라 굳건(robust)하냐를 논할때 중요한 의미를 갖게된다(Harvey, 1981). 상호 경쟁관계에 있는 이론의 상대적 우위를 판단한다는 것은 결코 간단하지 않으며, 결과적으로 하나의 현상에 대해 판이한 결과를 도출할 수 있다는 것을 의미한다. 최소한 이 명시(specification)문제에 관한 일반적인 해결책이란 모델개발 단계에 상호 경쟁적인 이론들을 검증하는 것을 들 수 있다.

횡단 계량분석을 행할 때 우리는 흔히 상관관계행렬(correlation matrix)에 바탕을 둔 최적 모형을 산출해 낸다. 이경우 내포된 자료의 제약으로 인해 많은 사전제약(a priori restrictions)을 하게

된다. 여기서 이론에 바탕을 둔 명시(specification)라기 보다는 데이터 자체가 판단을 이끌어 간다면 이는 이론을 검증한다기보다 자료의 대입을 통해 결과를 도출하기 위한 step-wise 회귀분석과 같은 문제를 남게 될 것이다. 시계열 분석을 행하는데 있어 우리는 상당히 많은양의 정보(data set)를 갖게되며 이는 곧 추정해야될 모수(parameter)의 증가를 의미한다. 더욱이 횡단분석에서 경험적으로 논란이 되는 이론들도 새삼 중요성을 띠게 된다. 아울러 그랜저의 인과관계(Granger causality) 분석방법은 통계적 인과관계의 직접적 검증을 위해 동원될 수 있다(Freeman, 1983). 이는 시계열 자료의 동태성이 "인과관계(Causality)"의 직접적인 추론을 가능하게 하기 때문에 시계열상 인과관계의 방향을 명시할 필요가 없다. 또다른 방법으로 Granger의 개념을 보다 일반화시킨 베이시안(Bayesian) VAR (BVAR) 이 있다(Sims, 1980:1982:1986).

60년대 말 케인즈 모델에 대한 보다 동태적인 모델의 개발 시도가 많은 거시경제 학자들에 의해 시도되었다(Sargent, 1983). 정태적인 이론으로 부터 동태적인 모델로의 전환은 새로운 이론적 이슈를 수반하게 된다. 선택을 위한 동태적인 모델 형성에 있어 미래에 대한 기대(expectations)와 이것이 시사하는바를 어떻게 포함시키느냐 이다. 즉 경제학자들은 동태적인 수요 공급함수를 추론하기 위해서 기대형성(expectation formation)의 모델을 필요로한다<sup>1)</sup>. 정책학자들이 정치가 어떻게 수요 공급 관계에 영향을 미치는가를 추론할것인가에 관심을 갖는한 우리는 정치나 경제 행위자에 의한 기대형성(expectation formations)을 이해할 필요가 있게된다.

경제적 행위자가 합리적으로(rationally) 기대를 형성한다고 했을때, 기존의 제량경제학적 방법은 많은 의문을 제기하게 된다. 만약 변수 A가 변수 B의 좋은 예측자라 하고, 행위자(agents)는 B에 따라 변하는 효용함수를 극대화 하고자할 경우 A는 경제적 행위자로 하여금 합리적인 선택을 내리는데 있어 중요한 요소가 된다. 사실 오래전에 경제 학자들은 경제적 행위자의 행태에 바탕을 두고 주식과 같은 자산 가격은 무작위적인 형태를(random walk pattern) 보여주고 있음을 지적하였다(Fama, 1970;Sargent, 1983). 행위자는 미래 행태를 예측하기 위해 모든 가능한 정보를 사용하기 때문에 거래상의 모든 혜택은 재빨리 분산되고, 결과적으로 주식가격은 예측 불가능한 상태가 되고만다. 그러한 주식가격의 예측불가능성 논리는 이자울(Litterman and Weiss, 1985)이나 통화량(Sims, 1982: 1983)과 같은 경우에도 적용되어 질 수 있다.

실제로 Hall(1978)은 소비(consumption)는 주식가격과 같이 예측 불가능하다고 주장함으로써 케인즈의 소비함수에 반론을 가하기도 하였다. 그의 논리를 보면 소비결정은 미래의 소득예측에 바탕을 두고 있다. 그러한 예측은 꽤 합리적이며, 따라서 장래의 소득에 바탕을 둔 소비는 미래의 소득을 예측하는 변수들(대표적으로 현재의 소득)에 의존(depend) 한다기 보다는 선행(lead) 하

1) 여기서 오직 하나의 합리적 기대모형(rational expectation model)만을 상정하는 것은 아니다. 다만 합리적기대모형이란 개념은 미래예측에 있어 최적으로(optimally) 행동한다는 가정이라 할 수 있다. 최적이란 시계열상의 자료에 있어 예측오차(fordcast error)의 평균은 제로이며 최소의 표준편차(minimum standard deviation)를 갖는 것을 의미한다. 따라서 다양한 종류의 합리적기대모형이 존재할 수 있다.

게 될 것이다. 그럼에도 불구하고 케인즈의 소비함수는 오랫동안 거시경제상의 정책분석에 필수적인 부분으로 사용되어 왔다. 따라서 의사결정자가 합리적 기대(rational expectation)를 형성하고 있는 경우, 그렇지 않은 경우와 비교하여 통계적 인과관계에 있어 정반대의 결과를 예견할 수 있다. 한 예로서, 단순히 행위자가 配當株를 예측하는데 있어 GNP의 기대를 이용한 이유로 韓電 株價는 실제 GNP와 같은 경제적 변수의 예측자로서 나타날 수 있게 된다. 행위자가 합리적 기대를 형성한다는 그 자체가 정책분석에 있어 상당히 복잡한 결과를 야기할 수 있다. 왜냐하면 관찰된 데이터의 형태는 행위자의 측면에서 무척 복잡한 행태로부터 연유할 수 있기 때문이다. 하지만 그러한 합리적 기대의 가능성을 무시하는 것은 경제학자들이 케인즈의 소비함수를 추론하는 것과 같은 문제점을 남길 수가 있다. 보다 동태적인 정책분석을 위해 우리는 보다 세밀한 방법으로 데이터의 내재된 동태성을 해석할 필요가 있다.

과연 이러한 논리가 정책학 또는 행정학에 주는 의미는 무엇인가? 정책 현상에 대한 우리의 모델이 최적모형이라기 보다는 어떤 이론에 바탕을 두고 있다면 결과는? 주지된 바와 같이 정책학에 있어서의 이론은 여러 분야로부터 도입되었다. 한 예로서, 투표행태에서 나타나는 변화에 대한 개인 유권자의 두려움은 의사결정과정에서 심리학적 모델로부터 연유한다. 역시 강조하고자 하는 것은 보다 동태적인 계량분석은 모든 관련된 분야의 이론들을 요구한다는 것이다. 즉 모델을 검증하는데 있어 대안적 이론의 가능성을 개방시킬 필요가 있다. 물론 동태적 모델의 해석이 내재하는 복잡성은 때로는 중요한 이론적 관계를 간과할 수 있고, 擬似的인(spurious) 인과관계에 관심을 가질 수도 있다. 관련된 이론적 지식이 없다면 우리는 인과관계상의 추론에 오류를 범할 수도 있다.

VAR모델은 데이터와 관련된 가설들에 개방되었기 때문에 많은 이론적 가능성에 민감하다. 실제로 VAR모형은 이론의 도움 없이는 그 해석이 매우 어렵다고 할 수 있다. 먼저 그 방법은 연구자로 하여금 일차적으로 관심있는 이론에 눈을 돌리고, 동시에 현재로서는 설명력이 없어 보이지만 결국에는 진행중인 연구에 실질적인 의미를 던져줄 수 있는 주변이론에 대해서도 관심을 기울인다. 그러나 복잡한 정책현상에 대해 단정적인 제약을 가하지는 않는다. 비록 복잡한 현상이라 할지라도, 정책학자들은 그앞에 놓인 현상을 설명하기 위해 무엇이 적합한 이론이며 가설 인지를 선택할 수 있기 때문이다.

정책분석에 있어서 보다 動態的인 모델구축을 위해, 어떻게 개인이 정보를 처리해야 할 것인가와 관련하여 다음의 주제에 관심을 가질 필요가 있다.

1) 그랜저 인과관계(Granger Causality) : 그랜저 인과관계가 정책내지 정치학의 방법으로 활용될 수 있다. 여기서 因果순서(causal orderings)에 대해 엄격한 해석이 따라야한다. 그랜저 因果순서(Granger causal ordering)는 예측적 순서(predictive ordering)이기 때문에, 효용함수를 극대화시키고자 하는 정책결정자는 그들의 효용함수에서 유용한 그랜저 인과 변수를 발견할 수 있을 것이다. 그랜저 인과관계 분석은 결정자의 "정보집합(information set)"에 무슨 변수가 포함될 수

있을 것인가를 결정하는데 도움을 주며, 이러한 집합은 결국에 그들의 효용을 극대화 시키는데 도움을 주게 될 것이다.

2) 誤差項(error term) : 정책분석의 모델 형성에 있어 오차항의 중요성을 인식할 필요가 있다. 많은 경우, 오차항의 결정자의 정보집합에 있어 innovation이라 할 수 있고, 이들은 의사결정모형에 있어 결정적인 動因으로 작용될 수 있다. 그러나 오차항에 어떤 의미를 부여하기 전에, 계량적 모델은 각각의 정보집합에 따라 명시 되어져야만 한다. 즉 그것이 대통령의 결정이든 또는 소비자의 선택이든 결정자는 그들의 활용하는 정보에 초점을 맞춰야 할 것이다.

3) 모형의 확인(Identification of model) : 계량분석에 있어 구조모델(structural model)을 확인하기 위해 사용되는 많은 제약(restrictions)은 때때로 경솔하게 가해지는 경우가 있다. 왜냐하면 의사결정자들은 그들의 기대형성에 있어 다양한 정보를 사용할 수 있기 때문이다. 따라서 제약을 통한 정보의 배제는 본 VAR모델 형성에 있어 그리 중요한 관심사가 되지 못한다. 왜냐하면 의사결정자는 실제로 이러한 단언적인 제약을 가할 정도의 정보활용 능력을 소유하고 있지 못하기 때문이다. 따라서, 구조모델은 검증을 거친후에 가해지는 제약의 바탕위에 구축 되어야할 것이다.

### Ⅲ. 벡터 자기회귀모형 (Vector Autoregression : VAR) : 性格

벡터 자기회귀(vector autoregression)모형을 구조방정식(structural equation)분석 방법과 비교하는 것은 代案的 方法의 이해에 도움을 준다.<sup>2)</sup> 兩 분석기법의 근본적인 차이점은 결정자의 복잡한 정책현상에 대한 이해와 그에 상응하는 다양한 이론적 관점, 그리고 그러한 현실을 이해하기 위한 소위 "절약적인(parsimonious)"계량모형의 유용성에서 찾을 수 있다.

구조모형분석에 있어 이론은 일반적으로 모델의 명시(model specification)에 있어 필수적이라는 가정에 바탕을 두고 있다. 비록 그러한 명시(specification)의 과정이 오랜기간 동안의 경험적 측정에 의해 이루어지기도 하지만, 실제로 그러한 모델명시의 배경에는 분석자들이 모델명시나 추정의 대상이 되는 정책현상에 대해 사전지식(prior knowledge)을 가지고 있다는 것을 의미하는 것이다(Harvey, 1981).<sup>3)</sup> 구조방정식 기법에 있어 동태적 또는 정태적(static)모형을 추정하는데 있어 큰 차이는 없으며, 모델은 대체로 방정식에 상응하는 내생변수(endogeneous variable)와 외생적(exogeneous)영향력 사이의 구별에 의존하게 된다. 양자의 구별은 보통 이론에 의해 가해지며,

2) Freeman, Williams, Lin, (1989)은 그들의 논문에서 정치학에 있어 VAR기법의 활용가능성에 대해 논의하고 있다.

3) 물론 구조방정식에 있어 시계열분석의 경우 특정기법이 요구되기도 한다. 한예, 분석자는 시계열상의 自己相關(autocorrelation)의 문제를 해결할 필요가 있으며, 이 경우 일반화된 自乘法(Generalized Least Square)을 사용할 수 있다. 그러나 이는 횡단분석(cross-sectional)의 heteroscedasticity 문제를 해결하는데 역시 이용된다. 시계열 분석의 또다른 방법으로 Transfer Function Analysis가 있으나 이는 상이한 가정에 바탕을 두고 있다.

분석자는 이론과 경험적 결과 시이를 절충(?) 하여 최종적인 모델을 결정하게 된다.

VAR모형은 동태적인 모형과 그렇지 않은 모형의 구별을 인정하며 정책현상을 이해하기 위한 다양한 이론적 접근의 가능성을 강조한다. 따라서 VAR모형은 서로 경쟁관계에 있는 이론들의 타당성 검증 뿐만 아니라, 동시에 이론적 통합의 가능성을 열어놓고 있다. 이 분석기법의 가장 큰 장점은 활용이 간단하다는 것이다(Freeman, Williams and Lin, 1989). 특별히 외생변수에 대한 제약을 가하지 않으며, 자기회귀 방정식(autoregressive equation)의 숫자는 분석대상의 변수 숫자와 동일하다. 이는 동일한 회귀변수(regressors)가 각 방정식에 포함되어 있음을 의미하기도 한다. 각 방정식의 오른쪽에 위치하게 되는 時差들의 길이(lag length)는 비교적 길다(예로서 分期 데이터에 있어서는 보통 6). 일반적으로 VAR모형을 나타내면 다음과 같다;

$$Y(t) = \sum \beta(s)Y(t-s) + e(t)$$

여기서,

m은 체제내의 전체변수.

s는 각 방정식에 포함되는 시차(lags);

Y는 시계열상의 m x 1벡터;

$\beta$ 는 m x m 상관계수 행렬; 그리고

e는 착란항의 m x 1 벡터.

이외의 상수항(constant term)이나 그의 결정적 변수(deterministic variable)들이 포함될 수 있으나 여기서는 편의상 제외되었다. 보통 VAR모형은 축약형(reduced form)이기 때문에 상관계수의 측면에서 해석하는 것은 별 의미가 없다. 따라서 보다 동태적인 분석을 위해 시계열 자료는 移動平均 모형(moving average representation : MAR)으로 나타낼 수 있다.

$$Y(t) = \sum A(s)e(t-s)$$

여기서 A는  $\beta$ 의 반전에서(inverting) 얻어지는, 즉  $A(s) = [I - \beta(s)]^{-1}$ , 이동평균의 m x m 상관계수 행렬이다. 따라서 시계열 벡터는 체제에 대한 무한 錯亂項(infinite disturbance 또는 innovation)의 합계로서 표현될 수 있다. MAR에 있어 오차는 서로 관련이 없는 것으로 가정한다. 그러나 우리는 VAR을 추정하고 MAR을 해석하는데 있어 오차간에 상관관계가 없다는 가정을 할 필요는 없으며, 錯亂項의 變量-共變量 행렬(variance-covariance matrix)을  $\sum e$ 로 나타낼 수 있다. 우리는 이 행렬을 다음과 같이 분해 함으로서 착란항의 현행(s=0) 共變量(contemporaneous covariance)을 만들어 낼 수 있다.

$$G^{-1} \sum e G^{-1} = I,$$

따라서, 일련의 인수분해를 통해 착란항 사이의 상관관계를 밝힐 수 있게 되며,  $A(s)e(t-s)$ 는  $A(s)GV(t-s)$ 로 대체할 수 있다(여기서  $V=eG^{-1}$ ). 가장 일반적으로, 變量-共變量행렬(variance-

covariance matrix)을 위한 Choleski 분해가 이용되고, 이는 직교화된(orthogonoiized) innovation 을 산출하게 된다. 이 Choleski 분해는 현행 誤差구조에 대해 因果的 해석을 제공한다. MAR 시뮬레이션을 통해 VAR모형에 있어서의 각변수에 있어서 innovation에 기인하는 퍼센트(%)로 분해할 수가 있다. 이렇게 함으로서 각 변수들 간의 관계의 정도를 파악할 수 있게된다.

체제(방정식들)내의 時差(lag) 설정과 外生性(exogeneity) 여부를 검증하기 위해 modified likelihood ratio 통계검증이 이용될 수 있다. 이 통계검증은 귀무가설하의 제약(restriction) 변수의 수와 동등한 自由度를 가진 漸近的인(asymptotic)  $X^2$  분포를 가지고 있다. 이를 나타내면:

$$(T-k)(\log|\Sigma_r| - \log|\Sigma_u|),$$

여기서,

T는 전체 시계열의 관측치(case):

k는 非제약(unrestricted) VAR 모형하에서 추정되는 母數의 數;

$\Sigma_r$ 는 제약(restricted) VAR 모형의 攢란항 變量-共變量(variance-covariance) 행렬;

$\Sigma_u$ 는 非제약(unrestricted) VAR 모형의 攢란항 變量-共變量(variance-covariance).

歸無假說(null hypothesis)은 한 방정식에 있어서의 제약된 형태를 의미하며, 한 변수의 外生性 여부를 위해 표준 F-통계를 이용할 수 있다.<sup>4)</sup>

VAR모형의 장점으로는 먼저 분석자로 하여금 그리 많은 정보를 요구하지 않는다는 것이며 가능한 모델체제의 동태성으로 부터 많은 정보를 활용한다는 것이다. VAR모델의 사용자는 소위 zero-order restriction을 통해 활용 가능한 정보를 포기하는 구조방정식의 절차에 대해 회의를 나타낸다. 더군다나, 잘못 외생적으로 처리된 변수는 통계적 추정과정에 있어 부정적인 결과를 보여줄 수가 있다. 보다 근본적인 측면에서 보면 VAR기법은 복잡한 정책현상을 기정사실로 받아들이고 가급적 그러한 복잡성에 초점을 맞추고자 하는데 차이점을 발견할 수 있다. 이를 전통적인 계량경제의 측면에서 보면 VAR모델은 너무 많은 상관계수(coefficients)를 포함한다는 반론이 되기도 한다.

통계학에서 흔히 강조하는 警句로 모델의 절약성(parsimonious)을 꼽고 있으며, 이는 통계적 추정과 해석상에 있어 충분한 이유가 있다. 그러나 모델의 적합성에(model fitness)에 관한 기준이 명시(specification)에 대한 판단으로는 적당하지 않을 수가 있다. 정책현상에 대한 가장 정확한 모델은 매우 복잡할 수가 있다. 이에 절약적 또는 복잡한 모델이 적합한지는 판단의 문제일 수 있다. 실제로 정책분석에 있어 우리는 수단의 선택과 그러한 선택에 영향을 미치는 정치적 내지 경제적 과정의 이론들을 검증하는 데 관심이 있다. 만약 그러한 현상이 복잡하다면, 그에 따른 데이터도 복잡할 것이며, 비록 정책결정자의 행태를 설명하는데 있어 비교적 간단한 이론을 사용한다 할지라도 그러한 이론이 간단한 경험적 검증으로 귀결된다고 단정할 필요는 없다. VAR모델이 강조하고자 하는 것은 간결한 모형(model)이 데이터들 사이의 꽤 복잡하고 동태적인

4) 이의 실제적 적용을 위해 이경원(1992) 참조

관계를 예측할 수 있다는 것이다. 보다 자료(data-driven)에 바탕을 둔 기법이라 할 수 있는 VAR 모형은 이론적인 차원에서의 절약성이 실증적인 차원에서 보다 복잡성을 설명할 수 있다고 할 수 있다.

VAR은 또한 합리기대모형(rational expectation model)의 가설설명에 적합한 특성을 보유하고 있다. 벡터 자기회귀모형의 殘差(residuals)는 체제내의 모든 정보를 활용한 線形豫測(linear forecast)에 있어서 誤差(error)이기 때문에 innovations으로 여겨질 수 있다. 따라서, 잔차에 있어서의 움직임에 대한 어떠한 반응도 이동평균의 형태(moving average representation : MAR)로 나타낼 수 있으며, 이는 해당변수에 있어 예측하지 못한 충격에 대해 어떻게 체제가 반응하는가 하는것을 보여주게 된다. 게다가, VAR모형에 있어서의 인과관계 검증(causality test)은 합리기대모형에서 제시된 외생성(exogeneity)을 검증하는데 이용될 수 있다. 한예로 만약 소비(consumption)가 Hall(1978)의 가정을 따른다면, 소득은 그랜저 인과관계 테스트(Granger causality test)에서 외생성을 증명해야 할 것이다. MAR분석과 외생성 검증을 통해 굳이 구조방정식의 의존없이 우리는 실질적인 정책가설을 검증할 수 있다.

위에서 설명한 VAR모형의 장점은 동시에 그의 약점을 내포하고 있다. 즉 VAR모형을 검증하는데 있어 충분한 데이터를 확보하지 못한 경우를 들 수 있다. 확보된 시계열상의 자료가 짧은 경우가 종종 있다. 이경우 우리가 추정해야 할 모수(parameter)의 숫자가 상대적으로 과도하게 됨으로서 통계상의 절약성을 상실하게 되고, 결과적으로 過母數化(overparameterization) 현상을 발생시킬 수 있다.<sup>5)</sup> 이러한 문제점을 해소 시키기 위한 하나의 방법으로 母數의 공간(parameter space)을 제약하는 베이시안 事前制約(Bayesian priors)의 사용을 생각 할 수 있다.

#### IV. 베이시안(Bayesian) VAR

VAR모형에 대해 회의적인 많은 계량경제학자들은 이 모형의 과다한 모수추정을 지적하고 있다. 이는 실제로 추정해야할 모수의 숫자가 늘어남에 따라 모델의 추정이나 예측능력이 그만큼 감소하기 때문이다(Zellner, 1984). 이는 절약적인 모델에 따른 통계적 검증이 가장 설명력이 강하다는 것을 의미하기도 한다.

Bayesian VAR(BVAR) 모형은 모델추정의 영향 없이 모수의 공간(parameter space)을 제약하는 방법을 제시한다(Todd, 1984 : Doan, Litterman and Sims, 1984). 이는 배제를 위한 제약(exclusion restriction)의 일반적인 형태로 이해될 수도 있다. 실제로 베이시안 事前制約(Bayesian prior)을 단정함으로써 우리는 방정식으로부터 하나의 변수를 배제하는 것을 생각해 볼 수 있다. 즉 하나의 상관계수를 0으로 제약한다는 것은 결국 제로의 變量(zero variance)을 갖는 상관계수에 대해 제로의 Bayesian prior을 설정하는 것과 같은 의미이다. BVAR 접근은 母數에 대한 제

5) 이는 모델에 있어 自由度(degree of freedom)의 수를 감소시키며 모델을 過度적합(overfit)할 염려가 있다.

약은 표본 데이터가 과도적합(overfit)하는 것을 방지하는데 유용하다는 개념에 착안하고 있다. 하지만 이는 구조방정식이 모수에 대해 임의적인 제약을 한다는 점과 차이가 있다. 따라서 우리는 시계열상의 표본기간에 自由度를 확보하는데 무리가 없게 된다. 물론 그러한 Bayesian priors를 설정하는데 있어 분석자의 편견이 개입될 수 있다는 여지가 있지만, 극단적인 Bayesian priors 형태라 할 수 있는 구조방정식의 제로 제약(zero-restriction)과 비교했을 때 그러한 지적은 그리 타당성을 부여할 수 없다(Williams, 1987).

BVAR모형은 정책분석 분야에 있어 아직 초기단계라 할 수 있다(McGinnis and Williams, 1989). 정책분석에 있어 경제학자들에 의한 BVAR모형의 설정은 대체로 두 접근법에 바탕을 두고 있다. 가장 단순하고 논란이 적은 것이 경제적 변수에 대한 無作爲(random walk) 가정이다. 이러한 사전제약(prior)은 주로 Sims(1982, 1986)에 의해 사용되고 있다. 모델선정보다 예측능력의 정확성에 더 관심이 많은 Litterman(1984)은 이론(경제)에 느슨하게(loosely) 바탕을 둔 사전제약(priors)을 사용하고 있다.

먼저 random walk prior은 왼쪽편 변수의 첫번째 시차(lag)을 제외한 모든 상관계수의 prior 평균을 제로로 설정한다. 첫번시차의 평균은 여기서 1로 설정된다.<sup>6)</sup> 이러한 prior에 포함된 정보의 양은 최소한이다. 그럼에도 불구하고, "꽤 느슨한(fairly loose)" random walk prior을 사용함으로써 우리는 표본이 過度적합(overfit)하게 되는 것을 막을 수 있고, 동시에 어느 특정한 이론에 분석이 편향되는 것을 막을 수 있다. Litterman(1984)에 따르면 모델의 예측능력은 변수들이 포함되는 방정식에 따라 변수에 각기 다르게 비중을 둠으로서(weighting) 향상 될 수 있다. 이는 주로 이론에 의존하게 되는데, 이 경우 구조방정식의 사전제약(prior restriction)에서 거론한 문제점을 면할 길이 없다. Litterman의 분석기법은 모델의 예측(forecasting)에 비중을 둔 것으로서 모델의 적합성(fitness)에는 그리 유용하다 할 수 없다(Sims 1986).

다음으로 prior의 표준편차(standard deviation)에 대해 언급할 필요가 있다. Litterman(1984)에 따르면, 표준편차는 너무 크거나 혹은 작지 않을 것을 제안하고 있다. 前者의 경우 過모수화(overparameterization)현상이 일어나고, 반대로 작을 경우 예측오차(forecast error)가 커지게 된다. priors를 설정하는 일차적인 이유는 모델의 안정성을 회복하는데 있다. 相異한 표준편차는 VAR 추정의 移動平均 시뮬레이션을 악화 시킬 수 있다. 또한 VAR모델에 있어 보다 엄격한(tighter) prior의 설정은 두변수들간의 기존관계를 약화시킬 수가 있다. 따라서 prior의 표준편차 설정에 있어 보편적인 방법은 모델의 안정성 확보에 필요한 "느슨한 사전제약"(loose prior)을 가하는 것이다. 自由度(degree of freedom)가 감소함에 따라, 보다 엄격한(tighter and tighter) prior의 설정은 過모수화(overparameterization) 현상의 가능성을 최소화 시켜줄 것이다.

6) 이러한 無作爲的인(random walk) prior의 설정은 株價의 예측에서 볼 수 있듯이 시계열 자료의 움직임에 대해 어떠한 정보도 제공할 수 없지만, 일반적으로 random walk의 가정은 분석자가 할 수 있는 가장 순수한(naive) 추측이라 할 수 있다.

## V. 同時關係의 分解 (Decomposition of contemporaneous relation)

VAR모형에 있어서의 또다른 분석대상은 innovation의 同時관계에 (contemporaneous relationship) 대한 구조적 분석이라 할 수 있다. VAR분석은 기본적으로 因果關係 검증을 통해 변수들 간의 시계열상 교차 상관관계를 밝히는데 있다. 그러나 VAR분석은 잔차(residual)의 대각선 共變量 行列(diagonal covariance matrix)에 고정되지는 않는다. 따라서 변수의 한 부분으로 간주될 수 있는 잔차는 innovation으로 체제에 대해 새로운 또는 예견치 못한 정보라 할 수 있다. 이는 체제의 MAR 시뮬레이션을 위해 이 innovations들 사이의 관계를 규정할 필요가 있다. 이러한 innovation 사이의 관계를 나타내기 위한 보편적인 방법으로 직교형의 순환관계(a triangular system of recursive relation)라 할 수 있는 Wold 因果關係 사슬(Wold causal chain)을 명시하는 것이다. 한편 同時 相關關係(contemporaneous correlation)가 낮을때 MAR 시뮬레이션은 인과관계 순서(causal chain ordering)에 꽤 굳건하다(robust)고 말할 수 있다. 즉, 同時 innovation의 관계는 innovation 사이의 共變量(covariance)이 작을때 전체방정식 체제의 분석에 있어 그리 중요한 의미를 갖지 않게된다.

## VI. 結語 : VAR모형에 있어서의 政策分析

정책분석에 있어 VAR모형의 효용성을 위해 우리는 구조방정식모형과의 비교관점에서 이해할 필요가 있다. 여기서 우리는 하나의 방법을 포기한다기 보다, 구조방정식에 내재한 한계를 이해할 필요가 있다. 즉 우리가 체제의 구조를 확실하게 파악할 수 있다면, 그리고 추정된 상관계수가 그러한 구조를 충분히 설명할 수 있다면 구조방정식 모형에 만족할 수 있다. 그러나 실제로 정책현상을 투영하는 체제는 그렇지가 못하다. 우리는 정확하게 그 구조를 알수없으며 구조모형의 적합성을 위한 검증은 상호 경쟁적인 이론들을 위한 공허한 반복이라고 할 수 있다(McGinnis and Williams, 1989). 이러한 측면에서 VAR모형은 서로 경쟁관계에 있는 모델들에 대해 보다 많은 것을 밝혀줄 수 있다. 다음은 방법론적인 관점에서 양자를 비교한 것이다.

VAR모형에 있어서 정부의 정책결정은 "반응적(reactive)"이거나 아니면 "예측할 수 없는 것(unpredictable)"으로 이해 될 수 있다. 분석자는 대부분의 경우 정책변수를 내생적인 것으로 간주한다. 동시에 정책은 일견 무작위적인(random) 형태로 움직이거나 혹은 기습적인 결정으로 이해 될 수도 있다. 따라서 이러한 결정들은 정책변수에 있어서 통계적 의미의 innovation으로 대변될 수 있다. 이러한 정책 innovation(또는 충격)의 효과는 체제의 移動平均 반응으로 각각 나타낼 수 있다.

일반적으로 말해, VAR모형에 따르자면 정부의 정책이란 내생적 변수의 형태를 갖는 일련의 충격(a sequence of shocks)으로 정의 될 수 있다. 그리고 정책의 효과(policy impact)는 VAR모형

표 1. 구조방정식(structural model)과 벡터 자기회귀모형(VAR)의 비교

	구조방정식 모형	벡터 자기회귀 모형
가설검증	개별적 상관계수 분석(통계적 유의도, t-검증, 분산), 모델의 적합성(goodness of fit), 예측의 정확성	일단의(block)의 상관계수에 대한 유의도 분석, 외생성 검증(F-검증, modified likelihood ratio test)
동태적 분석	시뮬레이션: 결정론적, 확률적	확률적(stochastic)시뮬레이션, innovation accounting: 개별적 또는 일단의 변수에 있어 직교화된(orthogonalized) 충격에 대한 MAR 반응
예측 (forecasting)	오차, 상관계수, 외생변수 분산을 통한 예측오차분산의 분해	모델의 모든변수에 있어서 직교화된 일단의 충격과 관련된 예측오차분산(forecast error variance)의 분해
정책분석	외생변수로서의 정책: 정책효과의 지표로서 개별 상관계수의 크기와 방향 내생변수로서의 정책: 각 정책목표의 상대적 중요성에 대한 지표로서 방정식에 있어 오른쪽 변수의 상대적인 크기와 방향  내생 내지 외생변수로서의 정책, 정책에 있어 최적통제자로서 정부	내생적 내지 예측적 변수로서 정책, 정책 innovation의 효과와 관련된 지표로서 정책변수의 충격에 대한 이동평균반응, 정책대안 결과의 지표로서 일련의 그같은 충격에 대한 반응의 합  환경에 대한 통제로서의 정책은 내생변수의 예측된 경고로 부터의 이탈 또는 수정의 결과

資料: Freeman, Williams and Lin, Am. J. of Political Science, Vol 33, No. 4, Nov. 1989, pp 848 ~89

에 대한 이동평균의 시뮬레이션에 나타나게 된다. 따라서 정책분석이란 정부의 정책결정 또는 어떤 효과를 겨냥한 정책 innovation에 대해 VAR모델에 따른 대안적인 이동평균 반응(moving average response)으로 나타내는 것이라 할 수 있다. 즉, 만약 정책결정자가 정책방향에 있어서 변경을 가하지 않는다면, 정책변수는 그이 예견된 가치를(predicted value)를 유지하게 될 것이다. 반면 새로운 정책이란 이러한 예견된 가치로 부터의 이탈을 의미하게 된다.

Summary

**An Alternative Method in Policy Analysis :  
Vector Autoregression (VAR) and Bayesian VAR Model**

*Kyung-Won Lee*

In modeling the policy phenomena, We often are forced to estimate dyanmic model which requires us to include more anout the complexities of reality. Yet, our theories are not fully capable of revealing all the functional information relationships for existing complex and structural models of political-economical Phenomena. This particular project is based on the idea that individual agents' decisions are a function of their preferences and a constraint system, and individuals attempt to optimize by judging the consequences of their decisions within a complex environment. But constraint systems change, and most of conventional dynamic econometrics ignores the likelihood. We can not ignore this possibility in our data analysis. We must be more explicit in modeling ovserved behavior as a consequence of optimal choice and we must understand that so-called structural modeling techniques on which conventional dynamic econometrics is based usually ignore. I introduce that the vector autoregression (VAR) methods of analysis and the Bayesian VAR, a weakly restricted equation system (in contrast to the unrestricted one) offer an alternative, which is more satisfactory for dealing with dynamic statistical models in policy analysis.