

Print ISSN: 1738-3110 / Online ISSN 2093-7717
<http://dx.doi.org/10.15722/jds.14.3.201603.63>

Electricity Consumption as an Indicator of Real Economic Status*

전력소비를 이용한 실물경기지수 개발에 관한 연구

Seung-Hwan Oh(오승환)**, Tea-Joong Kim(김태중)***, Dong-Chul Kwak(곽동철)****

Received: February 15, 2016. Revised: February 27, 2016. Accepted: March 15, 2016.

Abstract

Purpose – A variety of indicators are used for the diagnosis of economic situation. However, most indicators explain the past economic situation because of the time difference between the measurement and announcement. This study aims to argue for the resurrection of an idea: electricity demand can be used as an indicator of economic activity. In addition, this study made an endeavor to develop a new Real Business Index(RBI) which could quickly represent the real economic condition based on the sales statistics of industrial and public electricity.

Research design, data, and methodology – In this study monthly sales of industrial and public electricity from 2000 to 2015 was investigated to analyze the relationship between the economic condition and the amount of electricity consumption and to develop a new Real Business Index. To formulate the Index, this study followed next three steps. First, we decided the explanatory variables, period, and collected data. Second, after calculating the monthly changes for each variable, standardization and estimating the weighted value were conducted. Third, the computation of RBI finalized the development of empirical model. The principal component analysis was used to evaluate the weighted contribution ratio among 3 sectors and 17 data. Hodrick-Prescott filter analysis was used to verify the robustness of our model.

Results – The empirical results are as follows. First, compatibility of the predictability between the new RBI and the existing

monthly cycle of coincident composite index was extremely high. Second, two indexes had a high correlation of 0.7156. In addition, Hodrick-Prescott filter analysis demonstrated that two indexed also had accompany relationship. Third, when the changes of two indexes were compared, they were found that the times when the highest and the lowest point happened were similar, which suggested that it is possible to use the new RBI index as a complementing indicator in a sense that the RBI can explain the economic condition almost in real time.

Conclusion – A new economic index which can explain the economic condition needs to be developed well and rapidly in a sense that it is useful to determine accurately the current economic condition to establish economic policy and corporate strategy. The sale of electricity has a close relationship with economic conditions because electricity is utilized as a main resource of industrial production. Furthermore, the result of the sales of electricity can be gathered almost in real time. This study applied the econometrics model to the statistics of the sales of industrial and public electricity. In conclusion, the new RBI index was highly related with the existing monthly economic indexes. In addition, the comparison between the RBI index and other indexes demonstrated that the direction of the economic change and the times when the highest and lowest points had happened were almost the same. Therefore, this RBI index can become the supplementary indicator of the official indicators published by Korean Bank or the statistics Korea.

Keywords: Business index, Electricity Sales, Principal Component Analysis.

JEL Classifications: E32, E37, Q43.

1. 서론

국가경제 및 산업의 현재 경기상황을 정확히 판단하는 것은 경제의 지속적이고 안정적인 성장을 위해 매우 중요하다. 이는 정부의 경제정책 결정 및 기업의 사업 전략 수립이 해당 시기의 기초적인 경기 흐름에 대한 신속하고 정확한 판단 하에서 이뤄질 때 가장 효과적인 결과를 가져올 수 있기 때문이다. 최근의 거시경제

* This research was financially supported by Hansung University and revised from the seminar article of KASBS(The Korean Association of small Business Studies) Fall Conference at 2015. We thank Youngma Moon professor of University of Seoul in the seminar and three anonymous referees for helpful comments and suggestions

** First Author, Senior Researcher of Kepco Economy & Management Research Institute. Tel: +82-2-3456-5463, E-mail: shoh@kepco.co.kr

*** Assistant Professor of Hansung University. Tel: +82-2-760-4387, E-mail: tjkim@hansung.ac.kr

**** Corresponding Author, Research Fellow of IBK Economic Research Institute. Tel: +82-2- 729-6859, E-mail: fitlab@ibk.co.kr

환경은 2000년대 이후 반복되는 글로벌 금융위기의 발생, 국가 간 환율 전쟁 및 국제유가의 변동성 확대 등 국내외 경제의 불확실성이 증가되고 있어, 과거에 비해 경기변동 주기가 짧아지는 경향을 보이고 있다. 하지만 현재 얻을 수 있는 경제지수들은 정확도는 차치하고 그 결과가 상당한 시차를 가지고 발표되기에 현 상황이 아닌 과거의 상황을 반영한 지수일 뿐이다. 따라서 기존의 전통적인 거시경제 지표에 비해 실물경기 변동을 잘 설명할 수 있으면서 예측시차가 작은 새로운 경기지수의 개발 필요성이 매우 높은 상황이다.

한 나라의 경기를 보여주는 대표적인 지표로는 국내총생산(GDP)을 뽑을 수 있다. 하지만 국내총생산은 1년에 연도별 자료 1회, 분기별 자료 4회만 집계되고, 또한 해당 분기가 지난 후 약 1~3개월의 시차를 두고 공식발표가 이루어지는 만큼 속보성과 시의성에 약점을 가진 지표라고 할 수 있다.

월간 경제지표로서 가장 많이 활용되는 지수는 산업생산지수와 종합경기지수가 있다. 하지만 두 월간지수도 해당 월이 지난 후 약 1개월 후에 발표되는 만큼 실제상황을 신속하게 설명하는 측면에서는 취약하다고 할 수 있다. 또한 두 지수들은 다양한 경제변수를 통계비례수준으로 계산한 가상의 종합지수인 만큼 실제 경제상황을 정확하게 설명하지 못하는 수치가 산출될 가능성이 존재한다. 실제로도 경제환경의 급변 상황이 발생하여 신규 투자 집행을 위한 정보수집 시에도 1개월 전의 전반적인 경제상황을 나타내는 지수를 근거로 하게 된다면, 시의성이 떨어지는 문제가 발생할 수 있다.

한편, 전력소비량은 다른 경제지표 대비 속보성 높게 수집할 수 있으며, 전력이 우리나라의 다양한 경제부분에 주요 에너지원으로 활용되는 만큼 실제 경제활동 결과를 보여주는 실측 데이터라는 장점을 가지고 있다. 실제로 전력소비와 거시경제변동 간의 관계를 분석한 다양한 선행연구들에서는 이 둘 사이에 매우 높은 상관관계가 존재하고 있음을 다양한 분석방법을 통해서 보여주고 있다.

Na(1999)는 제조업종의 전력사용량의 경기설명력을 Hodrick-Prescott 필터 등을 통해 계량 분석하였으며, 그 결과 제조업의 전력사용량과 경기동행지수사이에는 동행성이 있다고 설명하였다. 또한, 그는 논리를 확장하여 제조업 전력사용량을 통해 우리나라의 불황기간을 예측하였다. Ferfusion et al. (2000)은 전 세계 100여개 이상의 국가 데이터를 대상으로 전력사용량과 경제발전에 대한 관계를 분석하였다. 그 결과 일반적으로 고소득 국가가 저소득 국가의 경우보다 전력사용량과 경제발전간의 상관관계가 높다는 것을 확인하였다. Rhee & Park(2002)은 전력수요는 경기의 변동과 높은 관련성을 가지고 동행적인 움직임을 보이며, 다른 경제자료들에 비해 조기 확인할 수 있기에 단기 경제전망에 전력 자료를 활용하여 예측력을 높일 수 있 수 있다고 주장하였다. Jumbe(2004)는 그런 저인과관계분석과 오차수정모형을 적용하여 국내총생산과 전력소비간에 양방향적인 인과관계가 있음을 보였으며, 국내총생산이 전력소비에 양(+)의 영향을 미친다고 분석하였다. 같은 시기 Thoma(2004)는 미국의 월간 자료를 이용하여 거시경제와 전력사용량 간의 인과관계를 VAR 모형을 이용하여 분석하였고, 거시경제 변동이 제조업 및 서비스 부문의 전력이용에 유의한 영향을 끼치는 것을 확인하였다. 국내의 선행연구에서 Cha(2011)은 전력의 발전량을 통해 간접적으로 예측한 부문별 전력소비를 기반으로 경기동행과 선행지수를 구축하였다. 그는 각 부문별 전력소비를 대상으로 동태 은닉 공통인자 모형을 이용하여 경기상황에 대한 정보를 추출하고, 2단계 베이지안 추정법을 활용하여 경기지수를 산출하는 방식을 보였다. Cho & Kang(2012)은 1980년부터 2009년까지 우리나라 경제성장, 총전력소비 그리고 산업별 전력소비 간의 인과관계를 분석하였으며, 그랜저 인과관계 분석을 통해서 경제성장은 1차 산업과 2차산업의 전력소비에 영향을 미친다고 주

장하였다. Arora & Lieskovsky(2014)는 전력소비량을 활용한 미국의 경제지표 개발 가능성을 검토하였다. 과거 40년간 미국의 실질 국내총생산과 전력소비량 간의 상관관계가 약 90%에 달하며 둘 사이에는 동일한 추세가 있다고 주장하였다. 또한 전력자료를 활용하여 새로운 지수를 개발할 경우 장기추세, 경기변동, 계절조정 등의 경기변동 이외의 요인을 제거할 필요가 있음을 언급하였다. Park(2014)은 전력 관련 통계가 다른 경제자료들과 달리 즉각적이고 직접적으로 수요관측이 가능하다는 점을 활용하여 전력수요지수를 새로이 개발하여 기존의 경제지표의 보완재로 사용할 수 있다고 주장하였다. 그가 제시한 전력수요지수는 전력수요함수를 기반으로 도출하였으며, 경기변동, 기온효과 등이 포함되어 있다. 또한, 최종 산출된 결과물인 전력수요지수는 산업생산지수와 동행성이 매우 높다는 것을 확인하였다.

지금까지의 선행연구를 통해서 확인된 것과 같이 전력소비 통계자료는 지표의 시의성과 속보성 측면에서 다른 경제지표들에 비해 우수하며, 향후 지능형전력망 보급 확대 및 관련 기술 발전에 따라 실시간까지도 집계 가능해질 수 있다. 하지만 앞서 언급한 것과 같이 전력소비에는 비경제적인 요인까지 포함되어 있다는 문제가 있다. 즉, 경기 변동 외에도 계절변화에 따른 냉난방 수요나 국가지정 공휴일의 시기 차이에 따른 수요 변화 등이 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 따라서 전력소비에 영향을 미치는 다양한 요인 중 경기상황을 제외한 다른 비경제적인 요인을 제거할 수 있다면, 전력소비량 분석을 통해 경기의 실제상황을 속보성 높게 파악할 수 있을 것이다. 이에 본 연구는 실제 전력판매량 자료를 이용하여 기존의 지표들에 비해서 시의성과 적합성이 개선된 새로운 월단위의 실물경기지수를 산출하고 기존의 경제지표와 비교하여 그 실효성을 확인하는 것으로 목표로 하였다.

이후 본 연구는 다음과 같은 순서로 진행하였다. 우선 2장에서는 선행연구를 바탕으로 전력소비와 주요 경기지표들과의 비교를 통해 두 변수간의 관계를 살펴보고, 이를 바탕으로 3장에서는 실물경기지수 산출을 위해 사용한 방법론을 설명하고, 새롭게 시산된 지수의 결과를 정리하였다. 마지막으로 4장에서는 연구의 내용을 요약하고 연구 결과의 시사점을 확인하였다.

2. 전력소비와 경기지표의 관계

전력판매량 등 전력관련 자료들은 다른 거시경제자료들에 비해 조기 관측되는 특성을 가지고 있다. 전력자료를 활용한 새로운 실물경기지표를 산출한다면, 이를 이용하여 해당 시기별 경기상황에 대한 정보를 즉각적으로 확인할 수 있고, 이는 기존 경제지표의 약점을 보완하는 경제지수로서 활용할 수 있을 것이다.

우리나라는 전기를 사용하는 용도에 따라 크게 6가지 계약종별로 구분하고 있다. 아래 <Table 1>에 나타난바와 같이 주택, 교육, 산업, 농사, 가로등, 일반 등으로 각 용도별로 공급가격의 차이가 있다.

본 연구에서는 2000년 1월부터 2015년 12월까지의 월별 산업용 전력판매량 및 일반용 전력판매량 자료를 대상으로 하여 전력소비와 경기상황 간의 관계를 분석하고, 새로운 실물경기지수를 산출하였다. 산업용전력은 한국표준산업분류상의 광업 및 제조업에 공급되는 전력으로 우리나라 대부분 생산활동의 주요 에너지원으로 사용된다. 일반용은 6가지 계약종별 중에서 주택, 교육, 농사, 산업 등을 제외한 공공 및 영업에서 이용되는 전기를 고려한 것으로 본 연구에서는 일반용이 서비스업에 대한 정보를 담고 있다고 판단하여 변수로 이용하였다.

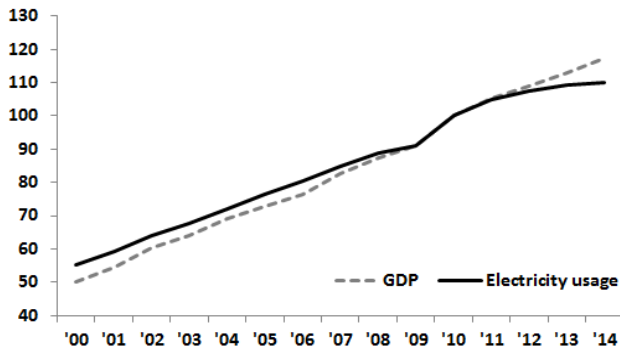
<Table 1> Electric Rates Table

Applicability	Tariff
• Residential customers including customers residing in apartments, customers with less than 3kW in contracted electric power	Residential
• Agriculture and forestry, fishing, etc.	Agricultural
• Customers with mining, manufacturing and other business with 4kW ~ 300kW in contacted electric power • Manufactures of food and basic metals, electrical machinery, etc.	Industrial
• Customers excluding residential, educational, industrial, agricultural and street lighting • Wholesale and retail trade, hotels and restaurants, etc.	General
• School and education facilities, infant care facilities • Museums and galleries, Libraries, etc.	Educational
• Lights installed on roads, bridges and park for convenience, etc.	Street Lighting

Source: KEPCO (2015).

따라서 전력판매량은 한국전력공사에서, 국내총생산, 산업생산지수(광공업, 서비스업), 그리고 경기동행지수 등의 경제자료는 한국은행 경제통계시스템과 통계청 통계정보시스템 자료를 사용하였다.

전력소비와 경기변동 간의 연관 관계를 확인하기 위해 우리나라의 국내총생산과 동일한 기간동안의 총 전력판매량 추이를 우선 비교하였다. <Figure 1>에 묘사되어 있듯이 두 변수는 분석 기간 동안 지속적으로 상승했으며, 2008년 이후 금융위기 시점에서 증가 추세가 둔화되는 등 매우 비슷한 추세를 가지는 것으로 보인다.



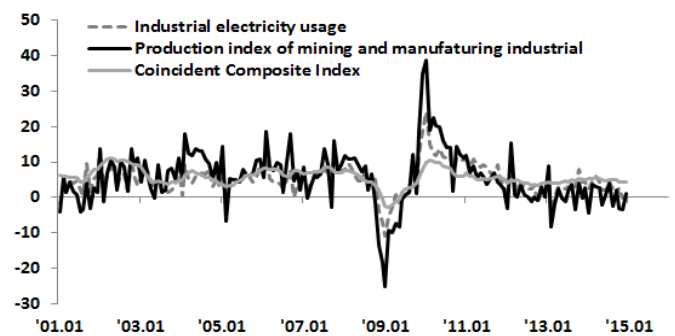
Note: Each index is converted to the base year (2010=100)

Source: KEPCO(2015), BOK

<Figure 1> GDP and Electricity usage (yearly trend)

다음으로 전력소비와 월간 경기상황과의 관계를 알아보기 위해 월간 경기 변동을 가장 설명하는 것으로 알려진 산업생산지수와 경기동행지수의 움직임과 비교하였다. <Figure 2>는 전년동월대비 산업용 전력판매량 증가율, 광공업 생산지수 증가율, 경기동행지수 증가율의 변화를 보여주고 있는데, 세 변수들은 증감률의 변동 폭에 있어서는 약간의 차이가 있으나, 대체적으로 동일한 방향으로 움직인다는 것을 알 수 있다. 이는 세 변수들이 국내 경기의 추이 변화를 예측함에 있어 높은 상관관계가 있다는 것을 보여준다.

하지만, 앞서 언급한 바와 같이 전력소비자료에는 경기변동 외에 계절요인 등 다양한 비경제적인 변동요인도 포함하고 있다. 따라서, 이를 예측 가능한 요소와 무작위 오차로 나누게 된다면 아래의 식(1)과 같은 수식으로 나타낼 수 있다.



Note: Same period of prev. year % change

Source: KEPCO(2015), KOSIS

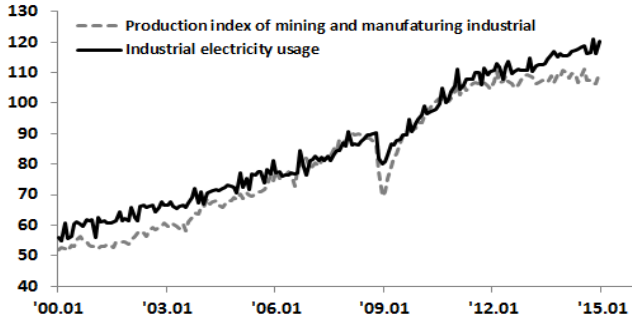
<Figure 2> Industrial electricity usage, Coincident composite index, Production Index of mining and manufacturing industrial (monthly trend)

$$(식1) \quad X_t = C_t + T_t + S_t + I_t$$

여기서 C 는 순환요인을 의미하는데, 순환요인은 경기의 상승과 하강과 같이 변동하는 요인을 뜻한다. T 는 장기추세(secular trend)를 의미하는데, 인구증가, 자본축적, 그리고 기술진보 등과 같은 경제에 영향을 미치는 장기적 요인에 의하여 일어나는 변동을 나타내는 부문이다. S 는 계절요인(seasonal trend)을 의미하는데, 계절요인은 1년 동안 계절의 변화에 따른 주기적인 형태의 변동으로부터 발생하는 것을 고려한 부분이다. 마지막으로 I 는 불규칙요인(irregular factor)을 나타내는데, 불규칙요인은 주기성이 없는 각종 천재지변이나 노조의 파업 등 단기적이고 우발적인 변동으로부터 기인하는 부분이다. 따라서 식(1)에서 전력소비를 통한 새로운 경기 지수 산출을 위해서는 우선적으로 통계자료에서 계절요인과 불규칙요인 등 기타요인을 제거해야 한다. 본 연구에서는 계절 및 불규칙 등의 기타 요인의 제거를 수행하기 위해 미국 조사통계국에서 사용된 X-12 ARIMA 방법론을 적용하였다.

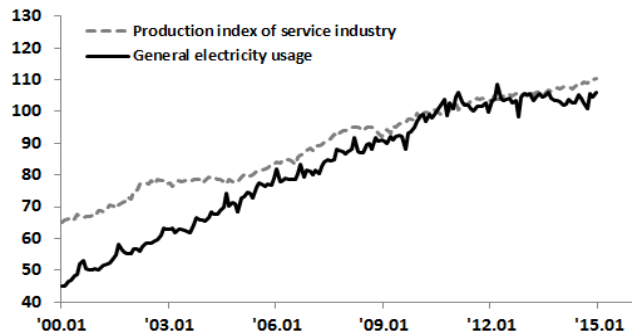
<Figure 3>는 광공업 산업생산지수와 산업용 전력판매량을, <Figure 4>는 서비스업 산업생산지수와 일반용 전력판매량을 나타낸 것으로, 이를 통해서 월간 산업경기의 상황과 전력소비 간의 관련성을 확인하고자 하였다. <Figure 3> 볼 수 있듯이, 계절 효과가 조정된 산업용 전력판매량과 광공업생산지수는 비슷한 추세를 보이며 변동하고 있음을 알 수 있다. 또한 <Figure 4>의 계절 효과가 조정된 일반용 전력판매량과 서비스업생산지수 역시 비슷

한 추이를 보이고 있어 두 변수들 사이에는 관련성이 높음을 알 수 있다.¹



Note: seasonally adjusted index (2010=100)
Source: KEPCO(2015), KOSIS

<Figure 3> Production index of mining and manufacturing industrial, Industrial electricity usage (monthly trend)



Note: seasonally adjusted index (2010=100)
Source: KEPCO(2015), KOSIS

<Figure 4> Production Index of service industry, general electricity usage (monthly trend)

3. 실물경기지수(Real Business Index) 추정

본 장에서는 전력판매량 자료를 바탕으로 통계청의 경기종합지수 작성방법을 활용해 우리나라의 현 경기상황을 잘 설명할 수 있는 새로운 실물경기지수(Real Business Index)를 산출하고 적용의 적절성을 확인해 보았다. 그리고 지수 산정 시 필요한 구성변수별 가중치는 주성분분석을 활용하였다. 지수 산출과정을 아래 <Table 2>와 같다.

<Table 2> The 3 stages of empirical model

Stage 1 : Choosing the explanatory variable and period
Stage 2 : Methodology of index
1. Adjustment of the non-business factor
2. Calculation of month-to-month changes for each variable
3. Producing standardization factor
4. Estimation of the weighted value by variables and sectors
5. Modification to the level and trend adjustment
Stage 3 : Computation of RBI (Real Business Index)

본 연구에서는 속보성 높은 지수 산출을 위해 사용된 전력판매량 구성변수는 다음과 같다. 제조업은 제조업 전력판매량 및 제조업 하위 10개 주요업종별 전력판매량을 사용하였으며, 앞서 가정한 바와 같이 서비스업은 일반용 전력판매량 자료를 이용하였다. 소비, 투자 등 경제주체들의 지출측면을 반영하기 위해서 기업경기심리지수와 4개의 하위분류(내수, 수출, 투자, 재고) 지표를 사용하였다.

분석을 위한 자료는 <Table 3>에서 확인할 수 있는 바와 같이 한국전력, 전경련으로 부터 구하였으며 2000년 1월부터 2015년 12월까지 자료를 수집하였다. 최종적으로 월별지표 자료 총 17개가 지수산출을 위해 사용되었으며, 구성변수들의 계절요인과 불규칙요인들을 제거하기 위해 일반적으로 이용되는 X-12-ARIMA와 3개월 이동평균 방법을 사용해 각 구성변수의 비경기적 요인을 제거하였다.

$$\text{원계열} = \frac{\text{추세요인} \times \text{순환요인}}{(\text{경기적 요인})} \times \frac{\text{계절요인} \times \text{불규칙요인}}{(\text{비경기적 요인})}$$

구성 지표의 전월비 증가율 산출을 위해 대칭변화율을 산출하였다. 대칭변화율은 변수의 감소 및 증가를 대칭적으로 처리하기 위해 금월치와 전월치의 평균을 분모로 활용하여 산출한 증가율이며 (식2)와 같이 표현할 수 있다.

$$(\text{식2}) \quad x_i(t) = 200 \times \frac{x_i(t) - x_i(t-1)}{x_i(t) + x_i(t-1)}$$

이후 증가율의 진폭이 큰 구성지표가 전체 종합지수를 좌우하지 않도록 하기 위해 구성 지표별 전월비 증가율의 진폭을 평균적으로 같게 하는 표준화 증가율을 시행한다. 표준화 증가율은 구성 지표의 증가율에 표준화인자를 곱하여 산출한다. 그리고 표준화인자는 대칭변화율(증가율)의 표준편차 역수를 전체 구성 지표의 표준편차 역수의 합으로 나누어 산출하였으며,² (식3), (식4)와 같이 표현할 수 있다.

2 여기서 산출한 표준편차의 역수를 정밀도(precision)라고 한다. 따라서 표준화인자의 분모는 개별 지표들의 정밀도의 합이 되고, 분자는 당해 지표의 개별 정밀도가 된다. 즉 특정 지표의 정밀도가 높을수록(표준편차가 작을수록) 종합지수 작성에 있어 높은 가중치를 부여받게 된다.

1 계절조정자료는 산업생산지수는 통계청에서 발표한 계절조정 자료를 사용하였으며, 전력판매량의 경우 계절조정 자료가 공식적으로 발표되지 않아 저자가 X-12-ARIMA 모형을 사용해 산출하였다.

<Table 3> Final set of candidate variables for computing Real Business Index

Sector	Variable	Code	Source
Manufacturing Electricity usage	Total (Manufacturing)	M1	
	Food Product and Beverages, ets.	M2	KEPCO
	Textiles, wearing apparel, leather, ets.	M3	KEPCO
	Refined Petroleum, chemical products, ets.	M4	KEPCO
	basic metal products, ets.	M5	KEPCO
	Fabricated metal products, ets.	M6	KEPCO
	Other Machinery and equipment, ets.	M7	KEPCO
	Electrical equipment, electronic components, ets.	M8	KEPCO
	Radio and television, ets.	M9	KEPCO
	Motor vehicles, ets.	M10	KEPCO
	Other transport equipment, ets.	M11	KEPCO
General Electricity usage	Total (service)	S1	KEPCO
Business Survey Index	Business Condition	E1	FKI
	Domestic sales	E2	FKI
	Export	E3	FKI
	Investment	E4	FKI
	Inventories	E5	FKI

$$(식3) \quad z_i(t) = \sum_{i=1}^k x_i(t) \times s_i(t)$$

$$(식4) \quad s_i(t) = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^k b_i}, \quad b_i = \frac{1}{sd_i}$$

개별 구성 지표의 표준화 증가율을 구한 뒤에는 전체 지표의 종합증가율을 구하여야 한다. 통계청에서 정의한 경기종합지수 작성법에서는 구성 지표들의 표준화 증가율을 일정한 가중치를 사용하여 종합증가율을 구한다. 즉, 개별 구성 지표의 증가율을 표준화 인자를 이용하여 가중 평균하는 것이다. 그러나 새로운 실물경기 지수를 계산하는 본 연구에서는 주성분분석(Principal Component Analysis, 이하 PCA)에서 구한 기여도(주성분비율)를 이용하여 표준화 증가율을 가중 평균한다.

이제 N개의 구성 지표에 대하여 K-개의 주성분 $\xi_t (K < N)$ 를 산출하는 방법은 원데이터의 총변동 비중을 주성분 $\zeta_{1,t}, \zeta_{2,t}$ 등의 순서대로 설명하는 선형결합이다. 이를 수식으로 표현하면 (식5), (식6)와 같다.

$$(식5) \quad \begin{matrix} \xi_{1,t} = w_{11}R_{1,t} + w_{12}R_{2,t} + \cdots + w_{1N}R_{N,t}, \\ \vdots \\ \xi_{K,t} = w_{K1}R_{1,t} + w_{K2}R_{2,t} + \cdots + w_{KN}R_{N,t} \end{matrix}$$

또는 행렬기호를 사용하여,

$$(식6) \quad \xi = w' R, \quad w = w_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, N; j = i = 1, 2, \dots, K; K \leq N$$

주성분 $\xi = w' R$ 의 가중치 w 는 (식7), (식8)과 같다(단, Ω 는 R 벡터의 공분산이다).

목적함수의 최대화 :

$$(식7) \quad \max_w w' \Omega w - \lambda(w' w - 1)$$

1계 조건 :

$$(식8) \quad \frac{\partial Z}{\partial w} = 2\Omega w - 2\lambda w = 0 \Rightarrow (\Omega - \lambda I_{(N)})w = 0$$

일차식이 모든 가중치에 대해 성립하려면 $|\Omega - \lambda I_{(N)}| = 0$ 이 되어야 하며, λ 에 대해 N -차 다항식이기 때문에 λ 는 N 개의 해를 가지게 된다.

$$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \cdots \geq \lambda_N$$

λ_j 는 대칭인 공분산행렬 Ω 의 특성근이 되며, 이에 상응하는 개별 특성벡터가 j -번째 주성분의 가중치벡터 $w_{.,j}$ 가 된다. 요인민감도(Factor Loading)인 특성벡터는 선형독립이다. 데이터의 총변동에 대한 비중인 j -번째 주성분의 설명력은 (식9)과 같이 나타낸다.

$$(식9) \quad \zeta_i = \frac{\lambda_j}{\sum_{i=1}^N \lambda_i}$$

주성분분석 결과에 의해 첫 번째 주성분(PC1)이 산출된 경우 구성 지표와 구성부문의 가중치는 (식10)과 같이 나타낸다.

$$(식10) \quad weight_i = \frac{w_{i,1}}{\sum_{i=1}^N abs(w_{i,1})}$$

앞서 설명한 바와 같이 본 연구에서 기여도를 평가하기 위해 사용한 방법론은 PCA이다. PCA는 구성 지표의 움직임(variation)이 포함된 공통요소(factor)인 합성변수(주성분)를 구성하는 방법이다. PCA를 통해 산출된 주성분비율은 해당되는 주성분에 대한 구성 지표들의 기여도를 보여준다.

예를 들어, N -개의 구성 지표들로 구성된 N -차원 벡터가 있다면, 주성분이 이들 구성 지표의 공통된 요소라는 것은 이들 구성 지표의 선형결합(linear combination)으로 주성분을 표현할 수 있다.³ 여기에서 주의할 것은 구성지표들의 다양한 선형결합이 있을 수 있기 때문에 이들 구성지표에 공통된 주성분이 하나 이상 존재한다. 이들 다양한 주성분 중에서 구성지표들의 총변동을 가장 잘 설명하는 주성분을 선택한다.

새로운 지수 산출을 위해 3개 구성부문, 17개 구성지표에 대한 PCA를 통해 지표별 기여도를 산출하였다. 우선 제조업 11개 구성지표를 활용해 제조업 부문의 지수를 산출하였으며, 경기심리지수 5개 구성지표를 활용해 경기심리지수 부문의 지수를 산출하였다.

<Table 4>와 <Table 5>는 제조업(m)과 경기심리지수(e)의 구성지표들을 활용한 PCA 산출결과 기여도이다. 첫 번째 주성분(PC1)만을 활용해 지수를 산출하였으며, 이후 시행한 경기심리지수 및 새로운 지수 작성을 위한 기여도 산출에서도 첫 번째 주성분(PC1)만을 사용하였다. PCA를 통해 산출한 기여도를 바탕으로 제조업 부문의 증가율(v1)과 경기심리지수 부문의 증가율(v3)을 산출하였으며, 이는 아래의 (식11), (식12)와 같이 나타낸다.

$$(식11) \quad \text{제조업(m) 부문 증가율 산출: } v_1(t) = \sum_{i=1}^{11} w_{pc}^m \times m_i \times s_i^m$$

$$(식12) \quad \text{경기심리지수(e) 부문 증가율 산출: } v_3(t) = \sum_{i=1}^{11} w_{pc}^e \times e_i \times s_i^e$$

<Table 4> Principal Component Analysis and Configuration of the Weights : Manufacturing Electricity usage

a. Explanatory power of PC's

	Eigenvalue	Proportion Explained	Cumulative Proportion
PC1	4.993	0.454	0.454
PC2	1.015	0.092	0.546
PC3	0.936	0.085	0.631
PC4	0.894	0.081	0.713
...	...	...	...
PC11	0.204	0.019	1.000

b. Factor loadings of PC's

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	...	PC11
m1	0.354	0.118	0.186	-0.198	...	0.041
m2	0.288	-0.207	-0.068	0.421	...	-0.079
m3	0.243	-0.499	0.019	-0.025	...	0.068
m4	0.270	0.044	0.513	-0.261	...	0.046
m5	0.303	0.274	0.222	-0.426	...	0.108
m6	0.395	-0.044	-0.048	-0.052	...	-0.827
m7	0.286	-0.393	0.234	0.244	...	0.344
m8	0.302	0.232	-0.505	-0.220	...	0.363
m9	0.155	0.596	0.286	0.629	...	0.044
m10	0.360	-0.122	-0.152	0.148	...	0.192
m11	0.293	0.192	-0.481	0.070	...	-0.038

3 PCA는 선형분석이므로 구성 지표들 간의 비선형결합(nonlinear combination)은 고려하지 않는다.

<Table 5> Principal Component Analysis and Configuration of the Weights : Business Survey Index**a. Explanatory power of PC's**

	Eigenvalue	Proportion Explained	Cumulative Proportion
PC1	3.936	0.787	0.787
PC2	0.551	0.110	0.897
PC3	0.242	0.048	0.946
PC4	0.176	0.035	0.981
PC5	0.095	0.019	1.000

b. Factor loadings of PC's

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
e1	0.479	0.085	0.222	0.421	0.733
e2	0.475	0.178	0.102	0.534	-0.669
e3	0.445	0.327	-0.785	-0.272	0.066
e4	0.461	0.143	0.547	-0.678	-0.093
e5	-0.368	0.913	0.155	0.060	0.053

<Table 6> Principal Component Analysis and Configuration of the Weights : 3 sectors**a. Explanatory power of PC's**

	Eigenvalue	Proportion Explained	Cumulative Proportion
PC1	1.610	0.537	0.537
PC2	0.867	0.289	0.826
PC3	0.523	0.175	1.000

b. Factor loadings of PC's

Variable	PC1	PC2	PC3
v1	0.662	-0.021	-0.749
v2	0.517	0.736	0.437
v3	0.542	-0.677	0.498

다음으로 새로운 지수의 종합증가율을 산출하기 위해 제조업 증가율(v1), 서비스업 증가율(v2), 경기심리지수증가율(v3)을 활용해 PCA를 시행하였으며, 결과는 <Table 6>과 같다. 이후 첫 번째 주성분의 가중치를 활용해 (식13)와 같은 새로운 지수 산출을 위해 종합증가율을 산출하였다.

$$(식13) \quad Z(t) = \sum_{i=1}^3 w_{pc,i} \times v_i \times s_i^v \times 5$$

새롭게 산출한 지수와 기존 월간경기지수 간의 상호비교가 용이하도록 (식14)과 같이 통계청의 경기동행지수의 진폭과 같아지도록 조정하였으며, 이를 통해 산출한 지수를 (식15)의 방식으로 누적하여 새로운 실물경기지수를 산출하였다.

$$(식14) \quad AZ(t) = Z(t) \times k, \quad k = \frac{sd^{coin}}{sd^z}$$

$$(식15) \quad index(t) = index(t-1) \times \frac{(200 + AZ(t))}{(200 - AZ(t))},$$

where $index(1) = 100$

산출된 새로운 지수는 (식16)의 방식으로 GDP를 기준으로 추세 조정을 하였으며, 최종적으로 (식17)와 같이 추세조정증가율을 누적인 후, 기준년도 2010년을 100으로 하는 새로운 실물경기지수를 산출하였다.

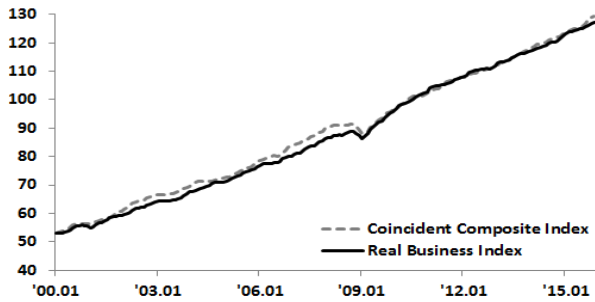
$$(식16) \quad TAR(t) = AR(t) + TAD, \quad TAD = \mu_{gdp} - \mu_{index}$$

$$\mu_{gdp} = \left(\sqrt[180]{\frac{2015년월평균GDP}{2000년월평균GDP}} - 1 \right) \times 100$$

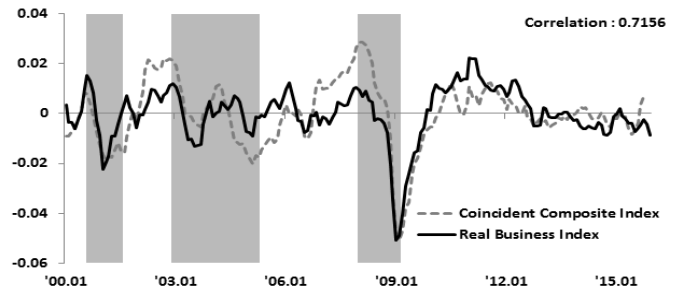
$$(식17) \quad RBI(t) = RBI(t-1) \times \frac{(200 + TAR(t))}{(200 - TAR(t))},$$

where $RBI(1) = 100$

월별 전력판매량과 경기심리지수를 이용해 최종 산출된 실물경기지수와 통계청에서 발표하는 경기동행지수를 비교한 그림은 <Figure 5>와 같다. 제시된 경기동행지수 순환변동치는 일반적으로 현상항의 경기국면 및 전환점 파악에 가장 많이 이용되는 지표로, 본 연구에서 제시한 실물경기지수의 적절성을 판단하는데 가장 좋은 기준이 되는 기준 지표이다. 단순히 추세선에 대한 비교 결과 두 지표는 유사한 흐름을 보이는 것으로 나타났다.

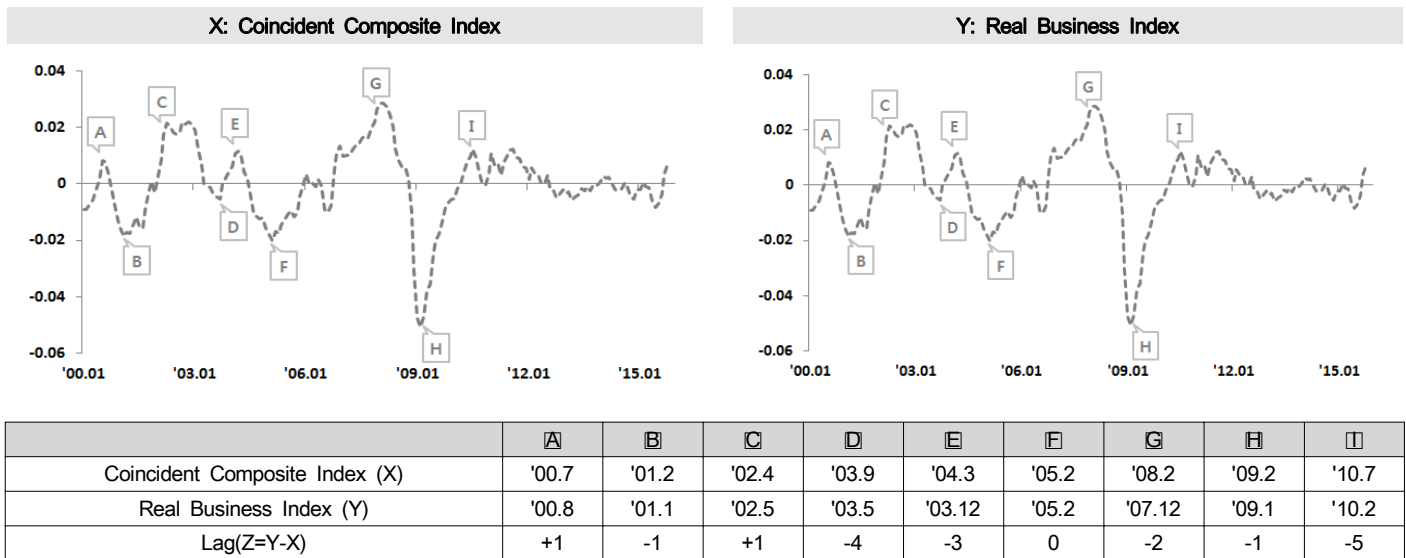


<Figure 5> Real Business Index, Coincident Composite Index (monthly trend)



Note: shaded areas indicate recession
Source: Statistics KOREA (2015)

<Figure 6> Cyclical Real Business Index and coincident composite index from Hodrick-Prescott filter



<Figure 7> Comparing Real Business Index and Coincident Composite Index

추가로 본 연구에서는 실물경기지수의 적정성 검정을 위해 Hodrick-Prescott 필터 분해를 사용해서 경기동행지수와 비교를 하였다. 분석을 위해서 두 지수를 로그 변환한 후 Hodrick-Prescott 필터를 시행한 결과는 <Figure 6>과 같다. 두 지수 간에는 0.7156의 높은 상관관계와 더불어 동행관계를 가지고 있는 것으로 나타났다.

실제로 <Figure 7>처럼 본 연구에서 산출한 실물경기지수(RBI)와 통계청의 경기동행지수의 순환변동치의 주요 변동시기를 비교해 보면, 각 지수의 정점과 저점이 발생한 시기가 유사하다. 이에 본 연구에서 산출하여 제시한 실물경기지수는 현재의 경기상황을 즉각적으로 알 수 있게 제시해 준다는 점에서 경기판단을 위한 속보성 보완지표로 활용성이 높다고 볼 수 있다. 좀 더 상세히 살펴보면 일부 시기들에서는 두 지수간의 증감이나 방향의 차이가 발생하고, 변동 폭을 고려했을 때는 실물경기지수가 상대적으로 작은 모습을 보이고 있지만, 이는 두 지수를 구성하는 지표들의 근거가 상이하기 때문에 발생하는 문제이지 정확성의 문제는 아닌 것으로 판단되었다.

4. 결론

적절한 경제정책의 수립과 경영전략의 실행을 위해서는 현재 경기상황을 정확하고 신속하게 판단할 필요가 있다. 따라서 최근에는 경기상황을 잘 설명하면서도 속보성과 간단명료성을 보유한 경기지수 개발에 대한 요구가 증가하고 있다. 앞서 살펴본 바와 같이 전력판매량 자료는 다른 경제지표들에 비해 조기에 획득될 수 있으며, 국내 산업의 주요 에너지원으로 이용되고 있다는 점에서 경기변동과 밀접하게 움직인다는 특성을 가지고 있다. 전력판매량 자료의 특성을 반영하여 본 연구에서는 산업용 및 일반용 전력판매량 자료에 계량경제학적 모델을 적용하여 현재 경기상황을 잘 설명할 수 있는 새로운 실물경기지수를 산출, 제시하였다.

새로운 실물경기지수 시산을 위해 사용한 주모형은 3단계 주성분분석이며, 이를 통하여 새로이 산출한 실물경기지수와 기존에 이용하던 월간 경기지표와의 관계를 비교한 결과, 두 지수사이에는 매우 밀접한 관련성이 있는 것을 확인하였다. 새로이 산출된 실물경기지수와 경기동행지수 순환변동치의 움직임을 살펴보았을

때, 경기변동의 방향성과 정·저점이 발생한 시기가 거의 일치하였다. 이에 따라 본 연구에서 산출한 실물경기지수는 우리나라의 현재 경기상황을 나타내는 속도성 지수로서의 가치가 있으며, 한국은행 및 통계청에서 발표하는 경기지표들의 보완지수로도 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구의 결과를 바탕으로 전력판매량 자료를 활용한 경기 동향 분석 연구는 좀 더 활발하게 이뤄질 것으로 기대된다. 현재 취득할 수 있는 전력소비량 자료는 본 연구에서 이용된 산업분류들보다 좀 더 세분화된 산업자료 수집이 가능하며, 지역별로도 취득할 수 있다는 점을 고려하면 세부적인 실물경기지수 도출도 가능하다. 즉, 지역별 실물경기지수나 산업별 실물경기지수의 구성도 가능하다는 것이다. 이는 실물경기지수가 가지고 있는 속도성에 목표구체성을 더할 수 있는 강점이 될 것으로 기대된다. 또한 본 연구에서는 17개의 설명변수를 사용하여 실물경기지수를 산출하였으나, 이외에도 경기를 잘 설명할 수 있는 기존의 지표를 추가한다면 모형의 적합도를 높일 수 있을 뿐만 아니라, 그 활용성도 높아질 것으로 판단된다. 물론 이러한 지수들의 이용 적절성에 대해서는 추가적인 개선 및 지속적인 보완 작업이 필요할 것으로 판단된다. 또한, 전력소비에 영향을 주는 경기 이외의 기타요인들을 좀 더 효과적으로 제거할 수 있는 분석 방법이 추가된다면, 지수의 정확성도 더욱 높아지고 활용도 더 다양하게 이루어질 것이라고 생각된다.

References

- Arora, Vipin, & Lieskovsky, Jozef (2014). Electricity Use as an Indicator of U.S. Economic Activity. *U.S. Energy Information Administration*, Working Paper.
- Cha, Kyung-Soo (2011). Bayesian Model and Electricity Consumption : A Two-Stage Approach to Coincident and Leading Indicators. *Korean Review of Applied Economics*, 13(1), 175-207.
- Charles B. L. Jumble (2004). Cointegration and causality between electricity consumption and GDP: empirical evidence from Malawi. *Energy Economics*, 26(1), 61-68.
- Cho, Jung-Hwan, & Kang, Man-Ok (2012). The relationship between total electricity consumptions and economic growth in Korea. *Environmental and Resource Economics Review*, 21(3), 573-593.
- Ferfuson, Ross, Wilkinson, William, & Hill, Robert (2000). Electricity use and economic development. *Energy Policy*, 28(13), 923-934.
- Kang, Chang-Koo (2007). Forecasting of monthly GDP based on a factor model with monthly data. *Quarterly National accounts*, 2, 44-68.
- KEPCO (2015). Electric Rates Table, Naju, Korea: KEPCO. Retrieved May 9, 2015, from http://home.kepco.co.kr/kepco/KO/ntcob/list.do?boardCd=BRD_000097&menuCd=FN050301
- Na, In-Gang (1999). Development of Coincident index by using Industrial electricity Demand. *Korea Energy Economics Institute*, 99-10, 1-96.
- Narayan, Paresh Kumar, Narayan, Seema, & Smyth, Russel (2010). Energy consumption at business cycle horizons : The case of United States. *Energy Economics*, 33(2), 161-167.
- Park, Sung-Keun (2014). Application of Electricity Demand For the catching the economic trends. *KIET industrial economic review*, 193, 46-55.
- Rhee, Sang-Chul, & Park, Jong-In (2002). The Study on Usefulness of Short-Term Economic Forecasting Using Electricity Demand. *The Korean Journal of Economic Studies*, 50(4), 141-169.
- Statistics KOREA (2015). Shaded areas indicate recession, Daejeon, Korea: Retrieved May 9, 2015, from <http://kostat.go.kr/portal/eng/resources/4/index.action?bmode=language&type=class&cls=ALL>
- Thoma, Mark (2004). Electrical energy usage over business cycle. *Energy Economics*, 26(3), 463-485.