

새만금 이차전지 특화단지 지정이 전북경제에 미치는 경제효과 분석

조상섭¹⁾, 김강훈²⁾, 이슬빈³⁾

본 보고서의 내용은 작성자 개인 의견이며 한국은행의 공식 견해와는 무관합니다. 본 보고서의 내용을 보도하거나 인용할 경우에는 작성자 이름을 반드시 명시하여 주시기 바랍니다.

- 호서대학교 경영대학 교수
- 원광보건대학교 보건의료행정학과 초빙교수
- 한국은행 전북본부 기획조사팀 조사역

< 차례 >

제1장 서론	3
1. 이차전지 특화단지 지정 추진 배경 및 경제적 효과	3
2. 연구 목적	4
제2장 기존 연구 및 분석방법론	8
1. 기존 연구	8
2. 분석방법론	10
제3장 이차전지 특화단지 지정과 전북경제 영향	14
1. 기존 분석결과와 비교	14
2. 시나리오 분석: 부문 기술변화 및 투자환경 변화	17
3. 새만금 이차전지 특화단지 성공전략	21
제4장 결론 및 시사점	25

참고문헌

부록

1. 새만금 이차전지 기업들의 투자규모 및 부문별 분류 코드
2. 실측데이터를 활용한 새만금 이차전지 특화단지 지정의 효과 추정
3. 투입산출 분석의 유발계수 도출

〈 요약 〉

주요 선진국을 중심으로 이차전지산업이 ‘제2의 반도체’, ‘새로운 석유’(new oil), ‘향후 50년 먹거리’ 등으로 불리는 미래 핵심기술로 주목받고 있다. 우리나라 또한 이차전지산업을 국가첨단전략산업으로 선정하고, 관련 산업을 지속해서 육성한다는 목표를 세우고 추진하고 있다. 이에 따라, 현 정부는 2023년 7월 20일 지방 4개 도시인 전북특별자치도 새만금, 충청북도 청주(오송), 경상북도 포항시, 울산광역시를 이차전지 특화단지로 최종 선정했으며, 이차전지 특화단지로 지정된 각 지역은 이차전지 경제적 효과를 통해서 지역 경제발전과 국가 경제발전을 기대하고 있다.

현재 이차전지 특화단지 지정의 국민경제 그리고 지역경제 효과분석에 관한 많은 연구가 존재한다. 특정한 정책 결정에 대한 경제적 영향을 평가하는 방법은 투입산출분석을 포함하여 미시·거시 자료에 기반한 계량적 접근 방식 그리고 일반 균형연산 방법 등이 서로 보완적으로 사용되고 있다. 본 연구에서는 이차전지 특화단지 지정의 경제적 영향평가에 가장 일반적으로 사용되는 산업연관분석의 투입산출방법에 기존의 부문 집계분석 방법과 달리 부문 분할분석 방법을 사용하여 새만금 이차전지 특화단지 지정의 전북경제 영향을 분석했다. 또한, 급변하는 이차전지 기술환경을 반영하기 위하여 적절한 시나리오 프로파일을 작성하고, 분할된 투입산출표에 적용하여 전북 경제적 영향을 추정하였다. 나아가 본 연구를 통해 도출된 시나리오 분석결과를 바탕으로 새만금 이차전지 특화단지 성공전략을 간략히 제시하였다.

본 연구 분석결과를 간략하게 요약하면 다음과 같다. 첫째, 이차전지산업을 투자와 원가 비중 정보를 활용하여 세분화한 분할 투입산출 방법을 사용하면, 집계 편의 문제를 완화할 수 있으며, 세밀한 이차전지 특화단지 지정의 경제적 효과를 도출할 수 있었다. 본 연구의 분할분석 방법과 기존 집계분석 방법의 가장 큰 차이는 분할분석 방법의 유발효과가 상대적으로 더 크다는 점이다. 구체적으로 분할분석 방법에서는 생산 유발효과가 12.7조 원, 부가가치 유발효과가 3.9조 원, 그리고 취업 유발효과가 4.3만 명으로 나타난 반면, 집계분석 방법의 경우 생산 유발효과는 11.1조 원, 부가가치 유발효과는 3.3조 원, 그리고 취업 유발효과는 3.6만 명에 그쳤다. 둘째, 새만금 이차전지 특화단지 지정의 경제성은 큰 효과만큼이나 큰 불확실성이 존재한다. 원론적으로 투입산출분석은 정태적 분석이지만, 본 연구에서는 역동성 있는 산업환경에 대처하기 위해 투입산출 분석에 동태적 성격을 반영했다. 본 연구

에서는 시나리오 프로파일 작성과 이를 적용한 투입산출분석의 조합을 통해 이론적 부분뿐만 아니라 정책을 기획하는 실무자들에게 다양한 산업환경 유발성을 평가하고 발전전략을 수립할 수 있는 분석 틀을 제공할 수 있다. 새만금 이차전지 특화단지 지정에 지속적인 경제효과를 담보하기 위해서는 다양한 시나리오 분석을 병행할 필요가 있다. 본 연구에서는 불확실성 요인으로 투입산출분석의 본질적 문제를 고려하여 이차전지 시장규모 전망 변화, 그리고 투자감소 따른 전북 경제 효과에 대한 몇 가지 시나리오 분석을 시행했다. 특히, 불확실한 투자환경 하에서 이차전지 투자가 감소하는 시나리오의 경우 생산 유발액은 기존의 12조 7천억 원에서 6조 9천억 원까지 감소할 수 있다. 이러한 분석결과를 바탕으로 시나리오 분석 특히 유발적 투자감소에 대비한 전략적 시사점으로 1) 새만금 이차전지 특화단지 추진단의 수행 주체 간 밀접한 상호협력체계 구축의 필요성; 2) 이차전지산업의 육성과 지원에 부문별 특수성을 반영하여 세부적인 사항이 포함된 제도적 정비의 필요성; 3) 투자기업과 입주 희망 연구기관 등이 새만금 특화단지를 최우선지역으로 선택하고 안정적으로 정착하기 위한 차별화된 정책 및 지원체계 필요성; 4) 인력 양성 계획수립 및 운영방안과 정주 여건을 충족하기 위한 생활 인프라구축의 필요성; 5) 지역의 실정과 정책 수용 능력 등을 고려한 맞춤형 정책 마련의 필요성 및 발전 방향 등을 제시하였다.

마지막으로, 전북특별자치도는 타 시·도에 비해 농업 중심의 산업구조적 특수성과 낙후된 지역개발, 높은 인구유출의 결과로 주민소득이 낮은 지역이다. 이러한 열악한 경제적 기반의 취약점을 개선하기 위해 전북특별자치도는 정책적으로 이농인구를 흡수할 수 있는 2·3차 산업의 육성에 주력해야 하며, 새로운 산업 성장동력인 이차전지산업 육성을 적극적으로 추진해야 한다. 전북특별자치도가 추진하는 새만금지역의 이차전지 특화단지 육성을 통해 지역 생산, 고용창출, 부가가치 증대 그리고 인구증가 등의 경제 선순환적 파급효과를 얻을 수 있기를 기대한다.

제1장 서론

1. 이차전지 특화단지 지정 추진 배경 및 경제적 효과

이차전지산업은 ‘제2의 반도체’, ‘새로운 석유’(new oil), ‘향후 50년 먹거리’ 등으로 불리는 미래의 핵심기술로 주목받고 있다. 이차전지산업에 대한 세계적인 관심과 글로벌 경쟁이 심화되는 가운데, 현 정부는 배터리산업을 국가첨단전략산업으로 육성한다는 목표를 제시하였다⁴⁾. 현 정부의 국정과제 목표에 따라 2023년 7월 20일 지방 4개 도시인 전북특별자치도 새만금, 충청북도 청주(오송), 경상북도 포항시, 울산광역시 국가첨단전략산업 육성을 위한 이차전지 특화단지로 최종 선정되었다. 지정된 4개 도시는 2030년까지 새만금을 핵심광물 가공(전구체 등) 및 리사이클링 전초기지, 청주(오송)는 리튬황·4680 원통형 등 미래 이차전지 혁신거점, 포항은 국내 최대 양극재 생산거점(연 70만톤 이상), 울산은 이차전지 포트폴리오(LFP, 전고체 등) 다변화 거점으로 조성한다는 목표이다(법률신문, 2023.07.20.; 세계일보, 2023.07.20.; 인더스트리뉴스, 2023.07.20.).

새만금은 항만과 인접해 물류 인프라가 구축돼 있고, 값이 저렴한 대규모 산업부지, 최대 교역국인 중국과 가까운 지리적 장점 등을 기반으로 이차전지 소재의 핵심 지역을 목표로 하고 있다. 청주(오송)는 2021년 이차전지 소부장 특화단지로 지정되어 완결형 벨류체인 구축 기반이 마련되어 있으며, 포항은 2016년 우리나라에서 가장 먼저 이차전지산업을 육성을 시작하여 이차전지 소재 MOTHER FACTORY를 건립 중이다. 국내 최대규모 이차전지 기업 직접 지역(173개 기업)인 울산은 이미 인프라가 구축되어 성숙 단계에 있는 지역으로 세계적인 이차전지산업의 허브로 도약을 목표로 하고 있다. 이러한 목표하에 이차전지 특화단지로 지정된 각 지역은 경제적 파급효과를 통해서 지역의 발전 및 제도약을 기대하고 있다⁵⁾.

하의현·박세현(2023)에 의하면 새만금의 이차전지 특화단지 지정으로 전북지역에서 생산액 8조 5천억 원, 부가가치 2조 7천억 원, 고용 창출 3만2천 명의 경제적 파급효과가 창출될 것으로 기대된다⁶⁾. 포항시는 2030년까지 배터리 성능과 가격 등을

4) 120대 국정과제에서 ‘민간이 끌고 정부가 미는 역동적 경제’라는 국정목표 하에 경제안보, 국가 경쟁력과 직결되는 첨단산업에 대해 超격차 확보 및 新격차 창출을 통해서 경제 제도약을 건인한다는 것이다(대한민국 대통령실 홈페이지).
 5) 조상섭 외(2024)는 새만금 40개 입주기업을 중심으로 특화단지 지정의 효과를 이중 차분 (DiD)과 합성 대조 방법 (SCM)을 이용하여 경제적 효과를 추정하였다. 이 분석에 따르면 새만금 이차전지 특화단지 지정으로 새만금 내 이차전지 입주기업은 기타 입주기업보다 최소 10%에서 최대 25% 매출 성장 효과를 보이는 것으로 나타났다. 이에 대한 자세한 내용은 부록을 참조하기 바란다.
 6) 또한 2028년까지 예상 누적 매출액이 54조 원일 때 이에 따른 파급효과로 생산액은 65조 2천억 원, 부가가치 19조 8천억 원, 고용 창출 20만 1천 명이 될 것으로 예상되며, 이 경우 전북 지역 내 총생산(GRDP)의 전국대비

좌우하는 핵심소재 양극재 100만 톤 생산과 매출 70조 원(전체 소재 매출 포함 100조 원)을 목표로 하였고, 특화단지 지정으로 생산 23조 3,418억 원, 부가가치 9조 5,590억 원, 취업 5만 6,798명 등의 경제 유발효과를 예상한다(포항시 배터리첨단 산업과 보도자료, 2023.07.20.). 울산시는 2030년까지 “전지 생산액 62조 원, 수출액 114억 달러, 기업 투자액 11조 3,453억 원을 달성한다는 계획으로, 이를 통해 22조 6,906억 원의 생산 유발효과, 6조 3,533억 원의 부가가치 유발효과, 7만 4,504명의 고용 유발효과를 기대하고 있다(이홍주, 울산광역시 보도자료, 2023.07.20.). 청주(오송)는 이차전지 특화단지 육선 전략이 마무리되는 2030년까지 정량적으로 매출 196조 원, 생산 유발효과 22조 원, 부가가치 5.1조 원, 고용 14.5만 명, 수출 89억 달러 달성을 기대하고 있다(충북도 대변인실 보도자료, 2023.07.20.).

<표 1> 이차전지 특화단지 지정의 경제적 효과

(단위: 조원, 만명)

연구 지역	생산 유발효과	부가가치 유발효과	고용 유발효과
전북특별자치도 ¹⁾²⁾	8.5 (65.2)	2.7 (19.8)	3.2 (20.1)
포항시	23.3	9.6	5.7
울산광역시	22.7	6.4	7.5
청주시(오송)	22.0	5.1	14.5

주: 1) 투자가 약 7조 발생한 경우를 가정한 것으로, 하의현·박세현(2023, p.10)을 참조
 2) () 내는 2028년까지 예상 누적매출액 54조원이 발생할 경우 경제적 파급효과(하의현·박세현, 2023)
 자료: 각 지자체 보도자료 종합

2. 연구 목적

세계적 산업 전문기관 Mordor Intelligence에 따르면 이차전지 시장은 2027년까지 2,200억 달러에 도달할 것으로 예상하며, 2022~2027년 동안 15% 이상의 연평균성장률(CAGR)을 기록할 것으로 예측했다. 비록 이차전지 시장이 2020년에 발생한 COVID-19로 인해 부정적인 영향을 받았으나, 현재 시장규모는 팬데믹 이전 수준 이상으로 돌아왔다. 빠른 시장회복요인으로 리튬 이온 배터리 가격 하락과 전기 자동차 채택 증가가 이차전지 시장을 주도하는 주요 요인으로 보았으나, 핵심 원자재의 수요-공급 불일치가 시장 성장을 방해할 가능성도 상존한다. 그러나 전반적으로 새롭고 진보된 배터리 화학 기술을 개발하면 전체 이차전지 시장에 엄청난 기회 요인이 될 것으로 평가하고 있다.

비중은 2021년 2.7%에서 2028년에는 3.5%까지 상승할 것으로 전망된다.

지역적으로 아시아 태평양이 가장 큰 시장이 될 것으로 예상하며, 대부분 수요는 중국, 일본, 인도 그리고 우리나라에서 발생할 것이다. 특히 최근 전기 자동차(EV) 시대의 도래로 인해 유럽과 미국 등 주요 선진국들은 자체적인 이차전지산업을 육성하기 위한 일련의 투자 계획을 추진하고 있어 우리나라 이차전지산업 환경은 세계 무대에서의 지속적인 우위에 경고등을 울리고 있다. 우리나라 이차전지산업은 1990년대 초반부터 소형 정보통신기술(IT) 기기를 생산하는 국내 전자 제조업체의 안정적인 수요 덕분에 성장해 왔다. 이차전지가 이러한 디지털기기에 전원을 공급하는 데에 사용되고, 다른 용도로는 아직 사용되지 않더라도 잠재적 수요처가 다양하여 미래 경제 성장 엔진으로 식별되고 있다. 이에 우리나라 정부 및 산업체는 이차전지 관련 제품의 잠재력을 포착하여 혁신적인 미래 핵심 산업으로 선정하여 투자하고 있다.

앞서 제시했듯이, 현 정부에서는 충북, 울산, 경북 포항, 그리고 전북 새만금에 이차전지 특화단지를 지정했으며, 이에 해당 지역 기관에서는 대규모 이차전지 관련 투자로 인한 지역경제 발전을 기대하고 있다. 상기 <표 1>에서 제시했듯이, 정부에서 지정한 네 지역에 대해 이차전지 특화단지 지정의 경제적 효과가 각각 제시되고 있지만, 서로 다른 차이를 보여준다. 물론 지역 산업구조와 투자금액에서 차이가 반영된 측면도 있지만, 분석방법론 측면에서 다른 부문을 합산하는 방법이 상이하여 이차전지 부문으로 총계한 투입산출방식의 경제적 효과가 반영되었기 때문일 수 있다. 본 연구에서는 기존 일반적인 총계방식과 달리, 분할방식에 의한 새만금 이차전지 특화단지 지정의 전북경제 영향을 살펴보고, 이 방법을 다양한 우발적 시나리오 분석에 적용하였다. 본 연구 주요 목적은 기존 연구 방법에 보완적으로 새만금 이차전지 특화단지 지정의 경제적 효과를 측정함으로써 지역경제의 정책적 계획과 국가적 투자 계획에 다양한 경제적 관점을 제시하고 보완적으로 이차전지 특화단지 지정의 경제적 효과를 제공하는 데 있다⁷⁾.

본 연구에서 사용한 투입산출표의 분할분석 방법의 적절성과 차별성은 이차전지 산업의 생산구조 이질성을 경제적 영향분석에 반영하였다는 점에서 찾을 수 있다. 이차전지산업의 기술적 생산구조는 아래 <그림 1>에서 보듯이 크게 네 가지 기술적 이질성(양극, 음극, 전해액, 분리막)으로 구성되어 있다. 이 기술적 이질성을 바탕으로 관련 이차전지 제품군이 이차전지산업으로 정의된다. 따라서 이차전지산업의 정확한 경제적 효과 및 구조를 측정하고 파악하기 위해서는 이차전지산업의 주요한 하부 제품을 중심으로 이차전지산업이 분리되어야 한다.

7) 본 연구의 목적이 기존 연구의 경쟁적 또는 대체적 목적의 분석결과가 아님을 밝힌다.

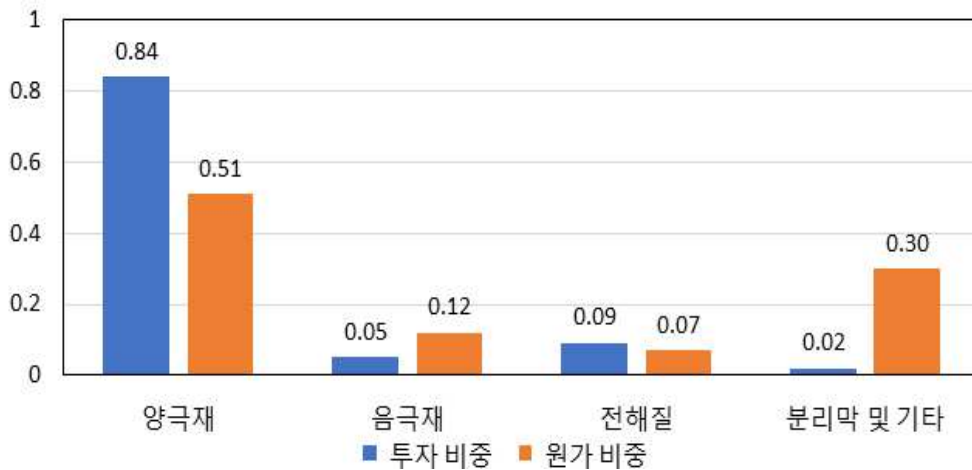
<그림 1> 이차전지 생산구조



자료: 삼성SDI

이차전지의 기술적 구조를 바탕으로 경제적 정보가 생성되었다는 점에서 이차전지 부문의 분리 타당성을 찾을 수 있다. 이차전지 제품들의 경제적 정보를 원가구조와 투자구조를 통해 살펴볼 수 있는데, 이차전지산업의 경제구조가 매우 이질적임을 알 수 있다. <그림 2>는 이차전지 4개 하위 부문을 투자 비중과 원가 비중⁸⁾으로 비교한 그림으로, 양극재 생산이 다른 제품의 생산보다 투자 비중과 원가 비중에서 큰 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다. 따라서 이러한 생산 구조의 이질성을 고려하지 않은 채 이차전지산업을 통합해서 분석하면 집계 편의(Aggregation Bias)가 발생하게 된다.

<그림 2> 이차전지 투자비중과 원가비중



출처: 새만금개발청, 새만금 산업단지 사업단(2024년 6월 기준) 및 Bloomberg NEF 참조

8) 이때 원가비중이란 이차전지 생산원가에서 양극재, 음극재, 전해질, 기타부문이 차지하는 비중을 의미하고 투자 비중이란 새만금 이차전지 특화단지에서의 이차전지 기업들의 총투자금액 대비 양극재, 전해질, 기타부문 기업들의 투자금액이 차지하는 비중을 의미한다.

결론적으로 기술적 및 경제적 구조로부터 살펴보았듯이 이차전지산업을 하나의 산업 부문으로 취급할 경우 정책 영향평거나 경제 영향평가를 할 때 큰 편의(Bias)가 발생할 수 있다. 다만, 이러한 이질성을 검토하였음에도 불구하고 국가 및 지역 투입산출표(Input-Output Table)에서 제공되는 산업 간의 흐름과 부문에 대한 정보는 산업의 생산 및 산출에 대한 자료수집의 어려움으로 인해 정확하고 정밀한 경제 영향평가에 사용하기에 적절하지 않은 경우가 있다. 이러한 집계 편의를 극복하기 위해서는 기업과 기업의 판매 및 구매 패턴에 대한 포괄적인 조사가 요구된다. 다만, 다른 한편으로 시간 및 자료 제약, 제도적 자원 부족 또는 조사 기관과 기업 간의 협력 부족 등으로 인해 유사한 부문이 종종 통합되어 모든 개별 산출물이 하나의 통합 산출물로 병합되는 편이성이 용인된다.

일부 유형의 산업을 통합해도 투입산출표에 표시된 전체 경제에 미치는 영향은 미미할 수 있지만, 이질적 생산구조를 갖는 부문을 통합하면 무시할 수 없는 중요한 결과가 발생한다(Fei, 1956; Wolsky, 1984; Weber, 2009; Su et al., 2010). 산업연관분석에서는 이러한 문제를 '집계 편의' 문제라고 말하며 광범위하게 논의되었다(Miller and Blair, 2009). 따라서 투입산출분석 실무자가 집계 편향에 대처하는 방법은 경제 투입산출표의 부문을 분리하고 새롭게 분리된 투입산출표를 분석환경 계정과 일치하도록 하는 것이다. 그러나 레온티예프 투입산출분석의 틀에서 한 부문을 여러 개의 새로운 부문으로 분할하는 것은 복잡한 작업이다. 왜냐하면, 분리된 투입산출표의 알려지지 않은 기술 계수에 대한 가능성은 하나뿐 아니라 다양한 분리 범주가 존재하기 때문이다. 따라서 집계된 형태에서 구현하는 것보다 분리할 부문에 대해 더 많은 정보에 대한 접근이 필요하다. 본 연구에서는 투입산출표의 부문 분리를 위해 일반적으로 사용되는 방법론인 Wolsky(1984)의 기본적 두 부문 분할 방법을 이차전지산업에 적절하도록 네 부문 분할 체계로 확장하고, 이를 바탕으로 발생할 수 있는 산업 시나리오 프로파일을 이용하여 새만금 이차전지 특화단지 지정의 전북 경제적 영향을 비교 동학적 관점에서 분석하였다.

종합적으로, 본 연구의 목적은 새만금 이차전지 특화단지 지정의 경제적 영향을 측정하고, 시나리오 프로파일 개념을 분할투입산출표에 통합하여 환경변화에 따른 경제적 효과와 새만금 이차전지 특화단지 발전을 위한 성공전략을 제안하는 데에 있다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 투입산출표의 분할에 관한 기존 연구와 부문 분할의 필요성을 설명하였다. 또한, 간단하게 분할에 관련된 기본적 수식을 서술하였다. 제3장에서는 분할된 투입산출표를 이용하여 새만금 특화단지 지정이 전북경제에 미치는 영향을 측정하고 기존 연구와 비교하였다. 나아가 시나리오 분석을 통한 발생 가능한 경제환경변화에 관한 전북경제 영향의 변화를 추적하였다. 또한, 본 연구에서 도출된 분석결과를 바탕으로 새만금 이차전지 특화단지 성공전략을

제시하였다. 마지막 장에서는 본 연구 결과를 요약하고, 정책적 시사점과 분석의 한계와 미래 연구과제를 제시하고자 한다.

제2장 기존 연구 및 분석방법론

1. 기존 연구

투입산출표(Input-Output Table)의 부문별 분리를 위한 여러 가지 접근 방식이 지난 수십 년 동안 제안되었다[예: Fei(1956), Wolsky(1984), Gillen et al.(1990), Lindner et al.(2013) 참조]. 최근 Barrera-Lozano, Mainar and Vallés(2015)는 Wolsky(1984)의 방법을 유지하면서 부문을 나누는 대신 추출 방법을 제안하였다. Wolsky 기반 접근 방식은 하위 부문의 생산 기술을 제거하고 원 투입산출표와 달리 통합 부문의 기술 계수를 수정하지 않는다. 예를 들어 부문 i 를 두 개의 하위 부문으로 구성된 $n \times n$ 기술 계수 행렬의 집계된 경제로 가정하면 Barrera-Lozano, Mainar and Vallés(2015)의 방법은 간단하게 부문 i 의 원래 기술 구조를 보존할 뿐만 아니라 새로 추출된 부문의 생산구조를 그대로 유지하는 방법론이다.

그러나 분리 부문의 원래 기술 구조를 보존하는 것이 항상 유효한 선택은 아닐 수 있다. 앞서 기존 연구들에서 강조한 것처럼, 일부 제품은 다른 부문의 중간 투입물이기에 이미 분할 대상 부문의 상호 관계가 포함되어 있다. 부문 i 의 생산 기술을 수정하지 않고 부문 i 에서 하위 부문을 추출하게 되면 이러한 상호 관계 중 일부가 이중으로 계산될 수 있으므로 Barrera-Lozano, Mainar and Vallés(2015)가 언급했듯이 부문 i 의 생산 기술을 과대평가하여 모든 산업에 영향을 미치게 된다.

몇 가지 상황에서는 Barrera-Lozano, Mainar and Vallés(2015)의 방법이 $(n \times 1)$ 차원의 ‘공통 부문’에 대한 분리된 레온티예프 행렬의 계수를 Wolsky(1984)의 원래 제안보다 더 큰 크기로 과대평가하기도 한다. 이를 보여주기 위하여 다음 장에서 이차전지산업의 사례를 적용하여 분할된 레온티예프 행렬과 집계 레온티예프 행렬을 비교하였다. 분석결과 집계 레온티예프 행렬을 사용하면 편의 추정치를 생성하는 것으로 나타났다.

국가 단위, 주로 중앙은행에서 투입산출표를 구축하기 위하여 유사한 생산구조를

가진 부문을 하나의 부문으로 통합하는 경우가 많다. 투입산출표의 각 부문 항목이 산업의 판매 및 구매 패턴에 대한 포괄적인 조사에 의존하기 때문에, 이 작업에는 필수 정보가 필요하고 많은 시간이 소요되는 어려운 집계과정이 동반된다. 집계된 하위 부문에 대한 세부 정보의 손실은 소위 집계 편의 문제로 이어진다. 집계 편의의 문제는 고도로 세분화된 투입산출표를 생성하기 위해 자세한 업계 조사에 투입해야 하는 추가 시간과 자원보다 그 이득이 적기 때문에 작성자에 의해 종종 무시된다.

그러나 경제적 분석의 경우 부문 집합이 분석결과에 상당한 영향을 미친다(Su et al., 2010). 대표적 예로 이차전지는 하나의 부문이 아닌 복수의 더 많은 부문에 대해 사용되거나, 완전히 다른 부문의 분류에 속하는 경우가 많다. Lenzen(2011)은 연구에서 부분적인 정보에 기초하더라도 경제 투입산출표를 세분화하는 것이 통합하는 것보다 오류가 작으므로 가능할 때마다 투입산출표를 분할할 것을 권장했다. Lenzen(2011)은 새로운 부문의 총생산량이 유일한 정보인 경우, 특정 부문이 어떻게 임의의 수의 새로운 부문으로 분할될 수 있는지 보여줌으로써 Wolsky 접근 방식(Wolsky, 1984)을 확장하였다.

Wolsky(1984) 접근 방식에서 산출의 가중치는 통합된 집합 부문과 새로운 부문의 산출 비율을 사용하여 적용한다. 본 연구에서는 우리나라 이차전지 부문을 4개 부문으로 분할하여 분석했으며, 본 분할에 대한 초기 추측을 형성하기 위해 투자 비중 또는 생산원가 비중의 정보를 사용하는 방법을 적용했다. 이 초기 추측은 새로운 부문에서 다른 모든 부문으로의 투입이 총생산량의 상대적 비중에 비례하여 분할된다는 가정에 기인한다. 이 초기 추측은 분리된 투입산출표에 대한 가능한 많은 해(solutions) 중 하나일 뿐이므로 가능한 솔루션의 전체 범위를 탐색하는 방법을 탐구할 수 있다. 이 추가 정보를 사용함으로써 분리된 투입산출표를 정밀하게 추정할 수 있으며, 이를 통해 다양한 분석(부문 연쇄 효과분석 등)에 활용할 수 있다.

2. 분석방법론

가. 분리 가정

사업추진 또는 정책추진의 효과분석에서 일반적으로 사용하는 투입산출 분석은 많은 경우에 해당 사업이나 정책 목표가 되는 부문을 중심으로 집계 또는 간소화한다. 이러한 투입산출표의 통합 또는 집계에서 발생하는 집계 편의는 오랫동안 투입-산출 모형화(Miller and Blair 2009)의 한계점으로 알려져 있다. 예를 들어 Comer et

al.(1997)은 이전의 분산된 투입산출 계정을 사용하여 국가 투입산출표를 재구성하는 방법을 논의했고, Lahr and Stevens(2002)는 국가 투입산출표의 지역화에 따른 집계 문제를 논의했다. 특히 최근에 환경 투입-산출 모형(Environmental Input-Output model)에서 집계는 집계 부문을 구성하는 하위 부문 간에 잠재적으로 극적인 배출 계수 차이를 인정함으로써 사용제약과 모형 수정이 이루어지고 있다.

투입산출표를 분리할 때 가장 간단한 가정은 각 부문이 해당 부문이 속한 전체 생산체계의 구성에 비례적으로 생산을 한다는 가정이다. 이 가정을 통해 투입산출표의 각 부문이 일반적인 생산계수를 갖는 특정 산업에서 혼합으로 투입물을 투입하는 부문별 생산 혼합물을 구축할 수 있다. 그러나 실제로 많은 부문의 생산이 공간적으로 국가 전역에 균일하게 분배되어 있지 않다. 이차전지산업도 몇 가지 특정 지역에 집중되어 있다. 이러한 생산 활동의 지역적 전문화가 명확한 사례가 산업 클러스터이다. 또한 분권화, 지방 간 경쟁, 국제 무역, 해외 직접투자 등이 결합하여 지방의 산업 집적과 생산 활동의 전문화가 촉진되었다. 예를 들어, 전북지역의 경제지형을 보면 특정 지역은 제조업과 서비스 중심 산업이 발달했지만, 내륙 지방은 농업이나 1차 자원 추출(북서쪽)에 특화되어 있다. 동질적 비례생산 가정은 분석을 위해서 그리고 실용적 측면에서 합리적이지만, 이론적·사실적 관점에서는 연구에서 완화되어야 하는 가정이다.

나. Wolsky(1984) 방법 확장

투입산출표의 분할과 관련하여 Wolsky(1984)는 기존의 1부문을 2부문으로 분할하는 방법을 제안하였다. Lindner et al.(2013)은 이 방법을 확장하여 중국의 투입산출표 42개 부문에서 특정 전기부문을 9개 새로운 부문으로 분할하고, 이를 환경분석에 적용하였다. 본 연구에서는 이차전지산업을 k 개 부문(본 연구의 경우 양극재, 음극재, 전해질 그리고 분리막 및 기타 제품 부문으로 $k=4$) 분할하는 방법을 적용하여 전북 지역투입산출표를 이차전지산업을 중심으로 재조정하고, 새만금 이차전지 특화단지 지정이 전북경제에 미치는 영향과 산업에 우발적인 변화가 발생하는 시나리오 분석에 적용하였다.

투입산출표의 분할과 깊은 관계가 있는 문제는 '집계(통합) 편익' 문제이다[Miller and Blair, 2009 참조]. 특히 Gallego et al.(2009), Foran et al.(2005)는 자주 발생하는 문제로 투입산출 통합에서 발생하는 집계 불일치를 다루고, 통합에서 발생하는 문제에 대한 대처 전략을 제안했다. 투입산출 실무자가 집계 편익에 대처하는 가장 보편적 전략은 새로 분할된 투입산출표의 크기가 분석하는 부문 계정과 일치하도록 경제 투입산출표 부문을 분리하는 것이다. 그러나 레온티에프 분석체계 내에서 한 부문을

여러 개의 새로운 부문으로 분리하는 것은 쉬운 작업이 아니다. 분리된 투입산출표의 알려지지 않은 기술 계수에 대한 다양한 가능성이 있기 때문이며, 새로 형성된 부문이 경제의 다른 부문(공통 부문)에 투입되는 내용과 이러한 공통 부문의 투입 비율에 대한 지식과 같이 집계된 형태로 구현된 것보다 해당 부문에 대한 더 많은 정보에 대한 접근이 필요하기 때문이다.

당면하는 문제는 기밀 유지로 인해 산업 조사가 불가능하고 세분화가 필요한 부문에 대해 제한된 데이터를 사용할 수 있어도 (일반적으로 알려져 있거나 잘 추정되는) 새로운 부문의 가중치 산출 비율을 기반으로 한 간단한 초기 추정값을 사용할 수 있다. 그러나 이 추정의 가장 큰 단점은 신규 부문의 공통 부문에 대한 모든 투입이 가중치 계수에 비례한다는 가정이며, 이는 특히 빠르게 변하는 산업 생산구조에서 지역적 격차가 심한 경제의 경우 현실과 괴리를 나타낼 수 있다. 또한, 실용적인 관점에서 볼 때 분리된 투입산출표에 대한 다양한 가능성과 실제로 실물경제에 해당하는 통계 데이터에 대한 정보 부족, 그리고 시간 제약으로 인해 실질적 문제해결에 어려움이 존재한다.

본 연구에서는 이차전지 부문을 보다 정확한 이차전지 하부 부문들로 분할하고, 이를 기반으로 경제적 효과와 산업구조를 파악하고자 하였다. 이를 위해 한 부문을 두 부문으로 분할하는 방법론을 제시한 Wolsky(1984)의 기법을 적용하여 이차전지 산업을 4부문으로 분할하였다. 이 방법론을 간단히 설명하면 다음과 같다.

기술 계수 행렬 A^* 는 경제구조의 목표 부문 ($N+1$)이 n 개의 개별 하위 부문으로 분할되었다는 점만 제외하고 A 와 같은 경제를 나타낸다. 따라서 행렬 A^* 의 차원은 $(N+n) \times (N+n)$ 이다. 분리된 경제에서 부문 i 의 총생산량은 x_i^* 로 표시된다. 목표 부문 이외의 N 개 부문($i=1, \dots, N$ 의 경우)을 ‘공통 부문’이라고 하고, 분해된 부문에서 생성된 하위 부문을 ‘새로운 부문’이라 한다. 행렬 A 의 집계된 부문과 관련된 기술 계수의 수는 $(2N+1)$ 개이다. 이들 계수는 분할된 부문에서 공통 부문으로의 입력과 연관된 N 개의 계수, 공통 부문에서 분할된 부문으로의 입력과 연관된 N 개의 계수, 그리고 분할된 부문의 산업 내 기술 계수에 해당한다. 행렬 A^* 의 공통 부문은 변경되지 않기 때문에 다음과 같다.

$$a_{i,j}^* = a_{i,j} \quad i, j = 1, \dots, N$$

Wolsky(1984)에 따르면, 새로운 부문이 동일한 기술을 갖고 있으며 생산 또는 투자 가중치 w 에 비례하여 다른 부문에 공급한다는 가정에 기반하여 알려지지 않은 기술

계수에 대한 추정이 이루어질 수 있다. 이는 다음 식 (1)~(4)로 설명된다.

$$a_{i,N+1}^* = a_{i,N+2}^* = \dots = a_{i,N+n}^* = a_{i,N+1}, i = 1, \dots, N \quad (1)$$

$$a_{N+k,i}^* = w_k a_{N+1,i}, k = 1, \dots, n \text{ and } i = 1, \dots, N \quad (2)$$

$$a_{N+k,N+1}^* = a_{N+k,N+2}^* = \dots = a_{N+k,N+n}^* = w_k a_{N+1,N+1}, k = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$A = \left[a_{N+1,1} w, \dots, a_{N+1,N} w, \underbrace{a_{N+1,N} w, \dots, a_{N+1,N} w}_{n \text{ 번}} \right]^T \quad (4)$$

여기서 $W = (w_1, \dots, w_n)$ 이고 $\sum_{k=1}^n w_k = 1$ 을 만족하는 가중치이다. A 는 분할된 최종 투입계수 벡터이다. 다음의 <그림 3>은 앞서 기술한 분할 방법의 이해를 위하여 알기 쉽게 시각화한 것이다.

<그림 3> 투입산출표 분할 방법의 시각화

구분	Common Sectors	New Sectors	FD	X
Common Sectors	$c_{11} \quad \dots \quad c_{1,N-1}$	$a_{N+1,1} W \quad \cdot \quad \cdot \quad a_{N+1,4} W$		
	$\cdot \quad \cdot \quad \cdot$	$\cdot \quad \cdot \quad \cdot$		
	$c_{n-1,1} \quad \dots \quad c_{n-1,N-1}$	$a_{N+4,1} W \quad \cdot \quad \cdot \quad a_{N+4,4} W$		
New Sectors	$a_{N+1,1} W \quad a_{N+1,1} W$			
	$\cdot \quad \cdot$			
	$a_{N+4,1} W \quad a_{N+4,1} W$			

주: FD는 최종수요(Final Demand), X: 총산출액

다. 투입산출 시나리오 분석

위에서 기술한 투입산출표의 분할은 일반적으로 정태적 분석이다. 즉 시간의 변화요인을 고려하지 않은 것이다. 그러나 분할된 투입산출표를 적용하면 이차전지 4개 부문 사이에 서로 다른 기술적 변화와 산업환경 변화 등에 따른 다양한 시나리오 별로 경제적 영향을 분석할 수 있다. 본 절에서는 Cetinay et al.(2020)에서 제안한

투입산출 시나리오 분석 방법을 앞에서 설명한 분할 투입산출표에 적용하였다⁹⁾.

일반적으로 투입산출분석에서 기술변화는 투입계수 A 의 변화(ΔA)를 의미한다. 즉, 변화된 새로운 투입계수는 $A^+ = A + \Delta A$ 이다. 따라서 하나의 부문이 기술적 변화를 경험하면 전체 경제에 영향을 주게 되는데, 이로 인해 나타나는 새로운 레온티에프 행렬은 다음 식(5)와 같이 L^+ 로 표현된다.

$$L^+ = (I - A^+)^{-1} = (I - A - \Delta A)^{-1} \quad (5)$$

따라서 최종적인 경제적 영향은 다음 식 (6)과 같이 외생적 투입행렬 y 에 레온티에프 행렬을 곱하여 결정된다.

$$E^+ = L^+ y = (I - A - \Delta A)^{-1} y \quad (6)$$

식 (5)에서 보듯이 새로운 기술변화는 투입산출 계수 A^+ 를 통하여 레온티에프 행렬 L^+ 에 반영된다.

본 연구에서는 먼저 기술변화를 이차전지산업 내에서 발생하는 기술변화(대표적으로 양극재 기술변화)에 대한 시나리오 분석 형태로 실시하였다. 기술변화에 관한 가정 (u, v 행렬)으로부터 다음과 같이 투입계수의 변화분 ΔA 가 결정된다.

$$\Delta A = uv^T$$

이때 u 와 v 는 다음과 같다.

$$u = \sum_i \Delta a_{i,k} e_i - \sum_j \Delta a_{j,k} e_j$$

$$v = e_k$$

여기서 e_k 는 k 번째 원소가 1이고 나머지 원소는 0의 값을 갖는 벡터로서 1이면 해당 부문을 지정한다. u 는 환경변화에 따른 투입산출 계수의 변화를 행렬이며, 이는 시나리오 프로파일을 반영한 행렬이다. 이로부터 최종 환경변화로 인한 증분 또는 감소분은 다음 식 (7)과 같이 나타난다.

9) 투입산출분석에서 동태적 개념은 주로 연속적 기술적 변화를 의미한다. 이 동태적 관점에서 볼 때, 본 연구의 시나리오 분석(what if 분석)은 동태적 분석보다는 비교 정학(comparative statics)으로 볼 수 있다.

$$\Delta x = Lu(I - v^T Lu)^{-1} v^T y \quad (7)$$

여기서 y 는 외생적인 투입행렬이며, 본 연구에서는 이차전지 부문별 투자금액을 의미한다.

다음 장에서는 부분적 정보만을 이용하여 두 가지 경우(원가 비중과 투자 비중)의 w_k 을 측정하여 투입산출표 분할 기법을 적용하였다. 즉, 이차전지산업을 구성하는 제품의 원가 비중 또는 투자 비중을 적용하여 기존 이차전지산업을 4개 부문으로 분할하고, 이 분할된 투입산출표를 이용하여 새만금 이차전지 특화단지 지정이 전북 경제에 미치는 경제적 효과를 분석하였다. 또한 이차전지산업의 각 부문 사이의 기술변화 시나리오를 두 경우로 나누어 분석하고 이차전지산업을 둘러싼 환경변화로 인해 투자 규모가 변화할 경우 전북경제에 미치는 영향이 어떻게 달라지는지를 살펴보았다.

제3장 이차전지 특화단지 지정과 전북경제 영향

1. 기존 분석결과와 비교

본 연구의 분석 기준이 되는 산업연관표는 2015년 지역산업연관표로 한국은행(2020)을 사용하였다. 일반적으로 산업연관분석을 시행하기 위한 선행조건은 특정 산업을 전체 경제부문에서 분리해야 한다는 것이다¹⁰⁾. 기존의 분석결과와의 비교를 위해 제기되는 질문은 본 연구 목적인 “새만금 이차전지 특화단지 지정의 경제적 효과에 대해 부문 분할 방법과 통합(집계) 투입산출표 방법을 사용할 경우 편의가 얼마나 되는가?”이다. 이는 곧 집계 편의(Aggregation Bias)를 측정하는 물음이다. Miller and Blair(2009, p.165-168)에 따르면 집계 편의 정도 τ 는 다음의 식 (8)과 같이 측정된다.

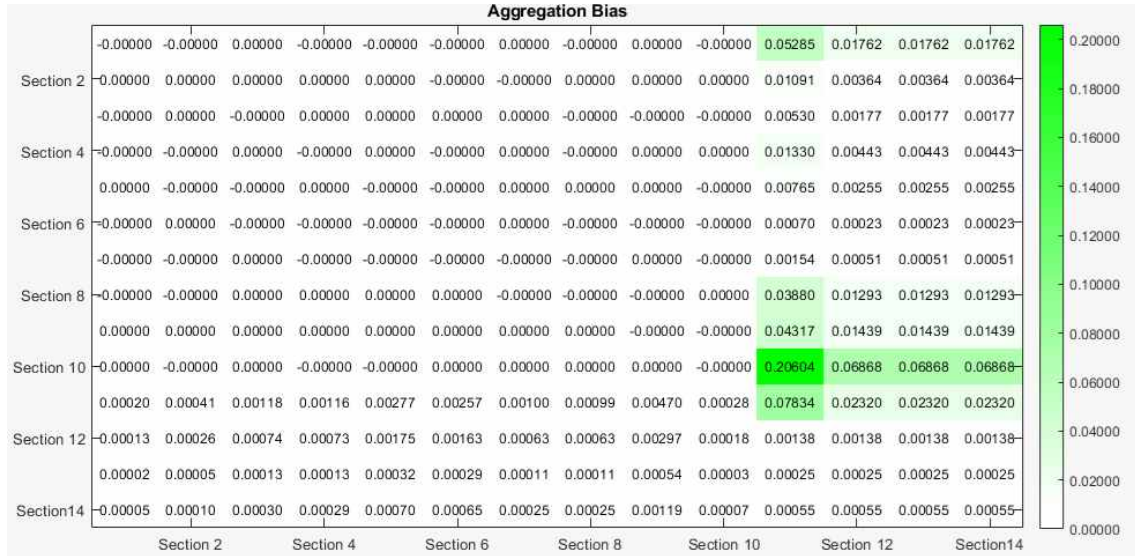
$$\tau = A^* S - A \quad (8)$$

식 (8)에서 S 는 집계행렬을 의미한다. 따라서 집계한 투입산출 계수와 원래 분할된

10) 이에 대한 자세한 이차전지 관련 산업분류표는 부록을 참조하기 바란다.

투입산출 계수가 같다면 즉 A^*S 와 A 가 같다면 $\tau=0$ 가 되고 집계 편익은 없다¹¹⁾. 다음 <그림 4>는 집계 편익 τ 를 시각적으로 나타낸 것이다.

<그림 4> 집계 투입산출 계수와 분할 투입산출 계수 차이 비교



<그림 4>를 살펴보면 두 행렬의 일반적 편익 발생 특징을 예측할 수 있다. 즉, 이 편익의 차이는 부문 11(집계표의 이차전지 부문)을 4부분으로 분리하는 데서 비롯됨을 알 수 있다. 두 행렬(투자기준)의 차이를 계산하면 기존의 일반적인 집계 투입산출계수와 본 연구에서 도출한 이차전지산업의 분할 투입산출계수에 따른 집계 편익은 $\tau=0.0276$ 으로 나타났다¹²⁾.

실제로 이 집계 편익은 새만금 이차전지 특화단지 지정의 경제적 효과에 관한 본 연구에서 제시한 분할 방법과 기존의 경제효과 분석에 많이 사용되는 집계방식(통합 관점)을 적용한 연구와의 비교를 통해 알 수 있다. 이 분석결과의 특징을 설명하면 다음과 같다. <표 2>는 본 연구의 분할 투입산출표¹³⁾를 적용한 분석결과와 집계 방식을 적용한 분석결과를 전북연구원의 연구결과(집계 투입산출표 활용)와 함께 제시한 것이다. 먼저 분할방식과 집계방식의 결과를 비교하면 분할방식의 경제적 유발효과가 더 크게 나타났다. 즉, 분할방식에 비해 집계방식의 생산 유발액과 부가가치 유발액은 상대적으로 작고, 고용 유발효과도 작아졌다¹⁴⁾. 이 결과는 직관적으로

11) 위 주장에 대한 증명은 Miller and Blair (2009, p.165-168)을 참고하기를 바란다.
 12) RMSE(Root Mean Square Error)로 계산하였다.
 13) 투자기준은 이차전지 부문을 새만금 내 이차전지 부문별 투자비중을 가중치로 이용하여 투입산출표를 분할한 경우를 의미한다. 여기서 투자비중은 새만금에 실제로 투자협약을 체결한 기업들을 4개 부문으로 구분한 후 이들 기업의 실제 투자금의 부문별 비중을 시산하여 사용한 것이다[<표 A1>, <표 A2> 참조]. 원가기준은 이차전지 부문별 원가비중을 가중치로 이용하여 투입산출표를 분할한 것을 의미한다[<표 A2> 참조].
 14) 각종 생산, 부가가치 고용유발계수의 도출방법은 부록을 참조하기 바란다. 이러한 집계방식의 과소 편익은 새

생산부문이 통합되어 작아지면 부문 간에 상호작용하는 부문이 줄어들기 때문이다. 분할방식의 집계방식과의 차이는 기술적 생산계수의 차이를 반영하고, 이차전지 부문의 세분화로 인한 우회생산 효과를 반영하는 등에서 기인한다. 집계방식과 분할방식의 경제적 효과가 같아지려면 이차전지산업의 분할 부분의 가중치가 $w_k = 0.25$ 로 모두 동일한 경우에만 가능하다¹⁵⁾. 그러나 현실적으로 이차전지 생산 구조는 각 부문별로 상이하기에 정확한 경제적 효과를 측정하기 위해서는 이러한 점을 반영해야 한다는 것을 알 수 있다¹⁶⁾.

둘째, 분할방식의 생산 유발효과에서 투자기준과 원가기준 간의 차이가 발생하는 직접적 원인은 투자기준의 양극재 생산 비중이 원가기준보다 크다는 사실이 기술적 생산계수에 반영된다는 점이다. 또한 이차전지 네 부문 사이의 투자금액 차이가 간접적인 요인으로 작용한다. 한편, 부가가치유발액과 고용유발액에서 투자기준과 원가기준의 차이가 없는 이유는 두 유발계수(부가가치 유발계수: 0.38, 취업 유발계수: 4.22)가 이차전지 네 부문에서 동일한 데서 기인한다. 생산유발계수에 부가가치율(부가가치액/총산출액) 또는 취업계수(취업자수/총산출액)의 역수를 곱하여 부문을 합산한 결과, 생산계수 분리의 효과가 사라져 두 기준에 의한 분리 유발효과가 없어지기 때문이다¹⁷⁾.

마지막으로 <표 2>의 결과로부터 다음과 같은 정책적 시사점이 도출될 수 있다. 먼저 부문별 생산유발계수의 차이에 대한 정보는 전략적인 이차전지 특화전략 수립에 대한 객관적 정보를 제공한다. 새만금 이차전지 특화단지의 양극재 중심 산업구조는 투자금액뿐만 아니라 전북지역의 다른 산업에 미치는 영향이 크기 때문에 전략적으로 장기적 육성 방향을 설정할 수 있다. 또 다른 시사점으로 부문별 이차전지의 생산 유발계수 차이는 이차전지의 친환경 문제와 깊은 관련성을 갖는다. 즉 부문별 생산 유발계수의 차이는 이차전지산업이 환경에 미치는 영향의 차이를 보여주기 때문에 매우 중요한 지표가 된다.

로운 부문과 공통 부문 그리고 분할된 새로운 부문 간에 상호효과를 고려하지 않기 때문에 발생한 효과이다.

- 15) 이러한 결과는 이차전지의 하위 부문의 생산구조가 모두 같다는 조건에서 성립된다. 단, 전북연구원의 집계방식은 완전한 집계방식에 의한 분석 방법이라기보다는 Hybrid 집계방식으로 볼 수 있다.
- 16) 한편 전북연구원의 결과와 차이가 큰 이유는 경제효과 기준이 되는 투자금액이 상이하기 때문이다. 즉 본 연구에서는 2023.12월까지 유치한 투자금액인 10조 2,681억원 만큼의 투자가 외생적으로 발생한다고 가정하였으나, 전북연구원의 경우 약 7조원 규모(2023.7월 기준)의 투자가 이루어진다고 하였기 때문인 것으로 판단된다.
- 17) 단, 부가가치 유발액과 취업 유발효과에서 미세한 차이가 존재하는데 이는 부문별 투자비 구성의 차이를 반영하기 때문이다. 한 사례로 정확한 부가가치유발액은 원가기준에서 38,942억원, 투자기준에서는 38,921억원으로 계산되었다.

<표 2> 이차전지 특화단지 지정의 전북경제에 대한 영향 비교(2015년 기준 투입산출표)¹⁾

(단위: 조원, 만명)

연구기관		생산 유발효과	부가가치 유발효과	취업 유발효과 ³⁾
본 연구 ²⁾	분할방식 (14부문)	투자기준 ⁴⁾ 12.7 (1.2)	3.9 (0.4)	4.3 (0.4)
	원가기준 ⁵⁾	11.8 (1.2)	3.9 (0.4)	4.3 (0.4)
	집계방식 (11부문)	11.1 (1.1)	3.3 (0.3)	3.6 (0.3)
전북연구원 ⁶⁾		8.5 (1.2)	2.7 (0.4)	3.1 (0.4)

- 주: 1) () 내는 투자 1조원 당 유발효과와 크기를 의미
 2) 10.2조의 투자가 외생적으로 발생한 경우로 자세한 투자액은 부록의 <표 A1>을 참고
 3) 취업 효과와 고용효과는 차이가 있으나, 자영업을 포함하는 의미에서 취업계수를 사용했음
 4) 새만금내 이차전지 투자 비중을 가중치로 이용하여 투입산출표를 분할
 5) 이차전지의 원가 비중을 가중치로 이용하여 투입산출표를 분할
 6) 전북연구원 결과는 투자가 약 7조 발생한 경우를 가정한 것으로, 하의현·박세현(2023, p.10)을 참조

위 비교 결과로부터 기본적으로 정확한 새만금 이차전지산업의 경제적 효과를 정확하게 분석하기 위해서는 분할방식에 의한 분할 투입산출표를 기반으로 해야 함을 알 수 있다. 다음 절에서는 투입산출표를 분할하고, 이 투입산출 결과를 바탕으로 이차전지산업의 가능한 시나리오 프로파일에 따른 경제적 영향을 분석하였다.

2. 시나리오 분석: 부문 기술변화 및 투자환경 변화

본 절에서는 분리된 투입산출 계수를 적용하여 몇 가지 불확실한 환경분석을 위하여 시나리오 분석(반사실적 분석)을 수행했다. 다양한 시나리오 분석이 필요한 이유는 다음과 같다. 먼저 투입산출분석의 본질적 문제로 고정된 기술적 생산계수 문제이다. 이 문제의 해법으로 이차전지산업의 기술변화, 즉 투입산출 기술 계수 변화(내생적 변화)에 따른 전북경제 영향을 비교하였다¹⁸⁾. 이미 언급한 바와 같이 이차전지산업의 발전은 기술변화에 큰 영향을 받는다. 그러나 전통적인 투입산출표 분석은 본질적으로 생산 기술 계수가 고정되어 있다는 문제가 있다. 이 문제점을 극복하는 대안적 방법이 기술변화에 따른 시나리오 분석기법으로, 새만금 이차전지 산업의 미래 전망뿐만 아니라 산업발전전략 수립에도 중요한 분석이라 할 수 있다.

18) 본 절은 투자기준에 의한 분할방식을 기준으로 하였다. 분석의 가중치로는 이차전지 특화단지에 참여하는 기업들이 특화단지에 실제로 투자한 투자금의 부문별 비중[<표 A2> 참조]이 사용되었다.

다음으로 투자환경(외생적 변화)의 변화로 투입산출 기술 계수의 변화가 없더라도 투자환경이 변화하는 경우이다. 이 경우 직접적 투자변화로 인한 유발효과에 더하여 산업 부문 사이에 발생하는 간접 유발효과를 포착할 수 있다. 이차전지산업의 내생적 그리고 본질적 생산구조변화요인과 달리 외부적 변화요인으로 새만금 이차전지산업의 수요 불확실성(또는 산업 성장의 불확실성)이 상존하는 만큼, 이에 대한 시나리오 분석이 필요하다고 할 수 있다.

가. 전체 이차전지 기술발전

이차전지산업이 글로벌 친환경 기조의 확대, 전기차 산업 성장 등으로 빠르게 성장하여 2035년까지 연평균 15% 이상 성장할 것으로 전망했다(SNE Research, 2023). 따라서 가장 기본적으로 시장규모에 맞추어 기술적 투입계수가 15% 성장한다고 가정하고, 비관적인 상황에서 10%, 낙관적인 상황에서 20%로 성장하는 상황 하에서 새만금 이차전지산업 특화단지 지정이 전북경제에 미치는 추가적 영향은 아래의 <표 3>과 같다¹⁹⁾.

<표 3> 기술변화 시나리오에 따른 전북경제에 대한 추가적 생산 유발효과¹⁾²⁾

(단위: 억원)

이차전지 부문	15% 증대 (기본 전망)	10% 증대 (비관적 전망)	20% 증대 (낙관적 전망)
양극재	379	252	506
음극재	23	15	30
전해질	4	3	5
분리막 및 기타	9	6	12
공통 부문	65	43	87
추가적 총생산 효과	480	319	641

주: 1) 새만금 이차전지 총 투자액(10.2조 원)은 변화가 없다는 가정에 따른 계산

2) 앞에서 추계한 <표 2>의 전북경제 영향에 추가로 발생한 효과를 말함

나. 이차전지 양극재 기술발전

이차전지산업을 구성하고 있는 양극재, 음극재, 전해질 그리고 분리막 및 기타 부문 중에서 기술 면에서나 투자 비중에서나 양극재 부문의 기술적 발전이 가장 빠르고

19) 시장규모의 증가는 산업 간에 기술적 고정성 가정(레온티에프 대체탄력성이 고정)으로 기술적 투입계수의 증가로 이어지지 않는다. 그러나 본 시나리오 분석에서는 전반적 이차전지산업의 시장규모 증가는 기술적 계수증대 즉 생산 효율성 증가로 처리하였다.

투자 비중이 크다. 따라서 장기적인 새만금 이차전지 특화단지 지정의 경제적 효과를 측정하기 위해서는 이차전지산업 내에서 이러한 기술변화를 감안한 시나리오 분석이 필요하다. 본 연구에서는 가장 타당한 기술변화의 시나리오로 다음 <표 4>와 같이 가정하였다. 즉, 양극재 기술이 10% 증가하고, 음극재와 전해질 그리고 분리막 및 기타 부문에서 각각 5% 감소하는 시나리오 프로파일을 상정했다²⁰⁾.

<표 4> 이차전지 기술변화에 관한 시나리오 프로파일: 양극재 기술발전^{주)}

양극재 부문	음극재 부문	전해질 부문	분리막 및 기타 부문
10% 자체 증가	-	-	-
5% ≪음극재	5% 자체 감소	-	-
5% ≪전해질	-	5% 자체 감소	-
5% ≪분리막/기타	-	-	5% 자체 감소

주: 위 시나리오 가정은 대표적인 가정이며, 이외 다양한 조합으로 가능함

아래의 <표 5>는 위 <표 4>의 시나리오를 바탕으로 계산된 새만금 이차전지 특화단지 지정의 장기적 경제효과에 관한 추가적인 생산 유발효과를 제시한 표이다. <표 5>에서 보듯이 이차전지산업 사이에 기술적 변화를 고려한 분석결과는 기술적 변화를 무시한 경제적 효과와 유의미한 차이가 존재함을 알 수 있다. 먼저 투입산출 분석에서 부문 사이에 존재하는 기술적 이질성을 무시하면 경제적 효과가 저평가될 수 있다. 둘째, 이차전지산업을 구성하는 하위 부문 사이에 존재하는 기술적 이질성을 간과할 경우 전체 이차전지산업의 지형을 잘못 이해할 수 있다. 즉 <표 5>에서 보듯이 양극재 부문의 기술발전이 유발하는 경제적 영향은 다른 부문보다 상당히 크다. 이는 기존의 부문 집계방식 분석에서 간과하기 쉬운 투입산출 분석의 스펠오버 효과(spillover effect)가 나타나기 때문이다.

<표 5> 양극재 기술변화 시나리오에 따른 추가적 생산 유발효과^{주)}

(단위: 억원)

부문	양극재	음극재	전해질	분리막	공통	총 효과
추가 효과	211	6	1	3	35	255

주: 앞에서 추계한 <표 2>의 전북경제 영향에 추가로 발생한 효과를 말함

20) 물론 다양한 시나리오 프로파일을 상정할 수 있으며, 기본적 증감가정은 시장규모의 증가로 규모 경제를 실현하게 되고, 이는 결과적으로 기술효율성 증가로 나타난다는 가정에 의한다.

다. 이차전지 투자환경 변화

새만금 이차전지 특화단지과 관련한 가장 큰 투자환경 변화요인의 하나로 미국의 대중제재의 강화 기조 지속과 인플레이션 감축법(IRA)의 보조금 축소 가능성으로 인해 한·중 합작 투자가 연기되거나 중단되는 우발적 투자 축소 상황을 들 수 있다. 새만금 이차전지 특화단지에 대한 기본적 투자 예상액(10.2조원) 중에 약 4.4조원 가량이 한·중 합작 투자로 이루어져 있다. 새만금에서의 한·중 합작 투자기업들의 대부분이 양극재 투자업종에 속하기에 이차전지의 양극재 부문에 대해 직접적 영향을 미치며 다른 연관 부문에 대해 간접영향을 미친다. 대표적으로 최근 이차전지 대기업인 LG화학과 SK온이 새만금에서의 투자 연기를 하는 상황이며, 이들 기업의 이차전지 양극재 부문 투자 규모는 약 2조 4천억 원으로 예상된다. 만일 한·중 합작 기업들의 투자가 모두 취소될 경우 투자수준이 5.8조원으로 하락할 것으로 추산된다²¹⁾. 이들 기업 대부분이 양극재 부문의 투자기업이기에 부문별로 이차전지산업에 미치는 영향이 총계 투입산출표에 의한 전북 경제적 영향과 분할 투입산출표에 의한 영향이 상이하다. 따라서 본 연구에서는 앞서 분석한 분할 투입산출표와 시나리오 프로파일 기법을 이용한 투자 감소의 경제적 효과를 <표 6>에 나타내었다.

<표 6>은 새만금 이차전지 투자 환경변화가 전북경제에 미치는 생산 효과를 부문별로 보여주는 표이다. 우발적 투자감소 시나리오 하에서의 경제적 영향은 투자 규모가 5조 8천억 원으로 낮아진 결과 생산 유발액이 약 6조 9천억 원으로 나타났다. 이는 투자환경 변화로 인해 감소한 예상 투자 총액 5조 8천억 원에 대한 일반적 생산 유발액인 70,289억 원에 추가적 생산감소 효과인 1,384억 원만큼을 반영한 결과이다. 이때 추가적 생산감소 효과는 양극재 부문에서 발생한 우발적 투자감소로 인해 여타 부문의 기술 계수도 영향을 받게 되어 나타나는 효과를 의미한다. 즉, 전통적인 정태적 투입산출분석 방식에 의한 경제적 영향 추정치(70,289억 원)에 더하여 본 시나리오 프로파일 방법을 통해 이차전지 부문 간의 상호작용 등이 나타나 추가적인 경제적 영향이 발생할 수 있다는 것을 보여준다²²⁾.

21) 즉, 새만금 이차전지 우발적 투자감소액은 약 4조 4천억 원(전체 투자액의 약 43%)으로 추산된다. 우발적 투자 규모에 대한 예상액은 연구자의 주관적 판단에 따라 다르며, 본 연구에서는 가장 보수적인 예상 규모를 상정하였다.

22) 이는 투자변동(양극재 부문의 투자 감소)으로 발생하는 기술생산함수의 부분적인 내생화의 한 과정으로도 볼 수 있다. 기술계수의 완전한 내생화는 투입산출표에서 사용되는 생산함수(레온티에프 생산함수)의 가정을 다른 생산함수(중간 투입재의 무한 또는 부분 대체탄력성)로 보완하는 동태적 투입산출분석(일반균형 접근방식)을 통해 이루어질 수 있으나, 이에 대한 논의와 실증 적용은 본 연구의 범위를 벗어난다.

<표 6> 낮은 투자수준(5.8조)에서의 생산 유발효과

(단위: 억원)

부문	양극재	음극재	전해질	분리막	공통	생산유발효과
최종 생산 유발액	52,126	5,064	9,733	2,101	▽ 119	68,905
생산유발액 (일반적 방식 ¹⁾)	53,283	5,133	9,745	2,128	-	70,289
추가 감소 효과 ²⁾	▽ 1,157	▽ 69	▽ 12	▽ 27	▽ 119	▽ 1,384

주: 1) 전통적인 정태적 산업연관분석에 의해 도출된 생산유발액

2) 이차전지 부문간 상호작용 효과 등으로 인해 추가로 발생한 생산 감소 효과(즉 간접효과)를 의미

앞에서 본 시나리오 분석의 큰 이점은 통합 투입산출표를 적용하기보다 분리된 투입산출표를 적용함으로써 투자 유발성에 대한 이차전지 네 부문의 정책적 관리 가능성을 보여준다는 것이다. 또 다른 이점은 전통적 투입산출분석이 갖는 정태적 분석에 더하여 부분적으로 동태적 분석결과를 추측할 수 있는 비교정확적 이점이 존재한다는 것이다.

3. 새만금 이차전지 특화단지 성공전략

본 연구를 통해 도출된 결과를 살펴보면, 새만금 이차전지 특화단지 지정으로 인한 생산 유발효과는 12.7조 원, 부가가치 유발효과는 3.9조 원, 취업 유발효과는 4만 3천여 명으로 예상된다²³⁾. 국가첨단전략산업으로 이차전지산업을 육성하고자 하는 현 정부의 정책목표와 특화단지로 지정된 전북 지역발전 목표가 성공적으로 완수되기 위해서는 다음과 같은 점에 유의해야 한다. 앞 분석결과에서 살펴본 바와 같이 새만금 특화단지 지정의 경제적 효과는 수요적 요인과 공급적 요인, 특히 투자적 요인에 의하여 다르게 나타날 수 있다. 새만금 이차전지 특화단지의 확실한 성공을 위하여 발생 가능한 우발적 불확실성을 최대한 예측하고 관리해야 한다. 이 목표를 위하여 몇 가지 전략적 시사점을 제안한다.

첫째, 새만금 이차전지 특화단지 추진단의 수행 주체 간 밀접한 상호협력체계 구축이 필요하다. 국가첨단전략산업인 이차전지산업의 육성은 하드웨어(예: 물리적 기반 조성)와 소프트웨어(예: 첨단 지식 자원 지원) 강화, 법·제도개선, 투자유치 확대 등 복합성을 가지고 있어 통합적인 정책의 추진이 필요한 영역이다. 전북특별자치도는 새만금 특화단지 추진단을 구성하고 도와 군산시, 새만금개발청, 전북테크노파크 등 4개의 수행 주체를 중심으로 이차전지산업 육성에 박차를 가하고 있으며,

23) 투자기준에 의한 분할방식을 적용한 분석결과이다.

이를 위해 추진단 내 각 기관의 대응체계를 보다 견고히 할 필요가 있다. 이차전지와 같은 첨단산업 육성은 단기간에 이전이나 구축이 쉽지 않기 때문에 체계적으로 빠르게 목표를 달성하기에 어려움이 있을 수 있다. 이러한 어려움을 극복하고 이차전지산업 후발주자로서 계획한 기간 안에 특화단지를 정상 궤도에 올려놓기 위해서는 추진단을 구성하고 있는 수행기관의 업무와 활동을 파악할 수 있는 명시적인 조직 구성과 홍보 전략이 필요하며, 상호 기관 간의 협력체계 구축을 통한 일원화된 통로를 마련하여야 한다.

둘째, 이차전지산업의 후발주자인 새만금 특화단지가 타 지역 특화단지와 대비해 비교우위를 갖고 경쟁력을 높이기 위해서는 관련 법·제도적 정비가 선행되어야 한다. 법·제도는 산업과 연구, 경영환경에서 다양하게 존재하는 불확실성을 제거해주고 안정성을 높이는 기반을 제공한다(조필규, 2024). 따라서, 전북특별자치도는 이차전지산업의 육성 및 지원의 특수성을 반영하여 세부적인 사항이 포함된 제도적 정비가 필요하다. 예컨대, 포항시의 경우 「포항시 이차전지산업 육성 및 지원에 관한 조례」에서 세부 지원내용(예, 제7조 ‘이차전지 육성사업’ 등)을 구체적으로 적시하고, 이를 기반으로 관련산업의 진흥 및 육성을 추진하고 있다. 전북특별자치도 또한 「전북특별자치도 이차전지산업 육성 및 지원에 관한 조례」에 이차전지산업 세부 사업영역별로 육성 및 지원 노력을 구체화하여 관련 산업을 원활하고 효율적으로 추진할 수 있도록 보다 상세한 규정 체계를 마련할 필요가 있다.

셋째, 이차전지산업의 후발주자로서 투자기업과 입주 희망 연구기관 등이 새만금 특화단지를 최우선지역으로 선택하고 안정적으로 정착하기 위해서는 다양하고 차별적인 정책 및 지원체계마련이 필요하다. 새만금 지역은 이차전지 관련 입주 선도기업 중심의 산업생태계, 산업단지 인프라, 인력공급, 정주여건 등에서 상대적으로 경쟁력이 낮다는 지적이 있다. 이차전지산업의 후발주자인 새만금 특화단지에 매력적인 유인책이 없는 한 협약 차원이 아닌 실제 입주하기까지 어려움을 겪을 수 있다. 이에 따라 기업 및 R&D 기관의 역량이나 투자 및 입주 의지, 경영 및 연구 활동의 주요 목표 등을 고려하여 기업과 연구기관의 특성에 부합하는 방식으로 다양하게 지원할 필요가 있다. 예컨대, 연구개발 의지가 높고 기술혁신 역량의 구축을 기업 활동의 주요 목표로 하는 기업에는 연구개발자금 지원이나 이차전지 특화단지 내부 및 외부의 연계협력 지원 등이 효과적인 정책이 될 수 있다. 반면 기업 규모가 상대적으로 크고 연령이 높으며, 상업화 단계에 중점을 둔 기업의 경우에는 전문인력 확보를 위한 인센티브를 제공하거나 해외 전문인력과의 네트워크 촉진, 국내 인력 풀과의 매칭 등의 지원이 더욱 효과적일 것이다. 따라서, 「전북특별자치도 기업 및 투자유치 촉진 조례」에 상기에서 언급한 부분을 충분히 반영한 규정체계를 마련하는 것이 바람직해 보인다. 즉, 입지규제 최소화 등 관련 기업의 활성화를 위한 입주기업 임대료 및 분양 등에서 이차전지 지원이 필요

하다. 또한, 관련 기업에 대한 세제, 보조금, 지역개발 특례 등 차별화된 인센티브를 제공해야 한다. 지역인재를 신규로 채용하는 기업에 대해서는 임대료, 분양보조금, 고용 및 교육훈련 보조금을 확대하여 지원하고, 기한 일몰제를 제정하여 보조금 지원을 통한 연구시설 이전 및 신축을 독려할 필요도 있을 것이다.

넷째, 전북특별자치도는 구체적인 이차전지 관련 인력양성 계획수립 및 운영방안과 정주 여건을 충족하기 위한 조속한 생활 인프라 구축이 요구된다. 이에 새만금 특화단지 추진단은 전북테크노파크에 이차전지 인력양성지원센터를 개소하고 도내 6개 대학과 KIST, 서울대 글로벌 R&DB 센터와 함께 핵심 인력을 양성하고 폴리텍대학, 마이스터고 등과도 협력해 제조인력을 키워나갈 계획을 밝히고 있다. 하지만 구체적인 인력양성 실행계획 및 운영프로그램이 충분하지 않은 상황이다. 전북도 새만금의 경우 이차전지산업 후발주자로서 많은 어려움과 난관이 있겠지만, 청주·포항·울산의 인력양성 프로그램과 교육과정을 벤치마킹해서 신속하고 성공적으로 인력양성 교육을 실시해야 한다(쿠키뉴스, 2023.07.31.)²⁴⁾. 본 연구에서 도출된 결과를 살펴 보면, 새만금 이차전지 특화단지 내 주요 기업들의 고용 창출효과는 4만 3천여 명으로 예상된다. 문제는 기업들이 새만금 특화단지의 경우 인력양성 계획에 많은 시간이 소요되고, 정주 여건 등 취업 환경이 타 특화단지와 비교하면 상대적으로 열악하므로 심각한 구인난이 지속될 것이라는 점이 우려된다. 예컨대, 근로자들 대부분은 상권이 동떨어진 산단 내 기숙사 생활을 꺼리고, 편의시설과 문화시설이 갖춰져 있는 도심에서 생활하고자 한다. 이러한 정주여건을 충족하기 위해 새만금 특화단지는 편의시설 등 생활 인프라가 갖춰진 스마트 수변도시를 조속히 조성해야 한다는 견해도 제시(전북일보, 2024.01.09.; 전북일보, 2024.01.11.)되고 있다. 또한, 이차전지산업의 후발주자로서 새만금 특화단지의 성공적 정착을 위해서는 전력망 문제²⁵⁾, 염폐수로 인한 환경문제²⁶⁾ 등의 해결을 위해 정부와 공기업의 지원 및 특화단지 수행 주체 간의 지속적 협력이 중장기적으로 이루어져야 할 것이다(전북일보, 2024.01.10.).

24) 청주(오송) 특화단지는 충북테크노파크를 중심으로 시험분석·생산·연구 장비 등 보유 인프라를 활용하여 현장 맞춤형 전문인력을 양성하고 공급하는 목적에서 도내 대학생을 대상으로 양성 교육을 시작하였고, 포항은 포스텍과 삼성SDI가 배터리 인력양성과정 PSBT(Postech Samsung SDI Battery Track, PSBT) 협약을 체결하고 전문인력 양성을 위한 교육과정을 운영하고 있으며, 울산은 울산대학교 이차전지 인력양성센터에서 이차전지 관련 교육을 담당하고, 울산대학교 융합대학과 연계하여 재학생 교육을 시작으로 기업 재직자 교육으로 역할을 확장하고 있다.

25) 이에 정부는 제5차 국가첨단전략산업위원회에서 새만금 특화단지의 전력설비 조기 구축을 위해 비용3 변전소의 조기 준공('28.12월 → '26년 말)을 추진하기로 하였으며(국무조정실, 2024.03.27.), 새만금개발청은 새만금 국가산단 내 안정적인 전력 공급을 도모하기 위해 비용1 변전소의 시설 증대와 함께 비용2 변전소의 완공 시기를 앞당길 계획('26년 10월 → '25년 12월)이다. 나아가 새만금 이차전지 특화단지 전력인프라 구축 사업을 통해 '27년까지 총사업비 510억 규모의 전력인프라를 확충할 예정이다(새만금개발청, 2024.09.03.).

26) 이차전지 소재 제조 관련 기업입주에 따라 화학물질 취급량 증가하고 있으며, 유해 화학물질 유출 사고가 잇따르고 있어 완충저류시설(완충 저류조)이 절실하게 필요한 상황이다. 특히 새만금 이차전지 특화단지는 폐배터리 리사이클링의 전초기지로써 다른 이차전지 특화단지에 비해 더 많은 오염물질이 배출될 것으로 예상된다. 최근 제5차 국가첨단전략산업위원회에서는 공장 인근 주민들의 불안을 최소화하기 위해 '24년 말까지 「염 증명 가이드라인」을 마련하기로 하였다(국무조정실, 2024.03.27.).

마지막으로, 이차전지 특화단지 정책추진에 있어서 지역의 실정과 정책 수용 능력 (absorptive capacity)을 고려한 맞춤형 정책 마련(강현수 외. 2004, 6; 문명재 외, 2007; 임덕순 외. 2022)이 필요하며, 정치적·정략적 이해관계에 따라 좌우되는 정책 추진이 되어서는 안 될 것이다. 즉, 정치적 배려 때문에 투입자원의 분산을 가져와 선택과 집중이나 규모의 경제 창출을 어렵게 해서는 안 될 것이다(강현수·정준호. 2004. 10; 김철희, 2009; 변창흠, 2006). 또한, 장기적으로 이차전지산업 발전 및 자생력을 저해할 수 있는 정부의 지나친 관여를 지양해야 하며(Fainstein, Susan S., 2009; 문혜선 외. 2018, 195-196; 임덕순 외. 2022. 16), 정권 임기 내 단기적이고 가시적인 성과에 집중하여 발생하는 물리적 시설 위주의 사업에 몰두되는 문제가 발생해서는 안 될 것이다(Gellert & Barbara, 2003; 임덕순 외. 2022, 21-24).

제4장 결론 및 시사점

주요 선진국을 중심으로 이차전지산업이 ‘제2의 반도체’, ‘새로운 석유’(new oil), ‘향후 50년 먹거리’ 등으로 불리는 미래의 핵심기술로 주목받고 있다. 우리나라 또한 배터리산업을 국가첨단전략산업으로 선정하고, 관련 산업을 지속해서 육성한다는 목표를 세우고 추진하고 있다. 이에 따라, 현 정부는 2023년 7월 20일 지방 4개 도시인 전북특별자치도 새만금, 충청북도 청주(오송), 경상북도 포항시, 울산광역시를 이차전지 특화단지로 최종선정하였으며, 이러한 목표하에 이차전지 특화단지로 지정된 각 지역은 경제적 파급 효과를 통해서 지역의 발전 및 재도약을 기대하고 있다.

현재 이차전지 특화단지 지정의 국민 그리고 지역 경제 효과분석에 관한 다양한 연구가 존재한다. 특정한 정책 결정의 경제적 영향을 평가하는 방법은 투입산출 분석을 포함하여 미시·거시 자료에 기반한 계량적 접근 방식과 일반균형 연산 방법 등이 서로 보완적으로 사용되고 있다. 본 연구에서는 이차전지 특화단지 지정의 경제적 영향평가에 가장 일반적으로 사용되는 산업연관분석의 투입산출 방법에 기존 집계분석 방법과 달리 분할분석 방법을 사용하여 새만금 이차전지 특화단지 지정의 전북경제 영향을 분석했다. 또한 급변하는 이차전지 기술환경을 반영하기 위하여 적절한 시나리오 프로파일을 작성하고, 분리된 투입산출표에 적용하여 전북 경제에 대한 영향을 분석했다. 나아가 본 연구를 통해 도출된 결과를 바탕으로 새만금 이차전지 특화단지 성공전략을 간략히 제시했다.

본 연구의 분석결과를 간략하게 요약하면 다음과 같다. 첫째, 이차전지산업을 투자와 원가 비중 정보를 활용하여 4개 부문으로 세분화한 분리 투입산출 방법을 사용하면, 집계 편의(aggregation bias) 문제를 극복하고 세밀한 이차전지 특화단지 지정의 경제적 효과를 도출할 수 있었다. 본 연구의 분할분석 방법을 적용할 경우 새만금 이차전지 특화단지에서 10.2조 원의 투자 발생시 생산 유발효과가 12.7조 원, 부가가치 유발효과가 3.9조 원, 취업 유발효과가 4.3만 명으로 나타났다. 이러한 유발 효과는 기존의 집계방식에 의한 분석결과(생산 유발효과 11.1조 원, 부가가치 유발 효과 3.3조 원, 취업 유발효과 3.6만 명)에 비해 상대적으로 큰 값이다. 둘째, 새만금 이차전지 특화단지 지정의 경제적 영향은 큰 효과만큼이나 큰 불확실성이 존재함을 고려하여 시나리오 분석(What If)을 실시하였다. 원론적으로 투입산출분석은 정태적 분석이지만 본 연구에서는 역동성 있는 산업환경에 대체하기 위해 투입산출 분석에 비교 동태적 성격을 반영하였다. 본 연구의 결과에서 보듯이 시나리오 프로파일을 작성하고 이를 투입산출분석에 적용하는 조합은 이론적 측면뿐만 아니라 정책을 기획하는 실무자들에게 다양한 산업환경의 우발성을 평가하고 발전전략을 수립할

수 있는 정량적 분석 틀을 제공할 수 있다²⁷⁾. 새만금 이차전지 특화단지 지정에 지속적인 경제효과를 담보하기 위해서는 다양한 시나리오 분석을 병행할 필요가 있다. 본 연구에서는 불확실성 요인으로 투입산출분석의 본질적 문제를 고려하여 이차전지 시장규모 전망 변화, 그리고 투자감소 따른 전북 경제효과에 대한 몇 가지 시나리오 분석을 시행했다. 특히 불확실한 투자환경으로 새만금 내 이차전지 기업들의 투자가 위축되는 시나리오 분석을 시행한 결과 생산 유발액이 12조 7천억 원에서 6조 9천억 원까지 크게 감소할 수 있는 것으로 나타났다. 마지막으로 우발적 투자 감소 등에 대비하고 새만금 이차전지 특화단지의 성공을 뒷받침하기 위한 전략적 시사점을 제시하였다. 구체적으로 새만금 이차전지 특화단지 추진단의 수행 주체 간 밀접한 상호협력체계 구축의 필요성, 이차전지산업의 육성 및 지원시에 부문별 특수성을 반영하여 세부적인 사항이 포함된 제도적 정비의 필요성, 투자기업과 입주 희망 연구기관 등이 새만금 특화단지를 최우선지역으로 선택하고 안정적으로 정착하기 위한 차별화된 정책 및 지원체계 필요성, 인력양성 계획수립 및 운영방안과 정주 여건을 충족하기 위한 생활 인프라구축의 필요성, 그리고 지역의 실정과 정책 수용 능력 등을 고려한 맞춤형 정책 마련의 필요성 및 발전 방향을 제시하였다.

본 연구의 한계와 향후 과제는 다음과 같다. 집계된 투입산출표의 부문 분할 방법은 여러 방향에서 확장될 수 있다. 현재 가장 이론적으로 확장된 투입산출표의 분할 방법은 먼저 Wolsky(1984) 방법을 이용하여 초깃값을 만들고, 마르코프 체인 랜덤 워크로 공간 해를 생성하는 것이다. 그러나 이 방법은 실무적으로 적용하기 힘들며, 실용적 측면에서 공간 해의 분포가 Wolsky(1984)의 방법을 이용한 초깃값을 중심(대푯값)으로 정규 분포를 따르기 때문에 결과적으로 Wolsky(1984) 방법의 우월성을 보여준다는 것이다. 둘째, 외생적 정책의 경제적 영향에서 투입산출 접근법의 본질적 한계인 부문간 대체 정도에 대한 한계이다. 물론 이를 보완하기 위하여 현재 다양한 시나리오 분석이 보완적으로 수행되지만, 이론적인 문제점이 존재한다. 전반적으로 투입산출 접근의 정태분석에서 완전한 동태분석의 보완이 미래 연구의 중요한 분야이다. 마지막으로, 본고에서는 새만금 이차전지 특화단지의 지속적인 발전을 위한 여러 가지 성공전략을 제시하였으나 새만금 이차전지 특화단지의 실현 가능한 성공전략을 도출하기 위해서는 다양한 활동주체(예, 해당 지자체 지원인력, 참여기업, 전문가집단 등)들의 적극적인 참여와 함께 지속적인 관련 산업의 진단·개선·관리할 수 있는 세부적인 제도적 지원전략 수립이 요구된다.

27) 본 연구에서는 단순한 이차전지산업 부문 사이에 발생할 수 있는 기술적 변화 이질성을 분석했지만, 예상되는 다양한 시나리오 프로파일을 상정하면 이차전지산업의 환경변화에도 적용할 수 있다.

참고문헌

- 강현수·정준호(2004), “클러스터 정책의 수행에 있어서 정부정책 개입의 방향-외국의 관련 정책 실패사례와 교훈”, 대통령자문 정책기획위원회 보고서.
- 김철희(2009), “국책사업입지정책 결정기준과 유치전략에 관한 연구: 첨단의료 복합단지 입지 정책을 중심으로.”, 『한국정책학회2009 춘계학술대회논문집』.
- 문명재·이철주·주기완·하연희·곽연륜(2007), “대형국책사업집행실패의 영향요인분석.” 『한국정책학회보』 제16권2호: 49-89.
- 변창흠(2006), “지속가능성 기준으로 본대규모 국책개발사업의 평가” 『공간과사회』 통권 26호: 120-153.
- 임덕순·황두희·성영조·임종빈·정승용(2022), 「우리나라 혁신클러스터의 주요 특징과 정책 과제」 과학기술정책연구원, STEPI Insight 제303호.
- 이홍주(2023), “울산시 세계적(글로벌) 첨단 이차전지 거점도시로 도약한다”, 울산광역시 보도자료, 2023.07.20.
- 조상섭·김강훈·이슬빈(2024), “국가특화단지 지정의 지역경제 영향분석:새만금 특화단지 사례 실증분석”, 한국 지역학회 추계 학술 대회발표 예정.
- 조필규(2024), “도시 공업지역 정비사업 활성화를 위한 법·제도적 개선방안 연구” 토지공법 연구. 제106집. 99-118.
- 하의현·박세현(2023), “새만금 이차전지 특화단지 지정과 전라북도의 대응과제”, 전북연구원 issue BRIEFING, vol 287.
- 국무조정실 보도자료(2024.03.27.), “첨단전략산업 특화단지별 맞춤형 지원전략 마련”
대한민국 대통령실 홈페이지, 「120대 국정과제 ‘2. 민간이 끌고 정부가 미는 역동적 경제’
(https://www.president.go.kr/affairs/gov_project)
- 법률신문, 2023.07.20., 「국가첨단전략산업 경쟁력 강화 및 보호에 관한 특별조치법」 관련 동향 (<https://www.lawtimes.co.kr/LawFirm-NewsLetter/189938>)
- 새만금개발청 보도자료(2024.09.03.), “새만금 투자유치 불끈!! 이차전지 전력공급 땡땡!!”
세계일보, 2023.07.20., “전북 이차전지 특화단지 최종선정...4대 전략 14개 과제 추진”
([https:// www.segye.com/newsView/20230720520525](https://www.segye.com/newsView/20230720520525))
- 인더스트리뉴스, 2023.07.20., “이차전지 특화단지 ‘청주·새만금·포항·울산’ 4곳 선정”
([https:// www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=50420](https://www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=50420))
- 전북일보, 2024.01.09., “새만금 산단 확장, 무엇이 문제인가, (1) 일 할 사람이 없다”
([https:// www.jjan.kr/article/20240109580008](https://www.jjan.kr/article/20240109580008))
- 전북일보, 2024.01.10., “새만금 산단 확장, 무엇이 문제인가, (2) 완충 저류조·폐수처리시설 조성 ‘시급’” (<https://www.jjan.kr/article/20240110580036>)
- 전북일보, 2024.01.11., “새만금 산단 확장, 무엇이 문제인가, (3) 교통망 확충·정주 여건 개선 ‘시급’” (<https://www.jjan.kr/article/20240111580016>)
- 전북특별자치도, (시행 2024..5.31.), 「전북특별자치도 기업 및 투자유치 촉진 조례」 .

- 전북특별자치도, (시행 2024.1.18.), 「전북특별자치도 이차전지산업 진흥 및 육성에 관한 조례」
- 충북도 대변인실 보도자료, 2023.07.20. “충북, 대한민국 첨단산업의 중심에 서다!”
- 포항시 배터리첨단산업과 보도자료, 2023.07.20. “포항시, 세계적인 이차전지-수소에너지 혁신 도시로 새로운 역사의 장 연다”
- 포항시. (시행 2024.5.16.), 「포항시 이차전지산업 육성을 위한 지원시설 설치 및 운영 조례」 .
- 쿠키뉴스, 2023.07.31. “새만금 이차전지특화단지에 대한 기대와 우려”(https://www.kukinews.com/article/view/kuk202307310029)
- 한국은행 (2020), 「2015년 지역산업연관표」 작성 결과 및 한국은행 경제통계시스템
- Abadie A, Diamond A, Hainmueller J. (2010). “Synthetic Control Methods for Comparative Case Studies: Estimating the Effect of California's Tobacco Control Program”, *Journal of the American Statistical Association*, Vol.105, pp. 493–505.
- Barrera-Lozano, M., A. J. Mainar, and J. Vallés. (2015). “Disaggregation of Sectors in Social Accounting Matrices Using a Customized Wolsky Method”, *Applied Economics Letters* Vol. 22, pp.1-5.
- Cetinay Hale, Donati Franco, Heijungs Reinout and Sprecher Benjamin, (2020). “Efficient Computation of Environmentally Extended Input-Output Scenario and Circular Economy Modeling”, *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 24, pp.976–985.
- Comer, J. C., R. W. Jackson. (1997). “A note on adjusting national input-output data for regional table construction” *Journal of regional science*, Vol. 37, pp. 145–153.
- Fainstein, Susan S. (2009). “Mega-projects in New York, London and Amsterdam”. *International Journal of Urban and Regional Research*, : 768–785.
- Fei, J.C.-H. (1956). “A Fundamental Theorem for the Aggregation Problem of Input-Output Analysis”, *Econometrica*, Vol. 24, pp. 400-412.
- Foran, B., B. Lenzen, C. Dey and M. Bilek. (2005). “Integrating Sustainable Chain Management with Triple Bottom Line Accounting”, *Ecological Economics*, Vol. 52, pp. 143-157.
- Gellert, Paul K. & Barbara. Lynch. (2003). “Mega-projects as Displacements”. *International Social Science Journal*, Vol. 175: 15–25.
- Gillen, W.J. and A. Guccione. (1990). “Disaggregating Input-Output Models: An Alternative to Wolsky’s Method”, *Economic Systems Research*, Vol.2, pp. 39-42.
- Ji Yan, Teng Songyuan, Townsend R., (2023). “Dynamic Bank Expansion: Spatial Growth, Financial Access, and Inequality”, *Journal of Political Economy*, Vol.131, pp.2209–2275.
- Lahr, M. L., B. H. Stevens. (2002). “A study of the role of regionalization in the generation of aggregation error in regional input-output models”, *Journal of Regional Science*, Vol 42, pp. 477–507.

- Lenzen, M. (2011). "Aggregation Versus Disaggregation in Input-Output Analysis of the Environment", *Economic Systems Research*, Vol. 23, pp. 73-89.
- Lindner, S., J. Legault, and D. Guan. (2013). "Disaggregating the Electricity Sector of China's Input-Output Table for Improved Environmental Life-Cycle Assessment", *Economic Systems Research*, Vol. 25, pp. 300-320.
- Miller, R.E. and P.D. Blair. (2009). "Input-Output Analysis - Foundations and Extensions", 2nd. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Su, B. and B.W. Ang. (2010). "Input-Output Analysis of CO2 Emissions Embodied in Trade: The Effects of Spatial Aggregation", *Ecological Economics*, VOL. 70, pp. 10-18.
- Weber, C. L. (2009). "Measuring Structural Change and Energy Use: Decomposition of the US Economy from 1997 to 2002", *Energy Policy*, VOL. 37, pp. 1561-1570.
- Wolsky, Alan. (1984). "Disaggregating Input-output Models", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 66, pp.283-291.

부 록

1. 새만금 이차전지 기업들의 투자규모 및 부문별 분류 코드

<표 A1> 새만금 이차전지 기업 투자 규모와 업종별 구성

기업명	투자 규모(억원)	투자업종	비 고
성일하이텍	1,300	리사이클	
성일하이텍(2차)	133	리사이클	
(주)베터리솔루션	274	양극재	
동명기업	155	양극재	
SE머티리얼즈	450	양극재	한중합작
하이드로리튬	3,255	양극재	
리튬포어스	1,737	양극재	
GEM코리아	12,100	양극재	한중합작(SK온)
E&D	1,035	양극재	
LG화학	12,000	양극재	한중합작(화유코발트)
LS그룹	18,402	양극재	
통바이코리아	12,000	양극재	한중합작
LS MnM	11,600	양극재	
백광산업	3,000	양극재	
미래나노텍	8,000	양극재	한중합작
에코앤드림	1,800	양극재	
대주전자재료	2,045	음극재	
에이원신소재	3,000	음극재	
이피캠텍	785	전해질	
전보BLS	2,185	전해질	
덕산테크피아	740	전해질	
이디엘	6,005	전해질	
테이팩스	680	접착테이프	
총계	102,681		44,550 ¹⁾

주: 1) 한·중 합작기업들의 투자금액 총계

자료: 새만금 산업단지 사업단 자료(2024년 6월 기준)

<표 A2> 이차전지산업 부문별 구성비중

2차전지 부문	양극재	음극재	전해질	기타	총액
투자액	85,808	5,045	9,715	2,113	102,681
투자 비중	0.84	0.05	0.09	0.02	직접 계산
원가 비중	0.51	0.12	0.07	0.30	인용 계산

자료: 투자액은 새만금 산업단지 사업단 자료에 기반하였으며 원가 비중은 Bloomberg NEF 자료를 참조

<표 A3> 이차전지산업 분류 부문별 연계 코드

산업 분류	본연구 분류 코드	산업연관표 코드
농림수산업	1	1~8
광업	2	9~12
식료 섬유 가공업	3	13~23
화학 및 제약	4	24~29
금속제철	5	57~67
전자	6	68~76
운송장비	7	83~100
기타제조업	8	101~110
건설업	9	111~118
서비스	10	119~165
이차전지 ¹⁾	11	40,61~62,71,79,81,87,97

주: 1) 이차전지 상품 예시 : 셀, 커패시터, 양극활물질, 음극활물질, 전해액, 집전체, 배터리팩, 분리막, 파우치, 자동차부품 등

2. 실측 데이터를 활용한 새만금 이차전지 특화단지 지정의 효과 추정

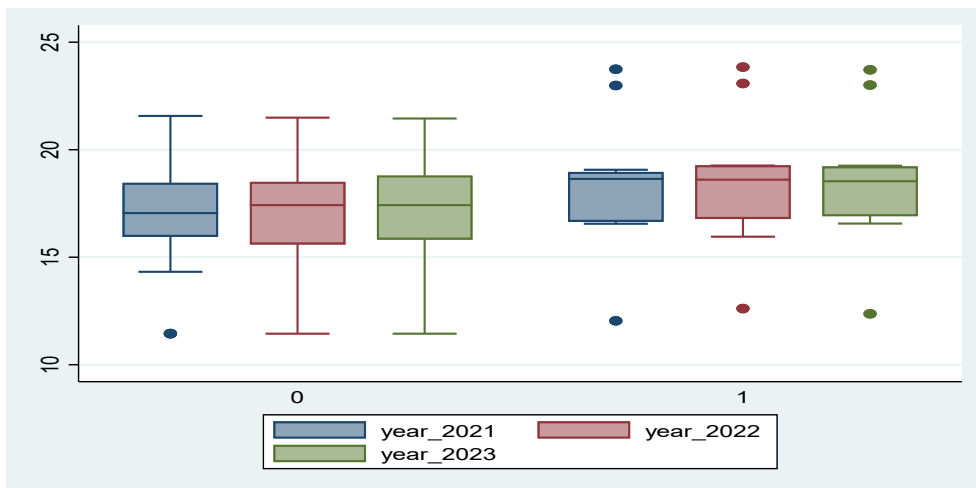
<표 A4>는 현재 새만금 산업단지 내 입주기업들에 대한 기초통계자료이다²⁸⁾. 분석 대상으로는 새만금에 소재한 62개 입주기업 중 2023년도에 신규 입주한 16개 기업과 2021~2023년까지 균형된 패널자료가 없는 기업들을 제외한 40개 기업을 대상으로 선정하였다. 이들 입주기업들의 기초자료는 아래 <표 A4>와 같고 이를 시각화하여 <그림 A1>에 나타내었다.

<표 A4> 새만금 입주기업 자료 분석(2024년 6월 현재)

(단위: 억원, 명)

변수(연도)	관측치	평균	표준편차	최소	최대
매출(2021)	40	8,940	35,300	1	205,000
매출(2022)	40	9,820	38,900	1	226,000
매출(2023)	40	8,960	34,600	1	199,000
고용(2023)	40	585.525	2,286	6	14,460

<그림 A1> 새만금 입주기업 매출액 비교



주: 가로축의 1은 이차전지 기업을, 0은 기타 관련 기업을 의미한다.

다음으로 새만금 이차전지 특화단지 지정이 기업 매출에 미치는 영향에 대한 직접적 증거를 살펴보았다. 이를 위하여 2023년도에 새만금 이차전지 특화단지

28) 본 부록의 내용은 조상섭 외(2024)의 연구결과 일부를 발췌하여 정리한 것이다. 자세한 내용은 조상섭 외(2024)를 참고하기 바란다.

지정이 새만금 산업단지에 입주한 이차전지 입주기업에 어느 정도 경제 영향을 주었는지를 분석하였다.

이 분석을 위하여 앞에서 수집한 실측자료를 사용하여 Simon Jäger et al.(2024) 및 Li et al.(2023)이 제안한 설정식을 수정하여 다음과 같은 3기 시차를 포함하는 식 (A1)을 설정하여 이중차분법(Difference-in-Differences; DiD)으로 추정하였다²⁹⁾.

$$y_{i,t} = \alpha_i + \lambda_t + \sum_{k=-2}^0 \tilde{\delta}_k 1\{t_i^* = -2\} + \sum_{k=-2}^0 \delta^k 1\{t_i^* = -2\} \times BT_i + \epsilon_{i,t} \quad (A1)$$

여기서 BT_i 는 더미변수로 처치그룹(이차전지 입주기업)과 통제 그룹(비이차전지 입주기업)을 구분하는 더미변수이다. $y_{i,t}$ 는 결과변수로 매출액을 사용하였고, α_i 와 λ_t 는 대상과 시간의 고정효과를 측정하는 변수이다.

<표 A5> 새만금 이차전지 특화단지 지정의 기업 생산 효과분석:이중차분법(DiD)

매출액	추정계수	표준오차	t-값	P-값	95% 신뢰구간
추정 효과(ATE)	0.09550	0.39666	2.41	0.021	-0.15277 0.17574

주: Ji et al. (2023)이 제안한 설정식을 변형하여 추정

<표 A5>의 추정결과를 보면, 이차전지 관련 입주기업은 2023년도 새만금 특화단지 지정으로 다른 산업에 관련된 입주기업(비이차전지 입주기업)보다 2022년도 대비 약 9.6%의 평균 매출 증가가 이루어진 것으로 나타났다. 이는 이차전지 관련 입주기업이 새만금 이차전지 특화지정으로 같은 환경에 있는 다른 산업에 속한 기업들보다 매출이 약 9.6% 증가하였음을 의미한다.

다음으로 <표 A6>는 앞에서 살펴본 이차전지 새만금 특화단지 지정의 경제적 효과의 견고성(robustness)을 살펴보기 위하여 합성 대조 방법(Synthetic Control Method; SCM)을 사용하여 다시 추정한 결과이다. 합성 대조 방법으로 추정한 결과 이차전지 특화단지의 지정으로 이차전지 기업들이 기타 기업들에 비해 평균적으로 약 24.6% 정도의 매출이 증가하는 것으로 나타났다.

29) 식 (A1)의 간단한 2기 회귀모형을 이용하여 새만금 이차전지 특화단지 지정 효과를 추정할 수 있다. 즉, $y_{i,t} = \alpha + \gamma T_i + \lambda d_t + \delta(T_i \cdot d_t) + \epsilon_{i,t}$ 형태의 모형이 된다. 시차와 선행연도의 효과를 포함하는 다양한 회귀식을 추정할 수 있으나 본 연구의 자료의 한계로 위 수식이 가장 적합했다. 또한, 위 회귀식으로 나타난 이중 차분 모형이 간단한 이중 차분 모형보다 유연하게 사용될 수 있다. 자세한 내용은 조상섭 외(2024)를 참조 바란다.

<표 A6> 새만금 이차전지 특화단지 지정의 기업 생산 효과분석:합성 대조 방법(SCM)

처치 기업	이차전지 기업(A)	Synthetic Control 기업(B)	차이(A-B)
1	16.8885	16.7755	0.1130
2	12.3678	12.3678	0.0000
3	18.7827	18.9455	-0.1629
4	19.1712	19.1171	0.0541
5	16.9449	16.4224	0.5225
6	16.5649	16.8901	-0.3252
7	17.6584	18.4162	-0.7578
8	18.7094	18.7346	-0.0251
9	18.3575	18.5987	-0.2411
10	19.2561	19.2927	-0.0366
11	23.0060	21.4539	1.5521
12	23.7164	21.4540	2.2624
추정 효과(ATE)	18.4520	18.2057	0.2463

주: Abadie et al. (2010)이 제안한 설정식에 따라서 추정

본 결과는 Abadie et al.(2010)에 따라 통제대상의 가중치 W 를 다음 식 (A2)와 같이 구하였다.

$$\sum_{m=1}^k v_m (X_{1,m} - X_{0,m} W)^2 \tag{A2}$$

여기서 X 는 정책수행 전의 공변량, v_m 은 공변량들의 가중치를 말한다. 합성 대조 방법에 따른 새만금 2차전지 특화단지 지정 효과는 다음과 같이 측정된다.

$$y_{1,t} - \sum_{j=2}^{J+1} w_j y_{0,t}$$

3. 투입산출 분석의 유발계수 도출

본고의 투입산출 분석에서 사용한 유발계수는 다음과 같이 도출되었다.

레온티에프 역행렬 $L = (I - A)^{-1}$

단, 여기서 A 는 투입계수 행렬을 의미한다.

생산 승수(생산 유발계수) $(O_M)_j = \sum_i^n L_{ij}$

특정 산업에 대한 생산 승수는 특정 품목 하나의 추가적인 생산에 필요한 각 국내 산업의 모든 생산량의 합계로 정의된다. 즉, 레온티에프 역행렬의 (i, j) 원소(L_{ij})의 열 합계(\sum_i^n)이다.

취업 승수(취업 유발계수) $(E_M)_j = \sum_i^n w_i L_{ij} / w_j$

취업 승수는 해당 산업에서 취업(자가 창업)을 추가로 창출하기에 충분한 최종 수요의 증가로 인해 경제 전반에 걸쳐 취업자가 얼마나 증가하는가를 측정한다. 위 식에서 ' w '는 각 산업의 총생산량 1원당 취업자수(취업유발계수는 일반적으로 10억 원 지출 당 유발되는 취업자수로 제시)와 같다. 이 승수는 직접 취업 변화에 대한 직접 및 간접(유형 II 승수를 사용하는 경우 유도된 추가적) 취업 변화의 비율이다³⁰⁾.

부가가치 승수(부가가치 유발계수) $(V_M)_j = \sum_i^n v_i L_{ij} / v_j$

부가가치 승수는 해당 산업에서 부가가치를 추가로 창출하기에 충분한 최종 수요의 증가로 인해 경제 전반에 걸쳐 부가가치가 얼마나 증가하는가를 측정한다. 위 공식에서 ' v '는 각 산업의 총생산량 1원당 창출된 부가가치액과 같다.

이 밖에도 소득 승수와 조세승수 등이 정의될 수 있으나 동일한 원리에 따라서 분석할 수 있고 소득 승수는 1에서 부가가치 승수를 차감하여 계산되기에 따로 계산하지 않았다. 또한 조세승수는 조세 행정과 규정이 매우 다르기에 국민경제 기여도보다 지방경제 기여도 부분에서 많이 다루게 되어 분석에서 제외하였다.

30) 고용 승수도 살펴볼 수 있으나, 취업 승수가 자가 및 피고용을 포함하기에 전체 국민경제적 관점에서 고용보다 취업 승수를 대상으로 분석하였다.