

CCP 마운틴블스 팀: 이현지, 권성현, 김시연, 양진모, 이시현, 최진규

연구 배경 및 목적

본 연구는 최근 글로벌 환경에서 발생한 여러 지정학적 이슈들로 인해 공급망 리스크가 크게 증가한 상황을 배경으로 한다. 특히 코로나19 팬데믹, 러시아-우크라이나 전쟁, 그리고 중국의 희토류 수출 통제 등의 사건들은 글로벌 공급망이 얼마나 외부 요인에 취약한지를 여실히 보여주었다. 이러한 상황에서 기업들의 ESG(환경, 사회, 거버넌스) 리스크 관리의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 본 연구의 주요 목적은 통계적 기법과 수리적 최적화 모델을 활용하여 공급망 리스크를 체계적으로 분석하고, 이를 바탕으로 안정적이고 효율적인 공급망 구축 방안을 제시하는 것이다. 특히 네오디뮴 가격 변동과 지정학적 리스크 간의 동적 관계를 심층적으로 파악하여, 기업의 지속 가능성과 장기적 경쟁력 확보 방안을 모색하고자 한다.

연구 방법

데이터 수집 및 분석 도구

- 데이터 분석 : python
- 데이터 전처리 및 시각화 : pandas, matplotlib, seaborn 패키지
- 시계열 분석 : statsmodels 패키지

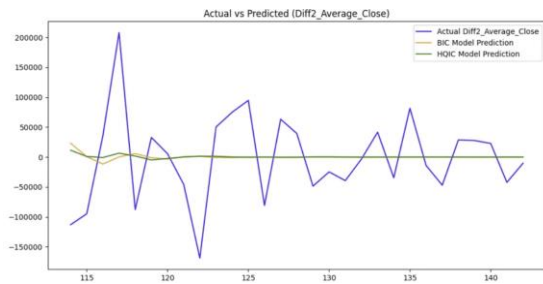
- 1) "Trading Economics"에서 구입한 **네오디뮴의 가격 데이터**
- 2) "Geopolitical Risk Index"에서 제공되는 **중국의 GPR(지정학적 리스크 지수)데이터**

변수 정의와 데이터 전처리

네오디뮴의 가격 데이터를 새로운 변수인 네오디뮴의 월별 거래 평균의 증가 가격(Average_Close)으로 재구성하고, 중국의 GPR 지수 데이터(GRPC_CHN)은 그대로 사용한다. 선정한 두 변수 간의 상관관계 검정을 위해 Granger 검정과 공적분 검정을 하였고, 정상성 확보를 위해 2차 차분을 진행하여 데이터 평균과 분산이 시간에 따라 일정하게 유지되도록 변환하였다.

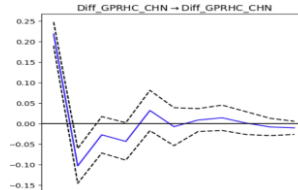
VAR 모델을 이용한 시계열 분석

VAR (Vector Autoregression) 모델을 구축하여 변수 간 동적 관계를 모델링하였으며, 이를 기반으로 **충격반응분석(IRF)**과 **예측오차 분산분해(FEVD)**를 수행하여 변수 간의 상호작용을 심층적으로 분석하였다.

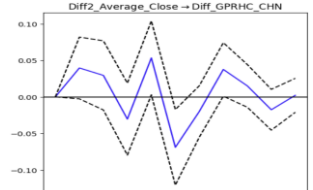


주요 연구 결과

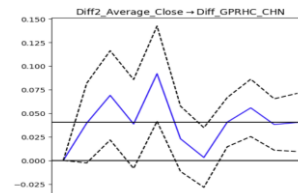
충격 반응 분석 결과



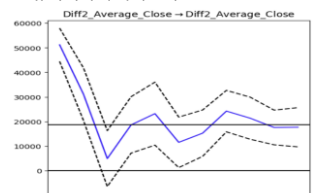
- (1) 1차 차분한 GPR 데이터가 자기 자신에 미치는 영향
- 초기 1~3 기간 동안 유의미한 영향을 보인다.



- (2) 2차 차분한 평균 증가 데이터가 자기 자신에 미치는 영향
- 초기 2~3 기간 동안 강한 양의 효과가 유의미하게 나타난다.



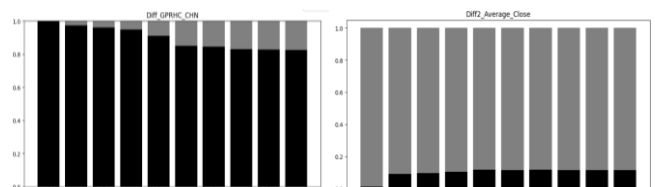
- (3) 2차 차분한 평균 증가 데이터가 1차 차분한 GPR 데이터에 미치는 영향
- 매우 약하거나 불규칙한 영향성을 가진다.



- (4) 1차 차분한 데이터가 2차 차분한 평균 증가 데이터에 미치는 영향
- 단기적으로는 부정적, 장기적으로는 긍정적 영향을 미친다.

본 연구에서 도출한 유의미한 그래프는 (4번 그래프)이다. 반면, (3번 그래프)에서는 유의미한 충격이라 판단할 구간 이 매우 적기 때문에, GPR 지수가 독립변수로서 월별 네오디뮴의 평균 증가에 영향을 미치는 것이며, 그 역은 성립하지 않음을 알 수 있다. 이때, 모든 시점에서 유의미한 충격이 발생하는 것이 아니라, 유의수준이 0을 포함하지 않는 초기 시점에 주목해보아야 한다. 즉, 단기적으로는 GPR 지수가 하락할 때, 네오디뮴의 평균 증가가 상승한다는 것을 알 수 있으며, 장기적으로는 그 효과가 사라진다.

예측 오차 분산분해 결과



- (1) Diff_GPRHC_CHN
(Diff_GPRHC_CHN)의 변동성은 초기에는 100% 자기 자신의 충격에 의해 설명되지만, 시간이 지남에 따라 네오디뮴 가격 변화의 기여도가 점진적으로 증가하여 9단계에서는 약 17.53%로 나타났다. 반면, (Diff2_Average_Close)는 대부분 자기 자신의 변동으로 설명되며, 지정학적 리스크 지수의 기여도는 약 11.44%로 장기적으로도 큰 변화가 없었다. 이는 지정학적 리스크 지수가 네오디뮴 가격에 미치는 영향이 제한적이지만, 네오디뮴 가격 변동이 장기적으로 지정학적 리스크에 일부 영향을 줄 가능성이 있음을 시사한다.

결론 (연구 결과 요약 및 한계점)

연구 결과 요약

VAR 분석을 시행한 결과를 고려하였을 때, GPR의 변화에 따른 투자는 장기적인 시점보다는 **단기적인 시점에 주안점을 두고** 이루어지는 것이 바람직할 것이다. 또한, GPR 종합지수에 반영되지 않은 **다른 지표들과 국제적 상황을 종합적으로 고려**하여 희토류 확보의 안정성을 제고하는 것이 핵심이 될 것이다.

연구의 한계점

- 1) **데이터의 제약**: 중국 외의 다른 국가의 데이터를 충분히 반영하지 못함
- 2) **모델 변수의 한계**: VAR 모델은 모든 외생요인을 포함한 분석을 하기 어려움
- 3) **시간적 제약**: 본 연구의 시계열 데이터 추출(2010~2023)은 충분하지 않음
- 4) **단기효과 분석에 강한 충격반응분석**: 시간이 장기화될수록 분석오차가 증가함