true friend 한국투자증권

투자솔루션
이슈
2025. 5. 12

적응적 포트폴리오

베이지안 접근을 활용한 포트폴리오 구축

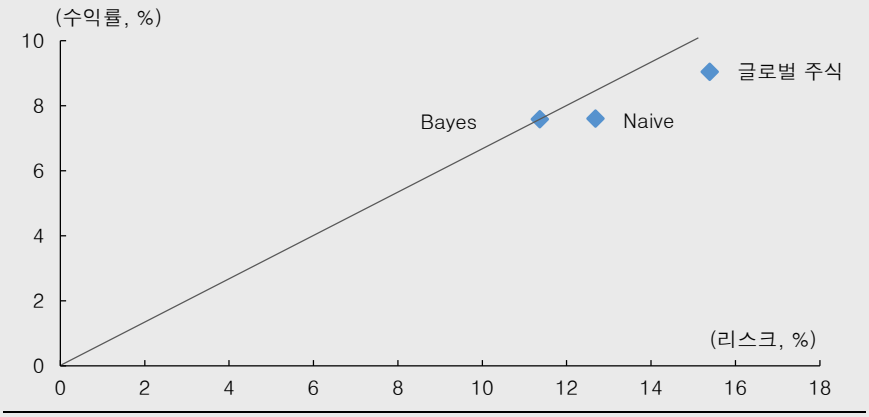
투자 불확실성 높은 상황에 적응해 나가기

트럼프 2기가 들어선 후 관세 전쟁을 둘러싼 경제적 불확실성이 높아졌다. 불확실성 속에서 투자자가 느끼는 불안함의 근저에는 기존에 경험하지 못했던 정책과 시장간의 불협화음이 자리잡고 있다. 미국이 그동안의 역할에서 벗어나 자유 무역과 글로벌화의 흐름을 역행하기 때문일 것이다. 이는 국채금리 급등이나 달러의 위상 약화 등 예상치 못한 발작적 증상으로 이어졌고, 앞으로도 순탄치만은 않은 경제질서 재구축의 진통을 야기할 것이다. 투자 불확실성이 높아진 상황에서 시장 움직임에 적응해 나가는 포트폴리오 아이디어를 살펴보았다.

베이지안 접근을 활용한 포트폴리오

적응적 포트폴리오의 일종인 베이지안(Bayesian) 접근은 사후확률을 업데이트해 가며 동적으로 자산 비중을 조정하는 투자전략이다. Bayes 포트폴리오는 시장 움직임의 변화에 맞춰 동적으로 리밸런싱을 진행한다. 백테스트 결과를 보면 정적인 Naïve 포트폴리오의 평균 수익과 유사하지만 변동성이 줄어들어 위험조정성과가 개선된다. 특히 위기 시점에 사전 분포 변화를 통해 보수적인 포트폴리오로 전환해 하락 방어가 뛰어남을 확인할 수 있다. Bayes 포트폴리오에서는 시간이 흐르면서 자산 수익률에 대한 믿음이 갱신되는데, 자산시장 움직임에 대한 민감도를 조정하거나 투자자의 기대치를 반영하는 것이 가능하다. 최근 주식과 채권의 상관도 하락과 자기상관의 증가는 적응적 포트폴리오의 자산배분 효과가 개선될 수 있음을 시사한다.

Bayes 포트폴리오의 수익률과 리스크



자료: Bloomberg, 한국투자증권

목차

I. 시장 변화에 따른 적응적 포트폴리오 1
1. 적응적 포트폴리오란?
2. 포트폴리오 최적화
3. 평균-분산 최적화 포트폴리오

II. 베이지안 포트폴리오 구성 6
1. 베이지안 접근방식
2. 포트폴리오 비중 계산

III. 포트폴리오 백테스트 10
1. 적응적 포트폴리오 백테스트
2. 사전분포에 따른 성과
3. 포트폴리오 검토사항

IV. 투자자 시사점 16
불확실성과 적응적 포트폴리오

V. Appendix 17
포트폴리오 백테스트 – 5 Asset Case

정현종, CFA
hyeonjong.jung@koreainvestment.com

한국투자증권은 당사 고객 및 별도의 서비스 계약을 맺은 법인에게만 리서치 리포트를 공개하고 있습니다. 한국투자증권의 사전 승인 없이 리포트를 어떤 형태로든 복제, 배포, 전송, 변형 및 판매하는 행위는 저작권법 위반으로 법적 처벌의 대상이 될 수 있음을 알려드립니다.

"When the facts change, I change my mind - what do you do, sir?"
- John Maynard Keynes -

I. 시장 변화에 따른 적응적 포트폴리오

1. 적응적 포트폴리오란?

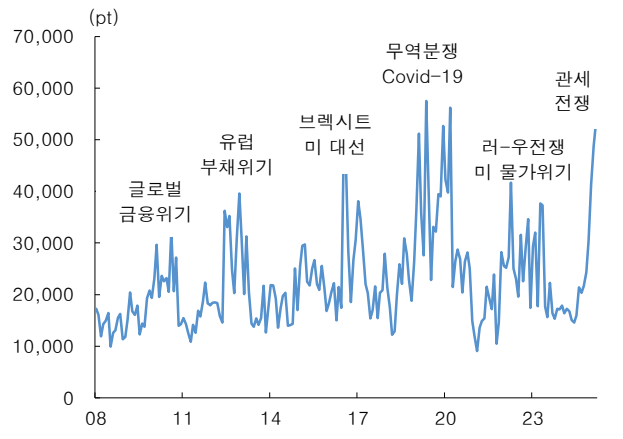
적응적 포트폴리오, 시장 환경/투자 목표 변화에 따라 전략을 동적으로 조정

적응적 포트폴리오(Adaptive portfolio)는 시장 환경 변화나 투자자의 목표 변화에 따라 포트폴리오 구성이나 전략을 동적으로 조정하는 투자 방식이다. 정적인 자산 배분이나 주기적인 리밸런싱만으로 대응이 어려운 시장의 불확실성과 구조적 변화에 유연하게 대응하기 위한 접근이다.

경기 사이클에 따라 자산군 비중을 조정하는 동적 자산배분, 시장 변동성 변화에 따른 리스크 기반 접근법 모두 적응적 포트폴리오의 일종으로 볼 수 있다. 여기서는 적응적 포트폴리오에 베이지안 접근(Bayesian approach)을 결합해 불확실한 시장 환경에서 대응하는 아이디어를 검토했다. 베이지안 접근은 자산군 기대수익률에 대한 사후 확률을 업데이트해 가며 동적으로 자산 배분을 조정하는 투자전략이다.

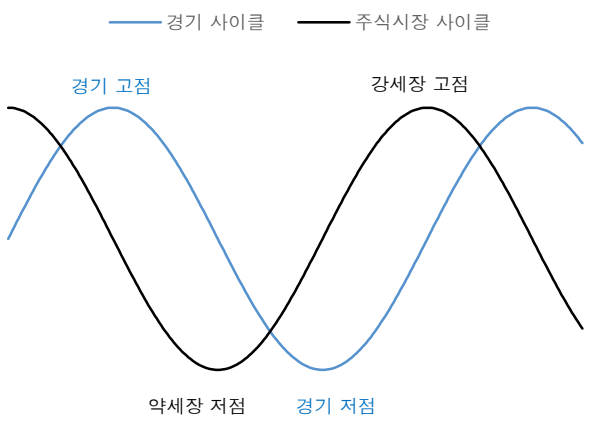
베이지안 방법을 활용하면 시장 데이터가 업데이트될 때마다 기대수익률, 공분산, 리스크 추정치 등이 사후 분포를 통해 점진적으로 조정된다. 이를 통해 단순히 기대 수익률을 재추정하는 것보다 안정적인 추정이 가능하다는 장점이 있다. 이는 기존의 포트폴리오 최적화와 비교해 불확실성을 내재화한 포트폴리오 관리 방식이라 할 수 있다.

[그림 1] 끊임없는 불확실성에 놓인 투자



주: GDP 가중 World Uncertainty Index
자료: EPU, 한국투자증권

[그림 2] 투자환경 변화에 어떻게 적응해 나갈 것인가?



자료: 한국투자증권

2. 포트폴리오 최적화

포트폴리오 최적화, 모수(parameter)를 정확하게 예측하는 것이 중요

일반적으로 자산배분 또는 포트폴리오 관리는 자산의 수익률과 공분산에 대한 가정하에 위험 대비 수익률을 가장 높이는 포트폴리오 구성을 목표로 한다. 포트폴리오 최적화는 자산별 기대 수익률과 공분산과 같은 모수(parameter)를 얼마나 정확하게 예측하고 적용하느냐에 달려 있다. 그러나 금융시장에서 이러한 변수들은 불확실성에 노출될 수밖에 없는데, 평균/공분산 자체를 분포로 가정하여 최적화하는 확률적인 모형을 사용할 수 있다. 〈해설 도우미 '자산배분의 짧은 역사' 참조〉

적응적 포트폴리오를 구축하기 앞서 평균-분산 최적화에 기반한 포트폴리오 구성을 살펴보았다. 2001년 말 이후부터 2025년 4월까지 기간을 대상으로 주식과 채권, 금을 포함한 7개 자산군으로 평균-분산 최적화를 진행했다. 배당과 이자수익 재투자를 감안한 총수익지수를 활용했다. 표준편차로 측정한 리스크에 대비해 포트폴리오 수익률을 극대화하는 것을 목표로 하고, 특정 자산군에 과도한 비중이 몰리지 않도록 개별 자산의 최대 비중은 50%로 제한했다.

<표 1> 글로벌 자산군 수익/리스크

	글로벌 주식	경기방어주	경기민감주	글로벌 채권	장기채권	단기채권	금
연환산 수익률(%)	8.8	7.2	9.3	3.5	4.5	2.6	12.1
연환산 리스크(%)	15.5	12.4	18.0	6.1	9.7	4.8	16.6
수익률/리스크	0.57	0.58	0.52	0.57	0.46	0.54	0.72
왜도	(0.64)	(0.45)	(0.44)	(0.17)	(0.28)	0.12	(0.13)
VaR(95%)	(8.1)	(6.3)	(8.2)	(2.9)	(5.0)	(2.1)	(6.2)
MDD(95%)	(54.5)	(38.3)	(61.5)	(24.2)	(39.4)	(15.0)	(41.5)

주: 글로벌 주식(MSCI ACWI), 경기방어주(MSCI USA Defensive 섹터 지수), 경기민감주(MSCI USA Cyclical 섹터 지수), 글로벌 채권(Bloomberg Global Aggregate TR), 장기채권(Bloomberg Global Agg 10+), 단기채권(Bloomberg Global Aggregate 1-3 TR), 금(런던골드마켓 픽싱 PM 가격)
자료: Bloomberg, 한국투자증권

<표 2> 글로벌 자산군 수익률 상관계수

	글로벌 주식	경기방어주	경기민감주	글로벌 채권	장기채권	단기채권	금
글로벌 주식	1.0						
경기방어주	0.9	1.0					
경기민감주	0.9	0.8	1.0				
글로벌 채권	0.4	0.3	0.3	1.0			
미국 장기채	0.3	0.3	0.2	0.9	1.0		
미국 단기채	0.4	0.3	0.2	0.9	0.8	1.0	
금	0.1	0.1	0.0	0.5	0.4	0.5	1.0

자료: Bloomberg, 한국투자증권

〈해설도우미〉 자산배분의 짧은 역사

자산배분은 자산의 수익률과 공분산에 대한 가정하에 위험 대비 수익률을 가장 높일 수 있는 포트폴리오 구성을 목표로 한다. Markowitz (1952)는 수익률의 기대값과 분산을 바탕으로 포트폴리오의 리스크 분산 효과를 설명하고, 포트폴리오 최적화 문제에 대한 해결책을 체계적으로 제시했다.

그러나 1987년 금융시장의 폭락 이후 투자자들은 현대 포트폴리오 이론(평균분산 최적화)의 기반이 되는 정규분포 가정에 문제가 있으며, 자산의 기대수익률 예측이 힘들다는 것을 깨닫게 된다. 투자자산의 기대수익률과 위험수준에 따라 자산배분 비중이 크게 달라지는 점과 비중이 특정 자산에 쏠리는 한계를 극복하기 위한 기법이 1990년대에 제시된다. 다요인 모델(Arbitrage Pricing Theory)에 기반해 수익을 설명하거나, 시장 균형 수익률에 투자자 견해를 반영한 블랙-리터만 모델(1990)이 대표적이다.

또한 수익률보다 변동성과 상관계수 예측이 상대적으로 수월하기 때문에 기대수익률에 기반한 자산배분 대신에 리스크 기반 자산배분(최소분산 포트폴리오 등)에 대한 관심이 늘어났다.

한편 2008년 금융위기는 전례 없는 시장의 변동성과 자산간 상관도가 급증하는 현상으로 리스크 기반 자산배분의 한계가 노출됐고. 금융위기 이후 투자자들은 변동성 국면에 대비한 보수적 운용과 극단적 리스크에 대한 헷지에 나서게 된다. 이 당시 리스크 패리티(risk parity), 목표 변동성(volatility targeting) 전략 등이 인기를 얻었다.

2000년대 이후 포트폴리오 자산배분에 있어 불확실성을 정량화하는 시도가 이어졌다. 평균/공분산 자체를 분포로 가정하여 최적화하는 베이지안 MVO(평균분산 최적화)등 확률적 모형이 제시됐다. 또한 분산이 아닌 분포의 꼬리 위험(VaR, CVaR)을 고려하거나, 극단적인 상황에서 견딜 수 있는 포트폴리오를 구축하기 위한 노력(Robust 최적화)이 이뤄졌다. 2010년대 이후 AI 기술 발전과 등장한 기계학습 기반 자산배분 모델은 비정형/비선형 분석 도구를 사용해 기존의 전통적 자산배분의 한계를 넘어서고자 시도한다.

3. 평균-분산 최적화 포트폴리오

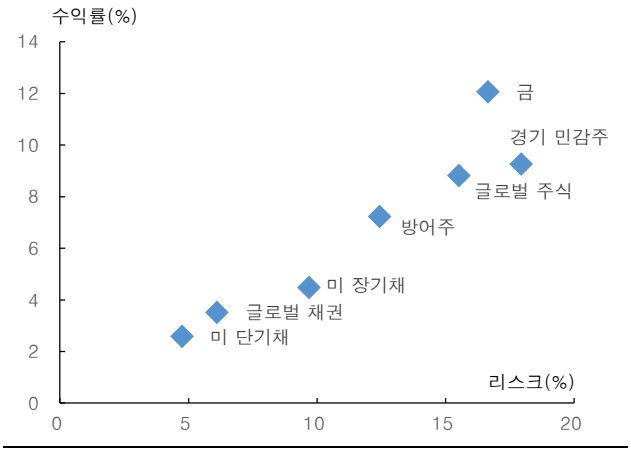
평균-분산 최적화에 따르면 단기채와 금 자산을 포트폴리오에 편입해야

글로벌 투자자산군의 장기 평균 성과는 수익률과 리스크 간의 트레이드 오프(trade-off)를 보여준다. 투자자는 미국 단기채권보다 높은 수익을 얻기 위해서 추가적인 리스크를 떠안아야 한다는 의미다. 장기 평균 수익률과 리스크를 기반으로 효율적 투자선을 그리면 아래와 같다. 효율적 투자선은 투자자가 동일한 위험 수준에서 얻을 수 있는 가장 높은 수익률을 가진 포트폴리오들의 집합을 나타낸다.

효율적 투자선에 위치한 효율적 포트폴리오의 자산군 비중을 보면 몇 가지 특징이 나타난다. 먼저 2020년 이후 고물가 환경에서 장기채의 성과가 악화되며 미국 장기채 위험조정 성과가 하락했는데, 효율적 포트폴리오는 구성 채권의 잔존 만기가 10년 이상인 장기채권을 포함하지 않는다. 반면 포트폴리오의 일정 수준까지 단기채를 보유하는 것이 효과적인 것으로 나타난다. 포트폴리오 기대수익률이 6% 미만일 경우 단기채를 절반 가량 편입한 포트폴리오를 제시한다.

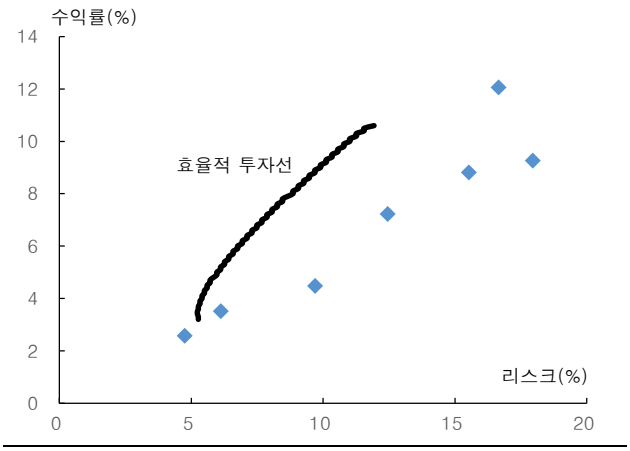
또한 목표 수익률이 높아질수록 경기민감주와 금 자산의 비중이 높아진다. 특히 금은 정치적 불확실성 확대와 달러 자산의 위상 약화와 맞물리며 23년 말부터 가파르게 상승했다. 금가격이 최근과 같은 지수적 상승세를 이어가기 힘들겠지만, 금이 다른 자산군 상관도가 낮아 포트폴리오의 리스크 분산에 효과적인 점을 고려할 때 일정 부분 포트폴리오에 편입하는 것이 효과적이다. 연간 목표 수익률이 8% 수준이라면 주식과 채권, 금을 각각 1/3씩 편입하는 것이 가장 효율적인 포트폴리오 구성으로 제시된다.

[그림 3] 글로벌 투자자산 수익률과 리스크



자료: Bloomberg, 한국투자증권

[그림 4] 전체 기간 – 효율적 투자선



자료: Bloomberg, 한국투자증권

<표 3> 효율적 포트폴리오 자산군 비중(%)

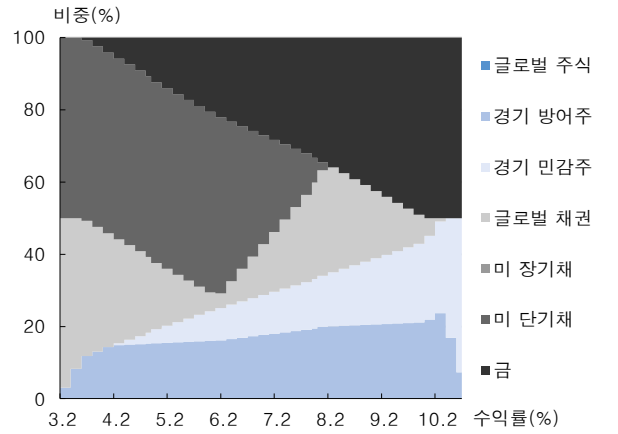
목표 수익률(%)	경기 방어주	경기 민감주	글로벌 채권	미 단기채	금
4	14.3	-	31.5	50	4.2
5	15.3	3.9	18.3	50	12.4
6	16	8.2	5.3	50	20.6
7	17.6	11.1	14.1	30.2	27.1
8	19.8	14.2	29.2	2.2	34.5

자료: Bloomberg, 한국투자증권

최소 분산 포트폴리오에서 사전 분포를 갱신해 나가며 적응적 포트폴리오 구축

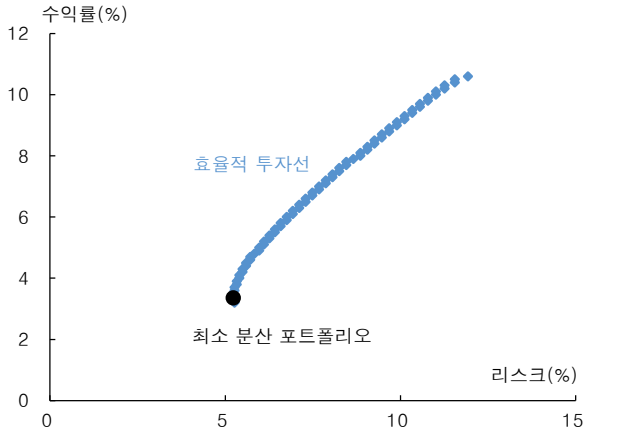
마지막으로 포트폴리오 최적화의 일환으로 최소 분산 포트폴리오(Global minimum variance)를 검토할 수 있다. 평균분산 최적화는 수익률 예측 오류에 민감하기 때문에, 자산의 기대수익률과 관계없이 리스크가 가장 낮은 포트폴리오를 선택하는 것이다. 최소 분산 포트폴리오는 위험회피성향이 강한 투자자에게 적합하며 저변동성 자산에 대한 비중이 높아 시장 스트레스 상황에서 시장 수익률을 상회하는 특징을 보인다. 최소 분산 포트폴리오는 글로벌 채권 42%, 단기채권 50%, 경기방어주 8%의 비중을 나타낸다. 여기서 제시하는 적응적 포트폴리오는 최소 분산 포트폴리오에 추가적인 정보를 더해 사전 분포를 갱신해 나가는 방식으로 포트폴리오 비중을 구해 나간다.

[그림 5] 목표 수익률에 따른 포트폴리오 자산군 비중



자료: Bloomberg, 한국투자증권

[그림 6] 최소 분산 포트폴리오



자료: Bloomberg, 한국투자증권

II. 베이지안 포트폴리오 구성

1. 베이지안 접근방식

베이지안 접근법, 불확실성 노출된 상황에서 새로운 증거 바탕으로 답 찾아가

베이지안 접근(Bayesian approach)을 통해 불확실한 시장 환경에서 대응하는 적응적 포트폴리오 아이디어를 검토했다. 베이지안 접근법은 사전 확률과 사후 확률 사이의 관계를 나타내는 베이즈 정리를 활용한다. 베이즈 정리에 따르면 어떤 사건이 발생할 확률은 상황에 따라 변하는데, 새롭게 추가되는 증거에 따라 다시 계산되고 업데이트된다. 사전 정보를 바탕으로 어떤 사건이 일어날 확률을 계산한 후 의사결정하고자 할 때 유용하게 활용된다. 불확실성에 노출되어 있는 상황에서 기존에 알고 있는 것과 새로운 증거를 바탕으로 답을 찾아나가는 과정이라 할 수 있다. 또한 모델을 설정하는 이의 사전 지식이나 주관을 사전 확률에 반영할 수 있다는 장점이 있다.

금융시장에서도 베이지안 접근법을 사용해 시장 데이터를 분석하거나, 변수간 의존관계와 같은 추론 문제를 해결할 수 있다. 딥러닝과 같은 기계학습 방법과 다르게 불확실성 하에서 변수간 인과관계를 파악할 수 있다는 점에서 유용하다. 〈2023년 3월 '조건부 확률로 바라본 주식시장' 참조〉

블랙 리터만(Black-Litterman) 모형이나 국면분석에 활용되는 은닉마코프 모형(Hidden markov model)도 베이지안 접근방식을 이용한다. 여기서는 포트폴리오 최적화 문제에 베이지안 접근법을 적용해 포트폴리오의 자산군 비중을 추정했다. 〈해설도우미 '포트폴리오 문제와 베이지안 접근법' 참조〉

〈해설도우미〉 포트폴리오 문제와 베이지안 접근법

투자자 관점에서 N개의 위험자산에 투자하는 포트폴리오 문제를 살펴보자. 포트폴리오 투자 성과는 각 자산에 대한 투자 비중과 수익률에 따라 달라진다. 자산의 수익률이 확률적 분포를 띤다고 할 때, 투자 성과는 불확실해진다. 투자자산의 수익률을 $\boldsymbol{y}$, 포트폴리오에서 자산별 비중을 $\boldsymbol{d}$로 나타낼 때, 확률 변수 $\boldsymbol{y}$의 분포를 결정짓는 평균($\boldsymbol{\mu}$), 표준편차($\boldsymbol{\Sigma}$) 등의 모수($\boldsymbol{\theta}$)를 추정해야 한다.

다음과 같이 정규분포를 가정하고 수익률 분포에 대한 모수를 알고 있다면, 조건부 확률 분포에 따라 투자자의 효용을 극대화하는 포트폴리오의 비중($\boldsymbol{d}$)을 구하는 최적화 문제를 풀 수 있다.

$$\boldsymbol{y} \mid \boldsymbol{\theta} \sim \boldsymbol{N}(\boldsymbol{\mu}, \boldsymbol{\Sigma})$$

일반적으로 최적화 과정은 수익률 분포의 모수($\boldsymbol{\theta}$) 대신에 샘플 데이터에서 구한 추정치를 사용해 최적 포트폴리오 비중을 구하는 plug-in 접근법을 사용한다. 그러나 실제 적용할 때는 추정오차, 표본 외 오차가 발생할 수밖에 없다. 이 때 $\boldsymbol{\theta}$에 대한 불확실성을 고려하는 베이지안 접근방식을 활용해 최적화를 진행할 수 있다.

투자자 입장에서 사전확률 분포(prior)는 투자자의 기존 믿음(과거 평균수익률, 애널리스트 의견 등)을, 우도(likelihood)는 수익률, 변동성, 공분산과 같은 새로운 시장 데이터를, 구하고자 하는 사후확률 분포(posterior)는 업데이트된 자산 기대수익과 리스크 추정치를 의미한다.

베이즈 규칙에 따른 사후확률 분포는 우도 함수(likelihood function)와 사전확률 분포를 곱해 계산한다. 다음 산식에서 X는 샘플 데이터 정보를, $\pi(\boldsymbol{\theta})$는 사전확률 분포를, $\boldsymbol{\theta_0}$는 미지의 모수에 대한 믿음을 나타낸다.

$$p(\boldsymbol{\theta}|X, \boldsymbol{\theta}_0) \propto p(X|\boldsymbol{\theta})\pi(\boldsymbol{\theta})$$

2. 포트폴리오 비중 계산

사전분포와 시장 움직임 따라 자산별 기대수익률을 업데이트해 나가며 비중결정

베이지안 접근법을 활용해 포트폴리오의 자산군 비중을 계산하는 구체적인 방법은 다음과 같다. 백테스트에서 자산배분 포트폴리오는 2 개 자산 또는 5 개 자산으로 구성되어 있다고 가정했다. 2 개 자산의 경우 글로벌주식(MSCI ACWI)과 글로벌채권(Bloomberg Global Aggregate)을, 5 개 자산의 경우에는 경기민감, 경기 방어, 단기채, 장기채, 금 등으로 자산군을 세분화했다.

베이지안 접근방식으로 포트폴리오를 구성하기 위해 먼저 월간 기준으로 자산수익률 샘플의 추정치 $(\bar{\boldsymbol{y}})$ 를 업데이트한다. 자산 수익률에 대한 사전적인 믿음 $(\boldsymbol{\mu_0})$ 은 전체 기간 동안의 자산군 수익률 평균을 사용했다. 포트폴리오 비중을 추정할 당시 확보할 수 없는 정보로 의사결정하는 편향(look ahead bias)이 존재한다.

모수 추정치 가운데 공분산은 알고 있고, 기대 수익률을 시장 움직임에 따라 추정한다고 가정했다. 즉 자산별 기대 수익률은 고정되지 않고 사전확률 분포와 시장 움직임에 따라 업데이트 된다. 리스크 대비 수익률을 극대화시키는 효용함수와 정규분포 가정을 고려해 최적화된 투자자산의 비중을 결정한다. 〈해설도우미 '베이지안 접근법을 활용한 비중 계산' 참조〉

최적 포트폴리오 비중 $(\boldsymbol{d}^*)$ 을 구한 후에 이 비중이 극단적으로 치우치는 것을 막기 위해 로짓 변환(logit transformation)을 시행해 0 에서 1 까지의 값으로 전환했다. 전환된 값을 전체 합이 1 이 되도록 후 정규화해 최종적으로 각 자산군의 포트폴리오 내 비중$(\boldsymbol{w})$을 계산했다.

$$\boldsymbol{w} = \frac{exp(\boldsymbol{d}^*)}{1 + exp(\boldsymbol{d}^*)}$$

〈해설도우미〉 베이지안 접근법을 활용한 비중 계산

추정해야 하는 모수 가운데 공분산은 투자자가 알고 있고, 기대 수익률을 추정한다고 가정했다. 자산별 기대 수익률은 고정되지 않고 사전확률 분포와 시장 움직임에 따라 업데이트 된다. 효용함수와 정규분포 가정을 고려해 최적화된 투자자산의 비중을 결정한다. 최적 포트폴리오의 자산별 비중(d^*)은 다음과 같이 나타난다.[1]

$$d^* = d_g + \alpha B_\alpha \mu_0 + (1-\alpha) B_\alpha \bar{y}$$

$$\alpha = \frac{1}{1+T} \in (0,1)$$

$$d_g = \frac{\sum_0^{-1} \mathbf{1}}{\mathbf{1}^\top \sum_0^{-1} \mathbf{1}}$$

최적 자산군 비중 d^*는 크게 세가지 부분으로 나눠 해석할 수 있는데, 여기서 d_g는 최소분산(Global Minimum Variance) 포트폴리오의 비중을 나타낸다. 최소분산 포트폴리오는 자산의 기대수익률을 고려하지 않고, 공분산 행렬의 역행렬(Σ^{-1})을 활용해 포트폴리오 전체의 위험을 최소화하는 방향으로 자산 비중을 조정하는 방식이다.

최적 포트폴리오의 비중은 최소분산 포트폴리오 비중에 더해 자산수익률에 대한 사전적인 믿음을 업데이트해 나가게 된다. 이 때 자산 기대수익률에 대한 불확실성을 나타내는 α를 고려해 비중을 결정한다. α가 커질수록 샘플을 통한 기대수익률 평균($\bar{\mathbf{y}}$) 대신에 사전 확률분포($\boldsymbol{\mu_0}$)에 더 많은 가중치를 둔다는 의미다. 따라서 모수를 추정하기 위한 샘플 기간(T)이 길수록 α, 즉 불확실성은 0에 가까워진다. T가 매우 클 때 베이지안 포트폴리오는 평균분산 최적화 포트폴리오와 같아지게 된다. 여기서 T는 24개월을 적용했으며, α는 0.04이다.

[1] Bayesian Portfolio Selection: Application to Tactical Asset Allocation (2021)

III. 포트폴리오 백테스트

1. 적응적 포트폴리오 백테스트

적응적 포트폴리오는 주식 100%나 고정 비중 방식에 비해 위험조정 성과 개선

과거 데이터를 사용해 적응적 포트폴리오에 대한 백테스트를 진행했다. 실제 금융시장 변화에 적응해 나가며 하락 방어 효과가 나타나는지, 벤치마크 대비 안정적인 초과성과 달성이 가능한지 점검했다. 백테스트에서 글로벌 주식(MSCI ACWI)과 글로벌 채권(Bloomberg Global Aggregate)의 두개 자산으로 구성된 포트폴리오를 베이지안 접근방식으로 구성했다. 최적 포트폴리오의 비중은 베이지안 접근방식을 따라 최소분산 포트폴리오 비중에다가 자산수익률에 대한 사전적인 믿음을 업데이트해 나간다.

자산 수익률에 대한 사전적인 믿음은 2002년부터 2025년 4월까지 전체 관찰 기간의 자산군 수익률 평균을 사용했다. 포트폴리오 구성 시점마다 직전 2년 윈도우의 글로벌 주식과 채권 성과로 기대수익을 업데이트해 나간다. 자산간 수익률의 공분산은 변화가 없이 고정되었다고 가정했다.

포트폴리오 리스크 대비 수익률을 극대화하는 효용함수를 사용해 글로벌 주식과 채권 자산군 비중을 최적화했다. Bayes 포트폴리오는 여기서 계산된 전월 말 자산군 비중을 토대로 구성된 포트폴리오이다. 포트폴리오 성과는 매월 말 리밸런싱을 가정하고 시장의 움직임에 따라 다음달 말 포트폴리오의 수익을 측정한 것이다. Bayes 포트폴리오의 전체 기간에 걸친 평균적인 자산군 비중은 주식 78%, 채권 22%이다. 성과 비교를 위해 가정한 Naïve 포트폴리오는 이러한 평균 비중에 맞춰 매월 리밸런싱하는 고정비중 포트폴리오를 의미한다.

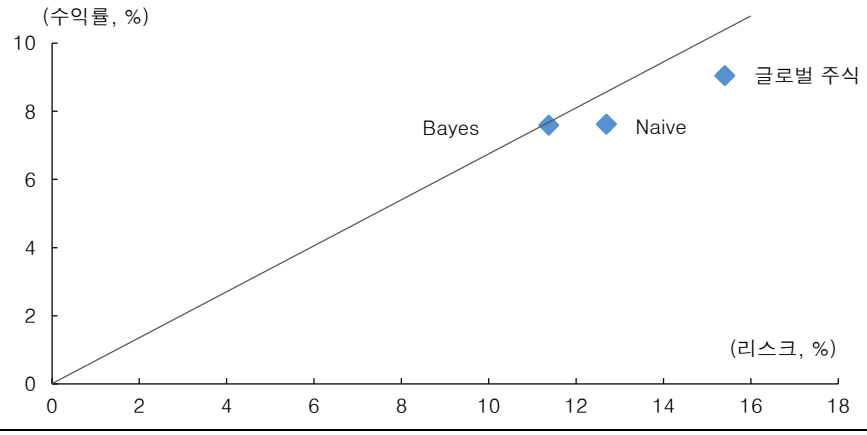
<표 4> 포트폴리오 성과 비교

	Bayes	Naïve	글로벌 주식
연환산 수익률(%)	7.6	7.6	9.0
연환산 리스크(%)	11.4	12.7	15.4
수익률/리스크	0.67	0.60	0.59
왜도	(0.4)	(0.6)	(0.7)
VaR(95%)	(4.9)	(6.1)	(8.0)
MDD(95%)	(27.7)	(45.4)	(54.5)

자료: Bloomberg, 한국투자증권

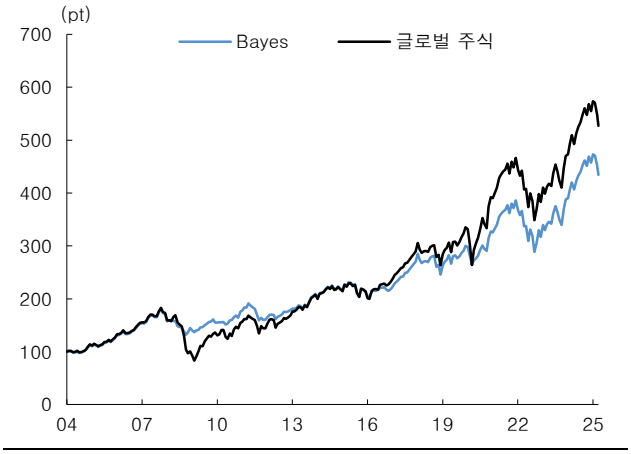
동적인 Bayes 포트폴리오는 정적인 Naïve 포트폴리오의 평균 수익과 유사하지만 변동성이 줄어들어 위험을 감안한 투자성과가 개선된다. Bayes 포트폴리오의 수익률을 리스크로 나눈 위험조정성과는 0.67로, Naïve(0.60)와 글로벌 주식(0.59)을 상회한다. 왜도나 VaR(Value at Risk) 등 극단적인 수익률 하락 위험도 크게 줄어드는 것으로 나타난다. 월간 최대 하락폭은 글로벌 주식 100%를 편입했을 때에 비해 절반 수준에 그친다.

[그림 7] 포트폴리오 수익률-리스크 프로파일



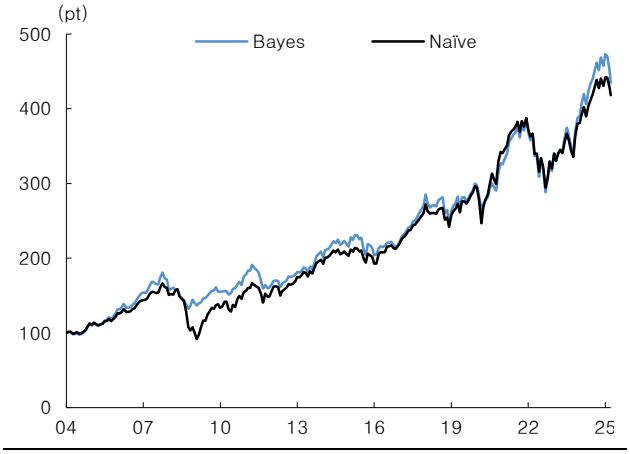
자료: Bloomberg, 한국투자증권

[그림 8] Bayes와 글로벌 주식 성과 추이



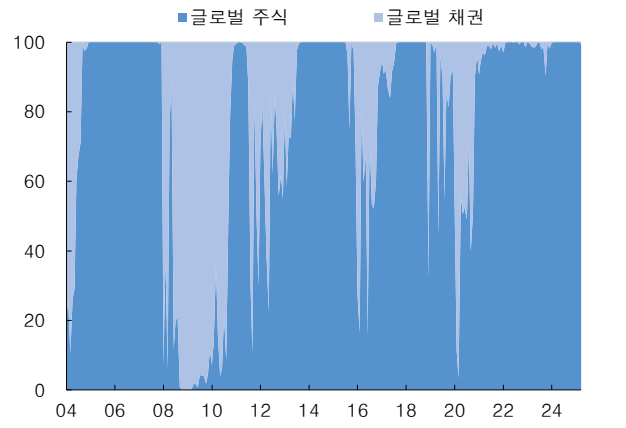
주: 글로벌 주식(MSCI ACWI), 글로벌 채권(Bloomberg Global Aggregate)
자료: Bloomberg, 한국투자증권

[그림 9] Bayes와 Naïve 포트폴리오 성과 추이



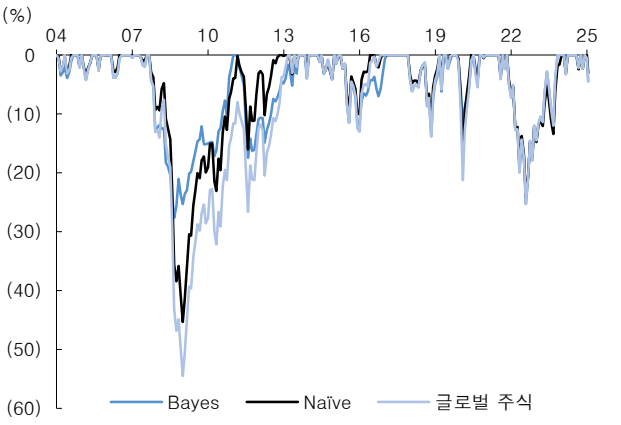
자료: Bloomberg, 한국투자증권

[그림 10] Bayes 포트폴리오 자산군 비중 추이



주: 글로벌 주식(MSCI ACWI), 글로벌 채권(Bloomberg Global Aggregate)
자료: Bloomberg, 한국투자증권

[그림 11] 포트폴리오 별 drawdown 추이



자료: Bloomberg, 한국투자증권

변동성 높아지는 시점에 기대수익에 대한 믿음 조정되며 하방위험 줄여

시장 움직임에 따른 동적 비중변화는 자산군 비중 추이에서 확인할 수 있다. 베이지안 접근방식에 따르면 최적 자산군 비중을 결정할 때 자산군 수익률에 대한 사전적인 믿음이 지속적으로 업데이트 되는데, 직전 2년에 해당하는 샘플 기간의 투자자산 수익률이 최적 자산비중에 영향을 미치게 된다. 리스크 이벤트로 인해 자산시장의 변동이 급격한 경우 자산군 기대수익에 대한 믿음과 포트폴리오 비중 역시 빠르게 조정된다.

실제로 2008년 글로벌 금융위기, 2012년 유럽 재정위기, 2020년 코로나 위기 등의 시점에 Bayes 포트폴리오의 채권자산 비중이 높아지며 안전과 위험자산 비중이 동적으로 변화됨을 확인할 수 있다. 경기침체 시기에 이러한 동적인 자산배분 비중 조절은 글로벌 주식, Naïve 포트폴리오 대비 drawdown 축소로 이어진다.

2. 사전 분포에 따른 성과

최근 정보 빠르게 업데이트 할 경우 하락방어 효과 소폭 개선

적응적 포트폴리오를 구성하는데 사용한 베이지안 접근방식은 주관적이라는 한계를 갖는다. 확률을 사건 발생에 대한 믿음으로 간주하고, 모수를 동적이고 불확실한 변수로 바라보기 때문이다. 전통적 통계학인 빈도주의(frequentist)에서 확률을 어떤 사건이 반복되는 실험에서 몇 번 발생하는지의 비율로 간주하고, 고정된 모수를 사용하는 것과 큰 차이가 난다. 특히 신뢰할 만한 사전 정보가 없을 때 사전분포를 임의로 설정하면 신뢰성이 낮아지게 된다.

적응적 포트폴리오에서도 투자 자산군의 기대수익률에 대한 사전 분포가 최종 포트폴리오 비중에 영향을 미칠 수 있다. 자산군의 기대수익률에 대한 확률을 주관적 믿음의 정도로 해석하고, 주관적인 사전 지식(prior)을 반영해 모수를 업데이트해 간다면, 확률이 분석자에 따라 달라지게 된다. 샘플 데이터가 적을 경우에 사전분포가 결과를 왜곡할 수 있다는 단점이 있다.

여기서는 베이즈 접근법을 사용해 포트폴리오를 구성할 때 사전 확률을 설정하는 방법에 따라 포트폴리오 성과가 어떻게 차이나는지 추가적인 백테스트를 통해 확인했다.

<표 5> 사전 확률 설정에 따른 포트폴리오 성과

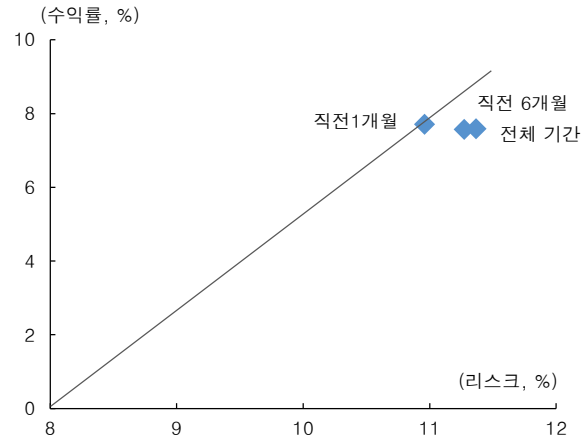
구분	Bayes(직전 1 개월)	Bayes(전체 기간)	글로벌 주식
연환산 수익률(%)	7.7	7.6	9.0
연환산 리스크(%)	11.0	11.4	15.4
수익률/리스크	0.70	0.67	0.59
왜도	(0.5)	(0.4)	(0.7)
VaR(95%)	(4.3)	(4.9)	(8.0)
MDD(95%)	(25.9)	(27.7)	(54.5)

자료: Bloomberg, 한국투자증권

Bayes(전체기간)는 자산 수익률에 대한 사전 분포로 2001년부터 2025년 4월까지 전체 관찰기간의 자산군 수익률 평균을 사용한 포트폴리오이다. 전체 기간 동안의 자산군 평균 수익률을 사전 분포로 사용하기 때문에 모수에 대한 불확실성을 줄일 수 있지만 포트폴리오 구성 당시에는 확보할 수 없는 정보를 포함해 편향이 존재하며 기대치가 변하지 않는다. 반면 Bayes(직전 1개월) 포트폴리오는 최근 자산 수익률만을 사전 분포로 사용해 시장의 변화에 맞춰 믿음이 빠르게 조정된다.

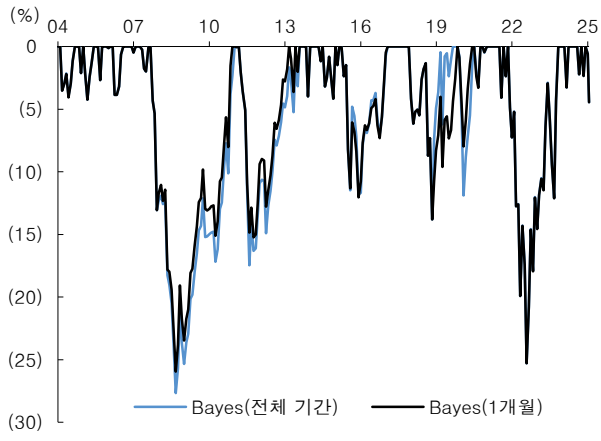
앞서 살펴본 것처럼 Bayes 포트폴리오는 고정 비중의 Naïve 포트폴리오나 글로벌 주식에 비해 리스크를 크게 낮춰 위험 조정성과가 개선되는 특징이 나타난다. 그리고 사전 분포를 형성하기 위해 전체 기간이 아닌 최근 1개월을 사용했을 때 추가적인 리스크 축소를 통해 샤프 비율이 소폭 개선된다. 금융시장 위기 시점에 보다 빠른 시장 변화를 반영하며 방어적인 포트폴리오로 전환하기 때문에 포트폴리오 가치 하락(drawdown) 위험을 추가적으로 줄인다.

[그림 12] 사전 분포별 수익률-리스크 프로파일



자료: Bloomberg, 한국투자증권

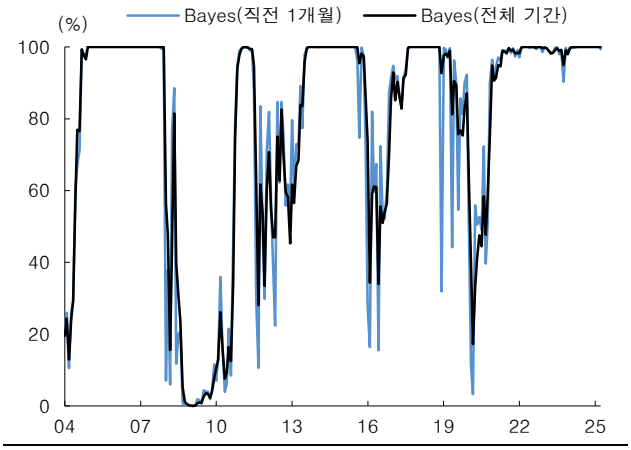
[그림 13] 포트폴리오 별 drawdown 추이



자료: Bloomberg, 한국투자증권

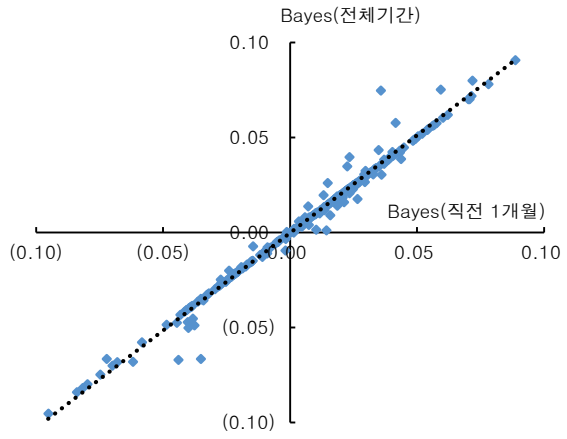
Bayes(1개월) 포트폴리오의 평균 자산군 비중은 주식 77%, 채권 23%이다. 장기 시계열로 사전 분포를 구성했을 때와 유사하다. 그러나 자산군 비중 추이에서 보듯 전체 기간을 사전 분포로 사용했을 때보다 최근 시장 움직임에 민감하게 반응하면서 포트폴리오 자산군 비중이 급격하게 변화한다. 약세장 시기의 수익률 산포도는 선형적인 관계보다 아래 위치해, 최근 정보를 업데이트한 경우가 하락 방어에 우수하다는 점을 보여준다.

[그림 14] Bayes(1개월) 포트폴리오 자산군 비중 추이



주: 글로벌 주식(MSCI ACWI), 글로벌 채권(Bloomberg Global Aggregate)
자료: Bloomberg, 한국투자증권

[그림 15] 사전 분포 별 drawdown 추이



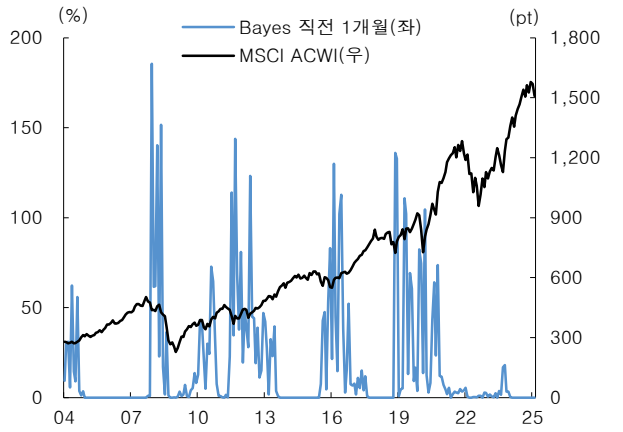
자료: Bloomberg, 한국투자증권

3. 포트폴리오 검토 사항

위기 시점을 중심으로 적응적 포트폴리오 회전율 증가

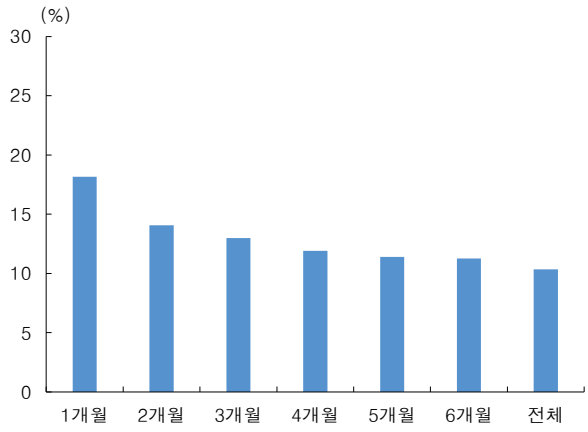
반면 시장의 변화에 민감하게 반응하며 빠르게 정보를 갱신하는 것에 대한 비용도 존재한다. 정상적인 국면에서는 자산군 기대수익률과 적응적 포트폴리오 비중이 크게 변화하지 않지만, 위기 시점에는 사전 분포가 변화함에 따라 포트폴리오 회전율이 높아질 것이다. 적응적 포트폴리오가 시장 상황에 맞춰 자산군 비중을 조정할 때 거래 비용이 과도한지 확인했다. 사전 분포를 형성하기 위한 관찰 기간을 달리하며 월 평균 회전율을 점검했다. 먼저 사전 분포별 월 회전율을 보면 관찰 윈도우가 줄어들수록 포트폴리오의 거래비용이 증가한다. 다만 Bayes 포트폴리오(직전 1개월)의 거래 비용은 전체 기간을 활용한 포트폴리오에 비해 과도하게 높아 보이지 않는다. 또한 사전 분포를 형성하기 위해 사용하는 윈도우를 넓혀가며 적정한 수준의 회전율로 조정해 나갈 수 있다.

[그림 16] 글로벌 주식과 Bayes 포트폴리오 회전율



자료: Bloomberg, 한국투자증권

[그림 17] 사전 분포별 월 회전율



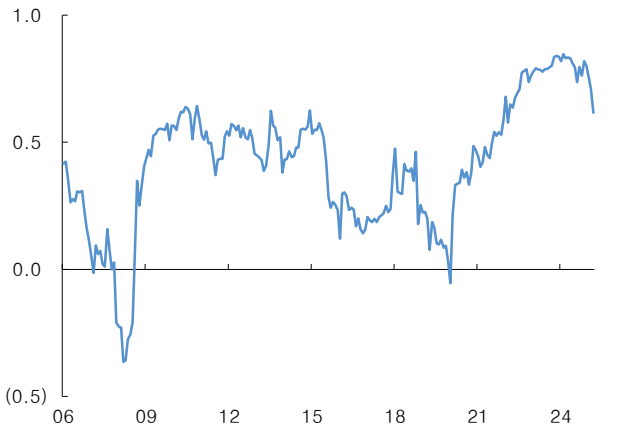
자료: Bloomberg, 한국투자증권

주식/채권의 상관도 하락, 자기상관 증가는 적응적 포트폴리오의 자산배분 효과 개선을 시사

포트폴리오 회전율은 자산군 기대수익률의 지속성과 관련 있다. 먼저 자산간 상관도 변화를 살펴보면, 코로나 위기 이후 높은 물가 상황과 이를 잡기 위한 공격적인 통화정책의 배경 속에 주식과 채권자산이 강하게 동조화된 움직임을 보였다. 인플레이션 조짐이 커지는 매크로 시그널이 나올 때마다 주식과 채권자산 수익률은 동반 하락하며 강하게 동조화되었다. 주식과 채권자산 수익률 간의 상관계수는 코로나 위기 이후 0.8을 넘기며 높은 수준에 머물러 왔으나 최근 0.6 수준으로 낮아져 장기 평균(0.5)으로 회귀하고 있다. 안전자산과 위험자산 간의 낮은 상관도는 포트폴리오의 리스크 분산 효과를 높이는 요인이다.

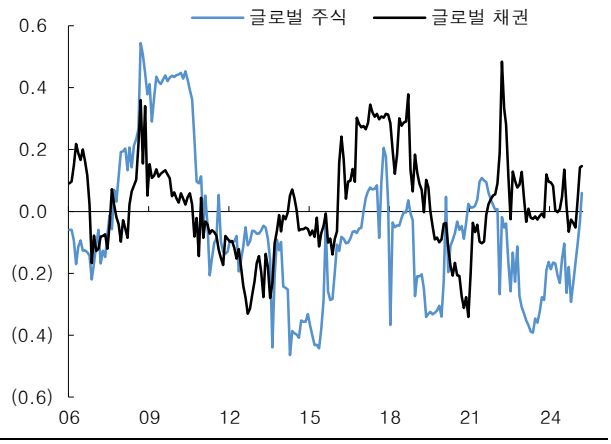
24개월 롤링 윈도우로 주식과 채권의 자기상관(autocorrelation)을 계산해 보면, 주식은 -0.4~0.5의 폭넓은 범위에서, 채권은 이보다 좁은 폭 내에서 움직인다. 최근 두 자산군의 자기상관은 플러스로 반전되었는데, 글로벌 주식과 채권의 자기 상관계수가 양의 값을 갖는 것은 자산군 수익률이 지속성을 보인다는 의미다. 주식과 채권의 상관도 하락과 자기상관의 증가는 시장의 움직임에 따른 적응적 포트폴리오의 자산배분 효과가 개선될 수 있음을 시사한다.

[그림 18] 글로벌 주식과 채권 수익률 상관계수 추이



주: 글로벌 주식(MSCI ACWI), 채권(Bloomberg Global Aggregate) 2년 롤링 상관계수
자료: Bloomberg, 한국투자증권

[그림 19] 글로벌 주식과 채권 수익률의 자기상관 추이



자료: Bloomberg, 한국투자증권

<표 6> 최근 글로벌 주식과 채권 자산 수익률의 자기상관

구분	글로벌 주식(T)	글로벌 채권(T)	글로벌 주식(T-1)	글로벌 채권(T-1)
글로벌 주식(T)	1.0			
글로벌 채권(T)	0.6	1.0		
글로벌 주식(T-1)	0.1	0.0	1.0	
글로벌 채권(T-1)	(0.1)	0.1	0.7	1.0

주: 글로벌 주식(MSCI ACWI), 채권(Bloomberg Global Aggregate)
자료: Bloomberg, 한국투자증권

IV. 투자자 시사점

불확실성과 적응적 포트폴리오

경제질서 재구축 진통으로 불확실성 불가피한 상황에서 적응적 포트폴리오 검토

올해 1월 트럼프 2기가 들어선 후 관세 전쟁을 둘러싼 경제적 불확실성이 크게 높아졌다. 불확실성 속에서 투자자가 느끼는 불안함의 근저에는 기존에 경험하지 못했던 정책과 시장의 불협화음이 자리잡고 있는 듯하다. 달러 패권과 막강한 소비력으로 글로벌 경제의 큰 축을 차지하던 자본주의 국가인 미국이 그동안의 역할에서 벗어나 자유 무역과 글로벌화의 흐름을 뒤집으려는 움직임을 보이고 있기 때문이다. 이는 국채금리 급등이나 달러의 위상 약화 등 예상치 못한 발작적 증상으로 이어졌고, 앞으로도 순탄치만은 않은 경제질서 재구축의 진통을 야기할 것이다.

투자환경의 변화에 노출된 투자자들이 미래의 정책 변화와 자산시장 영향을 예측하기가 점차 어려워지는 상황에서 시장 움직임에 적응해 나가는 포트폴리오 아이디어를 살펴보았다. 정보가 빠르게 가격에 반영된다는 시장의 효율성을 인정한다면, 시장의 움직임을 예단하기보다 불확실한 시장 환경에서의 사후확률을 업데이트해 가며 자산배분을 조정하는 투자전략이 효과적일 수 있다.

적응적 포트폴리오의 일종인 베이지안 접근을 통해 사후확률을 업데이트해 가며 동적으로 자산 비중을 조정하는 투자전략을 검토했다. 전망의 불확실성을 내재화하는 Bayes 포트폴리오는 시장 움직임의 변화에 맞춰 동적으로 리밸런싱을 진행한다. 백테스트 결과를 보면 정적인 Naïve 포트폴리오의 평균 수익과 유사하지만 변동성이 줄어들어 위험조정성과가 개선된다. 특히 위기 시점에 사전 분포 변화를 통해 보수적인 포트폴리오로 전환돼 하락 방어 효과가 나타난다.

Bayes 포트폴리오에서는 시간이 흐르면서 자산 수익률에 대한 믿음이 갱신되는데, 자산시장 움직임에 대한 민감도를 조정하거나 투자자의 기대치를 반영하는 것이 가능하다. 사전 확률 분포의 모수에 최근치를 반영하는 식으로 시장 움직임을 보다 빠르게 반영할 수 있고, black-Litterman 모형에서처럼 투자자의 전망을 반영해 나갈 수 있다는 장점이 있다. 또한 최근 주식과 채권의 상관도 하락과 자기상관의 증가는 시장의 움직임은 적응적 포트폴리오의 자산배분 효과가 개선될 수 있음을 시사한다. 마지막으로 최근 자산시장 움직임을 반영한 적응적 포트폴리오의 자산배분 비중은 여전히 포트폴리오에서 위험자산 비중을 높게 가져가야 함을 가리키고 있다.

IV. Appendix

포트폴리오 백테스트 – 5 Asset Case

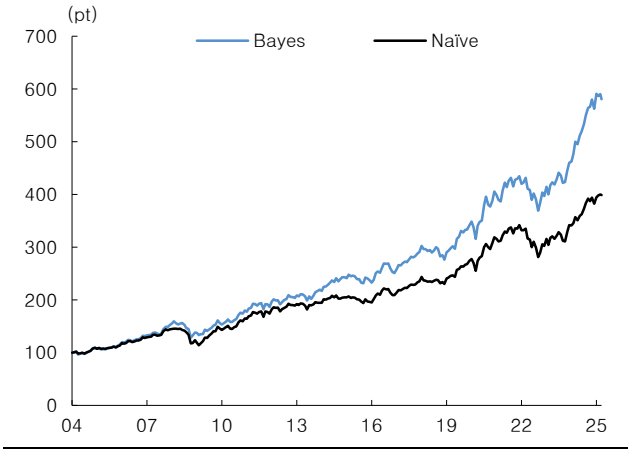
경기민감, 경기방어, 장단기 채권, 금으로 구성된 포트폴리오 백테스트

2001년 말부터 2025년 4월까지 기간을 대상으로 주식과 채권, 금을 포함한 5개 자산군으로 적응적 포트폴리오의 백테스트를 추가로 진행했다. 포트폴리오 편입 자산은 경기방어주(MSCI USA Defensive 섹터 지수), 경기민감주(MSCI USA Cyclical 섹터 지수), 장기채권(Bloomberg Global Agg 10+), 단기채권(Bloomberg Global Aggregate 1-3 TR), 금(런던골드마켓 픽싱 PM 가격)이다.

주식과 채권 2개 자산군의 경우와 마찬가지로 배당과 이자수익 재투자를 감안한 월간 총수익지수를 활용했다. 표준편차로 측정한 리스크 대비 수익률을 극대화하는 것을 목표로 하고, 특정 자산군에 과도한 비중이 몰리지 않도록 제약조건으로 개별 자산의 최대 비중은 50%로 제한했다. Naïve 포트폴리오는 5개 자산군을 동일 비중으로 편입해 매월 리밸런싱 했다고 가정했다.

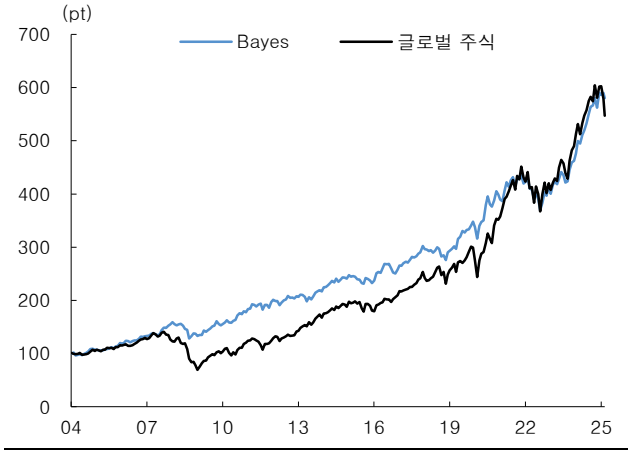
백테스트 결과를 살펴보면 2개 자산군으로 포트폴리오를 구성했을 때보다 수익률과 리스크가 개선되는 결과를 보인다. 위기 시점마다 단기채 비중 확대를 통한 방어적 포트폴리오 구축, 경기 민감주와 방어주 간의 동적 조절 효과 등이 포트폴리오 하방 위험을 축소시키는 것으로 나타난다. 적응적 포트폴리오는 올해 2월부터 경기민감주(33%), 경기방어주(33%), 금(33%) 배분비중을 제시해 왔다. 최근 들어 경기민감주(50%)와 금(50%)의 바벨 전략 포지션을 제시하고 있다.

[그림 20] Bayes와 Naïve 포트폴리오 성과 추이



주: Naïve 포트폴리오는 주식(46%), 채권(28%), 금(26%) 고정 비중 가정
자료: Bloomberg, 한국투자증권

[그림 21] Bayes 포트폴리오와 글로벌 주식 추이



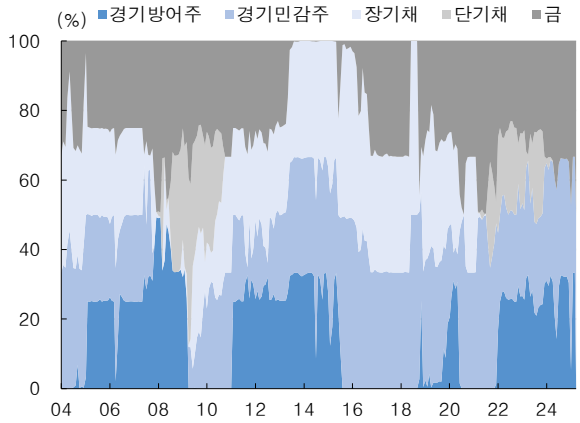
주: 글로벌 주식(MSCI ACWI)
자료: Bloomberg, 한국투자증권

<표 7> 포트폴리오 성과 비교

	Bayes	Naïve	글로벌 주식
연환산 수익률(%)	8.8	6.9	9.0
연환산 리스크(%)	9.4	8.6	14.2
수익률/리스크	0.9	0.8	0.6
왜도	(0.4)	(0.5)	(0.6)
VaR(95%)	(3.6)	(3.6)	(7.0)
MDD(95%)	(19.4)	(21.9)	(50.9)

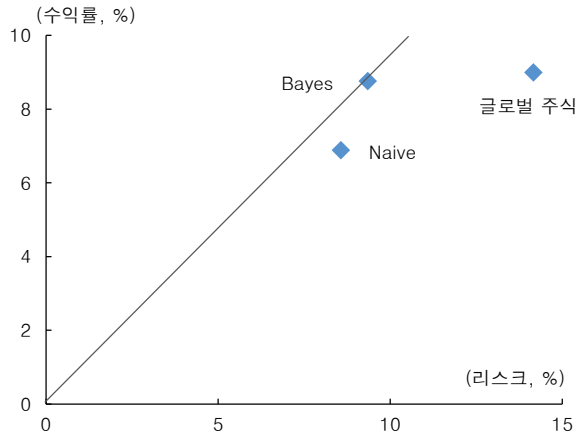
주: Naïve 포트폴리오는 주식(46%), 채권(28%), 금(26%) 고정 비중 가정
자료: Bloomberg, 한국투자증권

[그림 22] 포트폴리오 수익률-리스크 프로파일



자료: Bloomberg, 한국투자증권

[그림 23] 포트폴리오 수익률-리스크 프로파일



자료: Bloomberg, 한국투자증권

■ 본 리포트는 고객의 증권투자를 돕기 위하여 작성된 당사의 저작물로서 모든 저작권은 당사에게 있으며, 당사의 동의 없이 어떤 형태로든 복제, 배포, 전송, 변형할 수 없습니다.
■ 본 리포트는 당사 리서치본부에서 수집한 자료 및 정보를 기초로 작성된 것이나 당사가 그 자료 및 정보의 정확성이나 완전성을 보장할 수는 없으므로 당사는 본 리포트로써 고객의 투자 결과에 대한 어떠한 보장도 행하는 것이 아닙니다. 최종적 투자 결정은 고객의 판단에 기초한 것이며 본 리포트는 투자 결과와 관련한 법적 분쟁에서 증거로 사용될 수 없습니다.
■ 본 리포트에 제시된 종목들은 리서치본부에서 수집한 자료 및 정보 또는 계량화된 모델을 기초로 작성된 것이나, 당사의 공식적인 의견과는 다를 수 있습니다.
■ 이 리포트에 게재된 내용들은 작성자의 의견을 정확하게 반영하고 있으며, 외부의 부당한 압력이나 간섭없이 작성되었음을 확인합니다.