

2021년 상반기 포트폴리오 구성 전략: Black-Litterman 모형 활용을 중심으로

최현태

28th April 2021

Abstract

마코위치(H. Markowitz)의 현대적 포트폴리오 이론(Modern Portfolio Theory, MPT)은 주어진 위험 하에서 포트폴리오의 기대 수익률을 극대화시켜주는 모형으로 자산 분배 이론에 혁명적인 변화를 일으켰다. 그러나 과거 수익률 데이터에만 의존하고 투자자 개인의 사장에 대한 전망을 모형에 받아들이지 않았기 때문에 실제 금융산업 현장에서 적용되기에에는 무리가 있었다. 블랙-리터먼 모형(Black-Litterman model)은 베이지안 포트폴리오 모형으로서 과거 자료가 주어진 상황에서 투자자 개인의 기업에 대한 전망을 모형 내부로 수용함으로써 MPT의 단점을 극복하고 있으며 현재까지 가장 성공적인 포트폴리오 분배 모형 중의 하나로 평가된다. 이 보고서에서는 BL 모형을 적용하여 삼성전자, 셀트레온, 효성화학, KG 모빌리언스 네 가지 종목로 포트폴리오를 구성한다면 각 종목의 비중이 어떻게 결정되는지 살펴본다. 이를 위해 네 기업의 과거 자료 뿐만 아니라 효성화학과 KG 모빌리언스 두 기업의 공시보고서 분석 결과를 바탕으로 앞으로 두 기업의 성장성 예측을 시도한다.

key words: Black-Litterman Model, Markowitz, Portfolio, Bayesian

1 들어가기

블랙-리터먼 모형은 현재까지 가장 성공적이라고 평가받는 포트폴리오 분배 이론 중의 하나로 1990년 골드만 삭스에서 블랙 (Fischer Black)과 리터먼(Robert Litterman)에 의해 개발되어 1992년 발표되었다. BL 모형은 마코위치(Harry Markowitz)에 의해 고안된 현대적인 포트폴리오 모형(Modern Portfolio Theory)를 실제로 적용할 때 기관 투자자들이 겪는 어려움을 극복해주었다고 평가되는데, 이를 위해서는 MPT에 대해 간략히 언급할 필요가 있다.

MPT는 평균-분산 최적화 모형이라고도 불리는데 그 이유는 다변수 정규 분포를 가정하기 때문에 각 종목의 평균과 분산을 구할 수 있다면 주어진 위험 수준에 대해 최적화된 포트폴리오를 구성하도록 해주기 때문이다. 이 때 MPT가 균형 가설(equilibrium assumption)에 입각하고 있다고 할 수 있는데, 균형 가설의 내용은 관측된 각 자산의 수익률 행태가 미래에도 지속된다는 것이다. 균형가설에 입각해 있는 MPT는 현재 시점에서 투자자 개인이 가지고 있는 자산에 대한 정보를 모형 내부로 수용하지 못한다. 기관 투자자들은 기업에 대한 보고서를 읽고 중요한 기업의 경우 실사를 나가서 현장에서 기업에 대한 정보를 탐색하여 기업의 가치를 분석하는 경우가 대부분이다. 그러나 MPT는 이렇게 투자자들이 얻은 정보를 모형 내부로 가져오지 않는다. 이 때문에 MPT에 의존하여 포트폴리오를 배분하려는 기관 투자자들은 먼저 MPT를 사용하여 균형가설에 입각한 포트폴리오 구성을 구한 다음, 새로 획득한 기업에 대한 정보를 토대로 포트폴리오 구성을 수정하는 방식을 사용해야만 한다.

이렇게 MPT에 의존한 포트폴리오 구성은 현실에서 사용하기에 분명한 한계를 지니고 있다. 다시 말해서 자산 수익률의 과거 행태에만 의존하여 투자자 개인이 종목에 대해 지니고 있는 정보를 반영하지 못하는 문제가 있었다.

BL 모형은 사전적 분포로서 MPT의 균형 가설을 받아들이면서도 베이지안 통계 모형에 입각하여 투자자 개인이 지니고 있는 자산에 대한 정보와 그 신뢰도를 바탕으로 사후적 분포를 고려 한다. 고전적인 베이지안 공식에 따르면

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

가 성립하는데 이 때 $P(A)$ 를 자산 수익률의 사전적인 분포(prior distribution)로, $P(B|A)$ 를 A 가 주어진 상황에서 자산에 대한 관점 B 의 분포로, 그리고 $P(A|B)$ 를 자산에 대한 관점 하에서 자산 수익률의 사후적 분포(posterior distribution)로 생각할 수 있다.

이 글에서는 BL 모형을 사용하여 삼성전자, 셀트리온, 효성화학, KG 모빌리언스 네 가지 자산으로 구성된 포트폴리오를 만들어본다. 이를 위해 먼저 BL 모형에 대해 소개한 다음 효성화학과 KG 모빌리언스 두 기업에 대해 공시 보고서를 바탕으로 기초적인 기업 가치 분석을 시도한다. 다음으로 데이터를 어떻게 획득하였는지 간략히 설명한 다음 분석 결과를 소개하고 해석을 시도 한다. 특히 개별 종목에 대한 관점에 따라 모형의 결과가 어떤 영향을 받는지 등을 위주로 확인해본다.

2 블랙-리터먼 모형

블랙-리터먼(Black-Litterman model)에 대해서는 He-Litterman의 *The Intuition Behind Black-Litterman Model* [1]에서 잘 설명하고 있으며 허드슨 테임스의 [블랙-리터먼 모형 설명](#)에서는 더욱 친절한 안내를 제공하고 있다. 여기에

서는 헤드슨 테임스 페이지와 He-Litterman논문의 내용을 중심으로 블랙-리터먼 모형을 간략히 소개한다.

블랙-리터먼 모형은 성공적으로 사용되는 포트폴리오 분배 모형 중의 하나로 마코위츠의 현대 포트폴리오 이론(MPT)와 베이지안 통계 모형을 결합하여 적정한 포트폴리오 구성을 찾아낸다. MPT는 과거의 자료에만 의존하였기 때문에 과거의 시장성과에 지나치게 의존적이며 투자자가 지난 정보를 무시하는 문제가 있었다. 블랙-리터먼 모형은 과거 시장 성과를 사전 분포로 받아들이면서도 투자자가 지난 정보를 과거의 시장 성과가 주어진 상황에서 자산에 대한 관점의 분포로 받아들인다. 그리고 둘을 적절히 결합하여 자산의 수익률에 대한 사후적 분포를 구성한 다음 적절한 포트폴리오 배분을 찾아낸다.

2.1 사전적 분포: 귀속 초과 균형 수익률

먼저 블랙-리터먼 모형에서는 귀속 초과 균형 수익률을 사용하여 사전적 분포를 추정한다. 먼저 수익률에 관한 CAPM의 방정식에 따르면 i 번째 자산의 수익률은

$$E(r_i) = r_f + \beta_i(E(r_{market}) - r_f)$$

와 같은데 여기서 r_f 는 risk-free 수익률이고 $E(r_{market})$ 은 시장의 기대수익률이며 β_i 는 i 번째 자산의 분산을 측하여 불확실성을 나타내는 변수이다. 여기서 β_i 는 i 번째 자산과 시장포트폴리오의 공분산을 시장포트폴리오의 분산으로 나눈 것으로 수식으로 나타내면

$$\beta_i = \frac{\sigma_{i,market}}{\sigma_{market}^2}$$

이다. 위의 방정식을 이용하면 귀속 초과 균형 수익률 Π 는

$$\Pi = \beta_i(E(r_{market}) - r_f)$$

으로 나타난다.

그렇다면 Π 를 어떻게 구할 수 있을까? 블랙-리터먼은 CAPM을 풀지 않고도 Π 를 구하는 역최적화(reverse optimization)라는 매우 멋진 방법을 제안한다. 이론적으로 생각하면 모든 시장 참가자는 시장 포트폴리오를 구성하는 모든 상품을 적절한 비율로 보유하고 있다. 따라서 각 종목의 시가총액 비율이 각 상품의 적절한 보유 비중이라고 할 수 있다. 수식으로 나타내면 각 상품 i 의 적절한 보유비중 w_{market}^i 는

$$w_{market}^i = \frac{MC_i}{\sum_{j=1}^N MC_j}$$

과 같다.

어떤 포트폴리오에 대해서도 투자자의 효용은 다음과 같이 주어진다.

$$R = w_{market}^T \Pi - \frac{\delta}{2} w_{market}^T \Sigma w_{market}$$

여기서 Σ 가 positive definite이라는 사실을 이용하면 $\frac{\partial^2 R}{\partial w_{market}^2} = -\delta\Sigma < 0$ 와 같은 사실을 알 수 있다. 그런데 이 수식이 의미하는 바는 R 이 concave function이라는 것이므로 R 은 전역적인 최대값을 지니는 함수이고 전역적인 최대값에서 다음 수식을 만족한다.

$\frac{\partial R}{\partial w_{market}} = \Pi - \delta\Sigma w_{market} = 0$ 여기서 w_{market} 을 구할 수 있으므로

$$\Pi = \delta\Sigma w_{market}$$

에서 δ 값만 알면 Π 를 구할 수 있다. 여기서 δ 는 위험회피도를 나타내는 변수로 He-Litterman 모형에서는 2.5라는 값으로 설정된다.

이제 사전적 분포 D_{prior} 는

$$D_{prior} = N(\Pi, \tau\Sigma)$$

로 나타난다. 여기서 proportionality를 나타내는 상수 τ 의 값에 대해서는 많은 논란이 있지만 일반적으로 0에 가까운 값으로 설정되며 He-Litterman은 τ 를 0.05로 설정한다.

2.2 시장에 대한 관점

다음으로 투자자의 시장에 대한 관점이 모형에 어떻게 반영되는지 설명한다. 먼저 시장에 대한 관점은 view 행렬 Q , pick 행렬 P , 그리고 분산을 나타내는 Ω 행렬로 구성된다.

view 행렬과 pick 행렬에 대해서는 예시를 통해 간략히 설명한다. 시장에는 애플, 구글, 마이크로소프트, 테슬라가 있다고 하자. 그리고 투자자가 애플이 월 평균 10%의 수익률을 낼 것이라고 예상한다(view 1). 그리고 마이크로소프트가 월평균 2%의 수익률을 보일 것으로 예상하며(view 2), 마지막으로 구글의 수익률이 테슬라의 수익률보다 6% 정도 앞선다고 하자. 이 때 $Q = [0.1, 0.02, 0.06]^T$ 이며 P 는

와 같이 나타난다.

이제 모형은 투자자의 기대 수익률 $E_{investor}(r)$ 를 Q 와 에러텀 ϵ 에 의해 결정된다고 판단하는데 구체적으로

$$E_{investor}(r) \sim Q + \epsilon$$

$$\epsilon \sim N(0, \Omega)$$

이다. 여기서 에러텀 ϵ 이 특정 자산에 대해서 편향이 없는(unbiased) 평균이 0인 정규분포로 나타내어진다는 점을 확인할 수 있다. 또한 에러텀은 아무런 상관관계를 지니지 않으며 독립적인 확률변수로 다음과 같이 추정된다.

Figure 1: P 행렬

	Apple	Google	Microsoft	Tesla
View - 1	1	0	0	0
View - 2	0	0	1	0
View - 3	0	1	0	-1

$$\Omega = \text{diag}(P\tau\Sigma P^T)$$

여기서 하나의 중요한 가정은 투자자 관점의 에러의 분산이 사전의 분포의 분산에 비례(proportional)하다는 것이다. 따라서 투자자의 정보에 토대를 둔 수익률의 분포 $D_{likelihood}$ 는

$$D_{likelihood} = N(Q, \Sigma)$$

이다.

2.3 수익률의 사후적 분포

마지막으로 수익률의 사전적 분포와 투자자의 정보에 기반한 분포를 토대로 사후적 분포를 구하면

$$\begin{aligned} D_{BL} &= N(\mu_{BL}, \Sigma_{BL}) \\ \mu_{BL} &= ((\tau\Sigma)^{-1} + P^T\Omega^{-1}P)^{-1}((\tau\Sigma)^{-1} + P^T\Omega^{-1}Q) \\ \Sigma_{BL} &= ((\tau\Sigma)^{-1} + P^T\Omega^{-1}P)^{-1} \end{aligned}$$

이다.

이 때 최적 포트폴리오 비중은

$$w^* = \Sigma_{BL}^{-1}\mu_{BL}$$

로 나타난다.

3 기업선정 및 기업에 대한 전망: 효성화학과 KG 모빌리언스

이 보고서에서는 삼성전자, 효성화학, 셀트리온, KG 모빌리언스 네 개의 기업을 포트폴리오 종목으로 선정한다. 그리고 효성화학과 KG 모빌리언스 두 기업에 대해 간단한 기업 분석을 진행한다.

2021년은 COVID-19(이하 코로나)가 종식의 조짐을 보이는 시기이며, 전기차에 대한 수요 확대로 인해 반도체에 대한 수요 역시 늘어나는 시기이다. 또한 코로나의 영향으로 인하여 전자상거래가 활성화 되어 국내에서는 카카오, 네이버, 쿠팡 등을 중심으로 전자 상거래 투자가 활발해지고 있으며, 코로나로 인하여 백신을 중심으로 한 제약업계 역시 사람들의 주목을 받고 있다.

삼성전자는 국내 반도체 1위 기업으로 2021년 초에 오스틴 공장 가동 중단으로 이슈가 있기는 했지만 전세계적인 반도체 공급 부족으로 인해 2021년 영업이익이 증가할 것으로 예상되어 포트폴리오 종목으로 편입한다. 셀트리온의 경우 삼성바이오로직스와 더불어 바이오 제약 산업의 선두주자이다. 삼성바이오로직스에 비에 바이오 시밀러를 중심으로 한 약품 개발에 투자를 많이 하고 있는 상황이다.

효성화학의 경우 2018년 7월 효성으로부터 인적분할되어 상장한 기업으로 석유화학산업에 속한다. 석유화학 산업은 대규모 투자를 필요로 하는 자본집약 산업으로 유가에 민감하게 반응하며, 세계 경기 및 수급 상황에 따라 호황과 불황이 반복되는 경기 순환형 산업이다. 당연히 국제유가에도 민감하게 반응한다. 2020년 코로나가 심각할 때에는 경기가 매우 좋지 않아 실적이 부진했지만 코로나가 종식되어 가는 2021년에는 실적이 급성장할 것으로 예상되는 산업이다.

특히 효성화학이 주로 판매하는 폴리프로필렌에 대해 효성화학은 폴리프로필렌의 해외시장 확대를 위해 베트남 남부 바리아붕따우성에 투자를 진행하여 프로판 조달에서 폴리프로필렌 생산에 이르는 수직계열화 체계를 구축하기 위한 공장을 건립하고 있다. 2019년 폴리프로필렌 연산 30만톤 공장을 준공하였으며, 2020년 상반기 가동하여 베트남 내수 시장 및 인근 지역에 수출 판매를 확대하고 있다. 2021년에는 베트남 공장에 대한 투자가 마무리 되는 시기로 투자에 대한 성과가 본격화될 것으로 예상된다.

기업의 시가총액을 평가하기 위한 가장 기본적인 지표로 영업이익 X ROE 를 떠올릴 수 있다.

$$\text{시가총액} = \text{영업이익} \times \text{ROE}(\%)$$

여기서 ROE는 순이익을 자기자본으로 나눈 것으로 기업의 성장성을 내포한 지표로 이해할 수 있다. 그러나 만약 기업이 자기 자본으로 순이익을 창출하는 것이 아니라 과도한 부채를 써서 순이익을 창출하는 경우에는 ROE는 성장성의 적정한 지표라고 할 수 없다. 일반적으로 부채비율은 200% 이하인 경우를 적당하다고 본다.

효성화학의 2021년 컨센서스(출처: 캠퍼니가이드 를 보면 2021년 예상부

Figure 2: 효성화학 재무정보

IFRS(단위)	Annual				Net Quarter			
	2018/12	2019/12	2020/12	2021/12(E)	2020/06	2020/09	2020/12	2021/03(E)
매출액	11,168	18,125	18,172	24,397	4,293	4,873	4,757	5,666
영업이익	650	1,539	609	2,194	36	249	201	471
영업이익(발표기준)	650	1,539	609		36	249	201	
당기순이익	204	878	-116	1,267	-130	63	-61	257
지배주주순이익	204	878	-116	1,418	-130	63	-61	310
비지배주주순이익	0	0	0		0	0	0	
자산총계	16,532	20,635	24,174	27,953	24,685	24,385	24,174	
부채총계	12,860	16,088	20,150	22,553	20,276	20,010	20,150	
자본총계	3,672	4,547	4,024	5,400	4,409	4,376	4,024	
지배주주지분	3,672	4,547	4,024	5,434	4,409	4,376	4,024	
비지배주주지분	0	0	0	-33	0	0	0	
자본금	160	160	160	160	160	160	160	
무채무율 (%)	393.17	353.81	500.81	417.62	459.87	457.29	500.81	
유보율 (%)	2,213.96	2,762.28	2,434.05		2,675.82	2,654.84	2,434.05	
영업이익률 (%)	5.82	8.49	3.35	8.99	0.83	5.10	4.22	8.31
지배주주순이익률 (%)	1.83	4.85	-0.64	5.81	-3.02	1.30	-1.27	5.47
ROA (%)		4.73	-0.52	4.86	-2.14	1.03	-1.00	4.25
ROE (%)		21.37	-2.71	29.98	-11.60	5.78	-5.77	30.82
EPS (%)	6,393	27,530	-3,641	44,444	-4,061	1,989	-1,899	9,717
BPS (%)	115,698	143,114	126,702	170,910	138,791	137,742	126,702	
DPS (%)	1,000	5,000		4,500				
PER (%)	22.21	5.25	N/A	9.46				
PBR (%)	1.23	1.01	1.24	2.46	0.76	0.90	1.24	
발행주식수	3,190	3,190	3,190		3,190	3,190	3,190	
매입수익률 (%)	0.70	3.46						

채비율이 400%를 넘는 것을 알 수 있다. 따라서 효성화학의 경우에는 기업의 성장성을 판단하는 지표로 ROE를 사용하기에는 곤란하다. 이 경우 성장성을 추정하는 또 다른 지표로 GP/A를 사용할 수 있는데 GP/A는 매출액을 총 자산으로 나눈 것이다. 효성화학의 경우 매출액 24,397억원, 자산총계 27,955억원으로 GP/A 0.873 정도이다. 여기에 예상영업이익을 곱하고 발행주식 총 수로 나누어 주면 약 61만 8750원이 정적 주가로 나타난다. 이 데이터를 작성 당시를 기준으로 효성화학의 가격은 32만 9천원이다. 적정 주가가 1년에 걸쳐서 실현된다고 예상할 때 월별 예상 수익률은 약 0.079, 즉 7.9%로 생각된다.

KG 모빌리언스는 국내 휴대폰 결제 시장에서 과점적 지위를 보유하고 있는 기업이다. 시장 점유율은 약 20% 정도이며, 주로 네이버와 거래하여 수수료를 통해 이익을 창출한다. KG 모빌리언스의 경우 재무정보가

으로 나타나 있다. KG 모빌리언스의 1분기 영업이익은 128억원으로 발표되었으며 2021년 예상이익은 547억원으로 예상된다. KG 모빌리언스의 경우 부채비율이 100미만으로 양호한 수준이므로 ROE 13.84를 그대로 사용하면 적정주가 19,000원이 나온다. 역시 12개월에 걸쳐 적정 주가가 실현된다고 가정하면 월별 수익률은 약 4.9%가 된다.

지금까지 KG 모빌리언스와 효성화학에 대해 예측한 정보를 바탕으로 View 행렬과 pick list를 구성하면

Figure 3: KG 모빌리언스 재무정보

IFRS(연결)	Annual				Net Quarter			
	2018/12	2019/12	2020/12	2021/12(E)	2020/06	2020/09	2020/12	2021/03(E)
매출액	2,029	1,922	2,690	3,297	715	717	568	763
영업이익	221	348	457	564	116	127	118	111
영업이익(발표기준)	221	348	457		116	127	118	
당기순이익	121	176	225	380	15	99	42	79
지배주주순이익	127	180	225	389	13	95	51	
비자매주주순이익	-6	-4	0		3	4	-9	
자산총계	4,762	4,507	4,702	5,292	5,719	4,414	4,702	
부채총계	2,501	2,132	1,948	2,239	3,091	1,686	1,948	
자본총계	2,261	2,375	2,754	3,053	2,628	2,728	2,754	
지배주주지분	2,137	2,255	2,656	2,956	2,499	2,594	2,656	
비자매주주지분	124	119	98	97	129	133	98	
자본금	150	150	194	194	194	194	194	
부채비율	110.59	89.80	70.74	73.34	117.59	61.81	70.74	
유보율	1,407.47	1,486.42	1,353.78		1,272.97	1,321.93	1,353.78	
영업이익률	10.89	18.10	16.99	17.11	16.24	17.71	20.71	14.55
지배주주순이익률	6.24	9.35	8.37	11.78	1.78	13.22	8.90	
ROA	2.58	3.80	4.88	7.60	1.01	7.82	3.65	6.72
ROE	6.04	8.18	9.16	13.84	2.04	14.90	7.70	
EPS (원)	424	601	602	1,001	33	244	130	
BPS (원)	7,537	7,932	7,269	8,041	6,865	7,110	7,269	
DPS (원)	200	200	220	220			220	
PER	17.34	10.20	17.21	10.94				
PBR	0.98	0.77	1.42	1.36	1.69	1.34	1.42	
발행주식수	29,907	29,907	38,826		38,826	38,826	38,826	
배당수익률	2.72	3.26	2.13				2.13	

```

2 views = [0.079, 0.049]
3 # P
4 pick_list = [
5     {
6         "HS Chemical": 1
7     },
8     {
9         "KG Mobil.": 1
10    }
11 ]

```

Listing 1: Python example

과 같이 나타난다. 이제 삼성전자, KG 모빌리언스, 효성화학, 셀트리온 각 기업의 과거 자료를 수집하여 수익률의 사전적 분포를 구할 차례이다.

4 자료의 획득과 조작화

먼저 자료는 [KRX 정보데이터시스템](#)에서 XML 서비스를 이용하여 데이터를 수집하는 파일 패키지 'Finance Data Reader'를 사용하여 수집한다. FDR을 사용하는 방법은 [FDR깃헙 웹페이지](#)에 자세히 설명되어 있다. KRX에서 관리하는 상장 기업의 경우 티커(Ticker)와 데이터 수집 시작시점, 종료시점을 지정해주면 수집이 가능하다.

효성화학은 분석기간을 선정하는 문제에서 큰 제약조건이 된다. 그 이유는 효성화학이 2018년 7월 13일 상장되어 KRX에서 13일부터 주식 가격 정보를 사용할 수 있기 때문이다. 본 보고서에서는 기업을 다시 선정하기보다는 일단 효성화학을 포함하여 포트폴리오를 구성할 때 BL 모형의 결론이 어떻게 나오는지에 초점을 맞춘다. 따라서 분석기간은 2018년 7월 13일부터 COVID-19가 본격적으로 주식시장에 영향을 미친 2020년 이전까지(2019년 12월 31일)로 선정하였다.

FDR로 종목 정보를 읽으면 각 종목의 시가, 고가, 저가, 종가 외에도 거래량과 변화율을 확인할 수 있다. 예시로 삼성전자의 분석기간 첫 10일의 주가자료를 확인하면

Figure 4: 삼성전자 주가 정보(2018년 7월 13일-7월 26일)

Date	Open	High	Low	Close	Volume	Change
2018-07-13	45800	46500	45750	46500	11543389	0.021978
2018-07-16	46800	46800	46000	46050	7678719	-0.009677
2018-07-17	46150	46200	45600	45850	8892953	-0.004343
2018-07-18	46700	47200	46450	46550	10952645	0.015267
2018-07-19	47050	47200	46600	46900	9880128	0.007519
2018-07-20	47000	47600	46700	47450	10474547	0.011727
2018-07-23	47100	47200	46150	46500	10823782	-0.020021
2018-07-24	46350	46600	45950	46150	8261363	-0.007527
2018-07-25	46250	46550	45900	46150	7222471	0.000000
2018-07-26	46100	47000	46000	46900	7374946	0.016251

와 같이 나온다. 삼성전자의 경우 2018년 5월 4일 액면분할을 실시하였는데 2017년 7월 13일의 경우 액면분할이 실시되기 이전이다. FDR에서 얻은 정보를 고려할 때 액면분할을 고려하여 기존의 주가를 1/50한 결과를 나타내어 주고 있음을 알 수 있다.

여기서 'Change'가 나타내는 변화율을 그대로 사용할 수 있는지에 대해 논의할 필요가 있다. 먼저 배당 이유가 있다. 수익률(returns)은 주식가격 변동에 의한 수익률과 배당수익률로 나뉜다. 배당을 지급하지 않는 기업의 경우

수익률을 따로 고려할 필요가 없다. 그러나 삼성전자, 셀트리온, KG 모빌리언스, 효성화학은 네 종목 모두 배당을 제공하는 기업이며 특히 삼성전자의 경우 분기에 한 번씩 배당을 부여한다.

우리나라 주식시장의 경우 배당락일에 주가가 떨어지는 조정 제도를 두고 있다. 이론적으로는 이익배당분만큼 배당락일에 주가가 조정되어야 하겠지만 실제로 그러한지에 대해서는 논란이 있을 수 있다. 예를 들어 2020년 4분기 삼성전자의 경우 이례적으로 높은 배당금을 주주들에게 제공하였는데, 배당금의 액수는 정기주주총회를 거쳐 결정된다.

그런데 삼성전자의 경우 배당락일이 12월 29일이었는데 반해 이익배당금 액수는 2021년 1월 28일에 1차적으로 상정되어 최종적으로는 2021년 3월 17일 정기총회에서 결정되었다. 이렇게 볼 때 배당금과 관련하여 수익률을 조정할 여지가 있다고 할 수 있다. 그러나 일부를 조정은 오히려 부정확한 수익률 추정으로 이어질 수 있다고 생각되어 일단 수익률은 배당락일에 하락한 주가를 기준으로 추정하였다.

다만이 보고서에서는 수익률을 추정할 때 'change'를 그대로 쓰지 않고 $\log(\frac{p_{t+1}}{p_t})$ 를 사용하였다. 과제의 의도가 수익률을 직접 추정해보는 것도 있다고 판단했기 때문에 다른 사람이 짜놓은 프로그램에서 자동으로 계산되는 수익률을 가져다 쓰는 것보다 수익률을 직접 수식을 통해 추정해보는 것이 나을 것이라는 판단이 들었기 때문이다. 이렇게 수익률을 추정한 결과

Figure 5: 수익률
삼성전자 KG 모빌리언스 효성화학 셀트리온

Date	삼성전자	KG 모빌리언스	효성화학	셀트리온
2018-07-16	-0.009725	-0.001064	0.110697	0.018916
2018-07-17	-0.004353	-0.008556	0.035298	0.006791
2018-07-18	0.015152	0.003217	-0.113097	-0.018783
2018-07-19	0.007491	-0.053889	0.000000	-0.005189
2018-07-20	0.011659	-0.005666	0.053556	-0.010451
2018-07-23	-0.020224	-0.076734	-0.069870	-0.065126
2018-07-24	-0.007555	0.001226	-0.026668	-0.009387
2018-07-25	0.000000	-0.045120	-0.055570	-0.054281
2018-07-26	0.016121	-0.011606	0.055570	0.013851
2018-07-27	0.000000	0.030654	0.074832	0.007828

와 위의 삼성전자 종목의 'Change'를 비교해 보면 육안으로도 10일 간 수익률이 거의 같다는 것을 알 수 있다. 조금 더 구체적으로 살펴보기 위해 삼성전자의 log return으로 구한 수익률과 change의 상관계수를 보면

와 같이 나온는데 상관관계가 매우 높다는 것을 알 수 있다.

각 종목의 시가총액을 기준으로 비율을 구하면

Figure 6: 수익률 추정 방식 간 상관관계

	Change	log_return
Change	1.000000	0.999933
log_return	0.999933	1.000000

Figure 7: 시가총액을 기준으로 한 비율

	삼성전자	KG 모빌리언스	효성화학	셀트리온
weights	0.909392	0.007424	0.01834	0.064845

와 같이 나타난다. 시가총액 기준 삼성전자는 셀트리온의 약 15배이고 셀트리온은 케이지 모빌리언스의 약 9배이다.

5 모형의 결과와 해석

먼저 분석시기에서 각 종목 수익률의 상관계수 행렬은 다음과 같다.

Figure 8: 수익률 상관계수행렬

	삼성전자	KG 모빌리언스	효성화학	셀트리온
삼성전자	1.000000	0.240192	0.237816	0.137600
KG 모빌리언스	0.240192	1.000000	0.213234	0.284963
효성화학	0.237816	0.213234	1.000000	0.151229
셀트리온	0.137600	0.284963	0.151229	1.000000

각 종목의 수익률은 모두 양의 상관관계를 가지고 있는 것으로 나타났다. 즉 분석시기에서 각 종목의 수익률은 동행성을 지니는 것을 알 수 있다. 그러나 그 상관관계가 매우 강하지는 않았다. 개별 종목 중에서는 KG 모빌리언스가 나머지 종목과 평균적으로 가장 강한 상관관계를 지니는 것으로 나타났으며 셀트리온이 가장 약한 상관관계를 지니는 것으로 나타났다.

다음으로 개별 종목의 변동성(volatility)을 살펴본다. BL 모형에서 annualized volatility를 사용하는데 일 단위로 수익률의 변화를 구했기 때문에 daily volatility를 annualized volatility로 환산해주어야 한다. 여기서 annualized volatility는 다음과 같이 구할 수 있다. 즉 daily volatility σ_{daily} 와 주어진 연도의 거래일 P 에 대해 annually volatility σ_{annually} 는

$$\sigma_{\text{annually}} = \sigma_{\text{daily}} \sqrt{P}$$

와 같이 구할 수 있다. 이렇게 구한 annually volatilities는 아래 표와 같다.

Figure 9: 각 종목의 연 단위 변동성

	삼성전자	KG 모빌리언스	효성화학	셀트리온
vol	0.2399	0.30258	0.447667	0.428542

결과를 보면 삼성전자의 경우 연 단위 변동성이 가장 작은 것으로 나타났으며 효성화학과 셀트리온의 경우 연 단위 변동성이 상당히 큰 것으로 나타났다. 다음으로 귀속 초과 균형 수익률(implied excess equilibrium returns)은

Figure 10: 귀속 초과 균형 수익률

	삼성전자	KG 모빌리언스	효성화학	셀트리온
귀속 초과 균형 수익률	0.136435	0.04702	0.065367	0.063611

과 같이 나타났다. 삼성전자의 초과 수익률이 가장 높았을 뿐만 아니라 분석기간 동안 다른 어느 종목의 초과 수익률을 두배로 하더라도 삼성전자의 초과수익률보다 작았다. 또한 눈여겨 보아야 할 점은 KG 모빌리언스와 효성화학 모두 귀속 초과 균형 수익률이 view 행렬에서 예상한 수익률보다 낮았다는 점이다.

이제 view 행렬과 pick 행렬을 통해 기업에 대한 전망을 반영한 각 기업의 사후 기대 수익률을 살펴보자.

Figure 11: 각 종목의 사후적 기대 수익률

	삼성전자	KG 모빌리언스	효성화학	셀트리온
사후 수익률	0.13739	0.048496	0.072263	0.064789

귀속 초과 균형 수익률과 비슷하지만 각 종목 모두 약간이지만 수익률이 상승했음을 알 수 있다. KG 모빌리언스와 효성화학의 경우 미래에 예상되는 수익률이 귀속 초과 균형 수익률보다 높기 때문이라고 생각할 수 있다. 삼성전자와 셀트리온의 경우 수익률이 올라간 이유는 각 종목 간의 수익률이 모두 양의 상관관계를 지니기 때문인 것으로 해석할 수 있다.

마지막으로 BL 모형에 따르면 포트폴리오를 어떻게 구성해야 하는지 확인한다.

위 표에 따르면 삼성전자는 포트폴리오에서 차지하는 비중이 약 91%가 되어야 한다. 삼성전자의 경우 시가총액을 기준으로 한 시장비중이 가장 크면서도 가장 사후적 기대 수익률이 높고 연단위 변동성 역시 가장 낮기 때문에 이러한 결과가 나온 것으로 해석된다.

Figure 12: 귀속 초과 균형 수익률과 사후적 기대 수익률 비교

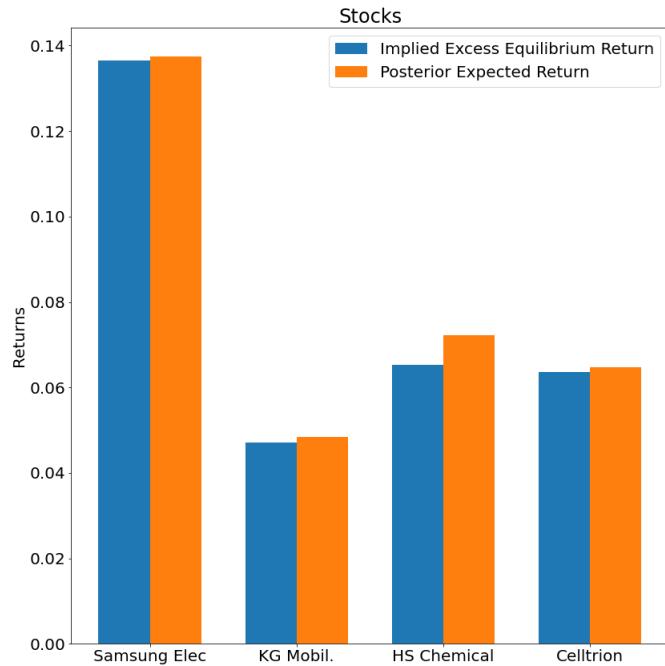


Figure 13: 포트폴리오 구성

	삼성전자	KG 모빌리언스	효성화학	셀트리온
weights	0.909392	0.007424	0.01834	0.064845

흥미로운 점 한 가지는 효성화학과 셀트리온은 변동성, 귀속 초과 균형 수익률, 사후적 기대 수익률 모두 큰 차이를 보이지 않는데 포트폴리오 구성 비율로 따지면 상당한 차이가 난다고 할 수 있다. 그 이유는 아마 삼성전자와의 상관계수 때문인 것으로 추론 할 수 있다. 즉 효성화학보다 셀트리온이 삼성전자와의 상관관계가 더 적기 때문에 위험을 다각화하여 보다 안정적으로 수익률을 확보 하는 데에 도움이 될 것이라는 예측이 가능하다. 따라서 이미 삼성전자가 포트폴리오에서 큰 비중을 차지하는 상황이라면 효성화학을 더 사서 아주 약간의 추가적인 수익률을 추구하는 것보다 셀트리온을 사서 위험을 조금이나마 헛지하는 것이 낫다고 해석할 수 있다.

지금까지의 분석결과는 여러 가지 면에서 한계를 지닌다고 할 수 있다. 먼저 자산 비중이 너무 큰 차이를 보이는 종목을 선정하여 모형의 자산 배분 행태를 정확히 관측하지 못한 점이 아쉽다. 물론 2021년도 반도체 산업의 전망이

좋고 삼성전자의 국내 입지를 생각할 때 포트폴리오를 구성하면서 삼성전자를 제외하기는 어려울 것이지만 ETF로 반도체 영역을 커버했다면 좀더 재밌는 결과가 나왔을 것이다.

다음으로 분석기간의 문제이다. 처음에 경기 반등에 따라 정유 산업에서 큰 초과 수익률을 기대했기 때문에 효성화학을 대상 종목으로 선택하여 분석에 많은 시간을 투자하였다. 그러나 막상 종목을 분석하고 보니 효성화학이 최근에 상장되어 분석기간을 매우 제한적으로 잡을 수 밖에 없었다. 그렇다고 코로나가 종식될 조짐이 보이는 상황에서 2020년의 자료를 추가로 포함 시키는 것도 어색하여 포함시킬 수도 없었다. 롯데케미컬, S-Oil 같은 정유 산업의 다른 유망한 업종을 고려했다면 또 다른 결과가 나왔을 것이다.

6 결론

BL 모형은 귀속 초과 균형 수익률 뿐만 아니라 사후적인 수익률을 고려하여 포트폴리오를 구성하는 데에 기여한다. 결론적으로 분석기간의 자료와 미래에 대한 전망을 고려할 때 삼성전자, 셀트리온, KG 모빌리언스, 효성화학으로 포트폴리오를 구성한다면 BL 모형에 따를 때 삼성전자의 비중이 약 91%가 되어야 한다. 이와 같은 높은 비중은 시가총액을 기준으로 한 높은 비중, 높은 수익률, 낮은 변동성 등을 고려할 때 매우 합리적인 결과로 생각된다. 나머지 자산의 경우 삼성전자와 상관관계가 낮은 종목에 투자하여 위험을 조금이라도 헣지하는 것이 좋기 때문에 셀트리온에 약 6%를 투자하고 효성화학 2%, 그리고 수익률이 낮은 KG 모빌리언스에 1% 미만의 자산을 투자하여야 한다.

References

- [1] Guangliang He, Robert Litterman. *The Intuition Behind the Black-Litterman Model Portfolio*. Available at SSRN 334304 (2002).
- [2] Aditya Vyas. *Bayesian Portfolio Optimisation: Introducing the Black-Litterman Model*.
<https://hudsonthames.org/bayesian-portfolio-optimisation-the-black-litterman-model/>
- [3] 최병선. *이산형 재무모형의 수리적 배경*. (2004).
- [4] 최병선. *금융공학 III: Introduction to Financial Engineering..* (2015).