

회계가 바로 서야 경제가 바로 섭니다

복합금융상품 평가 모형 [K-IFRS 실무사례와 해설]

3. 주가변동성 및 리픽싱

이기복 [삼정회계법인] 2023.7.12.

CONTENTS

01 주가변동성

1. 변동성의 개념과 종류
2. 역사적 변동성 산출 방법
3. 관찰기간 및 관측주기
4. 대용치 계산
5. 변동성 계산 시 KONEX, K-OTC 주가 활용

02 리픽싱

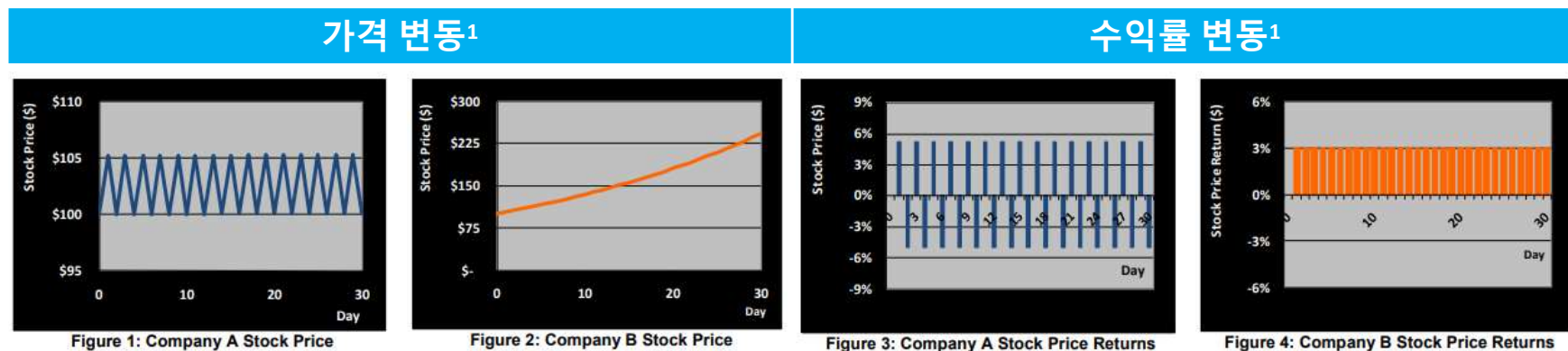
1. 리픽싱의 개념과 유형
2. 경로의존성의 개념과 리픽싱과의 관계
3. 경로의존성 반영이 가능한 수치해석기법
4. 리픽싱 유형 별 적용 가능 수치해석기법
5. 리픽싱 평가 반영 시 추가 고려사항

1. 변동성의 개념과 종류

주가 연계 파생상품 평가 시 변동성은 어떻게 측정해야 하는가?

❖ 변동성의 개념

- 일반적으로 자산의 가격이나 가치가 시간이 지남에 따라 변하는 정도를 나타냄
금융상품 평가 시 적용되는 변동성은 대개 가격 수준 자체보다는 **리턴 또는 수익률에 대한 변동**을 의미함



- 가격 수준만 놓고 보면 전체 기간(30일) 동안 회사 A의 주가는 변동이 없고 B의 주가는 143% 상승. But 일별 수익률에서는 오히려 B의 변동성은 0% 이고 A의 변동성은 81.5% 임. 옵션 평가 관점에서는 수익률의 변동이 높은 A의 주가가 상승할 수 있는 기회가 더 많을 것이라고 예상되어 A 주식을 기초자산으로 하는 (콜) 옵션이 더 높은 가치를 지님

❖ 변동성의 종류

- 내재변동성: 대상회사의 주식을 기초자산으로 하는 파생상품이 시장에서 거래될 때 시장가격과 확률모형을 통해 계산한 이론가격이 등가가 되게끔 해주는 변동성
- 역사적 변동성: 과거 시계열 주가 데이터로부터 수익률의 흩어져 있는 정도를 통계함수를 통하여 계산한 변동성. 이 때 수익률은 주가 프로세스(보통 CRR)의 변동성 term을 고려하여 절대수익률이 아닌 **로그수익률**이 사용됨

2. 역사적 변동성 산출 방법

역사적 변동성을 산출하기 위한 통계적 기법에는 무엇이 있는가?

- ❖ 단순이동평균법(SMA, simple moving average)
 - 수행하기 쉽기 때문에 가장 보편적으로 사용되는 방식임
 - 개별 수익률과 수익률 평균의 편차의 제곱값에 동일한 가중치를 부여하여 분산 및 표준편차를 계산
 - $\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (r_k - \bar{r})^2$ \bar{r} : 평균 수익률

- ❖ 지수가중이동평균법(EWMA, exponentially weighted moving average)
 - SMA와 달리 최근 관측된 편차에 높은 가중치를 부여하여 최근 변화에 더 민감하게 반응하도록 함
 - 소멸계수 λ 파라미터를 이용하여 가중치를 결정하며, Risk Metrics가 리스크량 산출을 위해 과거 주가 변동성 산출 시 적용한 0.94가 많이 사용되고 있음
 - $\sigma^2 = \sum_{t=0}^{\infty} (1 - \lambda)^t (r_{T-t-1} - \bar{r})^2$ T : 현재시점, \bar{r} : 평균 수익률

- ❖ 자기회귀조건부이분산모형법(GARCH, generalized auto regressive conditional heteroskedasticity)
 - 주가는 랜덤워크에 가깝게 움직이지만 주가의 변동성에서는 오늘 높으면 내일 높고, 오늘 낮으면 내일도 낮은 현상을 나타냄 (변동성 군집현상)
 - $GARCH(p, q)$: $\sigma_t^2 = w + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q \epsilon_{t-q}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_p \sigma_{t-p}^2$ ϵ_t : white noise

3. 관찰기간 및 관측주기

변동성 계산 시 관찰기간 및 관측주기는 어떻게 설정하는 것이 바람직한가?

❖ 관찰기간의 설정

- 사용 현황: 평가기관별로 평가대상이나 내부원칙에 따라 다양한 관찰기간을 설정하여 적용

구분	Short Period	Term Match Long Period	Steady State
Period	<ul style="list-style-type: none"> • 180, 250영업일 etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • 평가대상의 잔여만기 • 5년, 10년 etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • 특정기간 없음 • 수렴하는 수준(μ)
권고되는 상황	<ul style="list-style-type: none"> • 조기상환옵션 내재된 RCPS, CB • Long Period에 extra volatile 구간 포함 시 	<ul style="list-style-type: none"> • 만기행사 가능성이 높은 스톡옵션 • Short Period에 extra volatile 구간만 포함되는 경우 	<ul style="list-style-type: none"> • 관찰기간에 따라 variation이 큰 경우 • 수렴하는 장기 평균값이 존재

❖ 관찰기간의 일부 기간 제외

- 주식보상기준서(K-IFRS 1102호 B25) : 미래에 반복하여 발생할 확률이 낮은 비경상적인 이벤트로 인하여 변동성이 확대된 구간이 식별 가능한 경우에 해당 구간을 전체 관찰기간에서 제외할 수 있음
- 비경상적인 이벤트: 대규모 구조조정, 경영권 인수 제안 거부, **신규 비즈니스 론칭, 대규모 투자 유치** etc

❖ 관측주기

- 일별주기: 수치해석 기법의 노드 간격 주기와 별개로 일별 간격의 주가수익률로부터 일 변동성을 산출한 후 연환산계수(보통 246~256)를 곱하여 연 변동성을 계산

4. 대용치 계산

유사상장기업을 이용하여 변동성 계산 시 대용치를 어떻게 산출하는가?

❖ 대용기업의 유사성 판단 기준

	기업규모 시가총액 규모가 작을수록 변동성이 크기 때문에 규모의 유사성을 검토		생애주기 단계 총 사업기간이 짧을수록 변동성이 크기 때문에 영위할 기간이 유사한지를 검토
	자본구조² 부채비율이 높을수록 변동성이 크기 때문에 비율에서 큰 차이가 없는지를 검토		산업 동일한 산업군으로 분류되는지를 검토 (참고) 한국, 국제 표준산업분류(KSIC, ISIC)

❖ 대용기업의 수

- 정해진 rule은 없으나, 복합적인 사업 구조를 지닌 기업이 아니라면 너무 많은 기업을 고려할 경우 유사성이 낮은 기업이 선택될 가능성이 있어서 적정수를 고려

❖ 최종 대용치 계산

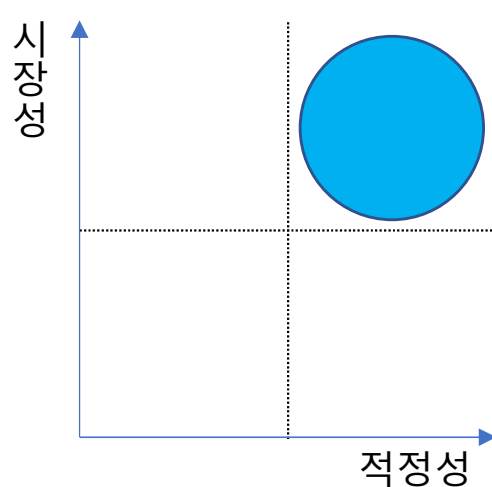
- 1주당 주가: 각 대용기업 1주당 주가의 변동성의 평균값을 우선으로 하되 분산된 분포를 나타낼 경우 중위값(median)을 차선으로 고려
- 전체 지분가치(total equity value): 대용기업의 시가총액을 기준으로 각 기업의 변동성을 가중평균

2. 부채비율이 상이할 경우 유사하진 않지만 대상기업과 해당 비율 차이에 따른 보정작업을 통해 대용기업에 편입시킬 수 있음

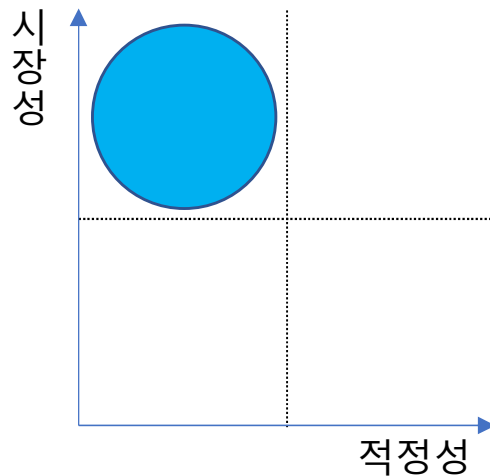
5. 변동성 계산 시 KONEX, K-OTC 주가 활용

KONEX, K-OTC 주가를 변동성 계산 시 직접 활용할 수 있는가?

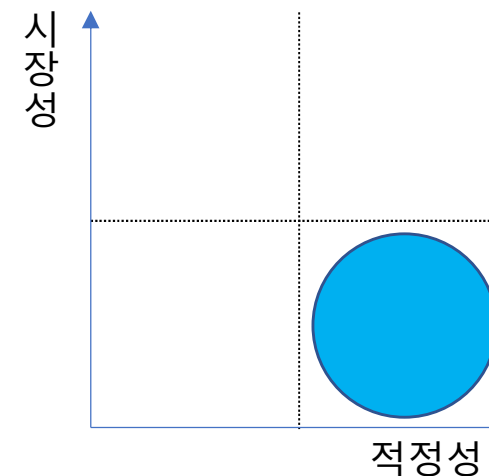
- ❖ 활용 여부를 판단하기 위한 지표 설정
 - 적정성(adequacy): ROE, PER, PBR과 같은 재무성과와 주가의 관계를 나타내는 적정성 지표들이 활성시장에 해당되는 KOSPI, KOSDAQ 내 속한 동종 기업들의 적정성 지표와 비교했을 때 outlier가 아닌 적정 범위 내에 있는지를 판단
 - 시장성(marketability): 거래 주기 및 규모를 고려하여 거래 유동성이 있는지를 판단
- ❖ 적정성과 시장성에 따른 활용 여부 결정



**변동성 계산
활용 가능**



**변동성 계산
활용 불가능**



1. 리픽싱의 개념 및 유형

전환증권에 내재된 리픽싱의 유형은 어떻게 되는가?

❖ 리픽싱의 개념

- 주가가 하락하는 경우 전환사채(CB)의 전환가격이나 신주인수권부사채(BW)의 인수가격을 함께 낮춤으로써 가격을 재 조정하는 프로세스를 의미

❖ 리픽싱 유형

구분	시가하향	시가상향 ³	IPO
상품	상장사 CB, RCPS	상장사 CB, RCPS (사모)	비상장사 RCPS, CB
기준단가	주가(시가)	주가(시가)	IPO공모단가
조정 조건	리픽싱 시점에서의 주가가 직전 전환가보다 하락하는 경우	리픽싱 시점에서의 주가가 직전 전환가보다 상승, 하락 하는 경우	IPO공모단가의 일정 비율을 곱한 값이 IPO 직전 전환가 보다 하락하는 경우
하한(상한)	최초 전환가액의 70% 이상 (정관수정에 따라 액면가)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 상한: 최초 전환가액 ▪ 하한: 시가하향 과 유사 	프리IPO 전환가 또는 IPO 공모가 밴드 하한의 70% * 평가자 설정
이벤트 발생 기간	버뮤단(Bermudan)	버뮤단(Bermudan)	유러피언 또는 어메리칸 * 평가자 설정

3. 금융위의 증발공 개정에 따라 CB는 '21년 12월 이후, RCPS, CPS는 '23년 5월 이후 발행 건에 대해 리픽싱 조항 삽입 시 상향 조건을 의무적으로 포함

2. 경로의존성의 개념과 리픽싱과의 관계

리픽싱 조항과 경로의존성은 어떤 관계가 있는가?

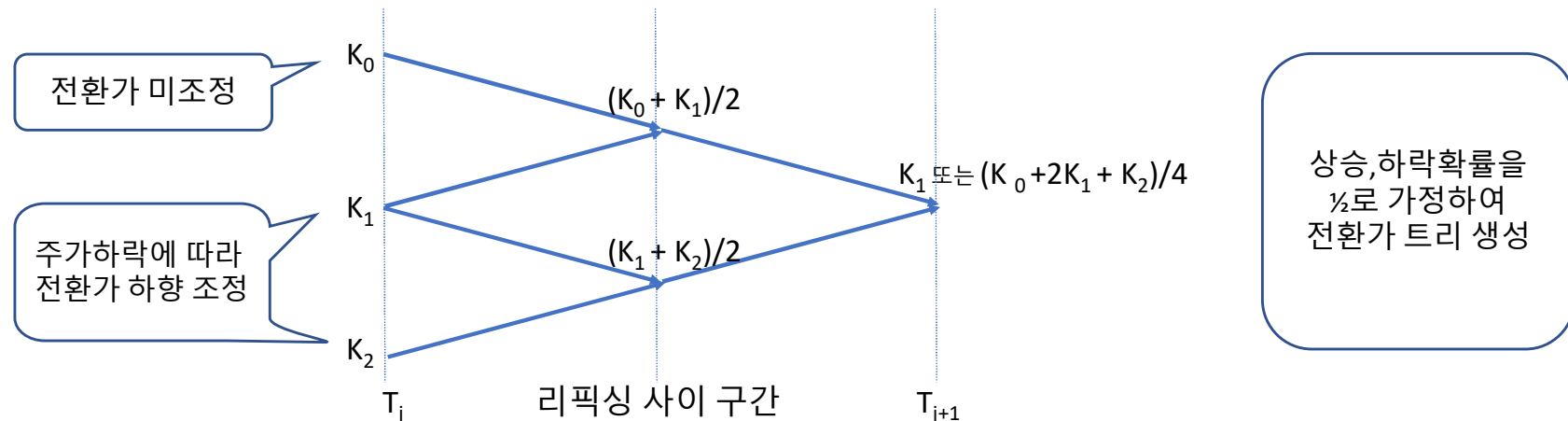
❖ 경로의존성(path dependent)

- 옵션 행사 시점의 기초자산의 가격뿐 아니라 그 이전 기초자산의 가격이 변화해 온 히스토리 (기초자산의 path)에 의해 페이오프가 결정되는 구조를 “**경로의존성**” 속성이 있는 옵션이라고 함
- 예) 아시안(Asian) 옵션: 발행일부터 옵션 행사일까지의 주가의 산술평균값과 행사가액의 차이로 페이오프가 결정
그 외에도 낙인/낙아웃, 룩백, 샤우트 옵션 등이 이에 해당

❖ 리픽싱과 경로의존성

- 이전 T_j 리픽싱 시점에서 전환가액이 어떻게 조정되었느냐에 따라서 $[T_j, T_{j+1}]$ 리픽싱 사이 구간과 이번 T_{j+1} 리픽싱 시점에서의 전환가액이 달라짐 (과거 주가 → 과거 전환가액 변동 → 현재 전환가액 변동 → 현재 Payoff 변동)

* 리픽싱을 고려한 전환가 트리 생성 예제



3. 경로의존성 반영이 가능한 수치해석 기법

경로의존성을 반영할 수 있는 수치해석 기법에는 무엇이 있는가?

- ❖ 전환가액 조정 이항모형
 - 주가 추정 프로세스에서 고려된 확률을 고려하여 주가뿐 아니라 전환가액에 대해서도 트리를 생성
 - 이전 시점의 위, 아래 노드에서의 전환가액에 하락, 상승확률을 고려하여 다음 시점의 전환가액을 결정

- ❖ 몬테카를로 시뮬레이션 + 회귀분석 (LSMC)
 - Longstaff & Schwartz⁴가 어메리칸 주식 풋옵션에 대해 LSMC 기법을 적용한 사례를 소개
 - 이항모형과 달리 기초자산의 과거 History를 반영할 수 있는 기법임 (포워드이션) But 어메리칸 타입의 옵션 가치 산출을 위해서는 보유가치 추정에 대한 추가적인 로직이 필요함 (백워드이션)
 - 보유가치에 대한 기댓값을 추정하기 위해 회귀분석 기법을 추가로 활용함

- ❖ 포워드 슈팅 격자법 (FSGM, Forward Shooting Grid Method)
 - Hull & White가 처음 제시하였고 Kwok⁵이 룩백, 아시안 옵션 등 경로의존 옵션에 해당 기법을 적용한 사례를 소개
 - 이항모형이 주가, 시간의 2차 함수(S, t) 라면 FSGM은 상태 변수를 추가하여 주가, 시간, 상태의 3차 함수(S, t, k)임. 전환가액을 상태 변수로 지정하면서 경로의존성을 고려함

4. Longstaff & Schwartz. (2001). Valuing American Options by Simulation: A Simple Least-Squares Approach. The Reviews of Financial Studies

5. YUE KUEN KWOK & KAWO LAU. (2001). Pricing Algorithms for Options with Exotic Path-Dependence. The Journal of Derivatives.

4. 리픽싱 유형별 적용 가능 수치해석기법

경로의존성을 고려할 때 리픽싱 유형별로 어떤 기법을 적용하는 것이 바람직한가?

유형	(1) 리픽싱 시점	(2) 사이 구간	경로의존성	수치해석기법
시가하향	이전 경로에 영향을 받으며, 리픽싱 하한이 낮을수록 더 커짐	이전 경로에 영향	높음	LSMC, FSGM (A) 이항모형
시가상향	이전 경로에 상관없음 (B)	이전 경로에 영향	낮음	이항모형
IPO (유러피언)	이전 경로에 상관없음	이전 경로에 영향	낮음	이항모형
IPO (어메리칸)	이전 경로에 상관없음 (C)	IPO 이후 모든 시점에서 리픽싱이 가능하여 사이 구간이 없음	無	이항모형

(A) LSMC, FSGM이 시가하향 리픽싱에 내재된 높은 경로의존성의 특성을 보다 잘 반영할 수 있음. But 시장에서 인식되고 있는 리픽싱 효과의 가치와 위 기법으로 평가한 효과의 공정가치 사이에 괴리가 크고 감사인측에서 재현검증을 하기 어려운 부분이 있어서 해당 기법이 지니는 장·단점을 종합적으로 고려하여 사용 여부를 판단할 필요가 있음

(B) 리픽싱 상·하한 범위 내에서 직전 시점의 전환가액과 상관없이 리픽싱 시점의 주가에 의해서 전적으로 전환가액이 조정

(C) 첫 IPO 가능 시점 이후 매 시점 리픽싱이 가능하나 IPO 이벤트는 한 번만 가능하여 이전에 실패한 경우에만 재도전할 수 있다고 가정하여 이전에 성공하여 조정된 상황을 배제

5. 리픽싱 평가 반영 시 추가 고려사항

리픽싱을 평가에 반영할 경우 추가적으로 주의해야 하는 사항에는 무엇이 있는가?

- ❖ 시가하향 리픽싱 - *"하향만 가능한 조건의 정교한 반영"*
 - 리픽싱 시점에서 주가가 상승하는 경우에도 패리티(주가 대 전환가액의 비율)를 무조건 1로 조정하는 관행
 - 시가상향 리픽싱 요건이 새롭게 등장하면서 하락 시에만 조정이 가능한 시가하향 리픽싱의 경우 이를 구분 반영할 필요가 있음
 - 대부분의 시가하향 리픽싱이 가능한 복합금융상품에는 투자자 상환권이 있어서 패리티를 1로 조정하게 되면 리픽싱이 가능한 전환권이 지니는 우위한 권리가 상환권에 의해 발현되지 않는 현상이 발생함
- ❖ IPO 리픽싱 - *"리픽싱 불가 구간 또는 하한 설정"*
 - 리픽싱 상한은 계약서에 명시된 IPO 공모단가에 적용되는 배수의 역수($143\% = 100/70\%$)를 고려하여 설정하거나, 하한에 대해서는 지정하지 않는 경우가 종종 있음
 - IPO 리픽싱은 우선 IPO 성공이 전제되어야 하기 때문에 주가가 너무 낮은 상황에서는 성공은 커녕 IPO 심사청구를 진행하지 않은 관행을 고려하여 리픽싱을 고려하지 않는 것이 더 바람직함
- ❖ 리픽싱 유형 상관없이 공통 - *"추가 희석효과 고려"*
 - 보통주 전환 가능 조건으로 인해 보통 기초주가에 희석효과를 반영(완전희석), 이항모형 적용 시 트리 내에서 전환 가능성이 높은 구간에서 선별적으로 해당 효과를 반영(Payoff 희석반영)
 - 완전희석, Payoff 희석반영이든 리픽싱에 따른 전환가능 주수가 변동한 상황은 아직 반영되지 않았기에 트리 내에서 리픽싱 가능성이 높은 구간에서 선별적으로 해당 효과를 고려하는 것을 검토할 필요가 있음

