

# 하향식 이행리스크 모델링

최광신 전문감독관

금융감독원

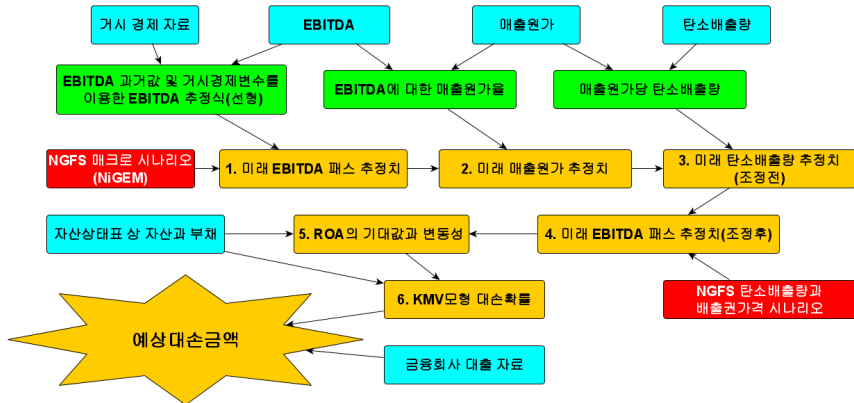
본 자료는 금융감독원의 공식입장이 아니며 발표자의 개인적인  
의견입니다

Oct 5, 2022

# 이행리스크의 개요

- ▶ 이행리스크의 정의
- ▶ 이행리스크 분석의 구성요소: 미래의 거시경제여건, 탄소사용량, 탄소가격을 고려한 시나리오 하에서
  1. 특정 기업의 미래 성장 패스와 탄소 사용량
  2. 탄소배출권의 가격 변화
  3. 위의 요소를 반영한 해당기업의 손익 변화
  4. 손익변화를 고려한 기업대출의 대손확률과 해당 기업에 대한 금융회사의 대출액

# 분석 흐름도



## 이용자료 - Raw Data

- ▶ 거시경제 자료: ECOS 경제성장률 (YoY, 실질, 계절조정)
- ▶ EBITDA, 매출원가: ECOS 기업경영분석
  - 산업섹터별 회계관행의 차이가 미치는 영향을 줄이기 위해 영업이익이 아닌 EBITDA를 이용
- ▶ 자산과 부채: ECOS 기업경영분석
- ▶ 탄소배출량: 한국에너지공단 국가온실가스 배출량 종합정보 시스템 (NETIS)
  - 온실가스 중 탄소배출량만을 분석에 이용했으며, scope 1과 2만 이용
- ▶ 산업분류 코드를 이용해 ECOS와 NETIS 자료를 연결 (제조업: 중분류, 그외 산업: 대분류)

## 이용자료 - 시나리오

- ▶ NGFS의 Current Policies, Delayed Transition, Net-zero 2050의 3가지 시나리오를 분석
- ▶ NGFS 매크로 시나리오(Nigem 기반) 중 GDP성장률(GDP DF), 탄소가스 배출량(EMISSION), 탄소배출권 가격(CARBON)의 세가지 변수를 이용
- ▶ GDP 성장률은 연단위 추정치를 제공하므로 이를 기반으로 연단위 섹터별 EBITDA를 예측
- ▶ 탄소가스 배출량과 탄소가스 배출권 가격은 5년 단위로 제공(2025-2050)하므로 탄소관련 내용을 반영한 조정 EBITDA는 5년 단위로 예측

# 모델링 - 미래 EBITDA 추정

- ▶ 개별 기업이 아닌 산업섹터를 모델링(산업 섹터 내에서 자산 기준에 따라 대기업과 그 외 기업(중견, 중소) 자료로 분류)
- ▶ 연간 자료[2009-2020]를 이용
- ▶ 37개 산업섹터에 대해 2050년까지 추정하는 모형이므로 오버피팅 방지를 위해 간략한 형태로 구축
- ▶ 다음과 같은 풀모델을 출발점으로 BIC기준에 따라 스텝와이즈로 최적화

$$\begin{aligned} EBITDA_t = & \text{SIZE} + GDP_t + EBITDA_{t-1} + EBITDA_{t-1}^2 \\ & + EBITDA_{t-2} + EBITDA_{t-2}^2 + GDP_t * \text{SIZE} + \epsilon_t \end{aligned}$$

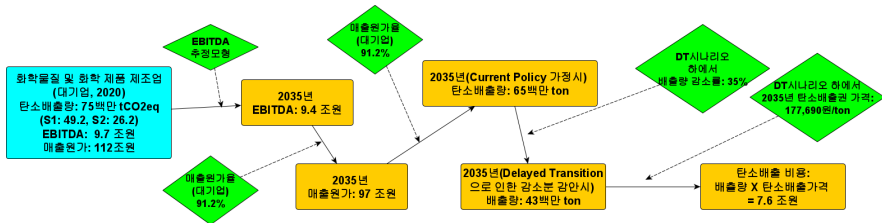
- ▶ 거시상황 반영을 위해 최적화 모형이  $GDP_t$ 와  $GDP_t * \text{SIZE}$  중 적어도 한개 이상을 포함

# 모델링 - 매출원가율과 탄소배출량 추정

- ▶ 산업별 미래 탄소배출량 추정에 이용
- ▶ 탄소배출량은 EBITDA보다는 매출원가에 연동
- ▶ 산업에 따라 EBITDA와 매출원가의 관계가 안정적이고 이 특성이 2050년까지 지속된다고 가정
- ▶ 다음의 4가지 자료를 조합하여 2025년 부터 2050년까지 섹터별 탄소배출량을 추정
  1. 산업섹터별 [매출원가/EBITDA](2009-2020년 평균)
  2. 산업섹터별 매출원가당 탄소배출량(2009-2020년 평균)
  3. 산업섹터별 EBITDA 추정치(2021-2050, 1년 단위)
  4. 시나리오(CP, DT, NZ) 별 전체 산업의 탄소배출량 추정치(2025-2050, 5년 단위)

# 탄소배출량과 탄소비용 추정 - 예시

Delayed Transition 시나리오 하에서 C20(화학제품 제조업)의  
2035년 탄소비용 추정



- ▶ 20년말 현재 매출원가 백만원당 탄소배출량은  $0.673 \text{ tCO}_2\text{eq}$
- ▶ DT시나리오 하에서 전체 산업의 탄소 배출량은 8.28억  $\text{tCO}_2\text{eq}$ (2025) → 5.39억  $\text{tCO}_2\text{eq}$ (2035), 34.8% 감소
- ▶ 가정1: 모든 산업섹터에서 2025년 탄소 배출량은 2020년과 동일
- ▶ 가정2: 같은 산업내에서 대기업과 중소기업의 매출원가당 탄소배출량은 동일





## 탄소가격을 반영한 자산수익률 추정

- ▶ 2031년부터 2035년 까지 수정전 EBITDA를 2020년 현재말 자산으로 나누어 ROA를 구하고 5년간 ROA의 평균값으로 2035년 부도확률 계산을 위한 자산수익률( $\mu$ )을 산출
- ▶ 같은 기간 ROA의 표준편차로 수익률의 변동성( $\sigma$ )을 추정
- ▶ 수정 전 자산수익률( $\mu$ )에 앞서 구한 온실 가스 배출 비용을 차감해 수정 후 자산 수익률( $\mu_{adj}$ )을 산출

$$\mu_{adj} = \mu - \frac{CarbonCost}{Asset_{2020}}$$

# 탄소가격을 반영한 부실확률 추정

KMV 모형을 이용해 해당 산업 섹터의 부실확률을 추정

- ▶ 수정후 자산 수익률 ( $\mu_{adj}$ ), 자산 변동성 ( $\sigma$ ), 2020년말 기준 자산과 부채를 이용해 해당 산업의 Distance to Default를 산출

$$Distance - 2 - Default = \frac{\ln\left(\frac{Asset_{2020}}{Debt_{2020}}\right) + \left(\mu_{adj} - \frac{1}{2}\sigma^2\right) \times 1}{\sigma \times 1}$$

- ▶ 대출기간을 1년으로 가정
- ▶ 2020년말 온실가스 배출량과 손익계산서상 매출원가가 연동되어 있어, 대차대조표 자료인 자산과 부채도 2020년말 값을 사용했으며, 향후 온실가스 배출량조사 값이 업데이트되는 시점에 맞춰 조정

# 금융회사의 손실액 추정

- ▶ 조정된 D2D값을 이용해 산업 섹터별 부실확률을 대기업과 중소기업군으로 나누어 추정
  - 부실확률 =  $Prob(Z < -D2D)$
- ▶ 부실확률은 탄소배출량과 배출권 가격이 존재하는 2025, 2035, 2040, 2045, 2050년에 대해 모두 산출
- ▶ 2021년말 현재 금융회사의 섹터별 대출자료에 부실확률을 적용해 향후 손실 금액을 추정