

메자닌 투자 후보군 선별 및 등급평가 방법론

Mezzanine Candidate Selection & Grading Methodology

※ 본 모델의 주 목적

- 본 Framework의 성능평가는 EX 행사여부가 아니며, ITM 도달가능성, PK 강도, 도달속도 및 M-Grade별로 선별하여 전체 Universe 내 우선검토 후보군을 구조적으로 압축하는 것임
- EX Rate는 최종 투자성과와의 연결성을 확인하기 위한 보조 검증지표

※ M-Grade 정의

- 정의: Completed cohort 내 상대서열 및 등급별 ITM>0 집중도 차이를 나타내는 서열 및 집중도 등급을 의미
- M1~M3: Completed cohort base rate를 상회하는 집중도를 보이는 상위등급
- M4: Review boundary 구간
- M5: 후순위 검토영역

Executive Summary

본 보고서는 메자닌 투자 후보군 선별 및 등급화를 위한 「**risk DEA-dual ML Hybrid Framework**」의 방법론, 검증결과 및 운영지침을 기술한다. 전체 Universe는 발행기준 3,616건이며, EX_End_date 또는 발행일+5Y 관찰상한일 중 먼저 도래하는 시점이 기준일(2026-06-30) 이전인 Completed cohort 2,327건(ITM>0: 1,665건, 71.6%)을 분석대상으로 한다. 나머지 1,289건은 본 방법론에 따라 등급평가 대상으로 분류한다.

[모델 정체성] Final_Score 및 M-Grade는 개별 발행건의 확정적 성공확률(Calibrated probability)이 아니라, 전체 Universe 내 상대적 투자검토 우선순위를 나타내는 서열 압축점수이다. 즉, M-Grade는 특정 발행건의 전환 성공확률을 의미하는 것이 아니라, 과거 동일등급 구간대비 ITM>0 집중도가 Completed cohort base rate를 유의미하게 상회하거나 유사한 후보군(M1~M4)으로, 하회하는 후순위 후보군(M5)으로 해석한다.

Grading process



risk DEA-dual ML Hybrid Mezzanine Selection & Grading Method

- **[1단계] risk DEA(Data Envelopment Analysis) Layer → Final_Efficiency 산출**
 - Formal BCC LP DEA output-oriented 방식 적용
 - Final_Efficiency 산출: 위험대비 전환매력도 및 구조적 효율성
→ Risk definition: 발행자 신용위험 + 개별주식 시장위험 + 상품위험(중도상환)
- **[2단계] dual ML(Machine Learning) Layer → p_M score 및 s_M score 산출**
 - 전환가능기간 내 p_M(내가격 도달가능성 및 PK 강도) + s_M(도달속도)를 평가
 - 발행시점 사전 Feature만 사용하며, 사후 Outcome은 Label 생성에만 사용
- **[3단계] Mezzanine Grade Layer → M1~M4 및 M5(후순위 검토영역) 구분**
 - Final_Score = p_M percentile × (1 + s_M percentile)를 산출하여 Universe를 서열화
 - Completed cohort ITM>0 base rate를 Review 경계로 M1~M4 및 M5로 등급화

[핵심 검증성과] Full-fit 기준(N=2,327) AUC_ITM 0.8063, M1 ITM>0 95.9%, M5 ITM>0 40.0%, 양방향(M1↔M5) 분리폭 55.9%p를 확인하였다. Completed cohort ITM>0 base rate 71.6% 대비 M1은 +24.4%p, M5는 -31.5%p로 양방향 분리가 확인되었다. Rolling 3Y OOS 기준 AUC_ITM은 0.7132로 0.70 이상을 유지하였으며, ITM_ratio_mean, PK_parity_mean 및 EX Rate는 전체 검증구간에서 등급순 단조성을 유지하였다.

Full-fit AUC 0.8063과 OOS 평균 0.7234의 낙폭 0.083은 단순 과적합으로 판단하기보다 Market regime의 변화, 즉 2016~2020 High parity 구간과 2022~2025 Low parity 구간의 차이 및 Rolling 소표본 불안정성 등의 복합효과로 해석된다.

핵심성과 요약

지표	수치	비고
Universe N	3,616건	발행기준 (2016-01-01 ~ 2026-06-30)
Completed cohort N	2,327건	Min(EX_End_date, Issue_Date+5Y) ≤ 2026-06-30
Review Coverage	71.6%	ITM>0: 1,665건 / 대상 2,327건
Full-fit AUC_ITM	0.8063	운용모델 기준 (신규 발행종목 평가에 적용)
M1 ITM>0	95.9%	Full-fit 기준, completed cohort base rate 대비 +24.4%p
M5 ITM>0	40.0%	Full-fit 기준, completed cohort base rate 대비 -31.5%p
M1 ↔ M5 분리폭	55.9%p	Full-fit 기준 양방향 분리
단조성 (全 검증구간)	100%	ITM_ratio_mean, PK_parity_mean, EX Rate 단조성 유지
Final_Score 산식	-	p_M percentile × (1 + s_M percentile)
OOS 평균 AUC_ITM	0.7234	Random split, Stratified K-Fold OOF, GroupKFold, Time split, Rolling 3Y의 AUC_ITM 산술평균
Full-fit ↔ OOS 평균	0.083	Market regime 변화 및 Rolling 소표본 불안정성/복합효과

[Leakage 방어] 1) 사후 Outcome의 Feature 완전 제외, 2) Train fold 내 Label cutoff 생성, 3) Test 내부 Rank 변환 금지, 4) DEA Frontier 고정을 엄격히 적용하였다.

- Final_Score는 Test set 내 별도의 rank 재변환 과정을 거치지 않고, 산출된 percentile 값을 그대로 사용하므로 신규 단건 평가 시 동일 파이프라인을 즉시 적용 가능

Practical Utility and Business Applicability

- Base-rate universe에서의 후보군 선별 및 압축효과**
 - ITM>0 rate: M1 95.9%, Cohort 71.6%, M5 40.0% / Lift: Cohort 대비 1.34x, M5 대비 2.40x
 - 시장효율성(EMH) 하에서 공개 정보만으로 전환가능성을 예측하는 것은 본질적으로 한계가 있으나, 상위 후보군 내 의미 있는 Lift 관찰은 실무적 선별도구로서의 운용 가치를 뒷받침. 또한 M5(후순위 검토영역)에 대한 우선순위 하향조정기능까지 수행
- 채권형 메자닌(CB/BW/EB) 전반으로의 확장 가능성**
 - 전환권, 신주인수권, 교환권 등 유사한 경제적 구조를 지닌 메자닌 상품 전반에 확장 적용 가능
 - BW 및 자기주식 EB의 경우 CB와 동일한 기준을 적용하며, 타사주식 EB의 경우 Credit info는 채권 발행사, Stock info는 주식 발행사 정보를 적용
- 정성적 Screening 비용을 줄여주는 Front-line filter**
 - M-Grade(M1~M5) 구분을 통해 전체 Mezzanine Universe를 사전 분류
 - 신규업체 검토에 필요한 투입시간 및 비용을 절감