

지평 넓히기

변화하는 기후에 직면해 신용 리스크 및 기회 평가하기:
16개 은행 실무그룹의 TCFD 권고사항 시범운영 결과

1부: 전환 관련 리스크 기회

2018년 4월

지평 넓히기

변화하는 기후에 직면해 신용 리스크 및 기회 평가하기:
16개 은행 실무그룹의 TCFD 권고사항 시범운영 결과

1부: 전환 관련 리스크 기회

2018년 4월

차 례

실무그룹의 관점	3
감사의 말	5
고지 사항	6
프로젝트 소개	7
개요	8
1. 서론: 저탄소 전환에 대한 은행의 준비	12
1.1. 기후 시나리오 분석의 필요성 증가	12
1.2. 은행이 극복해야 할 문제	14
1.3. 은행이 마음대로 쓸 수 있는 자원의 활용 및 통합	15
2. 전환 리스크 평가를 위한 통합된 접근방식	17
2.1. 전환 시나리오	21
2.1.1. 전환 시나리오 및 그 토대 이해	21
2.1.2. 전환 리스크 평가를 위한 시나리오 적용	22
2.1.3. 기후 시나리오와 금융 리스크 평가 사이의 격차 좁히기	23
2.2. 업체별 위험 측정	28
2.3. 포트폴리오 종합 평가	30
2.3.1. 전환이 포트폴리오에 미치는 영향과 예상 손실	30
2.3.2. 부도율 (PD) 평가	31
2.3.3. 부도 발생 시 손실 비율 (LGD) 평가	33
3. 접근방식 실행: 은행의 시범운영 에서 얻은 교훈	35
3.1. 전환 리스크 평가 방법의 시범운영	35
3.1.1. 부문 및 세그먼트 정의	35
3.1.2. 세그먼트의 상대적 민감도 평가	38
3.1.3. 차입업체 수준에서의 측정점 결정	40
3.2. 사례 연구와 결과	43
3.2.1. 시범운영 을 위한 전환 시나리오	43
3.2.2. 시범운영 결과	48
4. 전환이 주는 기회: 금융기관의 전략 탐구	56
4.1. 시장 평가	56
4.1.1. 시나리오 분석에 바탕을 둔 기회 평가	56
4.1.2. 세그먼트 시장의 매력 평가	59
4.2. 은행 역량 식별	61
4.3. 가장 잠재력이 높은 기회 구별하기	62
5. 향후 방향: 차세대 전환 리스크 분석 개발	64
다음 발간물: 어클라이머타이즈(Acclimatise)가 개발한 기후 변화의 물리적 리스크 및 기회 평가 접근방식	67
부록 A: 위험요인 경로 만들기	70
부록 B: 참고문헌	73

실무그룹의 관점

오늘날 세계가 직면한 많은 환경 문제, 무엇보다 기후 변화는 하나의 근본 원인, 단기적인 이익만 생각하는 주의(short-termism) 때문입니다. 금융 시장은 지속가능성 실천을 위한 촉매제가 될 수 있지만 그러기 위해서는 보다 장기적으로 봐야 한다고 생각합니다. TCFD 기본틀의 장점은 장기적 영향을 고려하고 정보를 공개하도록 복돋운다는 것입니다. 지속 가능한 발전을 성취하기 위해서는 관점의 변화가 필요합니다. 그렇게 하기 위해 유엔환경계획(UNEP)에서는 금융 업계의 헌신적인 리더들과 기쁘게 협력합니다.

에릭 솔하임(ERIK SOLHEIM)

사무총장

UNEP

RBC는 기후 변화가 우리 시대의 가장 긴급한 문제 중 하나라고 믿으며, 우리는 저탄소 경제로의 전환을 지지하는 데 중요한 역할을 할 수 있습니다. 우리는 기후 관련 공개 모범 사례를 만들고, 기후 관련 리스크 및 기회를 평가하며, 고객들도 이러한 일을 하도록 지원하고 있습니다.

데이비드 맥케이(DAVID MCKAY)

사장 & CEO

캐나다왕립은행

UNEP FI TCFD 시범운영 실무그룹 참여는 기후 변화 스트레스 테스트(stress test)의 여정을 시작하는 시점에서 주요 글로벌 은행 및 기타 전문가와 협력할 수 있는 가치 있는 기회를 제공했습니다. 궁극적 목표는 과학적 시나리오와 기후 리스크 정보를 금융 리스크 관리 기술과 결합해 NAB 대출 포트폴리오의 리스크 및 기회를 심도 있게 이해하는 것입니다. 이를 위해 위험 성향을 알아내고, 저탄소 경제로의 전환을 위한 전략을 세우고, 규제당국, 주주, 기타 이해관계자에 대한 공개를 더욱 투명하게 해야 한다고 생각합니다. 우리의 고객, 규제당국, 지역사회 이해관계자들도 기후 변화 전략을 고려하고 기후 변화에 대응함으로써 혜택을 볼 수 있다고 생각합니다.

데이비드 골(DAVID GALL)

최고위기관리책임자(Chief Risk Officer)

내셔널오스트레일리아은행(NAB)

은행은 탄소 없는 세상으로 가도록 경제를 변모시키는 중요한 주체입니다. 기후 변화 관련 리스크를 고려하는 문제의 중요성을 감안할 때, 소시에테 제네랄은 개방적이고 포용적인 접근방식으로 UNEP FI 실무그룹에 참여하고 있습니다. 이 시범운영은 이러한 리스크를 평가하는 훌륭한 방법을 개발해 소시에테 제네랄이 기후변화 문제를 고려하면서 은행 업계를 이끌 수 있게 해주었습니다.

미칼라 마르쿠센(MICHALA MARCUSSEN)

그룹 수석 이코노미스트

소시에테 제네랄(Societe Generale)

시장이 기후 변화에 적절히 대응하려면, 먼저 기후 리스크와 기회를 평가하기 위한 분석적 기초를 마련해야만 합니다. 이 보고서는 기후 과학, 리스크 관리 관행, 업계의 신용 전문지식을 연계하는 새로운 방법입니다. 이번 시범운영이라는 혁신은 이러한 여러 분야간의 협력이 필요했습니다. 금융서비스 업계의 기후 리스크에 대한 인식 제고는 결국 경제 및 사회 전체에 혜택을 가져다 줄 것입니다. 광범위한 영향력을 추구하는 경영 컨설턴트 기업으로서 이러한 첫 시범운영에 참여함으로써 업계와 사회에 기여하게 되어 영광이며, 앞으로 모든 이해관계자가 지속적으로 노력해 미래 세대들이 혜택을 볼 수 있게 되기를 바랍니다.

존 콜라스(JOHN COLAS)

파트너 & 부회장

올리버 와이만 파이낸셜 서비스 아메리카
(Oliver Wyman Financial Services Americas)

기후 변화는 점점 더 금융회사에 영향을 미치고 있는 추세입니다. TCFD 권고사항은 이러한 영향에 어떻게 대처하고 어떻게 정보를 공개해야 하는지에 관해 통찰을 줍니다. UNEP FI의 시범운영은 중요한 첫 걸음이고, 이 시범운영에서는 해당 부문이 기후 관련 리스크 및 기회에 대한 노출을 평가할 수 있는 방법을 제안합니다.

데니스 파바리나(DENISE PAVARINA)

전무 이사(Executive Director) & TCFD 부의장

브라데스코(Bradesco)

우리는 이 접근방식을 테스트하는 초기 단계에 있으나 이 접근방식은 고객과 기후 관련 리스크 및 기회에 관해 논의하는 데 유용한 정보를 주는 기본틀이 되리라고 예상합니다. 다른 은행과 함께 이 실무그룹에 참여하는 것은 사람과 지역사회가 번영하는 세상을 만든다는 우리의 목적에 부합합니다.

케빈 코발리(KEVIN CORBALLY)

최고위기관리책임자

ANZ

우리는 UNEP FI 실무그룹의 TCFD에 관한 논의를 중요하게 생각하며, 우리의 공개와 보고서에 권고사항을 적용할 최선의 방법을 찾는 데 헌신하고자 합니다. 우리의 목적은 기후 변화 시나리오와 관련해 리스크 및 기회 평가에 집중하면서 고객 및 투자자에게 안전과 투명성을 보장하는 것입니다. 실무그룹은 복잡한 모델과 툴을 다양한 단계에서 조정 하는 유연성을 발휘했고, 이번 시범운영은 저탄소 경제 개발을 향한 우리의 선구적인 정신을 보여주는 기회가 되었습니다.

알렉산드로 브로델 로페즈(ALEXSANDRO BROEDEL LOPES)

최고재무책임자

방코 이타우(Banco Itaú)

기후 관련 금융 공개에 관한 태스크포스(Task-Force on Climate-related Financial Disclosures) 권고사항의 시범운영은 기후 리스크 분석의 모범 사례를 증진하는 데 매우 중요합니다. 나는 우리가 앞으로 금융 및 비금융, 그리고 연구 분야가 함께 협력함으로써 데이터 및 노하우 공백을 메울 수 있으리라고 확신합니다.

리셀롯 아르니(LISELOTTE ARNI)

상무 이사(Managing Director), 환경 & 사회적 리스크

UBS

저탄소 경제로의 전환이 어떻게 포트폴리오에 영향을 미칠 것인지 예상함으로써 우리는 고객에게 관련 리스크 및 기회를 보다 잘 관리하도록 조언 할 수 있습니다. UNEP FI TCFD 시범운영 실무그룹과 협력하면서 바클레이즈는 기후 변화가 금융에 미치는 영향을 이해하는 문제를 해결할 수 있습니다. 이것은 업계가 기후 스트레스 테스트에 대한 접근방식을 탐구하는 장기적 과정의 시작이며 우리는 UNEP FI 및 그 구성원과 계속 협력하면서 솔루션을 찾으려고 합니다.

존 화이트하우스(JON WHITEHOUSE)

정부 관계 & 시민의식 부문 책임자

바클레이즈(Barclays)

이것은 기후 변화가 어떻게 금융 활동에 영향을 미치는지를 이해하는 길에 세운 핵심적인 이정표입니다. 실무그룹은 전세계 금융업계가 사용할 수 있는 UNEP FI의 개방적인 방법의 기초를 형성했습니다. 이러한 공동의 노력에 참여하게 되어 매우 자랑스럽게 생각합니다. 오늘날 겪고 있는 난제들은 그 어느 때보다 큰 공동의 노력이 필요합니다.

안토니 발라브리가(ANTONI BALLABRIGA)

책임 있는 사업 부문 글로벌 책임자

BBVA

기후 변화는 산탄데르 은행의 우선 과제입니다. UNEP에 참여함으로써 기후 변화가 우리의 사업에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 이해할 수 있었습니다. 이 프로젝트를 통해 얻은 기후 변화 리스크 및 기회 평가 정보는 저탄소 경제로 전환하는 과도기에 크게 도움이 됩니다.

페데리코 고메즈(FEDERICO GÓMEZ)

지속 가능성 책임자

산탄데르(Santander)

기후 분석을 금융기관의 업무에 통합하는 것은 똑똑하게 장기 계획을 수립하고 주주들에게 투명하게 보고할 수 있게 하는 긍정적 발전입니다. 또한, 공개적인 방법은 강하고 지속 가능한 글로벌 경제에 기여한다는 씨티의 의지 실현에 도움이 되는 중요한 한 걸음입니다. 우리는 씨티와 업계 동료들이 지금까지 열심히 노력해온 것을 자랑스럽게 생각하며, 앞으로도 계속 협력할 것을 기대합니다.

브랜드 맥헤일(BRANDEE MCHALE)

기업시민의식 이사

씨티(Citi)

TCFD 권고사항 실행에 관한 UNEP FI 시범운영에 참여하는 것은 라보은행의 함께 더 나은 세상 만들기(Growing a Better World Together)라는 사명에 부합합니다. UNEP와 같은 주요 국제기구와 파트너를 함으로써 우리는 기후 변화가 가져온 문제를 해결하는 데 중요한 기여를 하고자 합니다. 우리는 파리 협정 실현을 돕는다는 운영 목표를 가지고 있습니다. 전환 리스크의 적절한 관리가 이러한 헌신의 일부입니다.

바스 뢰터(BAS RÜTER)

지속 가능성 이사

라보은행(Rabobank)

기후 변화 문제를 해결하려면 야심, 헌신, 협력이 필요합니다. 이 시범운영은 UNEP와 전문가 파트너의 도움과 동료 은행의 협력으로 이뤄졌습니다. 우리는 문제를 알고, 전환 리스크를 평가하고, TCFD 권고사항을 실현하는 접근방식을 이해하는데 큰 진보를 이루었습니다. 아직 할 일이 많습니다. 이 중요한 계획에서 계속 파트너들과 협력하기를 기대합니다.

바수키 샤스트리(VASUKI SHASTRY)

사회문제 & 지속 가능성 부문 글로벌 책임자

Standard Chartered

은행이 기후 리스크를 이해하고 통합한다면 전반적인 신용 리스크 및 책임 있는 의사결정을 개선할 수 있습니다. UNEP FI 시범운영은 은행이 기후 변화 관련 리스크 및 기회를 이해하기 위해 향후 노력을 기울이는 데 필수적입니다. 금융 부문이 해결책의 일부이므로 DNB는 시범운영에서 배운 방법을 계속 우리의 일상 활동에 통합할 것입니다.

이다 러너(IDA LERNER)

리스크 관리 부문 그룹 부사장

DNB

TD은행 그룹은 고객에 보다 잘 봉사하기 위해 기후 관련 리스크 및 기회를 파악하는 것이 점점 더 중요해지고 있음을 알고 있습니다. 금융안정위원회의 기후 관련 금융 공개에 관한 권고사항은 중요한 지침이 되고, 일관되게 영향 평가를 할 수 있게 하여 의사결정과 장기 계획 수립에 도움이 됩니다. 이 권고사항을 연구하는 UNEP FI의 시범운영에 참여한 16개 글로벌 은행 중 하나로서 TD는 변명하는 저탄소 경제로의 전환을 지지하는 데 헌신합니다.

안드레아 바락(ANDREA BARRACK)

글로벌 기업시민의식 부문 부사장

TD 은행 그룹

감사의 말

본 시범운영은 UNEP FI가 소집한 16개 은행으로 구성된 실무그룹이 이끌었다.



UNEP FI와 올리버와 이만(Oliver Wyman)에서는 시범운영 동안 가치 있는 연구와 도움, 안내를 제공해준 포츠담기후영향연구소(Potsdam Institute for Climate Impact Research, PIK)와 국제응용시스템분석연구소(International Institute

for Applied Systems Analysis, IIASA)에 감사하고, 지원을 아끼지 않은 국제에너지기구(International Energy Agency, IEA)에도 감사드립니다.



POTSDAM INSTITUTE FOR
CLIMATE IMPACT RESEARCH



International Institute for
Applied Systems Analysis
IIASA www.iiasa.ac.at

저자

- John Colas, 파트너 & 부회장, 파이낸셜 서비스 아메리카 (John.Colas@oliverwyman.com)
- Ilya Khaykin, 파트너, 파이낸셜 서비스 (Ilya.Khaykin@oliverwyman.com)
- Alban Pyanet, 프린서플(Principal), 파이낸셜 서비스 (Alban.Pyanet@oliverwyman.com)
- Jared Westheim, 어소시이트(Associate), 파이낸셜 서비스 (Jared.Westheim@oliverwyman.com)

가치 있는 기여 및 검토:

Jane Ambachtsheer, Edwin Anderson, Douglas Elliott, Ugur Koyluoglu, Alexandria Miskho, Til Schuermann, Evan Sekeris.

시범운영 관리

UNEP FI에서 시범운영을 조직하고 관리했으며 16개 은행의 의견을 조율했다.

주요 관리자: Simone Dettling (simone.dettling@un.org) & Remco Fischer(kai.fischer@un.org)

고지사항

올리버와이만(Oliver Wyman)은 다음 16개 은행: ANZ, 바클레이즈(Barclays), BBVA, BNP 파 리바스(BNP Paribas), 브라데스코(Bradesco), 씨티(Citi), DNB, 이타우(Itaú), 내셔널오스트 레일리아은행(National Australia Bank), 라보은행(Rabobank), 캐나다왕립은행(Royal Bank of Canada), 산탄데르(Santander), 소시에테 제네랄(Société Générale), 스탠다드차타드(Standard Chartered), TD 은행 그룹, UBS로 구성된 유엔환경계획 금융부문(UN Environment Finance Initiative, "UNEP FI") 실무그룹으로부터 은행의 기업 신용 포트폴리오를 위해 기후 관련 전환 리 스크 및 기회를 평가해 달라는 의뢰를 받았다.

올리버와이만, UNEP FI, 실무그룹은 본 보고서 또는 본 보고서에 명시된 조언 또는 권고사항을 토대로 제3자가 취한 조치나 결정에 대해 책임을 지지 않는다.

본 보고서는 투자 조언이 아니며 어떤 당사자에 대한 거래의 정당성에 관한 의견을 제공하지 않는 다. 본 보고서에 표현된 의견은 본 보고서에 명시된 목적을 위해서만 유효하며 본 보고서의 날짜 기준으로만 유효하다. 우리는 본 보고서가 토대로 삼은 제3자가 제공한 정보를 신뢰할 수 있다고 믿으나 이러한 정보에 대해 검증을 하지 않았다. 우리는 이러한 정보의 정확성을 보증하지 않는 다. 올리버와이만, UNEP FI, 실무그룹은 신뢰할 수 있다고 생각한 제3자 정보원에서 가져온 업 계 및 통계 데이터를 본 보고서에서 공개하지만 이러한 정보의 정확성이나 완전성을 보장하지 않 으며 우리는 추가적인 검증 없이 이 정보를 수용했다. 우리는 본 보고서의 날짜 이후에 발생한 시 장 조건, 법 또는 규정의 변화에 대해 책임을 지지 않으며, 우리에게는 그러한 변화, 사건 또는 조 건을 반영하여 보고서를 수정할 의무가 없다.

본 문서는 현재의 데이터, 과거 추세, 가설적인 시나리오를 토대로 한 예측, 예상 또는 가설적인 결과 를 포함하고 있다. 이러한 모든 예측, 예상 또는 가설적 결과에는 리스크와 불확실성이 존재한다. 특 히, 실제의 결과는 비즈니스 전략의 변화, 미래 제품 및 서비스 개발, 시장 및 업계 조건 변화, 만일의 사태의 결과, 경영의 변화, 법 또는 규정의 변화, 기타 통제 불가능한 외부 요소 등, 예측이나 통제가 불가능한 미래 사건의 영향을 받을 수 있다. 올리버와이만, UNEP FI, 실무그룹은 실제 결과 또는 미 래 사건에 책임을 지지 않는다. 올리버와이만, UNEP FI, 실무그룹은 본 보고서에 대한 제3자의 수정, 파생 연구, 방법에 책임을 지지 않는다.

본 발간물은 출처를 밝히는 조건 하에서 교육이나 비영리 목적으로 일부 또는 전부를 복제할 수 있다.

본 발간물에서 사용한 명칭이나 자료 제시는 국가, 영토, 도시, 지역 또는 그 당국의 법적 지위, 또 는 경계선에 관한 유엔환경계획(UNEP)의 의견을 의미하지 않는다. 또한, 본 발간물에 표현된 견 해는 UNEP의 결정이나 정책이 아니며, 본 발간물에 상표명이나 상업적 과정을 인용했다고 해서 UNEP가 그것을 광고한다는 의미가 아니다.

저작권

Copyright ©

유엔환경계획(United Nations Environment Programme), 2018년 4월

본 발간물은 출처를 밝히는 조건 하에서 저작권 소유자의 특별한 허가 없이 교육이나 비영리 목 적으로 어떤 형식으로든 일부 또는 전부를 복제할 수 있다. UNEP는 본 문서를 토대로 만든 발간물 의 경우 그 사본을 보내주는 것을 환영하는 바이다.

유엔환경계획(UNEP)의 사전 서면 허가 없이 재판매나 상업적 목적으로 본 발간물을 사용하지 못한다.

프로젝트 소개

본 보고서는 유엔환경계획 금융부문(UN Environment Finance Initiative, UNEP FI)의 주도 하에 세계 주요 16개 은행이 협력해 금융안정위원회(Financial Stability Board)의 기후 관련 금융 공개에 관한 태스크포스(Task Force on Climate-related Financial Disclosures, TCFD)가 발간한 권고사항을 시범운영한 결과다. 이 협력을 통해 은행들은 TCFD의 권고사항 대로 기후 변화가 기업 대출 포트폴리오에 미칠 잠재적 영향을 평가하는, 시나리오 기반의 접근방식을 개발해 테스트했다. 첫 실행으로서 본 과정의 결과는 TCFD 권고사항을 따르는 장기적인 과정에서 중요한 첫 걸음을 제공하고자 한다.

TCFD 권고사항은 은행이 시나리오 분석을 통해 기후 관련 리스크 및 기회가 은행 사업에 미치는 “실제 및 잠재적 영향”과 어떻게 이러한 영향을 관리할지를 평가하고 공개하도록 촉구한다. 이 기본틀 안에서 기후 리스크는 2개의 리스크 카테고리, 즉 물리적 리스크(physical risk)와 전환 리스크(transition risk)로 나눌 수 있다. 기후 리스크의 이 2개 측면을 평가하기 위해 16개 은행은 실무그룹을 구성해 3개 시나리오(21세기 말까지 세계 평균 온도가 1.5°C, 2°C, 4°C 증가) 하에서 기후 리스크의 영향을 테스트했고, 컨설팅 회사 올리버와이만(Oliver Wyman)과 그 자매회사인 머서(Mercer)가 전환리스크 평가를, 어클라이머타이즈(Acclimatiser)가 물리적 리스크 평가를 도와주었다.

본 보고서는 실무그룹의 협력을 통해 개발한 전환리스크 및 물리적 리스크 평가 방법을 발간한 2부 시리즈의 1부에 해당하며, 저탄소 경제로 가는 전환 리스크에 초점을 맞추고 있다.

세계 주요 경영 컨설팅 회사인 올리버와이만과 투자 관리 컨설팅의 리더인 머서가 본 보고서에 개요를 서술한 방법의 개발을 도와주었다. 올리버와이만은 리스크 관리 및 금융 서비스 부문의 스트레스 테스트에 관한 심층적인 전문지식을 제공했고, TCFD에서 활발히 활동하는 구성원인 머서는 자사의 2015년 “기후 변화 시대의 투자(*Investing in a Time of Climate Change*)” 연구의 기후 변화 투자 리스크 및 기회 평가를 위한 기본틀을 제공했다. 전환 리스크를 평가할 널리 적용 가능하고 엄격한 방법을 개발하기 위해 실무그룹의 각 은행은 지속가능성 팀, 신용리스크 팀, 스트레스 테스트 팀, 파이낸스 팀의 적극적인 참여를 필요로 했다. 16개 은행은 본 보고서에 의견을 제공했고, 6개월간의 협력의 결과 개발된 방법을 계속해서 실험하고 더욱 정교화시키고 있다.

개요

기후 변화의 가장 파괴적인 결과를 피하기 위해서 약 200개 국가가 2015 년 파리 협정¹⁾을 통해 기후 변화에 대한 세계적인 대응을 강화해 “세계 평균 기온의 상승을 산업화 이전 수준에서 2°C 미만으로” 제한하는 데 합의했다. 이 목적을 성취하기 위해서는 저탄소 글로벌 경제로의 전환이 필요하다. 시장의 관점에서 볼 때, 저탄소로의 전환은 새롭고 불확실한 상업적 리스크 및 기회를 의미한다. 기업이 저탄소 경제에 적응하고 이익을 얻고 또 기여하려면 이러한 새로운 리스크 및 기회를 이해하고 평가하고 그 결과 효과적인 전략을 세울 수 있어야 한다.

TCFD 권고사항은 기업과 금융기관에게 **기후 관련 리스크 및 기회를 평가하고 공개할 수 있도록 높은 수준의 일관된 안내**를 제공한다. 이 권고사항은 조직들이 기후 영향 평가에 대해 미래를 내다보는 시나리오 기반의 접근방식을 취하면서 수십년 미래로까지 지평을 넓히도록 요구한다. 이 권고사항을 실행하면 시장 주체들과 정책입안자들에게 새로운 정보원을 창출하고, 자본의 할당에 영향을 미치게 되고, 보다 지속 가능한 저탄소 경제로의 전환을 촉진할 것으로 예상된다.

TCFD는 높은 수준의 안내를 제공하는 한편 다양한 업계가 해당 업계의 구체적인 필요사항과 노출에 가장 알맞은 접근방식, 방법, 시나리오를 개발하고 시범운영하도록 맡기고 있다.

본 보고서는 유엔환경계획 금융부문 (UNEP FI)이 소집하고 올리버와이만이 도움을 제공한 16개 국제 은행으로 구성된 실무그룹이 저탄소 경제로의 전환과 관련한 리스크 및 기회(기후 변화 관련 "전환 관련" 영향) 평가 방법을 개발한 노력을 종합해놓았다. 그러므로, 이 방법은 전환 관련 영향을 평가하는 미래 **시나리오 분석**을 중심으로 TCFD 권고사항에 담긴 전략 요소를 다룬다.

이 방법의 핵심적 목표는 은행이 **기업 대출 포트폴리오(corporate loan portfolios)**에서 전환 관련 노출을 평가하도록 돕는 것이다. 여기서 은행은 저탄소 전환의 잠재적 정책 및 기술 영향에 대해 우려를 품을 수 있지만 동시에 관련 기회를 탐색하고 포착하려는 의지도 있다. 은행이 저탄소 경제로의 전환에서 가장 영향력 있고 강력하게 촉매제 역할을 할 수 있는 것은 바로 기업 포트폴리오를 포함한 대출 활동을 통해서다.

기업 대출 포트폴리오는 저탄소 전환의 기간에 비해 단기적이므로, 은행은 그러한 포트폴리오를 조정할 수 있는 유연성을 가진다. 그러나 은행은 기후 변화의 잠재적 영향 및 기회의 평가를 신속하게 시작해야 한다. 변화가 필요한 경우, 기업 대출 포트폴리오의 노출 및 리스크 프로필을 변화시키는 데는 시간이 걸린다. 리스크 및 성장 전망을 평가하고, 일관된 전략을 개발하고, 고객 기반 프로필을 변화시킬 역량 및 관계를 구축하려면 신속한 행동이 필요하다. 또한, 기후 리스크 및 기회를 이해한 은행은 고객이 저탄소 미래로 전환하는 과정을 도울 수 있다.

이 방법은 기후 변화를 완화시키는 저탄소 정책 및 기술로의 전환이 어떻게 은행의 기업 대출 포트폴리오의 신용 리스크와 상업적 전략에 영향을 미치는지를 알게 해준다. **이 방법은 기후 리스크 및 기회에 대한 의식을 제고해준다.**

전환 리스크 평가

이 평가를 은행이 흔히 수행하는 거시경제적 스트레스 테스트와 비교할 수도 있겠지만, 기후 시나리오 분석 또는 "스트레스 테스트"는 용도가 다소 다르다. 일반적으로 기업 전체의 시나리오 분석으로 정의되는 종합적인 성격의 거시경제적 스트레스 테스트는 1-5년 동안의 자본 필요사항을 평가하고 자본을 관리하기 위해 실시한다. 그러나 기후변화 대응은 몇 십년에 걸쳐 시행된다. 이러한 장기간에 걸친 분석은 은행의 현재 사업이 개연성 있는 기후변화 시나리오에 대해 얼마나 민감한지 민감도를

1) 기후변화에 관한 유엔기본협약(United Nations Framework Convention on Climate Change), "파리 협정," 2015년 12월

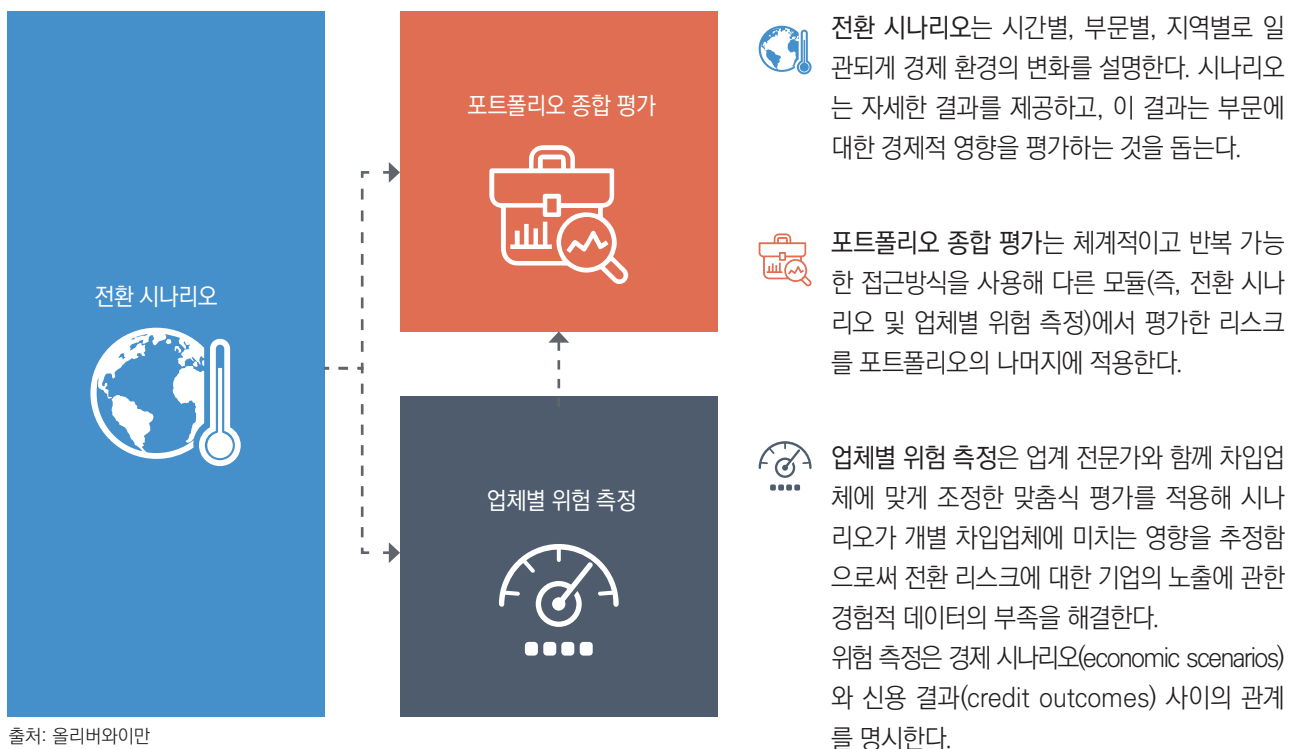
평가하기 위해 실시하는데, 장기간에 걸친 여러 시점에서 평가한다.²⁾ 이 분석은 정확한 예상이 아니라 **민감도 분석으로, 전략 수립 및 포트폴리오 구성에 유용한 정보를 주고, 금융기관이 기후를 충분히 의식하도록 보장해 준다.**

장기적인 기간 외에도 기후 관련 전환 리스크 평가는 금융기관에게 독특한 문제를 제시한다.

- 기후 전환 시나리오가 어떻게 특정 차입업체 및 업계의 신용도에 영향을 줄 수 있는지를 평가하기 위해 이용 가능한 정보가 제한적이다.
- 이러한 넓은 범위의 노력을 실행하려면 조직 내의 상당한 조율이 필요하다. 지속가능성, 신용 리스크, 업계, 스트레스 테스트, 파이낸스, 투자자 관계에 관한 전문지식이 필요하다.
- 마지막으로, 은행 및 시장에 가장 유용하고 유익하기 위해 이 방법은 반복 가능하고, 체계적이며, 일관성이 있어야만 하고, 동시에 데이터가 존재하는 경우 각 기업에 알맞게 조정할 수 있어야 한다.

이러한 문제를 해결하기 위해, 이 방법은 기후 관련 전환 리스크를 정량화하는 가장 적절한 수단을 사용하고 이러한 수단을 전환 리스크 평가를 위한 총체적 접근방식에 통합한다. 이 방법은 2°C 시나리오와 1.5°C 시나리오를 포함해 특정 기온 기반 시나리오의 분석을 중심으로 하지만, 또한 이러한 시나리오를 광범하게 적용할 수 있도록 유연하다. 이 방법은 포트폴리오 수준의 리스크 평가와 차입업체 수준의 리스크 평가를 결합하고 있다.³⁾ 그림 0.1에서 보듯이, 업계별 위험 측정 모듈은 상향식방식으로서 미묘한 차이를 포착하고, 한편 하향식인 포트폴리오 영향 평가 모듈은 이러한 차입업체 수준에서의 영향을 포트폴리오 세그먼트들로 외삽(적용)한다. 포트폴리오 세그먼트들은 전환 리스크에 대해 노출이 균일하다. 그 결과, 포트폴리오 리스크 노출을 추정하기 위해 단지 이름 수준의 분석(name-level analyses) 샘플만 필요하고, 따라서 시간 및 자원 요구사항을 줄여준다. 전환 시나리오의 영향은 부문, 지역, 시나리오에 따라 좋은 것일 수도 있고, 나쁜 것일 수도 있고, 중립적일 수도 있음에 유의하라.

그림 0.1: 전환 리스크 모듈 개요



2) 거시경제적 분석과 기후 시나리오 분석 사이의 자세한 차이 설명은 상자 1 참조.

3) 고려한 대안적 접근방식의 자세한 설명은 상자 2 참조.

이 3개 모듈을 연결함으로써 은행은 전환 리스크 모델링에 내재하는 주요 문제를 해결할 수 있다.

- **전환 시나리오**에서는 다음 몇 십년 동안 부문들 전체에 걸쳐 전환 리스크가 어떻게 펼쳐질지에 관한 가능성 높은 견해를 제공한다.
- **업체별 위험 측정**은 각 은행이 접근방식을 차입업체에 알맞게 조정하여 경험적 데이터의 부족을 극복하면서 신용 결과(credit outcomes)의 변화를 추정하게 해 준다
- **포트폴리오 종합평가**에서는 시나리오와 결합해 구조화된 분석 기본틀을 제공하여 접근방식을 반복 가능하고, 체계적이고, 일관되게 해주며, 은행 전반에 걸쳐 분석과 판단을 조화시키고 통합하게 돕는다.

실무그룹에서는 이 접근방식을 시범운영함으로써 가치 있는 통찰을 얻었다. 특히, 이러한 시범운영은 **여러 시나리오 및 은행의 리스크 노출을 수용할** 수 있는 방법의 필요성을 보여주었다. 예를 들어, 2°C 시나리오를 성취할 길은 여러 가지가 있다. 각 길에 따라 부문이 받는 영향은 크게 달라질 수 있는데, 그 변수는 기저의 시나리오 가정들, 예컨대 광범위한 탄소 포집 및 저장 기술(CCS)의 실현 가능성 등이다. 또, 특정 시나리오에서 은행은 취약점 조사가 더 쉬울 수 있다. 예를 들어, 일부 시나리오에서는 석유 및 가스 부문이 석탄의 빠른 폐지에서 이익을 얻는다. 고탄소 발전(high-carbon power generation) 회사에 스트레스를 주는 이러한 시나리오는 그러므로 단기적으로 석유 및 가스 탐사 및 생산 회사에게는 스트레스를 적게 주게 된다. 이러한 결과는 미래가 어떤 모습일지에 관한 다양한 시나리오 및 시나리오 근거에 사용할 수 있는 방법의 개발이 중요함을 강조해 보여준다. 본 보고서에서 설명된 방법은 기온 기반의 시나리오에 초점을 맞추며 TCFD 권고사항과 부합되게 하지만, 이 방법은 갑작스러운 정책 변화나 획기적인 기술 발전과 같은 **사건을 기반으로 하는 시나리오**에 적용할 수도 있다. 이러한 사건은 단기적으로 은행에 더 큰 리스크로 이어질 수 있다. **은행과 기업이 새로운 환경에 적응할 시간이 더 적을 것이기 때문이다.** 넓게 볼 때, 거시경제적 스트레스 테스트와 마찬가지로, 은행은 자체 취약점을 알아내야 하고 취약점을 조사하기 위해 다양한 시나리오를 테스트해야 한다.

이 접근방식의 시범운영은 또한 여러 이해관계자, 예컨대 은행, 업계 단체, 시나리오 모델링 팀 사이의 **더 많은 협력**의 필요성을 강조해 주었다. 이 협력은 접근방식 및 실행 규칙을 표준화할 수 있게 도와 부문, 지역, 시나리오 등 다양한 차원에서 은행들이 결과를 서로 공개하고 비교할 수 있게 해줄 것이다. 그러면, 물리적 및 경제적 시나리오와 은행이 수행한 평가 사이에 서로 피드백을 줄 수 있고, 리스크 및 기회 평가를 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 더 많고 자세한 시나리오 세부사항이 평가를 향상시킬 것이다.

제안된 접근방식의 주요 장점은 그 적응성이다. **이 방법은 여러 부문, 다양한 시나리오 토대, 여러 리스크 요소 및 기간으로 확장가능하다.** 이러한 유연한 적응성은 은행이 리스크 평가에 대한 접근방식을 더욱 다듬고, 금융 지향적 기후 시나리오 토대가 개발되고, 공개 지침, 보고서, 모범 사례가 점점 개선되는 동안 유용할 것이다.

이러한 종류의 첫 시범운영으로서 이 방법은 향후 개선 작업의 토대가 된다. TCFD 권고사항은 실행규칙이 개선되고, 업계 사람들과 정책입안자, 기후 모델 제작자로부터 새로운 데이터가 나오면서 자연적으로 여러 단계에 걸쳐 실행되게 된다. 이 접근방식이 더 발전할 수 있는 길은 많다. 여기에는 금융기관의 취약성에 맞춘 금융 지향적 전환 시나리오 생성, 차입업체 수준에서의 기후 리스크 분석을 위한 데이터 및 분석 개발, 포트폴리오 영향 평가 방법 개선, 전환 리스크 평가를 조직에 통합하는 것 등이 포함된다.

전환 관련 기회 평가

전환 시나리오는 은행의 신용 리스크를 증가시킬 수 있지만, 또한 **고객 서비스를 증가시킬 수 있는 기회**도 제시한다. 예를 들어, 배기가스가 적거나 온실가스 감소에 기여하는 제품 및 서비스는 보다 경쟁력이 높아지면서 이들의 생산 또는 구매에 대한 용자 수요가 늘어날 수 있다. 이러한 기회는 에너지 효율 기술, 새로운 에너지 생성 및 생산 토대, 낮은 배기가스 제품 및 서비스 또는 저탄소 인프라에 대한 투자를 포함할 수 있다. 은행은 이러한 부문에서의 저탄소 기업 대출 수요 증가를 맞이할 뿐만 아니라 **탄소 집약적인 업계의 고객이 새로운 환경에 적응하도록 도울** 수도 있다.

모든 전략 평가에서와 마찬가지로 기회의 평가도 정량적 또는 통계적 실행 그 이상이다. 미래의 시장 및 경쟁 상황, 그리고 내부 역량에 대해 **정성적 및 정량적 요소 둘 다** 고려해야 한다. 그렇게 하기 위해 이 접근방식에서는 시장에 대한 평가와 금융기관의 장점 및 능력을 비교하고자 한다.

전환 시나리오는 잠재적 저탄소 시장의 기회를 찾아낼 전략을 세울 수 있도록 안내를 해줄 수 있다. 특정 세그먼트 및 부문에서 저탄소 투자 시장의 매력은 2가지 핵심 원인, 즉 정책에 대한 부문의 반응, 그리고 기술 고려사항을 토대로 평가해야 한다.

잠재적 시장의 크기는 기회를 포착하기 위해 분명하게 행동할 만큼 크지 않다. 은행에서는 또한 그러한 시장을 포착할 수 있는 자사의 능력을 고려해야 한다. 실제로 어떤 부문에서 시장 기회를 포착할 수 있는지 심도 있게 이해하기 위해 은행에서는 시장 점유율을 넓히는 3가지 주요 원인, 즉 경쟁 상황, 자신의 위험 성향(risk appetite), 자신의 운영 능력을 평가하여 자신의 역량을 알아야 한다. 궁극적 목표는 시장 평가와 역량을 비교하여 은행에 가장 유망한 분야를 결정하는 것이다.

1. 서론: 저탄소 전환에 대한 은행의 준비

2017년 6월 29일, 기후 관련 금융 공개에 관한 태스크포스(Task Force on Climate-related Financial Disclosures, TCFD)에서는 금융기관 및 기타 기업들이 기후 관련 리스크 및 기회를 자발적으로 공개하도록 하기 위한 일련의 권고사항을 발표했다. 영국의 중앙은행인 잉글랜드은행(Bank of England)의 총재이자 FSB의 의장인 마크 카니(Mark Carney)가 이끄는 G20의 금융안정위원회(Financial Stability Board, FSB)를 대신하여 전직 뉴욕시장 마이클 블룸버그(Michael Bloomberg)가 의장을 맡고 있으며 금융 업계가 이끄는 TCFD에서는 기후 리스크 및 기회 평가를 실행 의제(executive agenda)로 승격시켰다.

권고사항 발표 이후 세계의 많은 주요 금융기관에서 TCFD 권고사항을 이해하고 실행하려는 노력을 해왔다. 250개 이상의 조직에서⁴⁾ 권고사항에 서명을 했고, 프랑스, 스웨덴 같은 국가 정부에서는 TCFD의 목표를 수용했다. 금융기관의 기후 리스크 평가 필요성은 더 이상 이론 수준에 머물지 않는다.

모든 은행의 노력을 촉진하기 위해, 본 보고서에서는 은행 대출 포트폴리오에 대한 전환 리스크 평가 방법을 개발하고 테스트한 협력의 결과를 상세히 설명한다. TCFD에서 상세히 설명한 기후 관련 리스크의 2개 기동 중 하나인 전환 리스크(transition risk)는 저탄소 경제로의 전환과 관련된 리스크이다. 은행의 경우, 전환 리스크는 다양한 방식으로 나타날 수 있고, 결국 차입업체의 건전성 및 대출 포트폴리오의 리스크에 영향을 줄 것이다.

저탄소로의 전환을 자극하기 위해 정부에서는 조치를 취해야 할 것이다. 예를 들어, 탄소 배출 한도 및 거래 시장을 실행하거나 연료 효율 기준을 높이는 등이다. 이러한 조치는 자연적으로 차입업체의 재정 상태에 영향을 줄 것이다. 현재 및 미래의 정책 변화는 예를 들어, 생산을 제한하거나 보다 효율적인 기술에 투자하도록 장려하거나 기업 비용을 증가시킴으로써 기업 재정 영향으로 이어진다. 앞으로 정책은 계속 변화할 것이고 모든 업계에서 일련의 재정 영향을 변화시킬 것이다.

경제가 저탄소 에너지 생산 및 소비, 그리고 저탄소 토지 사용으로 전환 하면서 은행 대출 포트폴리오에서 “승자와 패자”가 나타날 것이다. 기술 개선은 비용 감소로 이어지고 결국 예컨대 재생 가능 에너지와 배터리 저장장치 같은 제품의 업계 시장 수요를 변화시킬 수 있다. 미래에는 기타 기술 혁신이 가능할 수 있다. 그래서 탄소 집약적인 제품의 수요가 갑자기 감소할 수 있다.

기후 변화의 영향이 계속 드러나면서 저탄소 경제로의 전환 관련 리스크는 증가할 것이다. 그러나 이러한 사건들이 은행의 재무 실적에 미치는 영향은 평가하기 어렵다. 은행은 다양한 잠재적 맥락에서 이러한 리스크를 식별하기 위한 기본틀과 새로운 도구들이 필요하다. 이러한 도구는 은행이 노출을 관리하고 전환 리스크에 대응해 포트폴리오를 조정하며 전환 리스크를 적절히 감안하고 전환 리스크를 투자자에게 공개하도록 도울 것이다.

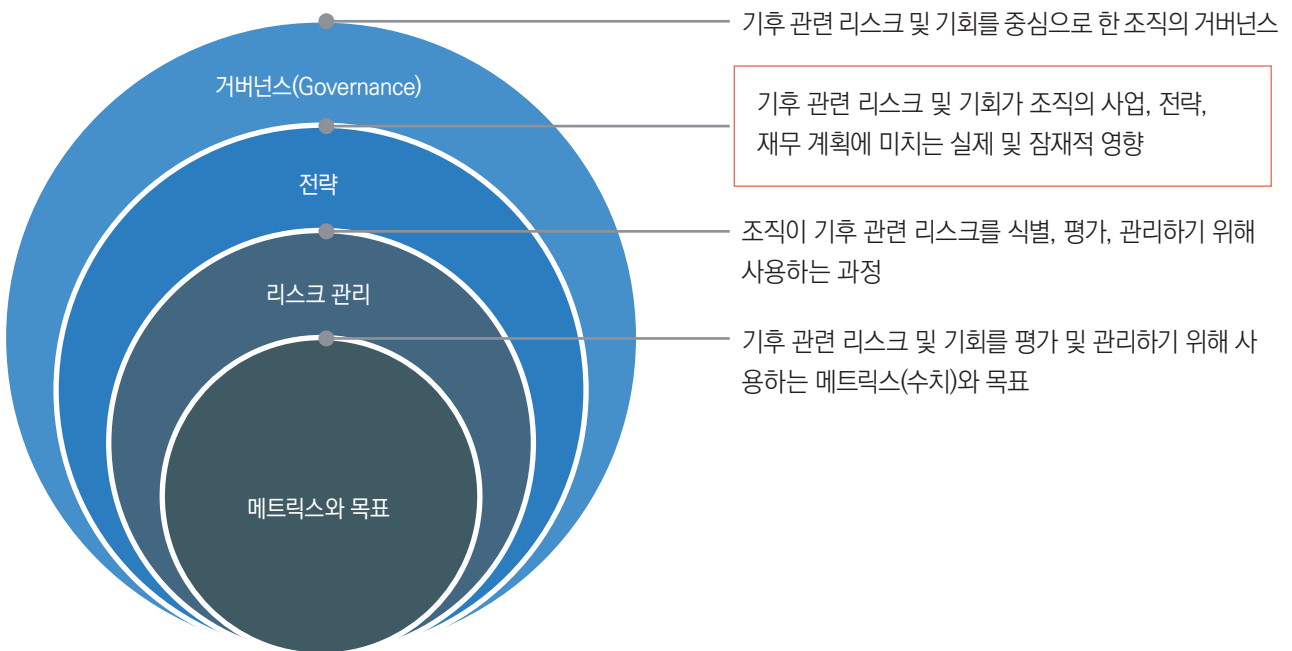
1.1. 기후 시나리오 분석의 필요성 증가

전환 리스크를 평가하기 위해 TCFD에서는 은행에게 시나리오 분석을 수행하라고 권고한다. 시나리오 분석은 저탄소 전환이 실현될 수 있는 세계의 상태가 되면 어떻게 될까, 즉 “만약 - 라면 어떻게”라는 질문에 대한 답이다. 그러므로 시나리오는 정확한 예상 또는 예측 모델이 아니라 미래의 개연성 있는 “가설을 만드는 것”이다. 이러한 분석은 전략적 의사결정 및 미래의 저탄소 전환 관련 영향 이해에 유용하다. 기후 시나리오 분석의 목적은 리스크를 이해 및 공개하고, 의사결정에 필요한 정보를 제공하는 것이다. 기후 시나리오 분석은 TCFD 권고사항의 “전략” 요소의 핵심에 있고(그림 1.1 참조),

4) 출처: TCFD 웹사이트 (2018년 4월 기준)

“전략” 요소는 “2°C 또는 그보다 낮은 온도 시나리오를 포함해 기후 관련 여러 시나리오를 감안하여 (..) 기후 관련 리스크 및 기회가 조직의 사업, 전략, 재무 계획에 미치는 중요한 실제 및 잠재적 영향 정보를” 공개하는 것을 목표로 한다. “2°C 또는 그보다 낮은 기온 시나리오”는 “세계 평균 기온을 산업시대 이전 수준보다 2°C까지만 증가하도록 제한하는 것과 같은” 맥락이다. 시나리오 분석은 “기후 관련 리스크 및 기회를 평가하고 관리하는 데 사용되는 매트릭스(수치)와 목표”(그림 1.1의 TCFD 권고사항의 ‘매트릭스와 목표’ 요소)를 알려줄 것으로 예상된다.

그림 1.1: TCFD 권고사항의 핵심 요소



출처: TCFD, “기후 관련 금융 공개에 관한 태스크포스(Task Force on Climate-related Financial Disclosures)의 권고사항”, 2017년 6월

TCFD는 전환 리스크를 공개하는 일반적인 지침을 제공하지만, 이 권고사항은 명령이나 지시가 아닙니다. 분석 방법, 시나리오 관련 의견, 공개의 상세함에 관한 결정은 금융기관에 맡기고 있다. TCFD 권고사항의 해석 및 실행은 기업의 노력과 창의성을 필요로 한다. 그러므로 은행은 기후 리스크 공개를 만들어낼 기회, 은행이 수행한 분석이 은행 자신, 주주, 시장에 유용하도록 보장할 기회를 지닌다.

그러나 저탄소 경제로의 전환에 대한 시나리오 분석은 그저 정보 공개 그 이상이다. 전환 리스크(transition risk)는 이미 은행 및 은행의 고객에게 일어나고 있는 현실이다. 지난해, 기후 정책은 은행 포트폴리오에 영향을 줄 수 있는 방식으로 발전했다. 중국에서는 국가 주도의 전기 자동차 지원이 관련 기술 비용을 상당히 줄였고, 국가가 휘발유 및 디젤차량을 금지할 의도를 발표했다. 유럽에서는 탄소배출권 거래제(Emissions Trading Scheme)의 탄소 가격이 6년 만에 처음으로 2자리수에 이르렀다. 한편 미국에서는 청정발전계획(Clean Power Plan)이 진행되면 처음으로 발전소에 CO₂ 배출 기준을 부과할 것이다. 잠재적으로 보다 적극적인 정책과 혁신 기술이 은행의 포트폴리오에 미칠 영향을 이해하는 것은 리스크 관리 관점에서 매우 중요하다.

현재 은행들은 기후 리스크를 외면하지 않고 있다. 금융기관들은 이미 특정 기후 취약점을 조사하기 위해 사안별로 분석을 하고 있다. 분석 방법은 특정 대출 평가에서부터 주요 석유 및 가스 기업의 좌초자산(stranded asset)에 대한 노출 여부를 알아내는 것까지 다양하다. 그러나, 포트폴리오 또는 금융기관 수준에서 전환 리스크를 평가하고 재무 손실 리스크를 설명해주는 단일하고 종합적인 접근 방식은 존재하지 않는다.

금융 위기 이래로, 금융기관에서는 수년을 보내면서 팀을 만들고 거시 경제적 스트레스 테스트 능력을 개선하기 위해 리스크 관리 예산을 상당히 증가시켰다. 기후 변화 리스크 측정이 단기간에 은행으로 부터 거시경제적 스트레스 테스트만큼 큰 관심을 받으리라 기대되지는 않지만, 그래도 일련의 분명한 모범 사례를 만들기 위한 개발 과정에는 여러 번의 반복, 실험, 은행들 전반의 공동의 노력이 필요하리라 예상된다. 본 문서는 그러한 모범 사례 방법 구축을 향한 의미 있는 첫 걸음인 시범운영을 설명한다.

1.2. 은행이 극복해야 할 문제

전환 리스크 평가는 전통적인 리스크 평가와 비교할 때 비슷한 점도 있지만 그 고유의 문제를 제시하고 있다. 기후 관련 전환 리스크를 평가하는 종합적인 방법을 개발하기 위해 은행에서는 6가지 핵심 문제를 극복해야만 한다.

첫째, 기후-신용 리스크 관계의 힘을 측정하기 위해 필요한 경험적 데이터가 제한적이다. 은행에서 기후 리스크가 신용 손실에 미치는 영향을 평가하는 데 필요한 과거 데이터가 부족하다. 2°C 실행에 필요한 장기적인 정책 실험을 실시한 전례가 없고, 법적 구속력이 있는 어떤 제한이, 예를 들어 화석 연료에 의존하는 업계를 포함해, 업계의 재정에 미치는 영향을 테스트한 전례도 없다. 그 결과, 전환 리스크를 정량화하는 방법은 전문가의 판단 및 추측에 크게 의존해야 하는 한편으로 여러 시나리오를 가정하며 잠재적 경제 영향을 알아보는 기후 시나리오의 유용하지만 확실하지는 않은 통찰을 최대한 이용해야 한다.

둘째, 긴 기간에 걸치는 전환 영향은 은행이 보통 리스크를 관리하는 방식과는 다른 방식을 요구한다. 전환 영향은 한 세대 이상에 걸쳐 경험하게 될 가능성이 높다. 전환 시나리오에서는 종종 영향이 30-100년에 걸쳐 미치는 것으로 예상된다. 몇몇 전환 리스크는 은행이 보통 사업 계획을 세우고 스트레스 테스트를 하는 기간인 1-5년 안에 현실화되지 않을 수 있다. 신용 전문가는 현재 앞으로 10-20년에 걸쳐 차입업체에게 영향을 줄 수 있는 리스크에 초점을 맞추고 있지 않고, 은행의 기업 포트폴리오 오는 이러한 기간보다 훨씬 짧은 대출 만기를 가지는 경향이 있다. 그럼에도 불구하고, 기업 포트폴리오의 리스크 프로파일은 하룻밤 사이에 변화시킬 수 없다. 다른 시장을 포착하기 위한 리스크 평가, 일관된 전략 개발, 역량 및 관계 구축은 발빠르게 행동해야 한다. 중기 - 장기 모델링 기간이 전략적 계획 수립과 포트폴리오 구축에 유용한 정보를 얻을 수 있게 해주고, 은행에서 저탄소 미래로의 전환을 계획하고 관리하려는 고객을 도울 수 있게 한다.

셋째, 전환 리스크의 영향은 그 방식과 정도가 특정 업계의 부문에 따라 다르다. 자동차 제조와 같은 일부 업계에서는 저탄소 전기차를 일찍 생산한 기업은 전환 시나리오가 실현되는 경우 경쟁 우위를 지닐 것이다. 석탄과 같은 업계의 경우, 탄소 포집 또는 유사한 기술은 정책 관련 비용 및 석탄의 경쟁력 없는 가격을 감안할 때 일시적으로만 수요 하락을 늦출 수 있을 것이다. 이러한 차이로 인해 경제 전체 수준의 시나리오 정보는 전환 리스크 분석에 불충분하다. 전환 리스크 분석이 다루기 쉽고 정확하려면 은행에는 모든 부문에 유연하게 사용할 수 있으면서 동시에 부문별 리스크의 주요 차이를 포착할 수 있는 방법이 필요하다.

넷째, 방법이 공개에 유용하려면 체계적이고 반복 가능하며 일관되어야 한다. 은행에서 사용하는 접근방식은 조직적이고 체계적이며 분석적인 구조를 따라야 한다. 또한 반복 가능해야 은행에서 각각의 평가 또는 경제 부문, 지역, 시나리오에 대해 처음부터 모든 작업을 다시 하는 일이 없다. 마지막으로, 접근방식에서는 부문, 지역, 시나리오 등 다양한 차원에 따라 은행간 비교 가능한 결과를 내야 한다.

다섯째, 은행에서는 전환 리스크 평가를 자체 조직에 맞게 조정해야 한다. 순수하게 일반적이고 하향식인 전환 리스크 분석은 근본적으로 불충분하다. 예를 들어, 높은 수준의 거시 경제적 변수의 차이에만 의존하는 것은 은행별 리스크 노출의 차이를 평가하기에 불충분하다. 하향식 분석은 은행별 포트폴리오 고려사항을 포함하지도 못하고 포트폴리오 구성에 따른 리스크 정도 및 성격에 대한 은행 자사의 평가도 포함하지 못할 수 있다. 전환 리스크 평가에서는 은행 내 전문가의 지식을 반영해 주인의 의식을 높이고 이러한 분석을 사회 주류가 채택하도록 촉진해야 한다. 또한, 각 리스크가 은행에 얼마나 중요한지 (risk materiality)는 종종 은행별 포트폴리오 노출이 다르기 때문에 은행마다 상당히 다

르다. 그러므로 전환 리스크 평가 방법에서 개별 금융기관에 맞춘 조정이 반드시 역할을 해야 한다.

마지막으로, 시나리오 분석을 훌륭하게 수행하려면 조직 전반의 많은 협력을 필요로 한다. 전환 리스크 분석은 은행 전반에서 다양한 업계 전문가, 신용 리스크 전문가, 지속가능성 전문가를 필요로 한다. 이렇게 여러 기능, 주인의식, 거버넌스, 기술이 함께 필요하므로 조율 문제가 발생할 수 있다. 접근 방식은 명확하게 정의된 투입과 결과를 가지고, 은행이 해야 할 일이 너무 벅차지 않게 해야 은행이라는 복잡한 조직 전반에서 실행이 빠르게 된다. 또한, 은행이 금융 공개를 하게 되면, 파이낸스, 전략 기획, 법률, 투자자 관계 등에서 추가적인 전문지식이 필요하게 될 것이다.

1.3. 은행 마음대로 쓸 수 있는 자원의 활용 및 통합

전환 리스크 평가에 대한 이와 같은 여러 과제 앞에서 은행은 마음대로 쓸 수 있는 자원을 가장 잘 활용해 전환 리스크를 평가해야 한다. 이러한 수단은 개별적으로는 한계가 있어 시나리오 분석 필요사항을 해결할 수 없지만, 함께 모여 평가를 위한 의미있는 기본틀을 만든다.

■ **전환 시나리오 모델:** 본 보고서가 전환 시나리오 모델이라고 집합적으로 지칭하는 광범위한 에너지 시스템 모델, 경제 모델 및 통합된 모델은 분석을 위한 적절한 시나리오를 제공한다. 이러한 모델은 전환 리스크가 시간이 흐름에 따라, 부문 및 지역별로 어떻게 변화할지 일관된 그림을 그려줄 수 있고, 리스크 분석의 거시경제적 매트릭스(수치)를 생성해줄 수 있다. 이러한 모델은 기후 변화에 관한 정부간 패널(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 평가 보고서에서부터 부문별 기후 변화 영향 분석에 이르기까지 다양한 연구에 사용되었다. 이러한 장점에도 불구하고, 전환 시나리오 모델은 기업 리스크 분석에서 상당한 한계에 부딪힌다. 모델은 종종 총합으로 본 높은 수준의 에너지-경제 상호작용을 채택하는데, 그래서 기업 또는 업계 수준에서의 시나리오 영향의 구체적인 정량화가 부족하다. 또한, 전환 시나리오 모델은 거시 경제 및 정책 평가 환경에서의 사용을 지향하고 있어 재무 분석을 위해서는 추가적인 해석이 필요하다.

■ **신용 및 지속가능성 전문가:** 은행 내의 신용 및 지속가능성 전문가는 시나리오와 차입업체의 신용 가치 사이의 연관성을 안다. 전문가를 상향식 평가에 이용하는 것은 리스크 관리에서 중요한 전례가 있기 때문이다. 은행의 차입업체 리스크 평가는 사업의 경쟁력을 높이는 금융기관만의 과정이다. 유사한 실행, 예컨대 규제 때문에 실행하는 거시 경제적 스트레스 테스트 역시 전문가의 의견을 반영하는 금융기관만의 리스크 평가를 포함한다. 그러나 전문가의 판단만으로는 일관성이 없는 결과를 낼 위험이 있다. 전문가는 차입업체 수준에서의 리스크 평가를 위해 다양한 미래, 광범위한 방법을 찾아내므로, 부문별 및 금융기관별 비교를 어렵게 한다. 또한, 이러한 평가는 그 자체로 금융기관 수준으로 확장 불가능할 가능성이 높다. 차입업체별 영향 평가로 생성된 업무량을 포트폴리오 전체에 적용하면 그 업무량은 전문가가 감당하기에 너무 많을 수 있다.

■ **마지막으로, 검증된 여러 신용 리스크 모델링 기술이 시나리오와 신용 리스크 사이의 연관성을 확립하는 데 도움이 될 수 있다.** 과거 몇 십년간 은행 리스크 관리 기능은 크게 확장되어 금융기관의 다양한 리스크를 평가 및 관리하는 방법, 도구, 기본틀이 마련되었다. 특히, 금융위기 이래로 전세계의 규제당국은 은행에게 발전된 스트레스 테스트 인프라를 구축해 체계적이고 거시 경제적인 충격 및 개별 은행에 일어나는 충격을 견뎌내도록 촉구했다. 이러한 스트레스 테스트는 시나리오 분석과 차이점은 있지만, 모두 가설적인 시나리오가 시간의 흐름에 따라 펼쳐지면서 은행에 미치는 영향을 고려한다는 점에서 유사하다(거시 경제적 시나리오 분석과 기후 시나리오 분석 사이의 차이점에 관한 자세한 내용은 상자 1 참조). 그러나 이러한 기술을 전환 리스크에 적용하려면 추가적인 노력이 필요하다. 이러한 기본틀은 기후 리스크 원인(climate risk driver)과 차입업체의 신용가치를 연결시키기 위해 새로운 데이터 소스와 수정된 개념이 필요하다.

이러한 도구는 모두 결합해 그 장점을 최대한 이용하고 부족한 점을 보완할 수 있어야 한다. 다음 섹션들에서 개요를 설명한 방법에서는 위에서 설명한 3가지 도구를 통합함으로써 전환 리스크를 해결하는 방법을 알아낸다. 이 접근방식을 통해 은행은 마음대로 사용할 수 있는 도구를 사용해 상당한 범위의 전환 리스크 평가 임무가 제시하는 문제를 극복할 수 있다.

상자 1: 기후 시나리오 분석

거시 경제적 시나리오 분석과 기후 시나리오 분석의 차이점 이해

거시 경제적 스트레스 테스트와 기후 시나리오 분석 사이에는 분명한 유사점이 존재한다. 둘 다 시나리오를 사용하고, 기업 수준에서의 리스크를 추정하기 위해 수행된다. 이러한 높은 수준의 유사점에도 불구하고 거시 경제적 리스크 평가와 기후 리스크 평가는 상당히 다른 특징이 많다. 그 범위, 기간, 리스크 평가의 쓰임새가 크게 다르다.

2008년 세계 금융위기 이래로 “스트레스 테스트(stress testing)”라는 용어는 일반적으로 기업 전반의 종합적인 시나리오 분석을 뜻하는 것으로 사용되어왔다. 이러한 분석에서는 특정 충격에 대한 은행의 회복력을 테스트하기 위해 일련의 거시 경제적 시나리오 하에서 손익계산서 및 대차대조표의 요소들 중 대부분을 추정한다. 거시 경제적 스트레스 테스트는 일반적으로 2~5년 기간의 자본 필요사항 추정 및 자본 관리 계획 수립을 목적으로 하며, 규제당국의 지시를 따른다는 맥락에서 사용한다.

그러나 기후 시나리오 분석은 주로 자본 관리를 위한 실행이 아니다. 거시 경제적 스트레스가 단지 몇 년 기간을 가정한다면, 기후 관련 전환 리스크는 수십 년에 걸쳐 실현될 것이다. 이러한 기간 동안 은행의 포트폴리오와 자본 구조는 변화하여 상당한 불확실성을 가져오고 전환 관련 자본 필요사항 분석은 아주 관련이 없지는 않으나 부차적인 것이 될 것이다.

기업 포트폴리오의 변화를 기계적으로 예상해 자본이 충분한지를 평가하려고 시도할 수도 있을 것이다. 그러나, 포트폴리오 변화 및 리스크 평가에 관한 개별 금융기관만의 많은 가정(assumption)이 주는 영향은 기후 전환 시나리오

의 영향을 무색하게 해버릴 가능성이 높다. 이것은 분석의 결과를 이해하고 해석하는 능력에 부정적인 영향을 미칠 것이다 (이러한 능력은 기후 리스크보다 예상되는 포트폴리오 관리 조치에 의해 더 많이 영향을 받기 때문이다). 이러한 종류의 가정은 또한 은행들 사이의 호환성을 막아 금융기관들이 표준화되고 일관성 있는 공개를 할 수 있는 능력을 줄인다.

본 실무그룹의 견해로는, 이러한 기계적 예상으로 현재의 자본 기반이 충분한지 아닌지를 평가하지 말고, 은행의 현재 포트폴리오가 기후 전환 시나리오에 대해 얼마나 민감하게 영향을 받을지, 민감도를 이해하고 평가하면 유용할 것이다. 현재의 비즈니스 프로필에 대해 예상되는 영향을 포착하는 것은 전략적 계획 수립 및 포트폴리오 구성을 촉진할 수 있다. 다시 말해, 본 실무그룹에서는 기후 시나리오 분석을 현재의 자본 관리 분석을 위해 수행하는 총체적인 스트레스 테스트가 아니라 “만약 -라면 어떨까(what-if)”라는 전환시나리오, 또는 “민감도 분석”으로 본다.

기후 시나리오 분석을 이해한 후에도 은행에서는 대안적인 포트폴리오 구성을 테스트하거나 전략적 계획 수립을 위한 역동적인 포트폴리오를 모델링할 수 있다. 두 실행 모두 본 문서에서 개요를 설명한 현재 포트폴리오 종합평가(전체 포트폴리오가 받을 영향 평가)와 동일한 방법을 사용할 수 있다.

그리고 물론, 개선된 금융 공개는 이해관계자들에게 유용한 정보를 제공해주고, 공개적인 금융 시장(public financial market)에서는 중요한 피드백을 제공할 것이다.

2. 전환 리스크 평가를 위한 통합된 접근방식

제안된 전환 리스크 평가 방법에는 그림 2.1에서 보는 것처럼 3개의 통합된 모듈이 포함된다.

그림 2.1: 전환 리스크 모듈 개요



출처: 올리버와이만

각 모듈에는 이 방법에서 전환 리스크를 평가하는 데 각자의 목적이 있다. 3개 모듈은 함께 모여 전환 리스크 평가를 위한 총체적인 접근방식을 형성한다.

■ **전환 시나리오:** 전환 시나리오에서는 시간별, 부문별, 지역별로 변화하는 경제 환경을 일관되게 설명한다. 각 전환 시나리오에서는 상세한 결과를 제공하고, 이 결과는 부문에 대한 경제적 영향을 평가하는 것을 돕는다. 전환 시나리오 모델의 변수들은 리스크가 부문 수준 및 지역 수준에서 시간의 흐름에 따라 어떻게 변화하는지를 결정하는 데 사용된다. 시나리오에서는 전문가가 업체별 위험 측정 동안 금융기관별, 지역별, 부문별 전환의 영향을 평가하기 위해 사용하는 일관된 기준점(reference point) 및 공통의 매개변수를 제공한다. 시나리오 변수는 또한 직간접적 배출 비용, 수익 변화, 필요한 저탄소 투자 등의 기업 신용 리스크 원인을 나타내는 “위험요인 경로(risk factor pathways)”로 요약된다. “위험요인 경로”는 시나리오 모델 결과의 경제 부문별로 차별화되고, 맞춤형 민감도를 통해 보다 작은 세그먼트별로 다시 차별화된다. 포트폴리오 영향 평가에서 이러한 “위험 요인 경로”는 업체별로 측정된 위험을 포트폴리오 전체로 적용 가능하게 해준다.

■ **업체별 위험 측정:** 업체별 위험 측정에서는 업계 전문가와 차입업체에 맞게 조정한 맞춤형 평가를 사용해 개별 차입업체에 대한 시나리오의 영향을 추정함으로써 전환 리스크에 대한 기업 노출의 경험적 데이터가 부족한 것을 해결한다. 위험 측정에서는 기후 시나리오와 신용 결과 사이의 관계를 명시한다.

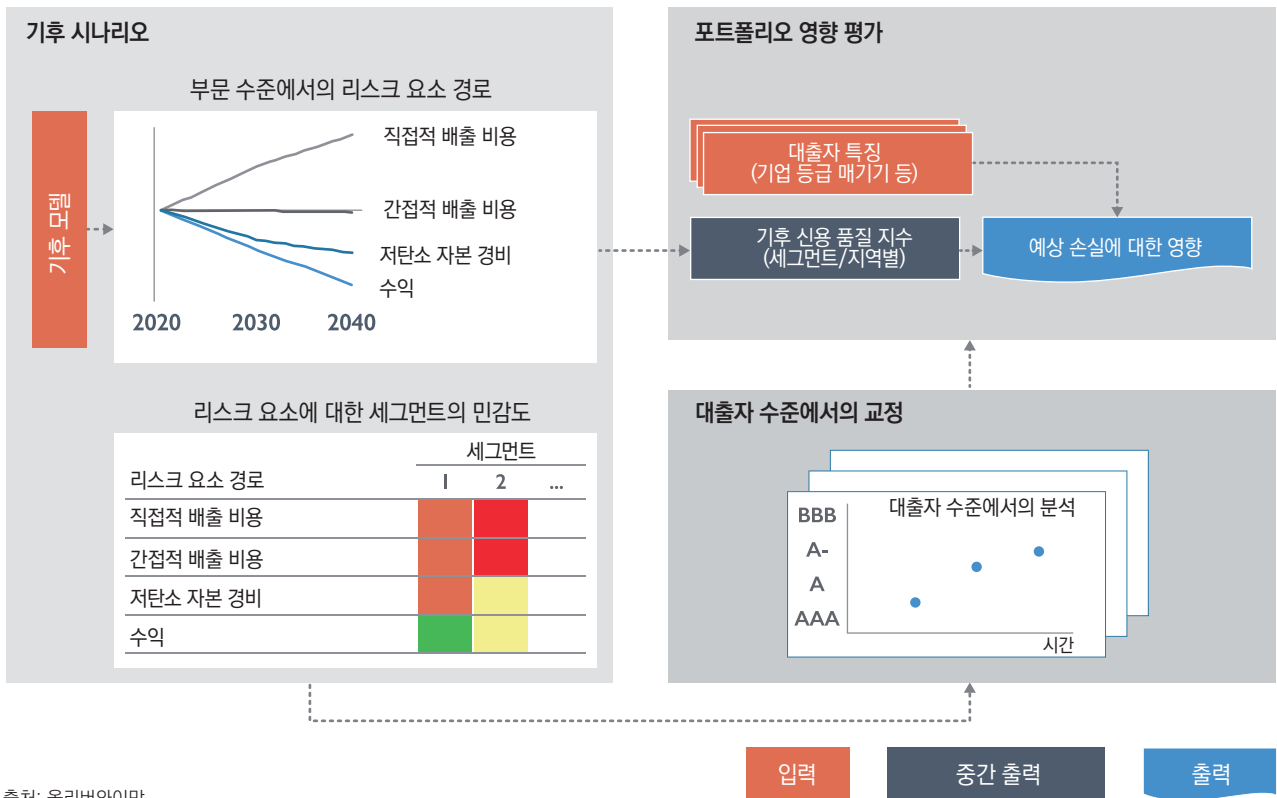
업체별 위험 측정에서는 시나리오 변수를 토대로 하여 전문가의 판단과 사내 신용 리스크 측정 도구를 사용해 특정 차입업체의 부도율에 대한 변화를 평가함으로써 정보 공백을 메운다. 이 평가는

정량적 및 정성적 고려사항을 통합해 시나리오에서 차입업체의 신용가치에 미치는 영향의 정도를 알아내는 주요 기초를 제공한다. 이 분석의 담당자는 몇몇 사례에 대해서만 분석을 수행하여 업무량이 너무 많지 않게 한다.

■ **포트폴리오 종합평가:** 포트폴리오 종합 평가에서는 체계적이고 반복 가능한 접근방식을 사용해 다른 모듈이 평가한 리스크를 포트폴리오의 나머지에 적용한다. 포트폴리오 종합평가에서는 업체별 위험 측정으로부터의 상향식 전문가 판단과 시나리오 모델이 제공하는 하향식 매개변수를 결합하는 구조화된 정량적 방법을 제공한다. 일부 차입업체로 이루어진 차입업체 샘플의 신용가치의 변화는 위험요인 경로와 측 정점(calibration point)과 머턴(Merton)⁵⁾ 타입의 기본틀에서 도출한 “기후 신용 품질 지수(climate credit quality index)”를 사용해 포트폴리오 전체로 적용된다.

제안된 접근방식의 개요는 그림 2.2에 도식화되어 있다.

그림 2.2: 제안된 방법 개요



출처: 올리버와이만

이러한 모듈을 결합함으로써 제안된 방법에서는 전문가의 지식을 차입업체에 대한 전환 영향으로 바꾸는 일관된 구조를 제공하고, 한편 전문가의 판단을 기준 시나리오(현재의 정책이 계속될 경우의 4°C 상승 시나리오)와 굳건히 연결한다. 다시 이러한 판단은 분석이 일관되고 반복 가능하며 체계적일도록 보장하는 방식으로 신용 리스크 평가 방법을 사용해 부문 전체로 확장된다. 그러므로 이 방법은 부문 수준에서의 모델링과 차입업체 수준에서의 모델링의 혼합이다(모델링 옵션에 대한 자세한 내용은 상자 2 참조). 전문가의 판단은 분석의 여러 구성요소에 적용되지만, 이 접근방식에서는 전문가에게 과중한 부담을 주지 않고 전문가의 판단을 구조화되고 반복 가능하며 투명한 방식으로 통합한다.

각 모듈을 연결함으로써 은행은 표 2.1에서 보는 것처럼, 전환 리스크 모델링에 내재한 주요 문제를 해결할 수 있다(1.2 섹션에서 설명).

5) Merton, Robert C., 1974, 기업 부채의 가격설정에 관해: 이자율의 리스크 구조(On the Pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates), 금융저널(Journal of Finance) 29, 449-470

표 2.1: 은행 전환 리스크 평가 관련 문제

문제	해결책	관련 모듈
부족한 경험적 데이터	■ 부문 수준에서의 전환 리스크(transition risk)에 대한 개연성 있는 견해를 예상하는 전환 모델 결과(transition models output)를 제공한다. ■ 전문가 판단을 활용해 시나리오 영향에서부터 차입업체 영향 및 세그먼트 영향까지, 영향 평가에 유용한 정보를 제공한다.	■ 전환 시나리오 ■ 업체별 위험 측정
장기간에 걸친 리스크 분석	■ 시나리오를 사용해 리스크 요소가 어떻게 장기간에 걸쳐 변화할 수 있는지 보여 준다	■ 전환시나리오 ■ 업체별 위험 측정
부문과 리스크 사이의 다양한 관계	■ 지역별 및 부문별로 기후 시나리오 모델을 이용한다. ■ 해당 세그먼트에 맞게 조정한 민감도를 통해 세그먼트별로 리스크를 더욱 차별화 한다.	■ 전환 시나리오
체계적이고, 일관되고 반복 가능해야 함	■ 전문가 판단을 위한 일관된 기초를 제공하고, 포트폴리오 영향을 획득하기 위한 표준화된 방법을 제공한다.	■ 포트폴리오 종합 평가 ■ 전환 시나리오
은행 요건에 맞추어야 함	■ 전문가 판단 및 은행별 리스크 방법을 바탕으로 차입업체 수준에서의 리스크 정도를 평가하게 한다.	■ 업체별 위험 측정
조율을 개선해야 함	■ 기준 시나리오(현재의 정책이 계속될 경우의 4°C 상승 시나리오)와 구조화된 분석 방법을 사용해 은행 전반의 판단을 조율하고 통합한다.	■ 포트폴리오 종합 평가 ■ 전환 시나리오

다음 섹션에서는 방법의 이 3가지 모듈을 보다 자세히 살펴보겠다.

상자 2: 전환 리스크 모델링: 하향식 또는 상향식?

방법을 개발하는 동안 여러 대안적인 전환 리스크 평가 접근방식이 고려되었다. 각 방법에서는 서로 다른 관점에서 전환 리스크에 접근하면서 서로 다른 실행 가능성 및 분석적 탁월함의 정도를 제공한다. 하향식 또는 상향식으로 카테고리가 구분된 다음 3가지 주요 방법이 고려되었다.

하향식 접근방식 :

- 거시 경제 수준에서의 모델링 : 국가 수준의 변수를 통해 기후 시나리오가 대출 장부(loan book)에 미치는 영향 평가, 거시 경제적 스트레스 테스트와 유사
- 부문 수준에서의 접근방식 : 경제 부문들의 실적을 통해 기후 시나리오가 대출 장부에 미치는 영향 평가

상향식 접근방식 :

- 차입업체 수준에서의 분석 : 기후 시나리오가 차입업체 수준에서 은행 재정 또는 신용 리스크 요소에 미치는 영향 평가

거시 경제 수준에서의 모델링에서는 전환 리스크의 작은 차이들이 포착되지 않았기 때문에 맨 처음 제외되었다. 전환 리스크는 전반적인 경제의 영향보다 부문들 전반에 걸쳐, 또 부문 내에서 분배 효과 (distributional effect)가 더 클 수 있기 때문에 거시 경제적 분석은 이러한 리스크를 효과적으로 포착하지 못했다.

부문 수준에서의 접근방식에서는 부문 수준에서의 분배 효과를 포착했다. 그러나 하향식 접근방식으로서 한 부문 내에서 포착해야 하는 차이를 포착하지 못했고, 차입업체 수준에서의 특징을 반영하고 효과적으로 차별화하지도 못했다.

종합적인 차입업체 수준에서의 분석에서는 그러한 작은 차이를 포착할 수 있었다. 그러나 이러한 유형의 접근방식은 개발 및 실행이 어려웠다. 첫째, 차입업체의 종합적인 기후 리스크 평가, 예컨대 기후 회복력 지표는 현재 존재하지 않고, 차입업체 수준에서의 해당 속성 데이터(attribute data)도 제한적이고, 특히 규모가 작은 비상장 기업의 경우에 그렇다. 또한, 전환 시나리오를 신용 등급 모델(credit rating model)에 직접 연결하는 것은 상당히 어렵다. 이러한 신용 등급 모델에서는 일반적으로 배출 및 에너지 시스템 변수를 입력값(input)으로 사용하지 않고, 전환 시나리오 모델에서는 아직까지 신용 등급 모델이 사용하는 유형의 변수를 생산하지 않는다는 점을 감안하면 그렇다. 현실에서, 상향식 분석에서는 현재 포트폴리오의 많은 부문에 대해 광범위한 사례별 평가를 요구한다. 이러한 광범위한 작업량은 분석가에게 과중한 부담을 주고 일관성을 떨어뜨릴 위험을 증가시켰다.

제한된 전환 리스크 평가 방법은 부문 수준에서의 모델링 및 차입업체 수준에서의 모델링의 혼합이다. 상향식 업체별 위험 측정은 차입업체별 차이를 포착한다. 하향식 포트폴리오 종합평가는 차입업체 수준에서의 정보를 전환 리스크에 대한 민감도가 균일한 세그먼트들로 적용시킨다. 현실에서는, 부문 노출을 결정하는 데 단지 “수동으로(manual)” 작업하는 차입자 수준에서의 분석 샘플만 필요하여 분석 시간 및 자원을 줄이고 한편으로 분석의 무결성(완전성) 및 정확도를 유지한다. 또, 동일한 토대에서 나온 여러 기후 전환 시나리오를 실행하거나 포트폴리오에 새로운 차입업체를 더할 때는 제한적인 수동 개입이 필요하다.

이러한 3가지 방법 및 그 평가는 아래 그림에 요약되어 있다.

	거시 경제 수준	부문 수준	차입업체 수준
설명	■ 국가 수준의 변수를 통해 기후 시나리오가 대출 장부에 미치는 영향 평가	■ 경제 부문의 실적을 통해 기후 시나리오가 대출 장부에 미치는 영향 평가	■ 기후 시나리오가 대출 수준에서의 재정 또는 신용 리스크 요소에 미치는 영향 평가
하향식 vs. 상향식	하향식	하향식	상향식
실행 가능성 및 평가	■ 모든 전환 리스크 신용 영향을 효과적으로 포착하지 못함. - 예: □ 부문의 집중(concentration) □ 자산 가치에 미치는 효과 (예: GDP는 흐름/활동을 측정하고, 주식(stocks)/가치를 측정하지 않음) □ 생산 능력 재분배의 결과	■ 주요 전환 민감도는 주로 부문별로 구분되므로 주요 전환 민감도를 포착할 것으로 예상	■ 차입업체에 대한 종합적인 기후 리스크 평가가 존재하지 않음 ■ 해당 속성 데이터 부족 기후 시나리오를 기존 신용 리스크 모델에 직접 연결하기 어려움

보다 상세함

부문 수준에서의 모델링과 차입업체 수준에서의 모델링의 혼합을 통해 기후 리스크를 포착할 수 있다

2.1. 전환 시나리오

2.1.1. 전환 시나리오 및 그 원천 이해

전환 시나리오는 연구가, 정책입안자, 그리고 점점 더 많은 기업들이 세계가 어떻게 특정 기온 상승의 결과를 성취할 것인가를 분석하기 위해 사용하고 있다. 기후 및 에너지 연구에서 전환시나리오는 가장 효과적인 기온 상승 완화 정책, 그 정책의 경제적 부담, 특정 온도 목표를 성취하기 위한 전제조건을 알기 위한 정보를 얻기 위해 사용한다. 시나리오는 세계가 특정 기후 완화 목표를 향해 노력하는 동안 기술, 정책, 지역, 경제적 결과 전반에 걸친 연결 및 상호의존을 보여준다.

전환 시나리오는 몇 가지 공통 요소로 나눌 수 있고, 그중에서 가장 주요한 것은 전환 관련 조치의 온난화 결과(warming outcome)이다. 전환 시나리오에서는 배출과 기후가 미치는 영향 사이에 특정 연관성을 가정한다. 전환 시나리오는 세계가 어떻게 공통의 기온, 복사 강제력(radiative forcing), 또는 탄소 농도 결과에 도달할지를 테스트하기 위해 만들어진다.⁶⁾ 기온 목표는 산업시대 이전 수준에서 섭씨 기준으로 몇 도 더 상승할 것인가로 흔히 명시된다. 기온 목표가 완화되면 기후 변화의 물리적 영향이 줄어들지만, 에너지 및 토지 이용 시스템에서의 필요한 전환을 성취하려면 보다 공격적이고 혁신적인 정책이 필요하다. 세계가 어떻게 특정 기온 변화 결과에 이르는지를 연구하려면 그것을 시작하는 정책, 기술, 사회경제적 환경을 명시하는데, 이러한 것들은 시간이 흐름에 따라 크게 변화한다. 대개 모델은 일련의 세계적 또는 지역적 정책, 일반적인 사회통계학적 예측, 몇몇 에너지 사용 및 생산 기술 가정을 결합한 일련의 가정으로 출발한다. 특정 시나리오에서 에너지와 토지 사용은 시간이 흐름에 따라 변화하면서 정책에 따라 배출을 줄이고, 그래서 특정 기온 목표가 성취된다.

그러나 전환 시나리오의 토대는 많은 차원에 따라 달라진다. 전환시나리오는 학계 연구소, 비정부 조직, 기업에 의해 개발되고 관리되는 다양한 모델을 통해 생산된다. 그러므로 금융 리스크 분석(financial risk analysis)을 위한 데이터의 이용 가능성 및 활용은 모델 유형에 따라 크게 달라진다. 어떤 시나리오 토대가 금융 분석에 유용한지를 구별하는 것은 전환 리스크 분석(transition risk analysis)의 중요한 구성요소이다.

전환 리스크의 금융 평가를 위한 가장 유용한 시나리오 토대를 구별하기 위해 시나리오 결과(scenario output)에 대한 다음 기준을 기초로 공적으로 이용 가능한 주요 시나리오 토대(public source)를 평가했다.⁷⁾

- 시나리오 이용 가능성 : 이상적으로, 전환 리스크의 금융 평가를 위해 기준인 2°C 및 2°C 미만 시나리오를 분석해야 한다. 여러 기온 목표는 보다 공격적인 가정이 리스크에 어떤 영향을 줄 수 있는지를 연구하게 해준다. 평상시와 비교한 전환 시나리오의 리스크 증가를 이해하기 위해서는 일관된 기준 시나리오가 필요하다. 장기적으로 시간이 흐르면서 보다 심각한 전환 리스크가 생길 가능성이 높기 때문에 시나리오는 적어도 2040년까지 영향을 예측해야 한다.
- 결과의 폭 : 이상적인 기준 시나리오는 은행이 노출된 세계의 모든 지역, 그리고 전환 리스크가 가장 큰 영향을 미치는 모든 경제 부문을 포함하는 것이다. 그러나 현실에서 분석의 폭은 시나리오 토대에 따라 크게 달라진다. 분석한 주요 시나리오 가운데, 예를 들어, 단지 특정 기후 모델만 농업을 포함한 토지 사용을 자세히 나타낸다. 아니면, 가치 있는 시나리오가 모든 지역을 다루지는 않는다.

6) 이러한 연결은 대개 개별 기후 모델을 통해 제공된다. 기후 모델은 배출 시나리오에 대해 보다 상세한 수준으로 세계의 기후 반응을 모델링할 수 있다. 모델의 기온 관련 결과는 모델이 다른 변수를 최적화하는 방식 또는 단지 모델을 통한 결과를 최적화하는 방식에 제약이 될 수 있다.

7) 이러한 기준은 기후 시나리오에서 얻어야 하는 결과에 초점을 맞추고 있음에 유의하라. 이러한 기준은 기술이나 분석적 접근 방식 평가를 목표로 하고 있지 않다. 이러한 평가는 방법 설계의 범위에서 벗어나 있다. 우리는 평가 및 시나리오 토대를 계속해서 개선해 나가는 것이 중요하다고 생각한다.

또한, TCFD 권고사항을 따르는 시나리오 토대는 에너지 가격, 탄소 가격, 배출, 투자 필요사항, 연료 종류에 따른 에너지 수요를 포함해 가장 중요한 금융 리스크 변수의 이용 가능성에 대해 평가되었다.

- **결과의 상세함의 정도:** 일부 모델은 세계 전체를 다룰 수 있지만, 언제나 상세한 분석 결과를 내놓지는 않는다. 시나리오 토대는 또한 부문 수준에서의 경제 및 배출 결과를 보고하여 부문과 리스크 원인 사이의 관계의 주요 차이점을 포착해야 한다. 또한, 지역 또는 국가 수준의 결과는 관할권 및 경제 발전 수준에 따른 전환 리스크의 차이를 포착하는 데 유용하다.
- **업데이트 빈도:** 전환 리스크 모델에 입력하는 중요한 사회경제적 및 정책 데이터의 내용은 현실 세계에서 변화할 것이므로 이것을 입력해 시나리오 모델 결과를 자주 발표해야 한다. 결과를 자주 발표하지 않으면 내용이 현실에 맞지 않게 되므로 전담 팀을 만들어 선택된 시나리오 모델들을 적극적으로 유지관리해야 한다.⁸⁾

이러한 기준을 토대로, 2개의 널리 이용되고 공개적인 시나리오 토대가 본 전환 리스크 분석의 목적에 가장 적절하다고 간주되었다.

- **국제에너지기구 세계 에너지 전망(IEA World Energy Outlook):** 연례 시나리오 분석 발간물로, 기존 및 새로운 정책 기본틀을 토대로 탄소 배출, 기술 발전, 에너지 부문 트렌드를 예측한다. 시나리오는 대안적인 정책 가정들 하에서 시간에 따라 에너지 사용 및 생산이 어떻게 변화할 것인가를 탐구하는 부분 평형 모델(partial equilibrium model), 즉 세계 에너지 모델(World Energy Model)을 사용해 만든다.
- **통합 평가 모델(Integrated assessment model, IAM):** 에너지-경제-기후 통합 모델 세트로, 과학계에서 개발되었다. 이러한 모델은 배출(에너지), 2100년까지의 기후에 따른 결과(기후), 에너지 및 토지 이용 시스템의 상세한 내용을 포함한 사회경제적 발전 (경제) 사이의 관계를 탐구한다. IAM을 통해 생성된 시나리오는 기후 변화 관련 과학을 평가하는 국제기구인 기후 변화에 관한 정부간 패널(Intergovernmental Panel on Climate Change)의 다양한 평가에 사용되어 왔다.

2.1.2. 전환 리스크 평가를 위한 시나리오 사용

시나리오 토대가 아무리 튼튼해도 시나리오는 확정된 미래를 말하는 것이 아니라 개연성 있는 가설을 제시한다. 시나리오는 매우 긴 기간에 걸쳐 가정하고, 정책, 기술, 경제 부문 사이의 내재적으로 예측이 힘든 복잡한 상호작용을 포착한다. 그러므로 전환 시나리오는 예보가 아니라 여러 연구 및 미래에 대한 합의된 이야기를 토대로 한 내적으로 일관된 경로(길)라고 할 수 있다. 특정 목표 기온으로 가는 길은 사실상 무제한으로 많다. 정책, 사회경제적 상태, 기술 발전 경로는 크게 다를 수 있어 시간의 흐름에 따라 전환이 어떤 식으로 일어날지에 대해 광범위한 차이를 초래한다.

전환 시나리오에서는 확정된 미래를 예보하지 못한다 해도 저탄소 전환으로 가는 과정에 대한 일관되고 개연성 있는 그림을 제공한다. 그러므로, 부문 및 지역 결과가 있는 시나리오에서는 동일한 세계의 상태에서 부문간 및 지역간 정보를 비교할 수 있다. 또한, 시나리오는 일관된 방식으로 동적인 상호작용을 보여주는 변수를 제공한다. 예를 들어, 탄소 가격에 반응해 저탄소 기술에 대한 부문의 투자가 증가하면서 배출은 시간이 흐름에 따라 줄어든 것이다. 에너지 수요 및 그러므로 부문의 수익은 특정 에너지 형태의 가격이 오르면서 변화할 것이다. 상품(commodity) 가격이 오른 결과, 세계 또는 지역의 경제적 결과물, 즉 GDP 또는 소비는 현재의 상태에서 변화가 없을 경우의 시나리오와 비교할 때 하락할 것이다. 동시에, 토지 사용도 변할 수 있다. 탄소 격리 수요가 증가하면서 숲 가꾸기를 늘리고 산림 벌채를 줄이는 정책이 필요할 것이기 때문이다. 이러한 정책은 동시에 식품 가격 상승을 초래할 것이다. 식품 생산이 보다 토지 집약적이 되기 때문이다. 첨단 전환시나리오 모델은 공간과 시간에 걸친 이러한 역동적 상호작용을 포착할 수 있다.

8) 이 분석은 사용된 특정 정책 입력 값에 대해 알지 못한다. 이러한 입력 값은 차세대 전환 시나리오 모델에서 쉽게 변할 수 있고, 종종 모델링 그룹들(modelling groups) 내에서 시간이 지남에 따라 변화하기 때문이다.

불확실성에 직면해 시나리오 분석을 사용하는 것은 이미 은행의 리스크 툴킷(리스크 관리 도구 상자)의 필수적 부분이다. 앞에서 언급했듯이, 시나리오는 스트레스 테스트에서 매우 흔하다.

그러나 이 경우 기후 변화 전환 시나리오는 처음부터 다른 목적으로 개발되었다. 그러므로 기후 변화 전환 시나리오를 가장 잘 사용하는 방법은 금융 리스크 분석에 대해 즉각적으로 분명하지 않다. 시나리오 결과를 해석해야 금융 측면에서의 전환 리스크를 평가할 수 있다.

2.1.3. 기후 시나리오와 금융 리스크 평가 사이의 격차 좁히기

전환 시나리오 모델에서는 종종 처음에는 정책 분석 또는 연구를 위한 결과를 생산한다. 그러므로, 전환 시나리오 모델에서는 정책, 기술 또는 시장에 미칠 영향을 통해 부문에 영향을 미칠 수 있는 주요 역할을 설명한다. 그러나 이러한 역할을 기업 금융 분석(corporate financial analysis)을 위해 분석하려면, 전환 시나리오 결과를 금융적으로 해석해야 한다. 그러기 위해서 시나리오 모델 결과는 전환 시나리오에서 기업의 주요 실적 역할을 설명하는 일련의 초점 있는 리스크 원인으로 요약될 수 있다.

시나리오에서 설명된, 부문 수준에서 기업 실적에 영향을 주는 주요 역할은 3가지 카테고리로 나뉜다.

- **정책:** 정책에서는 세금을 부과하거나 보조금을 제공함으로써 차입업체의 추가적인 비용이나 수익 증가로 이어지거나 수량 규제를 부과해 차입업체의 제품에 대한 수요를 감소시키거나 또는 추가적인 투자를 요구하는 자본 개선을 지시할 수 있다.
- **기술:** 이러한 모든 정책은 기술 포트폴리오를 토대로 만들어진다. 정책은 비용을 변화시킴으로써 기술을 비교적 더욱 경쟁력 있게 만들 수 있다. 저탄소 기술의 적용 증가는 일부 업계에는 도움이 되고 일부 업계에는 시장 점유율이 줄어들면서 손해가 될 것이다. 모든 기술 적용 증가에는 더 많은 자본 지출을 요구하는 대가가 따른다.
- **시장:** 시장은 전환 역할에 반응해 평형을 찾는다. 가격은 기업들이 비용 증가를 견딜 길을 찾으려서 변화할 것이다. 이에 대해 소비자는 어느 제품을 구매할지를 선택함으로써 가격 변화에 대응할 것이다. 이러한 영향은 결국 경제가 내놓는 총 배출을 줄어든게 하고 점점 더 배출을 많이 줄이기 위한 정책이 필요하게 된다.

위험요인 경로는 이러한 경제 시나리오의 영향을 기업 금융 측면으로 해석하는 길이다. 각각의 위험요인 경로는 현재의 정책이 계속될 경우의 4°C 상승 시나리오인 기준 시나리오에 비해 기후 시나리오에서의 리스크 변화를 초래하는 원인(driver)이다. 그러므로, 위험요인 경로는 몇 가지 기준을 충족할 목적으로 시나리오 결과로부터 개발되었다. 위험요인 경로는 다음을 해야만 한다.

- **기업 리스크 노출 분석에 대해 금융 해석을 가능하게 해야 한다:** 위험요인 경로는 경제 부문 및 지역 전반의 기업에 대한, 시나리오 분석을 토대로 하고 이해하기 쉬운 재정 손실 또는 획득을 나타내야 한다.
- **부문별로 일반적인 비교를 할 수 있게 해야 한다:** 일관성을 성취하려면 위험요인 구조는 여러 경제 부문에 적용 가능해야 한다(위험요인이 취하는 특정 값은 부문별로 다를 것으로 예상되지만). 이러한 매트릭스(metrics, 수치)가 일반적인 리스크 원인이 아닌 경우, 부문별로 리스크 분석 기본틀을 개발해야만 한다.
- **다양한 모델의 여러 시나리오에 적용 가능해야 한다:** 위험요인 경로를 생성하는 데 사용된 매트릭스는 주요 전환 시나리오 모델의 공통적인 결과여야 한다. 이것은 여러 시나리오 및 모델에 걸친 미래의 전환 리스크 분석에 대해 추가적인 유연성을 허용한다.

중요하게는, 이러한 위험요인 경로는 언제나 기준 시나리오(현재의 정책이 계속될 경우의 4°C 상승 시나리오)에 대한 변화로 표현된다. 다시 말해, 이 접근방식은 현재의 차입업체 신용 등급이 기준 기후 시나리오를 반영하고 있다고 가정한다.

이러한 시작 원칙을 토대로, 금융 리스크의 주요 원인을 포함시키기 위해 부문/지역 수준에서의 4가지 위험요인 경로를 개발했다.⁹⁾

- **직접 배출 비용 증가** 또는 기준 시나리오에 비해 CO₂ 및 기타 온실 가스 배출 비용 증가. 전환 시나리오 모델에서 비용 증가는 기간당 탄소 배출량 및 탄소 당량 가격(carbon-equivalent price, 쉽게 말해 탄소 가격)에 의해 발생한다. 현실 세계에서 이러한 비용 증가는 배출업체에게 직접 세금을 부과하거나 배출 상한 및 거래(cap-and-trade)를 통해 부과될 수 있다.
- **간접 배출 비용 증가**, 또는 기준 시나리오에 비해 생산 재료(production inputs) 비용 증가. 저탄소 전환 동안, 탄소 집약적인 연료는 직접 배출 비용을 통해 가격이 올라갈 것이다. 연료 비용 증가는 경제 활동을 위해 탄소 집약적 연료를 사용하는 부문들에게 직접 영향을 미칠 것이다. 연료 비용 증가는 다운스트림 제품들(downstream goods)에도 영향을 미치면서 간접적으로 비용 증가를 발생시킬 것이다. 시나리오 모델은 대개 연료 가격 증가만 보고하지만, 분석은 사슬의 아래쪽 제품 생산에 사용되는 기타 중간 제품의 비용 증가도 포착 한다.¹⁰⁾
- **저탄소 자본 지출 증가**, 또는 저탄소 경제로 전환을 위한 자본 투자 필요성과 관련한 비용의 증가. 시나리오에서 늘어나는 수요를 충족하기 위한 충분한 생산 능력을 갖추기 위해 자본 지출은 증가한다. 자본 지출은 또한 시나리오에 가정한 에너지 효율성 규정을 충족하기 위해서도 증가되어야만 한다.
- **수익 변화**, 또는 가격 및 소비자 수요 변화. 비용이 증가하면서 비용의 증가분은 소비자에게로 전가될 수 있다. 소비자는 다시 가격 상승에 대해 특정 제품에 대한 수요는 줄이고 다른 제품에 대한 수요는 늘림으로써 대응할 것이고, 그러면 수익의 변화로 이어진다.

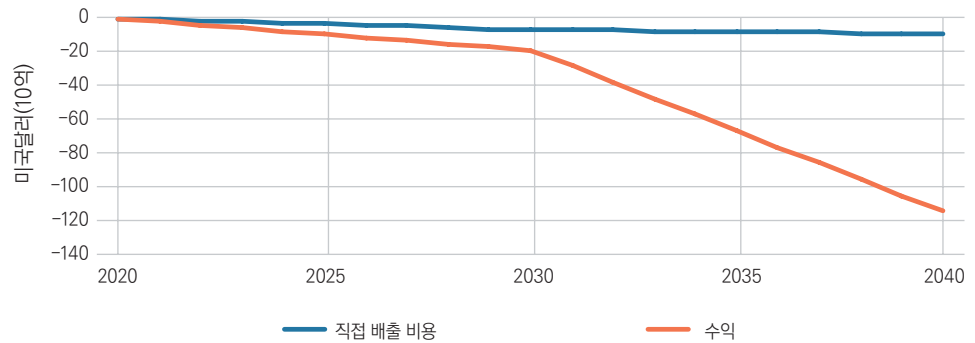
요인위험 경로들은 함께 이러한 위험요인에 노출된 기업의 부도율을 평가하는 중요한 그림을 제공해준다. 각각의 위험요인은 차입업체 현금 흐름에 영향을 미치고, 이러한 위험요인 경로의 합은 이후 전환 리스크 때문에 미래의 현금 흐름이 어떻게 변할지를 시사해준다. 차입업체의 현금 흐름은 미래의 금융 실적에 부정적인 영향을 미치지 않은 채 채무를 갚을 차입업체의 능력과 직접적으로 연관되어 있다. 추가적인 현금 대출이자 상환에 할당될 수 있고, 차입업체가 대출을 상환하지 못하는 부도율을 낮춘다. 그러나 결과 변수들(output variables)을 결합한 후에도 그 결과의 위험요인 경로는 여전히 경제 모델을 토대로 하고 있고, 그러므로, 차입업체 수준의 금융 또는 회계 영향에 대한 불완전한 대응물이라는 사실을 유념해야 한다. 위험요인 경로들은 특정 지역 및 부문에 대한 시나리오의 요약이라고 해석해야 한다.

위험요인 경로는 한 눈에 해석할 수 있는 전환 리스크의 그림을 제공해 준다. 예를 들어, 그림 2.3은 포츠담기후영향연구소(Potsdam Institute for Climate Impact Research, PIK)에서 개발한 통합 평가 모델인 REMIND 모델에서 2°C 전환 시나리오 하에서 EU의 석유 및 가스 부문에서 위험요인 경로가 어떻게 변화할지를 보여준다. 이 경우, 석유 및 가스가 화석 연료로서 리스크 증가를 겪을 것으로 예상할 수 있다.

9) 시범운영 동안, 전환 시나리오 모델이 제공하는 변수 보고의 상세함 수준과 호환될 수 있도록 부문의 정의가 개발되었다. 결과는 시범운영에 이용할 수 있는 14가지 높은 수준의 부문을 정의할 수 있게 해주었다. 즉, 에너지, 석유 및 가스, 석유, 가스, 석탄, 전기, 농업 및 임업, 작물, 임업, 가축, 재생 가능 에너지, 운송, 산업 공정(industrial processes), 주택 및 상업용 건물이다. 3.1. 1에서 자세히 논하겠지만 리스크 분석을 위해 추가적인 “세그먼트(segment)” 층이 은행에 의해 세부적으로 정의되고 맞춤되었다. 10가지 높은 수준의 지역이 정의되었다.

10) 예를 들어, 연료 가격의 이동(pass-through)을 토대로 한 기타 중간 제품 가격의 변화를 예측하는 입력-출력(input-output) 모델 사용

그림 2.3: REMIND 모델 2°C 시나리오 하에서 EU 석유 및 가스 부문의 위험요인 경로

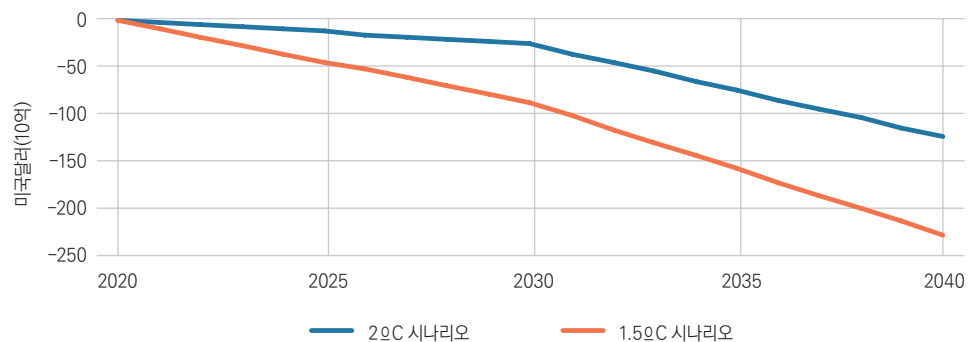


출처: 포츠담기후영향연구소; 올리버와이만 분석

이 시나리오에서 석유 및 가스 부문의 업스트림(upstream) 배출 비용은 탄소 가격 상승에 반응해 기준 시나리오(현재의 정책이 계속될 경우의 4°C 상승 시나리오)에 대해 꾸준히 증가한다(비용 증가분은 여기서 마이너스 값으로 표시된다). 이 기간 동안 이 부문은 간접 배출 비용에는 노출되지 않는다(석유 및 가스 생산은 업스트림이므로).

대신, 부문 리스크의 변화는 기준 시나리오에 대한 부문 수익의 감소로 촉발되고, 2030년 기준에 비해 수익에 작은 격차가 있다가 이후 격차가 점점 커진다. 이 패턴은 시나리오 분석을 통해 쉽게 설명된다. 시나리오 초기 동안에는 석유 및 가스 기반 화석 연료에 대한 비용 효과적인 대안이 거의 없고, 특히 운송 부문에서 그렇다. 시간이 흐르면서 대안 연료의 비용이 줄어들고, 대안 연료 유통 및 사용을 지원하는 인프라가 확장되어 대안 연료가 점점 경쟁력이 생긴다. 수익은 석유 및 가스 비용 증가에 비해 경쟁 상승에 대해 비선형적 반응을 보인다. 더 많은 경쟁자가 시장에 진입하자 수익은 비용 상승보다 훨씬 더 빠르게 떨어지고, 이것은 화석 연료 수요의 탄력성이 점점 커지게 됨을 암시한다. 위험요인 경로의 합은 부문 전체의 리스크가 시간이 흐르면서 어떻게 변하는지에 관해 1차원적인 요약을 제공해주고, 그림 2.4에서 보듯이 부문 수익성 또는 현금 흐름에서의 주요 전환 관련 변화와 비슷한 방식으로 해석할 수 있다.¹¹⁾ 위험요인 경로의 합의 곡률(curvature)은 수익 리스크 원인(revenue risk driver)의 영향이 얼마나 지배적인지를 반영하고 있다. 또한 이 표에서, 1.5°C 시나리오에서 석유 및 가스 부문에 대한 부정적 영향 증가를 볼 수 있다. 2°C 및 1.5°C 시나리오는 거시 경제적 및 정책 가정 측면에서 호환 가능하기 때문에, 위험요인 경로의 합은 보다 엄격한 기온 목표 하에서 겪는 부문 위험 증가를 일관된 방식으로 정량화해줄 수 있다. 간단히 말해, 보다 공격적인 기후 목표(1.5°C vs. 2°C)는 보다 높은 전환 비용을 발생시킨다.

그림 2.4: EU 석유 및 가스 위험요인 경로의 합, REMIND 모델

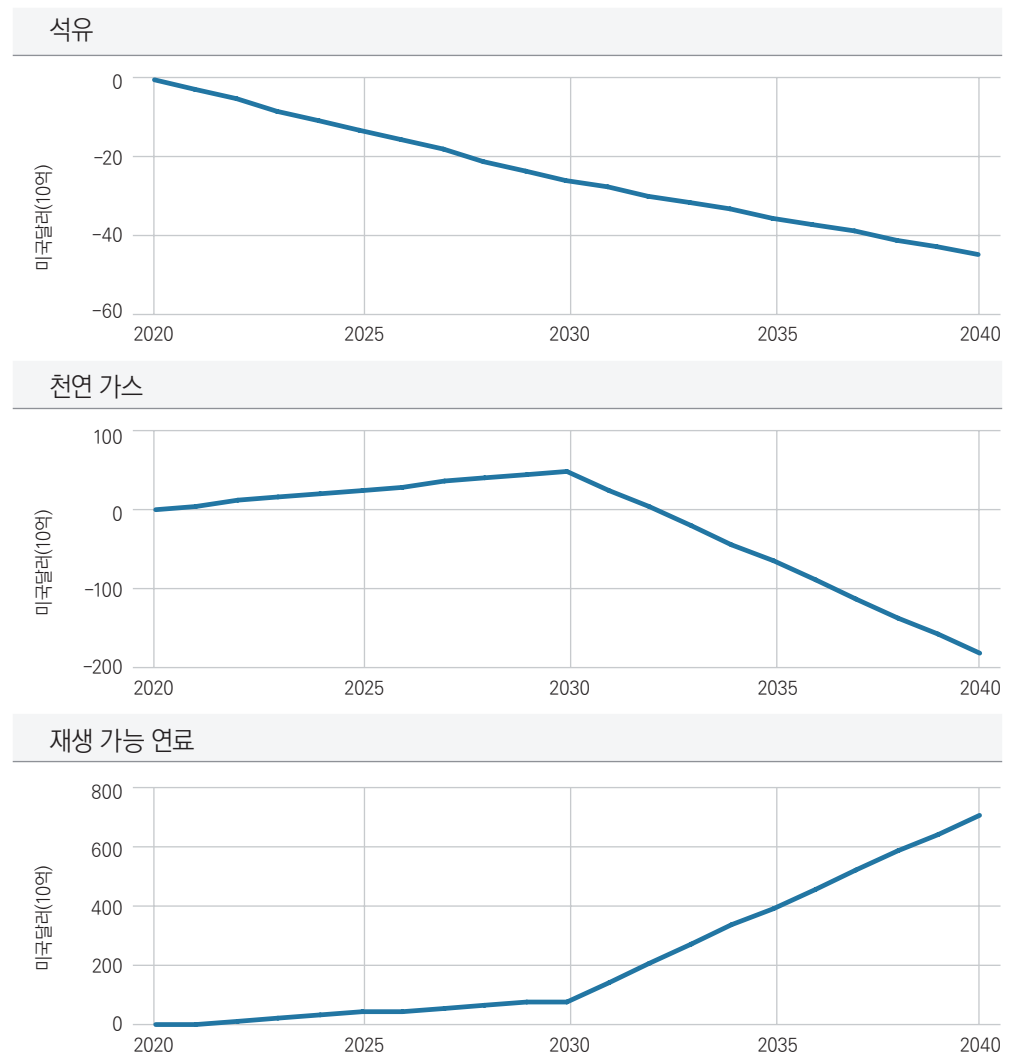


출처: 포츠담기후영향연구소; 올리버와이만 분석

11) 현금 타이밍 문제와 투자자의 자본화가 다루어지지 않았기 때문에 이것은 수입이나 현금 흐름에 대한 영향을 정확히 나타내지는 않는다는 점에 유의해야 한다.

부문 리스크에 대한 이러한 간단한 설명은 전환 시나리오 모델에서 다루는 모든 부문 및 지역에서 도출할 수 있다.¹²⁾ 그림 2.5는 아시아에 대한 그러한 예이다.

그림 2.5: 아시아 석유 및 가스 위험요인 경로의 합, REMIND 2°C 시나리오



출처: 포츠담기후영향연구소; 올리버와이만 분석

아시아의 경우, 여러 에너지 원천의 리스크는 직관적인 방식으로 변화한다. 석유 수요는 전환 시나리오 하에서 꾸준히 떨어진다. 이러한 전환의 많은 부분이 천연가스 에너지원에도 적용된다. 천연가스는 재생가능 에너지로 가는 중간 다리 연료로서 일시적인 수요 증가를 받는다. 반면 재생가능 에너지는 즉시 배치되지만 필요한 투자 규모가 크기 때문에 긍정적 결과가 생길 때까지 더 오래 걸린다. 2030년 전에 재생가능 에너지의 투자는 수익 증가가 거의 없다가 이후 기간에는 새로운 생산능력이 지배하면서 수익이 증가한다.

12) 전환 시나리오 모델이 미래를 얼마나 자세하게 예측할 수 있는지, 그 정도는 부록 A에 자세히 나와 있다.

상자 3: 세계 주요 전환 시나리오 모델 중 2개 모델의 시나리오 해석

PIK(REMIND) 및 IIASA(MESSAGEix-GLOBIOM)

주의: 본 시범운영을 위해 실무그룹은 기후 변화 완화에 대한 세계의 반응 모델링에 초점을 맞춘 주요 학제간(interdisciplinary) 연구소 2곳의 시나리오를 획득했다. 즉, 포츠담기후영향연구소(Potsdam Institute for Climate Impact Research, PIK) 및 국제응용시스템분석연구소(International Institute for Applied Systems Analysis, IIASA)이다. 기여한 과학자는 PIK의 두 과학자 엘마 크리글러(Elmar Kriegler)와 크리스토퍼 버트럼(Christoph Bertram), 그리고 IIASA의 두 과학자 케이완 리아이(Keywan Riahi)와 데이비드 맥콜럼(David McCollum) 등이다. PIK와 IIASA에서는 통합평가모델(integrated assessment model, IAM)을 사용해 시나리오를 개발하고, 통합평가 모델은 세계의 토지 사용 및 에너지 시스템과 내적으로 일관된 사회통계학적(socio-demographic) 및 경제 예측을 결합해 21세기 전반에 걸친 기후 정책 및 기술 전환 관련 전략 및 영향을 이해하게 해준다. 이러한 에너지-경제-토지 사용-배출 모델, 즉 PIK의 REMIND-MAGPIE 모델과 IIASA의 MESSAGEix-GLOBIOM 모델에 의해 개발된 시나리오는 주로 정책 관련 목적으로 세계 연구소들이 사용하여 경제 전반 및 특정 부문에 미치는 전환의 영향을 이해한다. 예를 들어, 기후변화에 관한 유엔기본협약(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)에서는 기후 변화에 관한 정부간 패널(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)에서 IAM 시나리오 결과에 크게 의존해 몇 년마다 수집하고 평가하는 과학 지식을 사용한다. PIK와 IIASA는 통합평가모델링컨소시엄(Integrated Assessment Modelling Consortium, IAM C),¹³⁾ 주요 멤버이고, 이 컨소시엄은 2007년 IAM 커뮤니 티전반에서 연구와 모델 개발을 촉진하고 다른 커뮤니티들과 협력하는 단체로서 창립되었다. 지금까지 협력 노력은 정책입안자와 다른 연구 커뮤니티, 예컨대 물리적 기후 모델제작자와 영향 및 적응 모델제작자들과의 협력에 초점을 맞춰왔다. IAMC에서 개발한 시나리오를 사용해 연구가들은 광범위한 전환 관련 주제를 연구했고, 이러한 주제로는 세계의 기후 변

화 완화 정책 상황의 영향, 기후 관련 전환이 특정 부문에 주는 영향, 기술이 완화 정책 요건에 미치는 영향, 완화 정책 및 지속가능한 발전 사이의 연결 등이 있다. 모델링 커뮤니티가 성숙하자 또한 다른 핵심 사용자 커뮤니티, 즉 금융 부문을 포함한 비국가 주체(non-state actor)와의 협력을 확립하려는 작업을 시작했다. 실무그룹 은행들과의 본 TCFD 시범운영은 이러한 방향으로 내딛은 중요한 발걸음이다.

실무그룹 은행들과 PIK와 IIASA 사이의 협력은 TCFD 권고사항에 응한 최초의 노력이다. 금융 리스크 영향을 모델링하기 위해 시나리오 연구가, 올리버와이만, 실무그룹은 PIK 및 IIASA의 전환 시나리오 모델에서 금융기관에 연관되는 결과를 찾아냈다. 그 다음 연구가들은 올리버와이만을 통해 은행들이 자신들의 모델에서 나온 결과를 이해하고 해석하는 것을 도왔다. 이 과정 동안, 연구가들은 금융 위험요인 경로들, 그리고 계산에 필요한 가정들을 검토해 해석이 기저의 (정량적) 시나리오 가정과 (정성적) 시나리오 내러티브와 일관되도록 보장했다.

이 작업이 진행될수록 금융 리스크 모델링과 기후-경제 모델링 사이의 격차를 더 메울 수 있는 가능성이 나타났다. 모델제작자들이 미래의 리스크 모델링 작업에 유용한 추가정보를 찾아낸 것이다. 예컨대, 보다 자세하고 금융 지향적인 투자 정보 등이었다. 기타 IAM 개선의 잠재적 방법은 보다 자세한 국가/지역 및 부문의 반영, 특히 운송 및 제조와 같은 다운스트림(downstream) 또는 에너지 최종 사용 부문을 자세히 반영하는 것이다. 본 보고서에서 설명된 개념 증명(proof-of-concept) 접근방식의 장점은 일반화가 가능하고 또 앞으로 이용 가능해질 보다 상세한 IAM 결과를 통합할 수 있다는 것이다. 또한, 현재의 협력이 더욱 강화되면 시나리오 모델제작자들은 금융기관과 협력하여 금융 스트레스 테스트 목적으로 정책에 대한 가정들을 포함한 시나리오를 개발할 수도 있다. 본 시범운영이 계기가 된 금융 커뮤니티와 과학 모델링 커뮤니티 사이의 협력의 첫 걸음은 긴밀한 협력을 통해 전환 리스크에 대한 양측 모두의 이해를 향상시킬 수 있음을 보여주었다.

13) IAMC에 대한 자세한 내용은 www.globalchange.umd.edu/iamc/에서 읽을 수 있다.

현재로서, 시나리오 모델은 단지 부문 수준에서의 전환 리스크 결과만 제공한다. 그러나 은행은 한 부문 내의 특징이 다른 차입업체들이 각각 시나리오에 의해 어떻게 영향을 받는지 이해하는 데 관심이 있다. 이러한 리스크의 이해는 아마도 부문 내에서 전환 리스크 원인(transition risk drivers)에 대해 동일한 성격의 노출을 공유하는 일군의 기업들로 구성된 세그먼트(segment) 수준에서 해야 할 것이다. 부문 수준의 리스크를 세그먼트 수준으로 내리려면, 분석가는 각각의 전환 리스크 원인(transition risk driver)에 대한 세그먼트의 상대적 민감도를 반드시 정의해야 한다. 상대적 민감도는 다른 세그먼트들에 비해 전환 리스크 원인이 해당 세그먼트에 미치는 영향을 명시한다. 예를 들어, 전기 유틸리티의 경우, 석탄 화력 발전소는 원자력 또는 재생에너지에 초점을 둔 발전회사보다 직접 배출 비용에 보다 민감도가 높다, 또는 부정적 영향에 대한 잠재력이 높다. 승자와 패자가 존재하는 일부 부문의 경우, 상대적 민감도는 또한 부문 전체에 대한 (해당 세그먼트에 미치는) 영향의 방향도 알아내야 한다. 예를 들어, 전기 자동차 제조업체는 자동차 제조업체 전반의 수익이 하락하더라도 수익의 상승을 볼 수 있다.

상대적 민감도는 세그먼트와 특정 전환 리스크 원인(transition risk driver) 사이의 상대적 관계에 제약을 가하지만, 리스크 원인이 세그먼트에 미치는 영향의 구체적인 정도를 정량화하지는 않는다. 전기 유틸리티의 경우, 상대적 민감도를 설정할 때 석탄 발전소가 직접 배출 측면에서 재생 가능한 에너지 발전소보다 수익이 나쁘다는 점만 식별하면 된다. 수익이 얼마나 더 나쁜지는 알 필요가 없다. 민감도 측정 (calibrated sensitivity)으로 표시되는 이러한 차이의 정도는 업체별 위험 측정으로 언제나 알 수 있다. 다음 섹션에서 설명한다.

2.2. 업체별 위험 측정

전환 시나리오에서 나온 결과는 차입업체의 신용 가치에 대한 영향으로 직접 해석되지 않는다. 특정 시나리오 하에서 차입업체의 부도율은 많은 정량적인(예: 배출 비용) 및 정성적인(예: 새로운 환경에 적응가능성) 원인(driver)의 영향을 받는다.

시나리오는 이러한 원인 일부에 대해 높은 수준에서의 견해를 제공해주지만, 다음을 명시하지는 않는다.

■ 차입업체 수준에서의 금융 영향

- 시나리오가 부문 수준에서 설명된 점을 감안하면, 차입업체의 전반적인 실적 및 리스크 프로필에 대해 시나리오영향이 비용/수익에, 또는 현금 흐름에 얼마나 중요한지에 대한 견해는 제공하지 않는다.

- 시나리오에서 모든 금융적 원인을 도출할 수 있는 것은 아니다
(예: 기업 차입(corporate leverage))

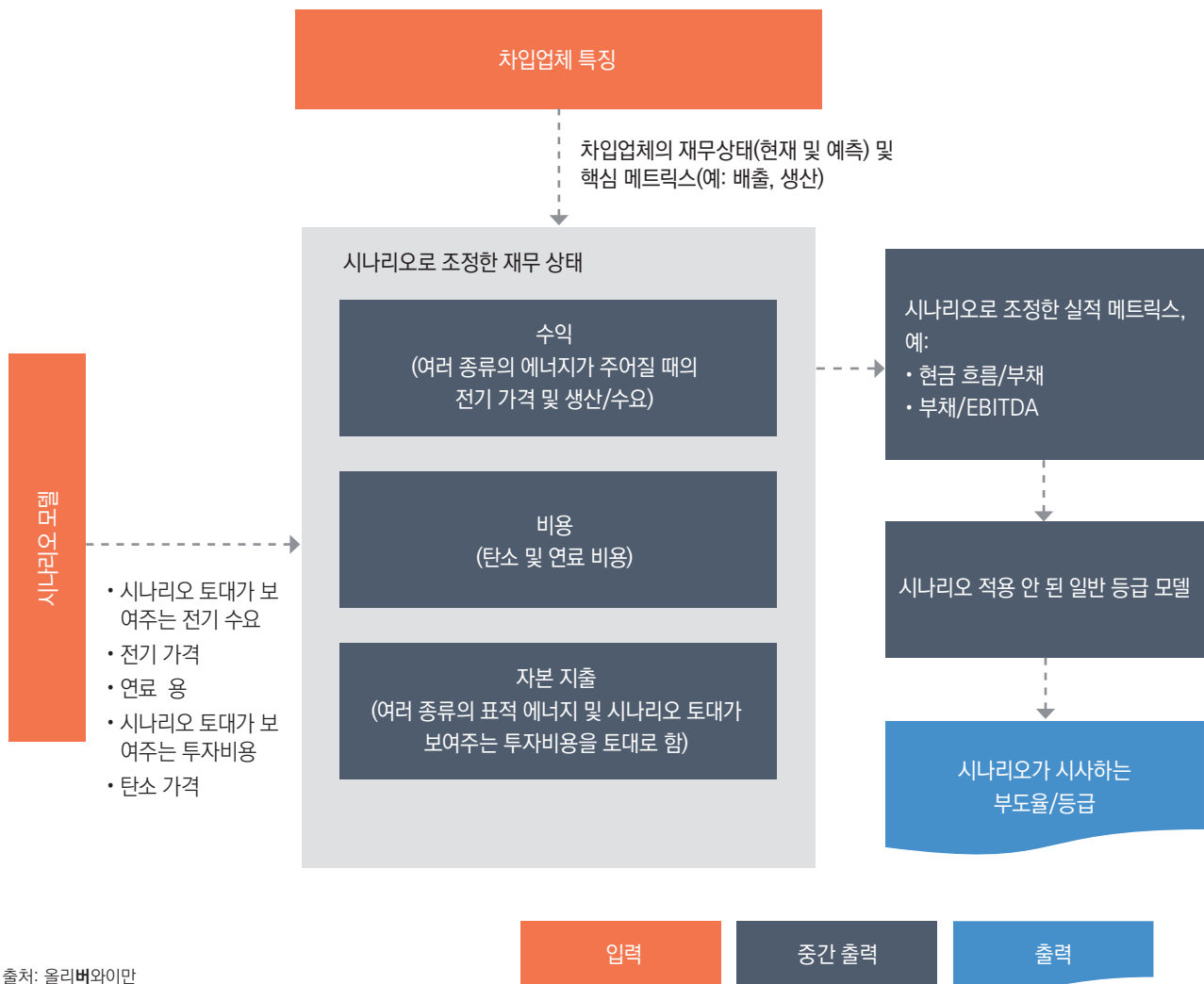
■ 특정 차입업체의 저탄소 환경에 대한 적응가능성과 같은 정성적 고려사항

업체별 위험 측정에서는 시나리오 모델이 제공한 변수를 토대로 쌓아올리고, 전문가의 판단을 사용해 정보 공백을 메운다. 위험 측정에서는 다양한 수준의 전환 리스크에 대해 특정 차입업체에게 미칠 잠재적 영향을 정의한다. 이러한 영향의 정도를 평가하기 위해, 은행 내 신용 및 지속가능성 전문가는 자신의 경험과 이용 가능한 도구를 사용해 시나리오와 차입업체 사이의 연관성을 판단한다.

위험 측정에서는 전문가가 전환시나리오를 해석하고 부문의 변화 및 경제 변화가 몇몇 차입업체의 신용 가치에 미칠 잠재적 영향을 명시할 수 있다. 전환 리스크 원인(transition risk driver)에 일반적으로 동일한 성격으로 노출된 차입업체를 지닌 세그먼트에서 다수의 대표적인 차입업체 사례를 선택한다. 시나리오 결과와 보완적인 연구를 토대로 은행에서는 신용 리스크 전문가의 경험, 판단, 그리고 분석 툴을 사용해 시나리오가 이러한 차입업체들의 부도율 (probability of default, PD)에 미치는 잠재적 영향을 평가한다. 이러한 “측정점들(calibration points, 샘플 내 차입업체들)” 각각은 차입업체 수준에서의 영향을 전체 포트폴리오로 적용 하기 위한 정보 기반을 제공해줄 것이다 (다음 섹션 참조).

은행에서는 정량적 또는 정성적 방법을 사용해 특정 차입업체에 대한 PD의 변화를 평가할 수 있다. 정량적 평가의 경우, 은행에서는 활용할 수 있는 등급 모델(rating model)을 가지고 있어 전환으로 인한 신용 변화를 판단할 수도 있다. 은행에서는 시나리오가 등급 모델에 입력된 입력값으로 사용된 특정 등급 요소에 미치는 영향을 추정할 수 있다. 전기 발전 부문에 적용된 이 과정의 예는 그림 2.6에 있다.

그림 2.6: 시나리오 변수를 사용하여 규제를 받지 않는 전기 발전 기업에 대한 등급 요소 조정 (단순화한 예, 그림)



시나리오 모델은 지역 탄소 비용, 전기 수요, 연료 비용, 발전 부문에 대한 투자를 알려주는 변수들을 제공해준다. 위험측정을 수행하는 전문가가 이러한 변수를 사용해 시나리오가 암시하는 특정 차입업체의 재무상태를 추정할 수 있다. 시나리오의 전기 가격, 수요, 비용, 자본지출로 기업의 대차대조표를 건적 분석(pro forma analysis)하면 전문가는 현금 흐름/부채 또는 부채/EBITDA와 같은 핵심 재무 실적 메트릭스(수치)에 대한 영향을 평가할 수 있다.

정량적 접근방식을 사용하더라도 전문가의 평가가 필요하다는 점에 유의해야 한다. 이 특정 사례의 경우, 분석가는 가정을 해야 하는데, 특히 이 기업이 미래에 사용할 여러 에너지에 대해 가정을 해야만 한다. 이 기업에서는 추가적인 탄소 비용을 지불하기로 또는 저탄소 발전에 투자하기로 결정할 수 있다.

재무 실적 메트릭스는 대개 “시나리오를 적용하지 않는 일반적인” 등급 모델에서 등급 요소로 사용된다. 종종, 재무 실적 메트릭스는 역시 시나리오로 알 수 있는 차입업체의 경쟁력, 업계 전망과 같은 정성적인 고려사항으로 보완된다.

위에서 설명한 것과 같은 정량적 접근방식은 모든 부문에서 실행 가능하지는 않음에 유의해야 한다. 특히 최종 사용 부문(end-use sector)(예: 항공, 자동차 제조)의 경우, 에너지 부문에 비해 전환 시나리오가 현재 더 적은 수의 해당 변수를 제공하는 점을 감안하면 보다 정성적인 평가가 종종 필요하다(자세한 내용은 5 섹션과 부록 A 참조).

위험 측정은 시나리오가 일단 해당 업계 수준의 메트릭스와 연계되면 신용 리스크 전문가가 궁극적으로 시나리오가 차입업체의 신용 가치에 미칠 잠재적 영향을 정량화하는 최선의 위치에 있게 된다는 견해를 반영하고 있다. 저탄소 전환은 신용 리스크 전문가가 등급 결정을 할 때 고려하는 재무 및 경제 상태에 영향을 미칠 것이다.

이러한 평가는 정기적으로 등급 결정을 내릴 때 정책 및 거시 경제적 환경의 변화를 감안하는 신용 전문가에게 생소하지 않다.

이 과정은 또한 은행별 맞춤을 할 수 있게 한다. 위험 측정을 통해 은행 내 전문가는 시나리오 영향 평가에 가장 적절한 리스크 평가 도구를 사용할 수 있는 동시에 평가가 은행의 리스크 판단과 일관되게 보장할 수 있다. 위험 측정은 또한 전문가가 기업의 운영 특징을 토대로 개별 기업의 반응에 대한 자신의 이해를 전환 시나리오에 반영할 수 있게 해준다. 예를 들어, 기존의 전기 자동차 생산 능력을 갖춘 미국 자동차 제조업체는 변화에 적응하고 경쟁하는 능력을 토대로 볼 때, 전통적인 자동차 제조업체와 다르게 영향을 받을 수 있다. 위험 측정은 또한 은행에게 맞춤형 방식으로 은행 포트폴리오에서 가장 중요한 노출을 평가할 기회를 제공해 분석 결과가 은행의 전환관련 가장 큰 우려를 반영하도록 보장해준다. 그 결과, 자세한 위험 측정 접근방식은 은행별로 다를 것으로 예상된다.

위험 측정 과정을 끝내면 은행 전문가는 기후 시나리오가 특정 시점에서 특정 차입업체의 부도율(PD)에 미치는 영향을 명시하는 일련의 측정점(calibration points, 샘플 내 차입업체들)을 가지게 된다. 이 일련의 측정점은 개별 차입업체의 기후 전환 리스크 영향을 전체 포트폴리오로 적용하는 토대가 된다.

2.3. 포트폴리오 종합 평가

시나리오는 부문 수준에서의 위험요인 경로를 제공해주고 전문가는 차입업체 수준에서의 측정점을 제공하지만, 이 둘을 통합하려면 추가적인 모듈이 필요하다. 이 통합은 포트폴리오 종합평가를 통해 가능하고, 포트폴리오 종합평가 동안 차입업체 영향은 위험요인 경로를 매개변수로 사용하고 민감도를 제한요소(constraint)로 사용해 세그먼트로 적용된다.

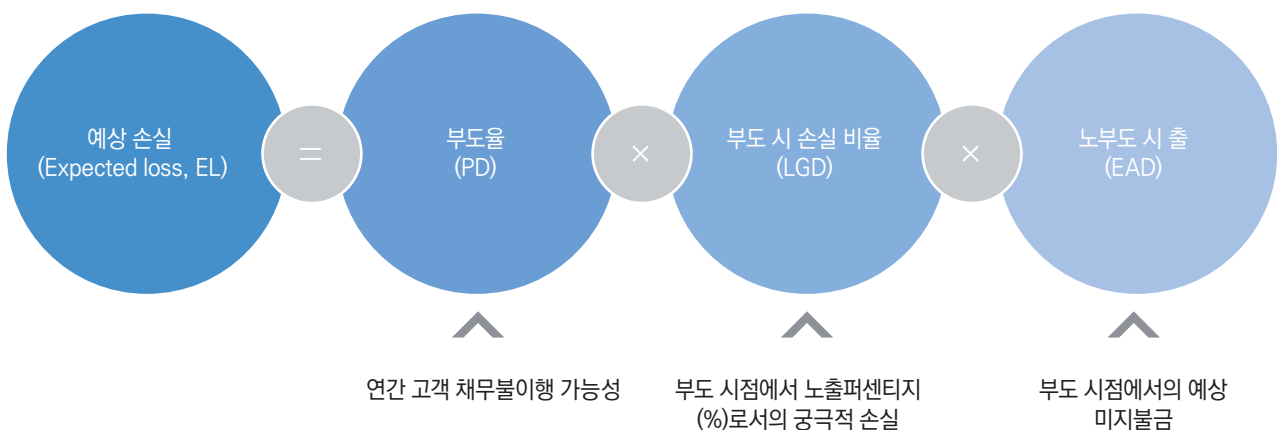
2.3.1. 전환이 포트폴리오에 미치는 영향과 예상 손실 연결

은행의 관점에서 예상 손실은 신용 리스크를 이해하는 필수 메트릭스이고 그러므로 이러한 모델링 노력의 초점이 된다. 예상 손실은 은행이 일반적인 사업 운영에서 그리고 현재의 환경에서, 즉 기준 시나리오 하에서 대출 포트폴리오를 통한 리스크 노출에서 잃을 것으로 예상되는 액수이다.

예상 손실은 차입업체의 부도율과 차입업체의 부도 시 은행이 잃을 예상 액수를 반영한다. 전환 리스크는 전환 시나리오 하에서의 예상 손실의 변화로 측정된다. 다시 말해, 방법에서는 주어진 전환 시나리오를 조건으로 예상 손실을 포착하려는 목표를 가지고 있다.

예상 손실은 부도율 (PD), 부도 시 손실 비율(Loss Given Default, LGD), 부도 시 노출(Exposure at Default, EAD)의 결과로서 각 차입업체에 대해 계산된다 (그림 2.7).

그림 2.7: 예상 손실 계산



부도율(Probability of Default, PD): 차입업체가 1년 기간 동안 채무불이행을 할 가능성

부도시 손실 비율(Loss Given Default, LGD): 부도가 발생하는 경우, 은행이 잃을 것으로 예상되는 대출의 퍼센티지(비율). 부도시 손실 비율은 궁극적으로 가치의 함수(function)이고, 차입업체가 대출을 뒷받침하기 위해 내놓는 일종의 담보라고 할 수 있다.

부도시 노출(Exposure at Default, EAD): 부도시점에서 대부업체가 원금 및 이자 지불을 감안해 차입업체에서 받아야 하는 재정적 노출의 예상 액수. 부도시 노출은 대개 달러 액수로 표시하고, 차입업체에게 제공한 대출 조건에 따라 달라진다.

본 섹션의 나머지에서 설명한 방법은 주로 여러 전환 시나리오 하에서의 PD의 변화를 평가하는 것에 관한 것이다. 부도시 손실 비율(LGD)의 평가는 특정 대출을 뒷받침하는 담보 종류의 영향에 따라 맞춤 평가를 요구하고, 부문별로 달라지는 것으로 예상된다. 이에 대해서는 2.3.3 섹션에서 논한다. 부도시 노출(EAD)은 본 분석의 목적을 위해 변함없는 것으로 가정하여, 결과를 전환 리스크에 대한 현재 포트폴리오의 민감도 평가로서 해석하게 해준다.

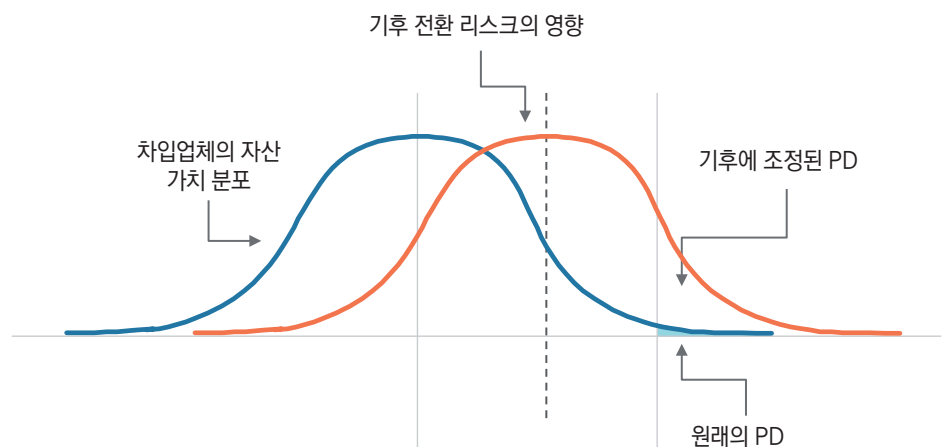
2.3.2. 부도율(PD) 평가

지난 몇 십년에 걸쳐 은행에서는 자사 포트폴리오의 신용 리스크 노출을 평가하는 금융 이론을 개발하고 채택했다. 이러한 기존의 기본틀을 약간 수정해 활용하여 전환으로 인한 PD의 변화를 평가할 수 있다.

머턴(Merton)과 같은 기본틀을 전환 관련부도율(PD) 영향 계산의 이론적 토대로 사용한다. 1970 년대에 로버트 머턴(Robert Merton)에 의해 처음 개발된 구조적 신용 리스크(structural credit risk)에 대한 머턴 모델은 종종 금융기관 내에서 차입업체 부도율의 리스크를 이해하는 데 사용된다.¹⁴⁾ 전세계 은행, 중개업(브로커리지), 투자자들은 역사적으로 신용 분석에 이 모델을 활용해왔다.

이 기본틀은 기업의 미래 자산 가치가 기업의 부채 가치로 명시되는 역치(threshold value) 미만으로 떨어질 수 있는 가능성과 PD를 연결한다. 그러므로 기업의 미래 자산 가치의 분포가 PD의 변화를 결정하는 데 매우 중요하다. 기업의 미래 자산 가치의 분포가 분산의 증가를 통해 확장되거나 평균의 변화를 통해 변화하는 경우, PD가 영향을 받는다. 이 머턴 기본틀을 수정해 전환 리스크를 평가할 수 있다.

그림 2.8: 기후 리스크 평가를 위한 머턴 기본틀 조정



14) Merton, Robert C., 1974, *기업 부채의 가격 책정에 관하여: 이자율의 리스크 구조(On the Pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates)*, 금융 저널(Journal of Finance) 29, 449-470.

제안된 기본틀에서, 저탄소 전환은 전환 리스크 관련 추가적인 시스템 리스크(systemic risk)를 발생 시킴에 따라 기업의 자산 가치를 변화시킬 것으로 추측된다. 기업의 고유한 요소와¹⁵⁾ 기타 시스템적 요소는 변함이 없다는 조건으로 PD의 증가 또는 감소는 자산 가치 분포의 변화를 토대로 주어진 시점에서 측정할 수 있다. 이 방법에서는 머튼 기본틀을 조정해 자산 가치 분포 변화에 따른 PD 영향을 평가한다. 그림 2.8은 부정적인 영향을 나타내고 있다. 그림 2.8에서 변화는 위험요인 경로와 민감도, 측정점을 결합하여 판단했다. 수정된 방정식은 방정식 2.9에 있다.

방정식 2.9: 모델 조정 방정식

$$PD_i|c^* = \Phi \left[\Phi^{-1}(PD_{i, TTC}) - \frac{1}{\alpha_k} \cdot \sum_r (s_{j,k}^r \cdot f_k^r) \right]$$

세그먼트-지역 j에 대한 기후 신용 품질 지수

여기서:

$PD_i c^*$	기후 시나리오 c^* 하에서 차입업체 i의 부도율
Φ	표준 정규 분포
$PD_{i, TTC}$	원래 사이클에 따른 차입업체 i의 부도율
$s_{j,k}^r$	세그먼트-지역 j 및 부문 k 내의 리스크 요소 r에 대해 교정한 민감도
f_k^r	부문 k 내의 위험요인 경로 r
α_k	부문 k에 대한 교정 계수

이 방정식에서는 본질적으로 “기후 신용 품질 지수(climate credit quality index)” 값을 토대로 하여 차입업체의 사이클 및 시간의 흐름에 따른 PD를 변화시킨다. 이 기후 신용 품질 지수는 위험요인 경로와 세그먼트 민감도의 합에다 교정 계수를 곱한 것이다.

기후 신용 품질 지수는 이전에 설명한 각각의 방법 모듈의 결과를 통합한다. 위험요인 경로는 리스크가 시간의 흐름에 따라 어떻게 변화하는지, 그리고 각 원인이 부문 수준에서 리스크에 기여하는 상대적 기여도를 결정한다. 측정점은 “기후 신용 품질 지수”에서 알 수 없는 매개변수를 해결하는데 사용한다.

- 부문별 단일 교정 계수 (α_k)는 해당 부문에 대한 기후 리스크 영향의 전반적인 정도(크기)를 결정한다.
- 각각의 교정된 민감도 매개변수 값 ($s_{j,k}^r$)은 전문가가 명시하는 순위 제약(rank-ordering constraints)을 받는다.

교정 계수 “알파”는 위험요인 경로를 측정점에 맞추는 최소 제곱법 최적화를 사용해 추산한다. 이론적 관점에서 볼 때, “알파”는 이중으로 해석된다. 첫째, 알파는 위험요인 경로의 영향을 정규화하여 위험요인 경로의 영향을 단위 정규 분포(unit normal distribution)의 무작위 변수에 대한 영향으로 해석되게 한다. 이것은 머튼 기본틀에서 필요하다. 둘째, 알파는 시나리오 영향의 정도를 포착하여 주어진

15) 전환 시나리오에 의해 직접적으로 변화하지 않은 시장의 전반적인 요소, 예컨대 거시 경제적 조건은 변함없는 것으로 가정한다. 무작위 기업별 사건에 따라 발생하는 기업 고유의 영향 역시 변함없는 것으로 가정한다.

포트폴리오에서 부문 수준에서의 기후- 신용 리스크 관계의 힘을 효과적으로 평가한다.

부문의 영향의 정도를 결정하고 나면, 교정된 민감도 값은 측정점에 알맞게 된다. 전문가는 정성적으로 상대적 민감도를 평가하여 주어진 부문의 세그먼트에 미치는 위험요인영향의 상대적 순위(relative ranking)를 제공한다(민감도 평가에 관한 자세한 내용은 3.1.2 섹션 참조). 이 정성적 평가는 정량적인 정도로 해석되어야 한다. 이 접근방식에서는 위험요인 경로, 상대적 민감도가 제공하는 상대적 제약, 측정점, 이 모두를 사용해 측정 동안 세그먼트 민감도에 대해 가장 알맞은 값을 찾는다.

이러한 모든 매개변수가 측정되면, 방정식 2.9를 사용해 차입업체의 차입 시 순위를 토대로 세그먼트 내 모든 차입업체의 시나리오가 암시하는 부도율을 추정할 수 있다. 이 방법에서는 매개변수에 대해 일반적이고 내적으로 일관된 시나리오의 결과를 사용하지만, 업체별 위험 측정 과정은 차입업체에 맞춤화를 가능하게 해준다. 이 기본틀은 모든 부문에 적용할 수 있고, 이 기본틀에서는 광범위한 민감도, 세그먼트 정의, 은행 전문가가 제공하는 측정점을 수용할 수 있다.

2.3.3. 부도 시 손실 비율(LGD) 평가

예상 손실의 두 번째 요소인 부도 시 손실 비율(LGD) 평가는 주로 특정 편익에 대해 제공한 담보물의 종류 및 가치, 그리고 기업의 잠재적 자산 가치에 의해 달라진다. 이러한 관계의 예는 석유 및 가스 매장량 기반의 대출로, 매장량 기반의 담보는 가치가 급격히 하락할 수 있다. 이러한 자산은 “좌초”될 수 있거나 이용 불가능할 수 있기 때문이다. 예를 들어, 전환 시나리오에서 수요와 가격이 떨어져 시추 비용이 석유 가격보다 높아질 경우, 자산은 좌초될 수 있다. 은행에서는 부문별 LGD 평가가 필요한 사례를 알아내야 하고, 그러므로 차입업체에 알맞게 맞춤형 평가를 개발해야만 한다. 이러한 유형의 평가는 가장 중요한 노출에 대한 차세대 평가 실행의 초점이 될 것으로 예상된다.

예를 들어, LGD와 PD의 관계를 토대로 LGD를 예상함으로써 단순하고 부문 전체적 접근방식을 사용할 수도 있지만, 덜 엄격할 수 있는 위험이 있다. 예를 들면 다음과 같다.

- 단일 매개변수인 PD와 LGD 사이의 일반적인 관계를 제공하는 프라이-제이콥스 관계(Frye-Jacobs relationship)¹⁶⁾를 사용해서 스트레스를 준(stressed) PD를 토대로 하여 직접 LGD를 평가할 수 있다.
- PD와 LGD 사이의 상관관계를 토대로 LGD를 예상할 수 있다. 위의 옵션과 달리, 이 방법을 사용하려면 PD와 LGD 사이의 연관성의 정도를 평가하기 위해 매개변수를 평가해야 한다.

* * *

16) Frye, J. and Jacobs, M., “신용 손실 및 부도 시 체계적 손실(Credit loss and systematic loss given default)”, 신용 리스크 저널(Journal of Credit Risk) (1-32) 제8권/No. 1, 2012년 봄.

일관성 있고 적응 가능한 접근방식

제안된 방법의 목적은 기업 대출에서의 전환 리스크 평가를 위해 체계적이고 일관성 있으며 반복 가능한 접근방식을 제공하는 것이다. 방법에서는 전문가의 판단을 잘 명시되고 일관된 시나리오의 맥락 안에 놓음으로써 이러한 전문가의 통찰을 전환이 차입업체에게 미치는 영향으로 바꾸는 일관된 구조를 제공한다. 방법의 3개 구성요소는 일반적인 기후 시나리오 사용을 통한 표준화와 전문가의 판단을 적용한 맞춤화 사이에서 균형을 맞춘다는 목표를 가지고 있다. 그러나 이 접근방식은 또한 향후 사용 사례에 적응 가능하다.

이 접근방식은 다음과 같다.

- 여러 부문 및 세그먼트 정의에 걸쳐 적용 가능하다. 시나리오 매개변수, 민감도, 측정점을 변화시킴으로써 이 방법은 모든 부문에 적응시켜 사용할 수 있다.
- 광범위한 시나리오 모델과 호환 가능하다. 여러 통합된 평가 모델의 결과와 기타 기후-경제 모델을 조정하여 이 제안된 방법에 입력할 수 있다. 호환 가능 모델들이 생산한 모든 시나리오는 이 제안된 방법에 대입시킬 수 있다.
- 여러 기간 및 리스크 요소를 사용해 실행 가능하다. 은행에서는 유사한 방법을 사용해 더 짧거나 더 긴 전환기간에 적용할 수 있다. 특히 관심이 되는 것은 아마도 이 접근방식을 사용해 사건 기반의 시나리오를 모델링하거나 (예: 갑작스러운 탄소 가격 규제), CO2 농도 또는 기온이 일시적으로 목표 수준을 초과한 후 다시 감소하여 기업들이 적응할 시간이 적어지는 경우인 초과 시나리오(overshoot scenario)를 모델링할 수 있는 점일 것이다. 리스크 요소를 조정함으로써 이 제안된 기본틀은 또한 기후 물리적 리스크 (climate physical risk)를 포함한 다른 리스크에도 적용할 수 있다.
- 시간의 흐름에 따라 스스로 개선한다. 은행이 점점 더 많은 차입업체 및 시나리오 데이터를 추적하고, 차입업체 수준에서의 분석을 확장할수록 이 방법은 계속 변화하고 개선될 것으로 예상된다.

이 방법 및 다음 섹션에서 설명하는 관련 은행 시범운영은 미래 전환 리스크 분석의 출발점을 제공한다. 그리고 이 접근방식의 핵심에 존재하는 유연성은 은행의 필요사항이 변화하고 은행이 사용할 수 있는 리스크 툴이 계속 발전해가도 적응할 수 있게 해준다.

3. 접근방식의 운영: 은행의 시범운영에서 얻은 교훈

이 방법의 개발은 실무그룹 16개 은행의 의견을 반영하는 혜택을 받았다. 실무그룹에서는 계속해서 이 접근방식을 테스트하고 실행하고 있다. 이러한 시범운영에서는 본 연구를 위해 선택된 석유 및 가스, 전기 유틸리티(발전), 금속 및 광업, 운송, 농업, 임업 등의 부문 그룹들에 대해 은행이 가지고 있는 포트폴리오를 가지고 실행했다. 시범운영 동안 다듬기를 하였고, 다듬은 내용은 방법에 통합되었다.

이러한 시범운영을 시작하기 위해 은행에서는 세계 기후 완화 시나리오 모델제작의 두 주요 그룹인 포츠담기후영향연구소(PIK)와 국제응용시스템분석연구소(IIASA)와 협력하여 개발한 부문별 위험요인 경로와 시나리오 결과를 제공 받았다(자세한 내용은 부록 A 및 상자 3 참조). 은행에게 제공한 시나리오는 2°C 시나리오의 예이지만, 방법은 광범위한 전환시나리오와 호환 가능하다는 점을 유념하라. 은행에서는 취약점을 조사하기 위해 여러 전환시나리오를 테스트할 것으로 예상된다. 위험요인경로, 세그먼트, 상대적 민감도, 측정점은 엑셀 기반의 툴을 가지고 결합하여 시나리오로 인한 부도율(PD)을 계산했다. 이러한 매개변수 외에도 은행은 툴을 실행하기 위해 차입업체수준에서의 LGD, EAD, 사이클에 따른 PD에 대한 포트폴리오 데이터를 수집해야 했다. 본 장은 은행에 맞춤형 입력(세그먼트, 상대적 민감도, 측정점)을 개발하는 과정의 단계들을 설명한다. 본 3장에서는 은행 사례 연구를 통해 이러한 실행 단계들을 요약하고, 결과를 보여주면서 마무리한다.

3.1. 전환 리스크 평가 방법의 시범운영

방법의 시범운영 에서 은행은 다음 3가지 주요 단계를 거친다.

- 부문 및 세그먼트 정의
- 위험요인 경로에 대한 세그먼트의 상대적 민감도 평가
- 차입업체 수준에서의 측정점 결정

다음 섹션들에서는 은행이 방법을 실행하기 위해 취해야 하는 실질적 단계들을 설명하고, 시범운영의 각 단계 동안 배운 교훈도 설명한다. 본 장에서는 부문에 대한 은행 사례 연구를 통해 이러한 실행 단계들을 요약하고, 결과를 보여주면서 마무리한다.

3.1.1. 부문 및 세그먼트 정의

적절한 세그먼트 정의는 정확한 결과를 얻기 위해 중요하다. 포트폴리오 영향 평가 동안 세그먼트 내의 차입업체들은 일관된 리스크 평가 또는 일관된 수준의 기후 스트레스를 할당받게 될 것이기 때문이다. 세그먼트 분류 계획은 다음 3가지 특징을 지녀야 한다.

1. **리스크의 균질성** : 방법에서는 각각의 세그먼트는 기후 리스크 원인에 대한 노출이 대체로 균질(동일한 성격)하고, 차입업체 측정점은 이러한 리스크를 반영한다는 가정에 의존한다. 포트폴리오는 은행별로 크게 다르므로 균질한 세그먼트를 보장하기 위해서는 어느 정도의 유연성이 필요하다.
2. **은행에 중요할 것** : 위험 측정은 세그먼트당 최소한의 사례 수를 요구하기 때문에 은행에서는 각각의 세그먼트가 은행에 중요한 잠재적 포트폴리오 노출을 가지도록 보장하여 불필요한 작업량은 피하고 싶을 것이다. 달리 기반의 노출 및 부문별 차입업체 수는 은행별로 크게 다르므로 세그먼트의 중요성을 보장하기 위해서는 유연성이 필요하다.

3. 금융기관들 사이의 비교 가능성: 은행에서는 위에서 언급한 포트폴리오별 고려사항과 표준화 사이의 균형을 성취해야만 금융기관들 사이의 비교를 촉진할 수 있다.

다음 섹션은 이 균형을 맞추는 데 사용된 계획과 적절한 세그먼트 분류 계획을 개발할 때 고려해야 할 실제적 사항들을 설명한다. 시범운영 플레이북(playbook) 맞춤화와 표준화 사이에 균형을 맞추기 위해서는 3가지 수준의 차입업체 분류를 해야 한다.

“부문(Sector)”은 가장 높은 수준의 분류이고, 금융기관간 매개변수의 표준화된 비교의 주요 토대를 형성하는 한편으로 전환시나리오 모델에 사용된 정의와의 호환성을 보장해준다. 그러므로 부문은 널리 이용 가능하고 쉽게 매핑 가능한 분류 체계를 사용해 정의해야 한다. 실무그룹에서는 다른 일반적인 체계와 가장 공통점이 많은 가장 흔히 사용되는 분류 체계를 선택하기 위해 조사한 끝에 국제표준 산업분류(*International Standard Industrial Classification, ISIC*)로 결정 했다. 부문의 정의는 은행들 전반에 걸쳐 데이터 수집 및 이해 공유의 토대를 제공해준다. 이 공통의 시작점은 결과를 금융기관간 비교할 수 있게 보장해준다.

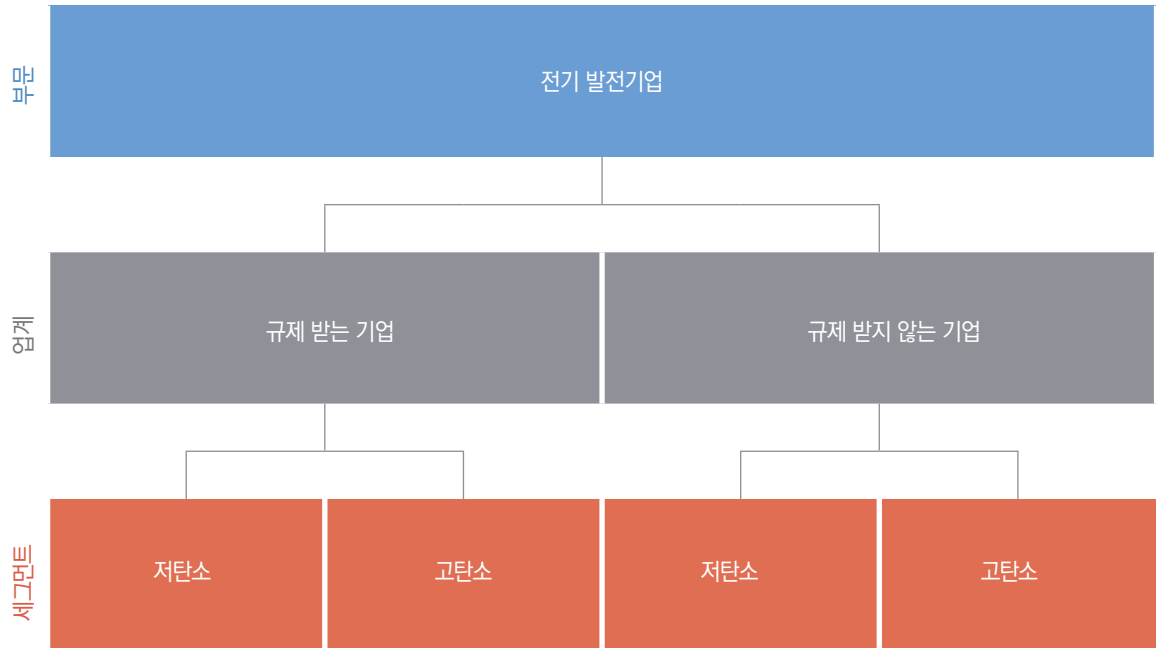
중간의 **“업계(Industry)”** 분류는 공통적으로 식별 가능한 업계 특징을 토대로 표준화의 층을 더해준다. 업계는 분류 코드를 통해 식별 가능한 공통적인 특징을 공유하는 차입업체그룹으로 정의된다. 은행들 전반에 걸쳐 업계 수준에서의 완전한 표준화는 요구되지 않지만, 분명하게 정의된 업계는 보다 세부적인 수준에서 결과를 비교하고 부문을 더욱 세분화하는 방법을 식별하는 데 유용할 수 있다. 최소한 업계로 세분화하는 것은 업계 활동의 근본적인 차이를 토대로 기후 리스크에 차입업체 그룹이 어떻게 반응할지에 대해 생각하는 유용한 출발점을 제공한다.

“세그먼트(Segment)”는 분류의 마지막 수준이다. 세그먼트는 흔히 사용하는 분류 체계를 통해 쉽게 식별되지 않는 전환별 고려사항들을 통합하지만, 기후 리스크 원인(climate risk drivers)에 대한 노출을 토대로 포트폴리오를 균일한 그룹으로 나뉜다. 예를 들어, 석탄을 때는 발전소와 태양열을 이용하는 발전소 모두 동일한 ISIC 코드: “전기 발전, 전송, 유통”으로 분류된다. 그러나 이 모델링 기본 틀 안에서는 전환리스크 원인(예: 직접 배출 비용)에 대해 서로 다른 노출을 지닌 차입업체들은 이상적으로 서로 다른 세그먼트로 분류되어야 한다.

은행에서는 부문/지역의 전환 리스크에 대한 자사의 관점과 포트폴리오 노출에 대한 중요성을 반영하여 세그먼트 수준을 맞춤화 할 수 있다. 세그먼트는 부문 내의 “승자와 패자”: 저탄소 전환으로 이익을 보는 차입업체와 부정적인 영향을 받을 차입업체사이의 차이를 포착해준다. 예를 들어, 전기 자동차 생산 리더들은 전환시나리오에 의해 긍정적인 영향을 받을 수 있는 반면 전통적인 자동차 제조업체들은 부정적인 영향을 받을 수 있다. 결과적으로 나뉜 세그먼트 내의 기업의 노출이 은행에 중요해야 전문가가 평가할 사례의 수를 최소화할 수 있다. 그 결과, 은행에서는 유용한 세그먼트 정의에 대해 학습한 바를 공유하도록 격려되고, 세그먼트는 각각의 금융기관에 유용하고 연관 있는 방식으로 정의되어야 한다.

예를 들어, 일부 은행은 전기 발전 부문에 대해 그림 3.1과 같이 세그먼트로 분류 방식을 사용했다.

그림 3.1: 전기 발전 부문의 세그먼트 분류 체계



부문은 먼저 규제를 받는 및 규제를 받지 않는 발전 기업으로 나뉜다. 규제를 받는 기업은 비용을 소비자에게로 떠넘길 수 있고, 그러므로 전환 리스크에 덜 노출되어 있다. 반면, 규제를 받지 않는 기업의 수익은 주로 시장의 힘에 의해 결정된다. 규제를 받지 않는 및 규제를 받는 기업은 전환시나리오에 다르게 반응하리라 예상된다.

또한 은행은 규제 받지 않는 및 규제 받는 기업을 각 기업이 가진 에너지 종류로 세그먼트를 나누고 있다. 유틸리티의 탄소 의존도가 높으면 높을수록 더 많은 전환리스크에 직면할 것이다. 저탄소 발전 역량에 투자하거나 배출 비용 부담을 지는 것 사이에서 선택해야만 할 것이기 때문이다.

시범운영에서 얻은 통찰

은행들 전반에 걸친 세그먼트 분류체계 개발은 다음 2가지 결론을 낳았다.

- 최종적인 세그먼트 분류 체계는 금융기관 /지역별로 다를 수 있다.
- 세그먼트 분류 과정은 반복적이다.

세그먼트 분류는 전환 리스크 원인(transition risk driver)에 대한 균질한 차입업체들의 반응과 중요한 포트폴리오 노출, 둘 다 반영해야 한다. 은행은 리스크 성향(risk appetite), 언더라이팅(underwriting) 전략, 지역 및 부문별 분포 측면에서 상당히 다를 수 있기 때문에, 세그먼트 정의의 완전한 표준화는 은행이 균일하고 중요한 리스크 분석을 실행하는 능력에 부정적으로 영향을 줄 수 있다. 완전히 표준화된 세그먼트 분류체계의 경우, 일부 은행은 지나치게 세분화하여 과도하게 세분화된 세그먼트를 사용해 차입업체별 상향식 평가를 해야만 하는 상황에 처할 수 있다. 추가적인 세그먼트 분류는 중요하지 않은 노출로 이어지고 신용 전문가의 업무도 지나치게 많아져 이익이 미미하다. 또는, 여러 지역이나 경제적 고려사항을 고려했으나 일부 세그먼트가 다른 세그먼트와 유의미하게 다르지 않은, 전환리스크에 대한 반응을 가지게 되는 결과가 나올 수도 있다.

대규모의 다양한 포트폴리오의 경우, 은행에서 완전히 표준화된 분류 체계를 사용하려는 경우 포트폴리오를 더욱 세분할 수 있다. 일부의 경우, 은행에서는 업계의 나머지보다 비교적 더 높은 전환리스크에 노출된 특정 차입업체 세그먼트를 가질 수 있다. 예를 들어, 셰일 가스 탐사 및 생산은 몇몇 은행에게는 석유 및 가스의 중요한 세그먼트였지만, 다른 은행에게는 상관없었다.

논리적으로 옹호할 수 있는 세그먼트 분류 체계를 개발하려면, 은행에서는 은행의 전문지식을 이용하고 다듬으면서 이 기본틀에 대한 경험을 쌓아야 한다. 업체별 위험 측정 동안 은행에서는 세그먼트가 실제로 유의미한 전환리스크 차이를 반영하지 않는 결과를 발견할 수도 있다. 예를 들어, 일부 금융기관에서는 위험 측정동안 유사한 전환 리스크 반응을 찾아낸 후 처음에는 다양했던 세그먼트들을 통합했다. 또, 일부 금융기관은 더 많은 데이터가 이용 가능하게 되거나 전문가가 세그먼트들이 어떻게 반응할지에 대해 이해를 더 잘 하게 되면서 다른 대안적인 세그먼트 분류체계를 테스트했다. 일반적으로, 은행 전문가는 대안적인 세그먼트 정의들을 통해 다양하게 포트폴리오를 평가해보고 싶어할 것이다.

부문과 세그먼트 정의는 선형적인 과정이 아니고, 특히 시범운영의 초기 단계에서 어렵다. 은행 전문가는 자신의 지식을 활용하여 은행의 세그먼트 리스크 및 중요성에 대한 이해와 부합하게 세그먼트를 정의하면서 이 과정을 진행해야 한다. 은행 전문가는 세그먼트 민감도를 평가하고 업체별 위험 측정을 수행하면서, 중요하고 균일한 세그먼트를 목표로 해야 한다.

3.1.2. 세그먼트의 상대적 민감도 평가

부문 수준의 위험요인 경로를 세그먼트 수준으로 끌어오기 위해 은행은 각각의 위험요인경로에 대해 부문 전체에 대한 세그먼트의 노출을 정성적으로 평가한다. 위험 측정 동안, 이러한 세그먼트의 상대적 민감도는 세그먼트에 대한 위험 요인 경로의 상대적 영향의 정도를 제약한다. 상대적 민감도를 평가하기 위해 은행은 그림 3.2에서 보는 것처럼 부문 평균과 비교하여 각 세그먼트에 대한 위험요인 경로의 영향을 높음(high), 약간 높음(moderately high), 보통(moderate), 약간 낮음(moderately low), 낮음(low), 영향 없음(no impact)을 할당할 수 있다.

그림 3.2: 금속 및 광업 부문의 상대적 민감도 히트맵(heat map)

위험요인 경로		기본 철 및 강철 제조	기본 귀금속 및 기타 비철금속 제조	금속 광석 채굴	기타 채굴
배출 비용 증가분	직접 배출 비용				
	간접 배출 비용				
저탄소 자본 지출 증가분					
수익의 변화					

평가 핵심	
영향 수준	
높음	
약간 높음	
보통	
약간 낮음	
낮음	
영향 없음	

각 세그먼트에 할당된 민감도는 리스크 요소의 영향을 잘 파악할 수 있게 해준다. 이 부정적 영향의 상대적 등급(높음, 부문에 비해 평균임, 낮음)은 4개의 전환리스크 원인(직접 배출 비용, 간접 배출 비용, 저탄소 자본 지출, 수익) 모두에 대해 평가되어야 한다. 예를 들어, 강철 및 철 생산업체는 해당 세그먼트의 배출의 탄소집약적인 성격 때문에 나머지 금속 및 광업 부문에 비해 직접 배출 비용의 부정적 영향이 높을 가능성이 높다. 지침이 되는 질문과 정량적 메트릭스를 사용하면 일관되고 반복 가능한 방식으로 상대적 민감도를 평가하는 데 도움이 된다.

상대적 민감도는 시나리오들 전반에 걸쳐 그리 차이가 나지 않는 부문의 특징과 관련이 된다. 그러므로 예를 들어, 배출 비용의 민감도는 현재의 배출의 탄소 집약도를 토대로 할 수 있다. 저탄소 자본 지출은 탄소 배출을 줄이기 위해 투자할 또는 자본을 대체할 필요성을 토대로 평가할 수 있다. 수익성 민감도는 수요의 가격 탄력성이나 교차 탄력성(cross-elasticity)을 살펴봄에 평가할 수 있다.

은행 전문가는 저탄소 전환이 특정 업계나 세그먼트에 미치는 영향에 관한 외부 연구 또는 보고서를 사용해 자신의 지식을 보완할 수 있다. 분석을 돕기 위해, 공개적으로 이용 가능한 탄소 데이터베이스 입출력 분석(input-output analytics), 경제 연구조사(economic research)가 일반적으로 유용하다.

표 3.1은 위험 요인경로에 대한 세그먼트 민감도 정의를 위한 평가의 핵심을 제안한다. 이것은 시범 운영동안 사용되었다. 이 정성적 평가는 관찰 가능한 세그먼트 특징을 평가하기 위해 설계되었으며, 외부 정보원에 의해 뒷받침될 수 있다.

표 3.1: 상대적 민감도 평가를 위한 안내

리스크 요소	지침이 되는 질문	평가 등급	분석을 위한원천
직접 배출 비용 증가분	현재의 배출 강도를 토대로 배출 비용이 세그먼트에 얼마나 큰 영향을 미칠 것인가?	■ 높은 부정적 영향: 부문의 다른 세그먼트에 비해 생산단위당 배출이 높음. ■ 보통의 부정적 영향: 부문의 다른 세그먼트에 비해 생산단위당 배출이 보통임. ■ 낮은 부정적 영향: 부문의 다른 세그먼트에 비해 생산단위당 배출이 낮음. ■ 영향 없음: 배출이 거의 없는 세그먼트	생산의 탄소 집약도
간접 배출 비용 증가분	현재의 공급품 입력을 토대로 볼 때, 세그먼트의 공급체인이 기후 정책 때문에 더 비싸질 가능성이 높은가?	■ 높음: 부문의 다른 세그먼트에 비해 탄소 집약적 공급품 입력(예: 석유, 시멘트, 강철, 석탄)에 크게 의존. ■ 보통: 부문의 다른 세그먼트에 비해 탄소 집약적 입력이 보통임. ■ 낮은 부정적 영향: 부문의 다른 세그먼트에 비해 탄소 집약적 입력에 덜 의존. ■ 영향 없음: 생산에 탄소 집약적 입력이 미미함.	입력-출력 데이터베이스 분석. 예: 세계 입력 출력 데이터베이스 (World Input Output Database)
저탄소 자본 지출 증가분	저탄소 경제에서 경쟁하기 위해 세그먼트는 새로운 고정 자본에 투자해야만 하는가?	■ 높음: 부문의 다른 세그먼트에 비해 경쟁하기 위해서 저탄소 자본에 많이 투자해야 함. ■ 보통: 부문의 다른 세그먼트에 비해 경쟁하기 위해서 저탄소 자본에 보통 수준으로 투자해야 함. ■ 낮은 부정적 영향: 부문의 다른 세그먼트에 비해 경쟁하기 위해 저탄소 자본에 적게 투자해도 됨. ■ 영향 없음: 경쟁하기 위해 저탄소 자본에 의존하지 않는 세그먼트	한계저감비용곡선 (Marginal abatement cost curve)
수익 변화	세그먼트는 저탄소 대안과의 경쟁 때문에, 혹은 소비자에게 비용을 전가함에 따른 가격 인상 때문에 수요 감소를 겪을 수 있는가?	■ 높음: 부문의 다른 세그먼트에 비해 부정적인 수요 반응을 많이 겪음. ■ 보통: 부문의 다른 세그먼트에 비해 부정적인 수요 반응을 보통 수준으로 겪음. ■ 낮은 부정적(또는 긍정적) 영향: 부문의 다른 세그먼트에 비해 부정적인 영향이 적거나 수요 증가를 겪음. ■ 영향 없음: 세그먼트 수익이 변하지 않음.	고탄소 생산업체에 비해 업계 수요 가격 탄력성 업계 수요 가격 교차탄력성 (cross-elasticity)

출처: 올리버와이만

3.1.3. 차입업체 수준에서의 측정점 결정

위험 측정 동안 은행 전문가는 전환시나리오를 몇몇 세그먼트 차입업체에 대한 부도율(PD) 영향으로 바꾼다. 이 분석의 결과는 일련의 측정점(샘플 내 차입업체들)으로, 이러한 측정점은 사이클에 따른 PD에 대해 주어진 기간 동안 시나리오가 차입업체 PD에 미치는 영향을 정량화 한다.

위험 측정은 시나리오 영향에 따른 정확한 재무 상황의 결과를 얻기 위해 가장 중요한 단계이지만, 또한 전문가의 판단에 가장 민감하다. 본 섹션의 첫 부분은 위험 측정 분석 수행의 일반적 지침을 제공해준다. 두 번째 부분은 이 과정을 시범운영한 신용 리스크 분석가가 들려주는 몇몇 핵심 지식을 소개하고 있다.

시범운영 플레이북(playbook)

업체별 위험 측정을 수행하려면 3가지 단계가 필요하다.

1. 대표적인 차입업체 사례 선택하기
2. 시나리오가 차입업체에게 미치는 영향을 맥락 안에 놓기
3. 시나리오 변화를 PD 변화로 바꾸기

대표적인 차입업체 사례 선택하기

차입업체 수준에서의 영향을 측정하기 위해서 은행에서는 시나리오가 “대표적인” 차입업체의 PD에 미치는 영향을 평가해야 한다. 차입업체사례를 사용해 세그먼트의 영향에 적용하기 때문에, 대표적인 사례의 선택은 샘플 편향을 피하기 위해서 매우 중요하다. 2가지 기준이 특히 중요하다.

■ **잠재적 기후 관련 영향을 대표하는 사례** : 부문 전문가는 세그먼트 내에서 기후 리스크 원인(climate risk driver)에 대한 기업의 반응의 미묘한 차이를 식별해야 한다. 예를 들어, 100% 석탄 발전을 하는 유틸리티와 30% 석탄 노출 및 70% 천연가스 노출로 구성된 유틸리티가 동일한 “화석 연료 기반 발전” 세그먼트에 속하게 될 수 있다. 100% 석탄 노출 기업으로 편향되어 세그먼트를 제대로 대표하지 못하는 샘플은 세그먼트 리스크를 과대평가할 것이다.

■ **시작 등급(starting rating)을 대표하는 사례** : 선택된 사례는 부문 내에서, 사이클에 따른 등급(through-the-cycle rating)의 변화를 대표해야 한다. 여러 사이클에 따른 등급은 전환 관련 충격에 대해 기업이 반응할 수 있는 능력의 변화를 나타낼 수 있다. 등급은 기저의 기업 재무상태를 감안하므로 낮은 등급의 기업은 리스크 환경에 보다 민감할 수 있는 반면, 높은 등급의 기업은 보다 회복력이 좋을 수 있다.

최선의 결과를 얻기 위해, 은행은 각 세그먼트에서 최소한 5개의 대표적인 차입업체의 PD에 대한 시나리오의 영향을 평가해야 한다. 각 세그먼트당 5개 차입업체의 분석은 위험 측정공식에 독특한 해결책을 제공하는데, 위험 측정공식은 세그먼트당 5개의 매개변수를 포함하고 있다 (방정식 2.9 참조).

시나리오가 차입업체에게 미치는 영향을 맥락 안에 놓기

차입업체 수준에서의 영향을 측정하기 위해, 전문가는 전환시나리오가 어떻게 고객의 재무상태에 영향을 미칠지를 이해해야 한다. 시나리오의 총체적 이해는 전문가가 위험 측정을 위한 가장 좋은 방법과 정보원을 식별하게 도와준다.

전문가는 거시 경제적 환경 및 해당 부문의 변화를 이해할 수 있게 돕는 시나리오 데이터를 제공 받는다. 이러한 변화는 전환시나리오 결과를 요약함으로써 정성적으로 또는 정량적으로 설명할 수 있다. 부분적인 메트릭스가 아닌 시나리오 전체를 이해하면 전문가는 전환리스크에 생소한 전문가가 시나리오의 영향을 더 넓은 기본틀의 맥락에 놓는 데 도움이 된다. 이 넓은 맥락에서의 이해는 필수적이다. 시나리오는 종종 곧바로 재무적으로 해석이 되지 않는 경제 변수를 결과로 내놓기 때문이다. 시나리오 맥락의 이해는 일반적으로 전문가가 가장 적절한 평가 방법을 알아내게 도와준다.

은행은 2개의 토대를 활용하여 시나리오가 차입업체에게 무엇을 의미하는지를 이해할 수 있다. 2개의 토대는 직접적인 시나리오 결과와 보완적인 문헌이다. 많은 시나리오는 시나리오 영향의 이해에 연관되는 가격, 수요, 에너지 믹스(energy mix), 배출, 토지 사용, GDP, 정책, 인구, 투자를 포함한 시계열 변수(time-series variable)를 직접적으로 출력한다.

보완적 토대는 이러한 지표들에 존재하는 공백을 메우고 분석의 세부적인 수준에서의 영향을 식별하는 데 도움이 된다.

전환 시나리오 모델은 현재 높은 수준의 부문 변수를 출력하기 때문에, 은행 전문가가 대출가 수준 및 세그먼트 수준에서 저탄소 전환의 영향을 이해하는 것을 보완해주기 위한 추가 정보가 필요할 수 있다. 적절한 전환 문헌은 동일한 온도 목표, CO₂ 가격을 가진 다른 시나리오, 또는 시나리오 사후 분석(ex-post analyses) 또는 세그먼트 수준이나 차입업체 수준에서의 과거 영향 등이 될 수 있다.

예로서, 표 3.2는 석유 및 가스 부문의 몇몇 보완적 시나리오 토대를 보여준다.

표 3.2: 석유 및 가스 부문의 외부 연구 선택

세그먼트	추정된 메트릭스	기준(REFERENCE) 전환 시나리오 메트릭스	포착된 핵심역학	기준(REFERENCE) 연구
오일샌드 (Oil sand)	오일샌드 제품에 대한 탄소세의 중간 수준의 비용 증가	USD 30 CO ₂ e/톤 (현재 계획된 탄소세)	비용	특별 보고서: 탄소세는 캐나다 오일샌드에 어떤 의미인가? ¹⁷⁾
		USD 50 CO ₂ e/톤 (잠재적 미래 탄소세)	비용	
정유 공장	지역 수익 마진 감소(싱가포르)	USD 14 CO ₂ e/톤 탄소세	수익성	싱가포르의 탄소세로 점점 더 환경친화적이 될 것이 다 ¹⁸⁾
석유 매장량	입증된 및 가능성 높은 매장량 추정(기업별 데이터 존재)	2050년까지 IEA 450 시나리오	수익	다시 보는 석유 & 탄소: “불연 (unburnable)” 매장량의 최대 예상손실액 ¹⁹⁾
정유 공장	석유 탐사 및 생산에 대한 지금 추세로 온실가스 총량(BAU) 자본 투자 감소 (기업별 데이터 존재)	2035년까지 IEA 450 시나리오	자본 지출	2도의 분리 (2 degrees of separation): 저탄소 세계에서 석유 및 가스의 이전환 리스크 ²⁰⁾

시나리오의 위험 요인 경로와 다른 보완적인 문헌을 분석할 때 분석가는 전환시나리오와 호환될 수 있는 토대에 가장 큰 무게를 두어야 한다. 전문가가 2°C 시나리오에서 수많은 경제 환경별로 많은 정책 및 기술 조합을 가정할 수 있음을 알아야 한다. 전환의 영향의 타이밍과 정도는 종종 시나리오 토대에 따라 상당히 다르다. 그러므로 시나리오의 전환위험요인과 다른 전환위험요인을 가진 보완적 토대의 정보를 사용하면 결과의 비일관성으로 이어질 수 있으므로 신중하게 적용해야 한다. 전문가가 시나리오와 일관된 보완적 정보에 더 큰 중점을 줘야 한다. 예를 들어, 전문가가 현재 살펴보고 있는 전환 시나리오와 비슷한 사회경제 상황, 정책 도구, 기온 목표 또는 배출 목표를 가진 보완적 토대를 찾아낼 수 있다.

17) www.td.com/document/PDF/economics/special/Canadian_Oil_Sands.pdf

18) www.straitstimes.com/opinion/singapore-to-become-more-eco-friendly-with-carbon-tax

19) cape.ca/wp-content/uploads/2014/07/2013-HSBC-Unburnable-carbon.pdf

20) www.carbontracker.org/reports/2-degrees-of-separation-transition-risk-for-oil-and-gas-in-a-low-carbon-world-2/

시나리오를 부도율로 바꾸기

시나리오가 세그먼트에 미칠 영향을 이해한 후에 전문가는 시나리오를 차입업체의 부도율(PD) 또는 신용 등급(credit rating)에 미칠 영향으로 바꾼다.

전문가는 정량적 또는 정성적 방법, 또는 두 방법 모두 혼합해 사용해 이 평가를 수행할 수 있다. 그러나 선택한 방법이 무엇이든, 결과를 확인하고 타당한 가정을 하는 데는 전문가의 판단이 필요하다. 일부의 경우, 정량적 평가는 기존의 등급(rating) 또는 신용 평가 모델을 활용할 수 있고, 이 모델은 시나리오의 전환 관련 메트릭스 변경과 관련지을 수 있다. 대부분의 은행은 재무비율(financial ratio)을 포함하여 일련의 변수(등급 요소)를 사용하여 차입업체의 PD를 평가하는 등급 모델을 가지고 있다.

일부의 경우, 전문가는 개인 차입업체에 대해 시나리오가 등급 요소에 미치는 영향을 추정할 수 있는데 (즉, 2.2 섹션의 유틸리티 예에서 보듯이, 부채/EBITDA 또는 업계 전망), 시나리오 변수를 직접 사용해 거시 경제 환경이 이러한 요소에 미치는 영향을 가정하거나 기업의 대차대조표 건적 분석(pro forma analysis)을 수행해 시나리오에 대해 조정된 등급요소를 얻는 방식이다. 그러나 전환시나리오에서 제공되는 데이터를 감안하면, 모든 부문에 대해 완전한 정량 분석이 언제나 가능한 것은 아니다.

정성적 평가는 전문가 판단에 보다 많이 의존하고, 시나리오 데이터와 결합해 PD의 변화를 직접적으로 알려줄 적용 가능한 등급 모델(rating model)이 없을 때 활용해야 한다.

은행 전문가는 시나리오 영향을 PD로 바꿀 때 시범운영을 위해 개발된 방법이 광범위한 금융기관의 필요사항을 유연하게 충족시키도록 설계되었다는 사실을 유념해야 한다. 은행의 부문 전문가는 특정 부문 및 이용 가능한 시나리오 정보에 따라 정량적 및 정성적 접근방식을 혼합하여 사용해야 한다.

시범운영에서 얻은 통찰

초기 위험 측정 수행을 완료하면서 실무그룹 전문가들은 성공하기 위한 2가지 핵심 요소를 재빨리 식별했다.

- 전문가는 경험 많은 팀원들, 시나리오 정보, 과정 지침을 포함해 위험 측정을 위한 적절한 자원 및 과정을 가지고 시작해야 한다. 과정 내내 전문가는 평가 방법을 여러모로 실험하면서 결과를 얻어야 한다. 기본 규칙 설정도 중요하지만, 평가 과정동안 평가 방법에 수정사항이 발생할 것이다.
- 위험 측정수행은 반복적이어야 하고, 세그먼트 분류 과정을 포함해 나머지 전환리스크 평가 과정에 대해 피드백을 제공해야 한다. 이번은 은행의 첫 위험 측정 수행이므로 각 은행 내의 업계 전문가와 신용 전문가들이 모델과 결과에 대해 서로 논의하고 이의를 제기하며 위험 측정 과정을 더욱 다듬어야 한다. 은행은 다양한 채널을 통해 결과에 이의를 제기할 수 있다. 부문 결과는 팀들 사이에서 비교할 수 있고, 기타 내부 전문가들에게 의견을 물을 수 있다. 은행은 적절한 경우, 은행들 사이에서 결과를 비교할 수 있고, 최소한 결과가 전환시나리오와 잘 들어맞는지 확인해야 한다. 위험 측정 방법 및 문제에 대한 금융기관간 대화는 이 시범운영과정 내내 유용한 것으로 드러났다. 결과에 이의를 제기할 때 은행은 이전의 단계를 되밟아야 할 필요가 생길 수 있다. 전문가는 최초의 세그먼트 분류가 적절한 정도가 아니라거나 민감도가 과소 또는 과대평가되었다고 판단할 수도 있다. 시범운영동안 소수의 경우, 위험 측정 동안 유사한 수준의 신용 리스크를 평가한 후에 세그먼트 분류가 잘못되었다는 사실을 발견했다. 은행은 또한 위험 측정 과정을 위해 선택한 차입업체가 세그먼트를 제대로 반영하지 않는다고 발견할 수도 있다.

궁극적으로, 위험 측정은 은행이 경험을 쌓아가면서 개선할 여지가 가장 큰 부분이다. 은행이 시나리오 결과를 기존 신용 리스크 톨(측정 도구)과 보다 긴밀하게 연결하려고 노력하면서 상향식 차입업체 리스크 평가의 새로운 정량적 방법이 개발될 수 있다.

3.2. 사례 연구와 결과

본 보고서를 작성하는 시점에서 은행은 방법을 테스트하고 시범운영하고 있었다. 본 섹션의 나머지는 시범운영 과정의 예비 결과에 대해 논한다. 전기 발전, 금속 및 광업, 석유 및 가스 부문에 대한 3개 지역의 3개 금융기관의 사례연구를 소개한다.

3.2.1. 시범운영을 위한 전환 시나리오

본 섹션은 시범운영 과정 동안 사용된 2개의 전환 시나리오 모델 중 하나의 결과를 보여준다. 즉, EU 집행위원회가 후원한 CD-LINKS 프로젝트를 위해 개발한 REMIND 통합평가모델(IAM) 2°C 시나리오다.²¹⁾ CD-LINKS 시나리오는 지속가능한 발전 목표와 저탄소 전환 정책 사이의 연결을 분석하는 기초를 제공한다.²²⁾ 선택된 시나리오는 2°C 시나리오의 단지 한 예일 뿐이라는 사실에 유의하는 것이 중요하다. 전환 시나리오 모델에 필요한 가정이 많다는 사실을 감안하면 다른 경제적 영향을 지니는 많은 2°C 시나리오도 테스트할 수 있고 또 테스트해야 한다. 제안된 방법은 광범위한 전환시나리오 모델 및 전환시나리오와 호환 가능하다. 기존 시나리오에서는 이전의 추세를 따르는 세계에서 평소와 다른 정책을 계속 유지한다. 오늘날 실행하는 정책 및 정책 약속 외에 기후 변화를 해결할 아무런 조치도 취하지 않는다. 2°C 시나리오에서는 이러한 현재와 동일한 정책을 2020년까지 계속 유지한다. 그러나 2020년부터는 전 세계적으로 일관된 탄소 가격이 기존 시나리오 정책에 도입되면서 기술적 및 경제적 변화를 촉발한다.

시범운영에 사용된 2°C 시나리오는 21세기 내내 온난화를 산업시대 이전 수준에서 2°C 상승으로 제한하고 66%의 확실성을 예상하며, 1.5°C 시나리오는 2100년에 온난화를 산업시대 이전 수준에서 일시적 초과 후 1.5°C 상승으로 제한하고 50%의 가능성을 예상한다. 일부 시나리오 요소는 21세기 말까지 제시되는 반면, 시점운영은 2040년까지의 결과를 사용해 수행했다.

다음 섹션에서 사례 연구 결과를 맥락 내에 놓기 위해 REMIND CD-LINKS 2°C 시나리오의 주요 요소를 전 세계 수준에서 설명한다(정책, 사회경제적 요소, 기후, 에너지, 토지 사용 패턴). 시범운영을 수행한 금융기관은 지역 결과를 사용하긴 했지만, 모든 시나리오 설명은 세계 수준에서 제시한다.²³⁾

정책 변화

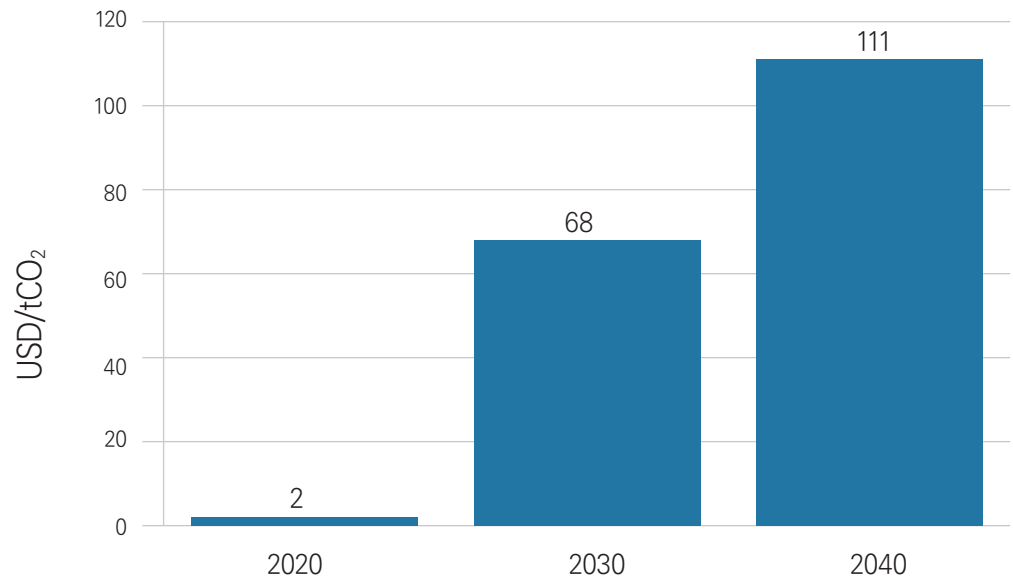
REMIND CD-LINKS 2°C 시나리오에서 2020년 후 주요 정책 도구는 지역들 전반에서 일관된 세계 탄소세이다. 이 시나리오 안에서 21세기 내내 탄소 가격 증가는 2020년의 기준 탄소 가격 USD 2/tCO₂e에서 시작해 2040년 100달러 이상으로 상승한다(그림 3.3).

21) CD-LINKS 프로젝트에 대한 자세한 내용은 다음에 있다. www.cd-links.org/

22) 시나리오 변수는 보고서 작성 시점에서 공개적으로 이용 가능하지 않았다. 공개가 되면 시나리오 변수는 다음에서 확인할 수 있다. db1.ene.iiasa.ac.at/CDLINKSDB

23) 사용한 모델 및 시나리오에 대한 자세한 내용은 McCollum, Zhou, Bertram, de Boer, Bosetti, Busch, Després, Drouet, Emmerling, Fay, Fricko, Fujimori, Gidden, Harmsen, Huppmann, Iyer, Krey, Kriegler, Nicolas, Pachauri, Parkinson, Pobleto-Cazenave, Rafaj, Rao, Rozenberg, Schmitz, Schoepp, Van Vuuren, Riahi (2018년 수용). “파리협정 실행을 위한 에너지 투자 필요사항과 지속가능한 발전 목표 성취(Energy investment needs for fulfilling the Paris Agreement and achieving the Sustainable Development Goals)”. 네이처 에너지 저널(Nature Energy) (곧 발간) 참조.

그림 3.3: REMIND CD-LINKS 2°C 시나리오에서 탄소 가격, 모든 지역



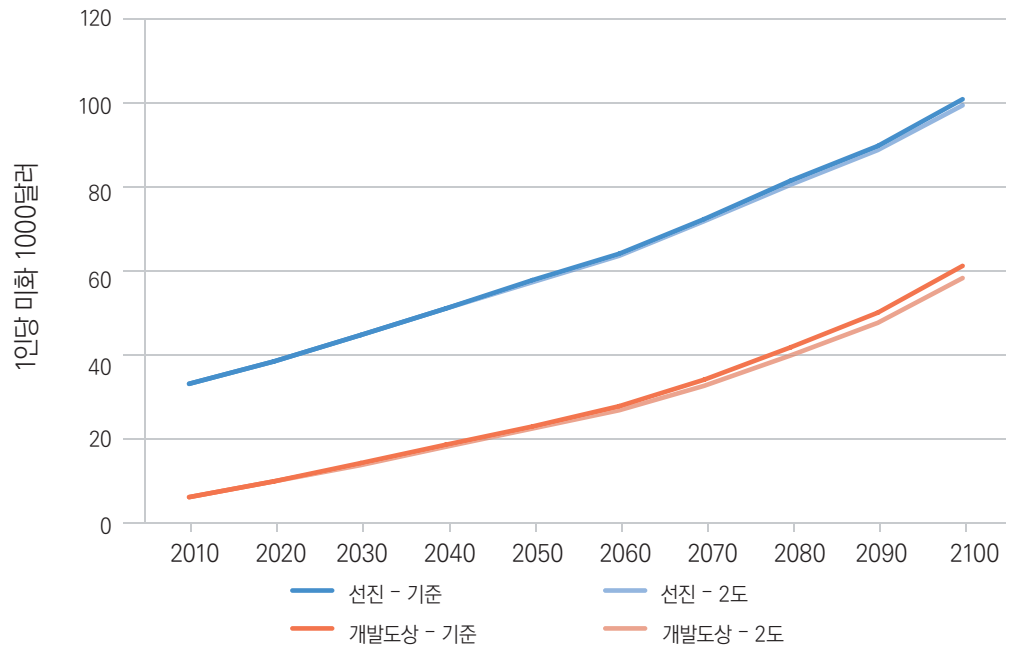
역배출(reverse emission)(즉, 숲 가꾸기 또는 바이오에너지와 탄소 포집 및 격리(CCS) 결합을 통한 대기권 CO₂ 줄이기)을 포함한 탄소 격리 옵션의 이용 가능성을 가정하면, 주어진 순수 배출 목표(net emissions target)를 성취하려면 화석연료 허용 배출이 늘어나고 따라서 탄소 가격을 낮춘다. 다른 연구들은 이러한 옵션이 사회정치적 또는 기술적 이유로 계속 이용 불가능한 경우, 탄소 가격은 동일한 순수 배출(그러므로 온도) 목표를 성취하기 위해 훨씬 더 높아야 함을 보여주었다.

경제적 관점에서 볼 때, 이것은 일치된 탄소 가격 책정을 통한 세계 수준에서의 효율적인 정책 변화가 된 전환 시나리오를 나타낸다. 현실에서는 부문별, 또는 지역별 정책이 분배 이유로 추진될 가능성이 높다. 예컨대 특정 정책 도구를 통해 선진국 또는 특정 배출 부문에 더 많은 부담을 지우는 등으로 나타날 가능성이 높다. 이러한 대안적인 정책이 실행되는 경우, 전환이 특정 업계, 지역, 그리고 전반적인 경제에 미칠 영향은 이 시나리오에 비해 더 악화될 가능성이 높다.

사회경제적 발전

전반적으로, REMIND CD-LINKS 시나리오는 최근의 패턴과 크게 다르지 않은 사회, 경제, 기술 추세가 존재하는 “중도 (middle-of-the-road)” 세계에서 일어난다.²⁴⁾ 그림 3.4는 선진 지역 및 개발도상 지역에서의 기준 시나리오 및 2°C 시나리오에서 1인당 GDP 변화를 나타낸다. 21세기 내내 개발도상 지역 및 선진 지역 1인당 GDP 는 증가하고, 개발도상국들은 21세기 후반기에 현재 OECD 수준에 도달한다. 세계 경제 성장은 2°C 시나리오 및 기준 시나리오에서 비슷하며 세계 탄소 가격의 경제적 효율성을 반영한다.

그림 3.4: REMIND CD- LINKS 2°C 시나리오 및 기준 시나리오에서 선진국 및 개발도상국의 1인당 GDP



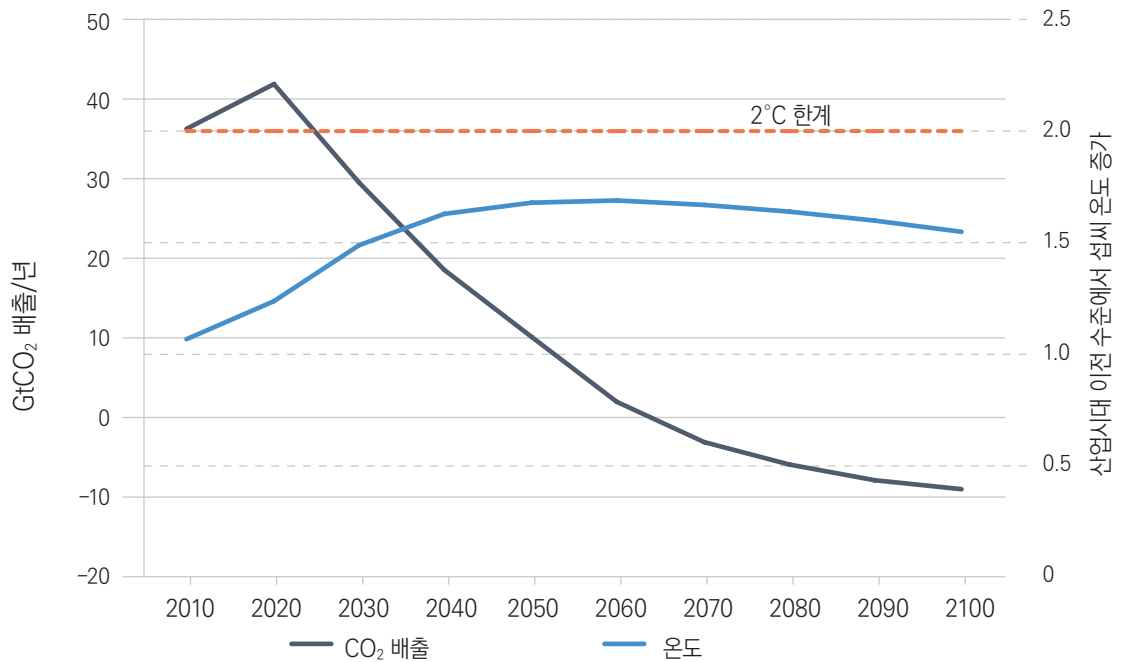
온도 변화 및 배출 궤적

2°C 시나리오에서 평균 세계 온도는 21세기 중반 가까이에서 산업시대 이전 수준에서 1.8°C 조금 못 미친 수준으로 최고점에 이른다.²⁵⁾ 이산화탄소 배출은 그림 3.5 에서 보듯이, 2020년에 최고점에 이르고 가파르게 하락하다가 2070년 격리 기술 및 역배출 기술 때문에 마이너스가 된다.

24) 이것은 공유된 사회경제적 경로 2를 지칭한다. 자세한 내용은 다음을 참조. dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009

25) 이 온도 시계열(time series)은 MAGICC 기후 모델의 중앙값 결과를 나타낸다. 1.8°C 최고점은 2°C를 초과하지 않는 66% 가능성에 해당한다.

그림 3.5: REMIND CD-LINKS 2°C 시나리오에서 세계 평균 기온 및 이산화탄소 배출

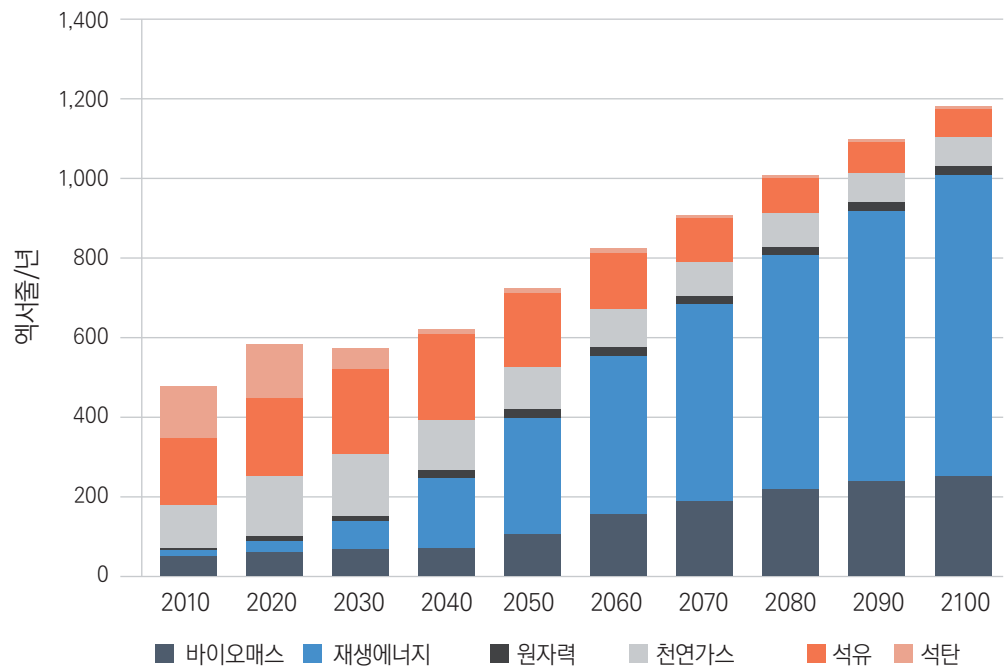


출처: 포츠담기후영향연구소

에너지 믹스(Energy mix)

에너지 부문 믹스(energy sector mix), 즉 다양한 에너지 종류는 2°C 시나리오에서 세계가 화석연료에서 벗어나 재생가능한 기술로 전환하면서 빠르게 변화한다. 그림 3.6은 21세기 내내 세계의 주요 에너지 공급에서의 변화를 예상하고 있다.

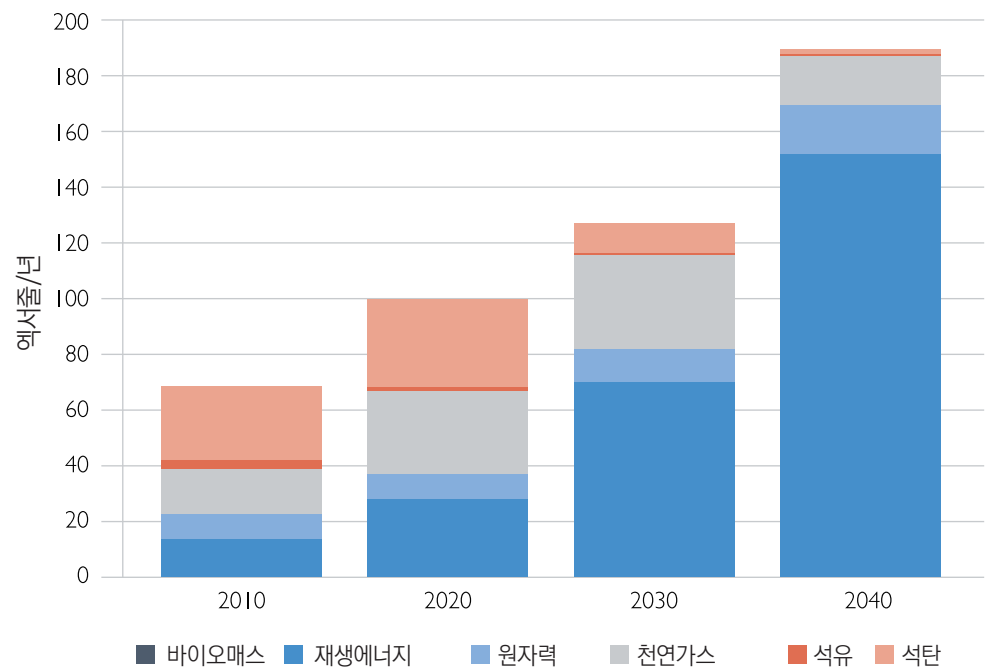
그림 3.6: REMIND CD-LINKS 2°C 시나리오에서의 세계 주요 에너지 믹스, 직접 등가 계산(direct equivalent accounting) 방법 사용



출처: 포츠담기후영향연구소

재생 에너지와 석탄은 앞으로 전환의 가장 큰 영향을 받는다. 2040년 경, 석탄은 극적으로 하락해 총 에너지 믹스 중 겨우 2%가 된다. 이와 반대로, 2040년경, 재생 에너지는 총 주요 에너지 공급의 4분의 1 이상을 차지하게 된다. 화석 연료 사용은 21 세기 내내 계속되며 2020년에 정점에 다다른 후 하락한다. 특히 석유는 초기에 경제에서 거의 변함없는 부분을 차지하고 있다. 그러나 21세기 말이 되면 모든 화석연료의 절반은 천연가스다. 화석 연료로부터의 완전한 전환은 숲 가꾸기와 바이오에너지탄소포집저장(BECCS)을 통한 역배출을 사용하지 않는다고 가정할 경우에는 훨씬 더 빠르게 일어날 것이다. 그림 3.7은 전기 부문의 변화를 묘사하고 있는데, 전기 부문은 일반적으로 2°C 시나리오에서 가장 빠른 탈탄소화(decarbonization)가 일어난다. 재생 에너지는 2040년이면 발전(Electricity generation) 믹스에서 지배적인 위치를 차지하게 된다. 일부 선진 지역의 경우, 전기 부문에서 석탄 사용은 전환 정책 시행 10년 이내에 사실상 영(0)으로 떨어진다.

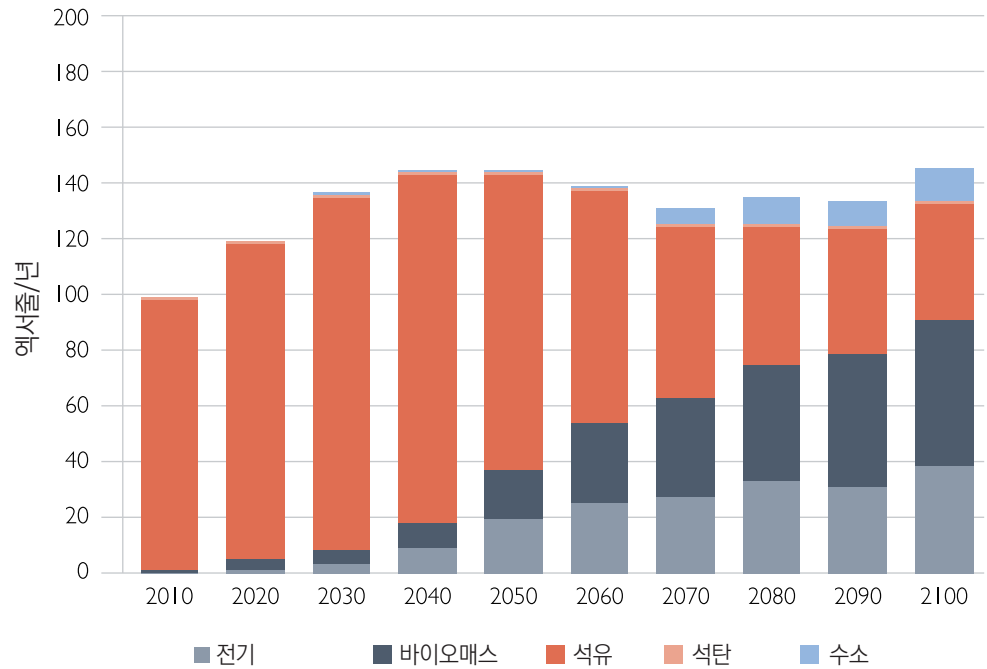
그림 3.7: REMIND CD-LINKS 2°C 시나리오에서 발전 믹스



출처: 포츠담기후영향연구소

운송 부문은 화석연료로부터의 전환을 점진적으로 실행하며 불완전하게 한다. 석유는 바이오연료, 전기, 수소와 같은 대안을 늘리기가 쉽지 않기 때문에 21세기 전반 동안 운송 부문 내에서 여전히 지배적이다. 그림 3.8은 운송 부문의 에너지 믹스 변화를 자세히 보여준다.

그림 3.8: REMIND CD-LINKS 2°C 시나리오에서 운송 부문 에너지 믹스



출처: 포츠담기후영향연구소

토지 사용 변화

2°C 시나리오에서 토지 사용 변화는 산림 벌채를 되돌리고 탄소 격리 잠재력을 증가시킴으로써 저탄소 전환 목표 달성을 돕고 있다. 숲 가꾸기와 바이오에너지탄소포집저장(bio-energy with carbon capture and storage, BECCS)을 통한 탄소 격리는 빠르게 증가하고 특히 2040년 이후에 빠르게 증가한다. 메탄과 아산화질소는 2020년에 정점에 이른 후 21세기 내내 하락한다. 메탄은 가축 생산이 원인인 반면 아산화질소는 주로 비료 사용이 원인이다. 시나리오 내에서 가축 및 농업에 의한 배출은 탄소 가격을 통해 대가를 치른다.

일반적으로, 토지 사용 변화는 탄소 흡수원을 제공한다. 인공적이든 자연적이든 숲을 가꾼 토지는 2°C 시나리오에서 21세기 내내 서서히 증가한다. 산림 벌채는 2020년 이후에 줄어든다. 토지의 희소성과 숲 가꾸기 및 바이오에너지 생산시설에 토지를 사용하기 때문에 비에너지 작물 및 가축 가격은 꾸준히 올라 21세기 말에는 2 배로 증가한다.

3.2.2. 시범운영 결과

본 보고서 작성 시점에서 실무그룹 내 모든 은행은 방법을 테스트하고 시범운영하고 있었다. 본 섹션 나머지에서는 시범운영 과정의 예비 결과에 대해 논한다. 발전(power generation) 유틸리티, 금속 및 광업, 석유 및 가스의 부문에 대해 3개의 은행의 사례 연구를 제시한다.

바클레이즈 사례 연구: 유럽 및 미국의 유틸리티

바클레이즈에서는 선구적이고 실험적인 전환 리스크 평가 방법을 적용해 미국 및 유럽의 전기 발전 기업의 기후에 대해 조정한 부도율(PD)을 계산했다.

포트폴리오 평가 범위

이 위험 측정 수행에서 총 35개의 전기 유틸리티 기업을 상세히 평가했고, 각 기업에 대해 4개의 가능한 스트레스 테스트 시나리오를 해서 총 140개의 기업 수준에서의 스트레스 테스트를 했다(미국 80개, EU 60개).

EU 집행위원회 후원의 CD-LINKS 프로젝트를 위해 개발된 REMIND 2°C 시나리오는 시간의 흐름에 따른 정책, 사회경제, 기후, 에너지, 토지 이용 패턴의 변화를 설명하는 전환 기후 시나리오다.

다음은 평가한 기업 포트폴리오의 범위 설명이다.

- 1. 하위부문(Sub-sector):** 발전(power generation), 송전(power transmission) & 배전(distribution), 여러 서비스를 통합한 기업(integrated utilities), 발전(electricity production) & 배전(distribution).
- 2. 국가:** 오스트리아, 벨기에, 체코공화국, 덴마크, 핀란드, 프랑스, 독일, 아이슬란드, 아일랜드, 이탈리아, 네덜란드, 노르웨이, 포르투갈, 스페인, 스웨덴, 영국, 미국.
- 3. 제품:** 유동성 편의(liquidity facility), 대출, 리볼버(revolver)/중장기대출(term loan), 회전신용편의(revolving credit facility), 초단기여신틀(swingline), 신용장, 도시신용장(municipal letter of credit), 보증신용장(standby letter of credit).

포트폴리오 세그먼트 분류

세그먼트 분류는 흔히 사용되는 분류체계를 통해 현재 포착되지 않은 기후리스크 원인에 대한 노출을 토대로 하여 부문을 균일한 그룹으로 세분하는 과정이다. 이 경우, 전기 발전 부문은 다음 2가지 요소를 토대로 4개의 세그먼트로 세분했다.

- 규제받는 또는 규제받지 않는 기업 - 규제받지 않는 기업에 비해 규제받는 기업이 규제당국이 합리적이라고 간주하는 기후 관련 운영비 및 자본 지출 부분을 소비자에게 전가할 수 있는 능력이 더 크다고 가정하고 이를 반영.
- 저탄소 또는 고탄소 - 발전 믹스(generation mix) 내 에너지별 비율vs. 지역 수준(미국 또는 EU)에서의 발전 믹스 목표를 토대로 탄소 집약적인 발전에의 현재 의존도를 반영.

세그먼트 민감도

세그먼트 민감도 평가는 부문 전체에 비해 위험요인 경로에 대한 세그먼트의 노출을 정성적으로 평가한다. 아래의 표는 각각의 리스크 요소에 대한 각 세그먼트의 민감도를 식별하고 있다.

표 3.3: 리스크 요소에 대한 세그먼트 민감도

세그먼트	위험요인 경로			
	직접 배출 비용	간접배출 비용	저탄소 자본 지출	수익
규제받음 - 고탄소*	보통	보통	약간 높음	보통
규제받음 - 저탄소	낮음	낮음	보통	약간 낮음
규제받지 않음 - 고탄소	약간 높음	약간 높음	높음	약간 높음
규제받지 않음 - 저탄소	낮음	낮음	낮음	낮음

* 미국에 적용, EU에 적용되지 않음

위험측정

부도율(PD) 측정은 신용 리스크 담당자가 전환시나리오가 어떻게 평가 대상 기업의 신용 상황에 영향을 줄지 이해하기 위해 수행한다. 이 분석의 결과는 일련의 측정점으로, 이러한 측정점은 기업의 2017년 기준 PD에 비해 특정 기간 동안 사이클에 따른 기업 PD에 미치는 영향을 식별한다. 바클레이즈의 접근방식은 필요한 경우 정성적 가정에 의해 뒷받침 받는 상향식, 정량적 기반 스트레스 테스트로 구성되었다.

다음의 요소들, 즉 노출의 중요성, 세부 발전 믹스(granular generation mix), 지리적 위치를 토대로 각각의 세그먼트 및 지역에 대해 5개의 대표적인 기업사례를 선택했다. 각각의 기업 사례는 전환반응이 기록되지 않는 '정적인 스트레스 테스트'와 가능한 전환반응을 포착하는 "적응적 스트레스 테스트(adaptive stress test)"를 거쳤다. 이러한 스트레스 시나리오는 수익, 현금 흐름, 대차대조표에 미치는 영향을 통해 기업의 재무 실적을 평가한다.

- **정적인 스트레스 테스트**는 발전 믹스를 변경하는 데 자본 지출(capex) 필요를 가정하지 않고, 2017년 기준과 비교한 2030/2040년의 수익/비용 가정(특히 배출 비용)을 반영한다. 또한, 탄소 집약적 유틸리티의 총 전력 공급은 화석연료 의존도에 따라 헤어컷(haircut)을 하여 메리트 오더/공급 곡선(merit order/supply curve)에서 일부 발전 역량의 대체(displacement)를 반영한다(즉, 시장에서의 수요를 경제적인 방법으로 해결하는 능력 하락).
- **적응적 스트레스 테스트**는 2017년 기준에 비해 2030/2040년의 수익/비용 가정을 반영하고, 가정한 2030/2040년 지역 발전 믹스에 가깝도록 또는 일치하도록 유틸리티의 발전 믹스를 변경하기 위해 오버나잇 자본 지출(overnight capex) 요건(적절하게 학습한 할인율 적용)을 가정한다. 이 자본 지출은 다시 부채로 들어간다. 자본 지출은 (i) 새로운 석탄, 석유 및 원자력이 없고, (ii) 새로운 가스 사용 발전은 주어진 해의 지역 믹스(regional mix)의 것을 상한선으로 하여 제한하며, (iii) 추가적인 발전 역량 요건은 재생에너지 원천으로 충당한다는 가정 아래, 설치된 발전 역량에 필요한 변화를 반영한다.

포트폴리오 측정은 올리버와이만이 설계한 포트폴리오 평가 툴(Portfolio Assessment Tool)을 사용해 PD 측정 결과를 더 광범위한 포트폴리오로 적용해서 했다. 이 툴은 포츠담기후영향연구소(PIK)와 국제응용시스템분석연구소(IIASA)에서 제공한 데이터와 이 두 연구소에서 정의한 시나리오 조건에 의존하고 있으며, 바클레이즈에서는 시범운영 동안 이러한 데이터와 시나리오 조건에 이의를 제기하지 않았다.

리스크 평가 결과

2개의 핵심 신용 메트릭스(운영자금 대 부채 비율(funds from operations to debt), 부채 대 상각전영업이익 비율(debt to EBITDA))를 토대로 4개의 스트레스를 준(stressed) 사이클에 따른 PD(through-the-cycle PD, TTC PD), 즉 2030년 정적, 2030년 적응적, 2040년 정적, 2040년 적응적 PD를 계산했다. 각 해에 대해, 정적 및 적응적 PD의 평균을 최종 스트레스 TTC PD로 사용했고, 이러한 최종 스트레스 TTC PD를 전체 포트폴리오의 측정에서 측정점으로 사용했다. 스트레스 테스트에 보수적인 가정을 했음에도 불구하고 관찰한 결과는 합리적으로 보였다.

“2040 - 2°C 시나리오” 하에서, 기후 스트레스 부도율 노출 가중(Exposure at Default-weighted) 평균 포트폴리오 PD는 기준에 비해 미국의 경우 2.2배, EU의 경우 2.3배 더 높다. 그러나, 대다수 기업이 투자적격 등급 인 점을 감안하면 스트레스를 준(stressed) 평균 PD는 포트폴리오가 주로 투자적격 등급 또는 높은 투자부적격 등급 신용 카테고리에 속하는 결과를 낳는다.

바클레이즈에서는 이 시범운영의 첫 결과를 평가 과정 동안 부딪힌 특정 한계를 완화하면 더욱 개선하고 다듬을 수 있을 것이라고 믿는다. 과정에서 직면한 특정 한계의 예로는 기업 데이터 및 공개의 부족 또는 비밀관성, 비교적 소수의 신용 메트릭스에 의존, 앞으로의 자본 구조의 낮은 가시성, 잠재적 정부 보조금 및 용량요금(capacity payment)에 대한 수많은 가정 등이 있다. 적용 가능한 경우, 사례 연구는 모두 채무로 자금을 충당한 총 오버나잇 자본 지출(overnight capex aggregated) 대 기업의 기준 채무 비율을 포함해 “가장 보수적인 관점”을 통합했다. 또한 결과 및 결론은 바클레이즈의 현재 포트폴리오 내용을 반영하고 있으며, 광범위한 미국 및 EU 시장 전체를 반영하는 것이 아님에 유의해야 한다.

그림 3.4: 세그먼트별 결과 (2°C 시나리오)

	고탄소 집약	저탄소 집약
규제 받음	■ 화석연료(특히 석탄) 발전에 의존하는 미국 기업의 경우, 발전 믹스(발전 연료 종류들)를 변화시키는 데 상당한 노력이 필요하다. 그러나 전반적인 전환은 해낼 수 있는 것으로 보인다. ■ 탄소 배출 비용을 소비자에게 전가시킨다는 가정에도 불구하고, 상당한 자본 지출 요건이 현금 흐름에 스트레스를 주고 신용 품질에 난제를 제기한다. ■ 이 세그먼트는 EU에서는 상관이 없다. 규제를 받는 유틸리티는 발전 능력이 없거나 미미한 순수 송전 및 배전 기업이기 때문이다.	■ US 발전 기업의 신용 메트릭스는 재생에너지 발전 능력이 더 적기 때문에, 규제받지 않는 저탄소 발전기업에 비해 보다 급격하게 저하된다. ■ 기후 관련 전환 리스크는 순수 송전 & 배전 기업에게는 매우 적다. ■ 중앙집중식 발전에서 분산 발전(distributed generation)으로의 전환은 네트워크 개발 및 적응에 상당한 자본 투자가 필요할 것이다. 이것은 규제 자산 기반(regulatory asset base)을 늘릴 것이고 이후 수익, 현금 흐름, 그러므로 신용 메트릭스에 긍정적 영향을 끼칠 것이다.
규제 받지 않음	■ 2020년대, 이 카테고리에 속하며 발전 믹스를 변경하지 않은 미국 및 EU 유틸리티는 더 높은 전력 가격 예상과 더 낮은 수요로 낮아진 연료 비용의 혜택을 본다. ■ 이러한 기업은 2030년대 탄소 비용이 발전 능력의 상당 부분의 경쟁력을 떨어뜨림으로써(기업 등급을 떨어뜨림) 결국 고통 받는다. ■ 그러나 더 빠르게 전환을 결정한 기업이 대출한 부채는 이후 시장과 함께 미래에 성장할 능력으로 보상받는다. ■ 2040년까지 출력의 5분의 4를 재생에너지로 바꾸라는 요건은 재무 메트릭스에 상당한 스트레스를 주어, 잠재적으로 이 보수적인 시나리오 하에서 소수의 기업에게 상당한 재무적 곤란을 맞이하게 한다.	■ 이러한 기업은 자사 PD에 적용되는 스트레스가 대체로 관리 가능하기 때문에 유리한 입장에 있을 것으로 보인다. ■ 시장과 함께 매출이 성장할 가능성이 높아 보이는 기업은 수요를 충족하기 위한 추가적 발전 능력을 보유하기 위한 자본 지출 관련 스트레스 때문에 다른 발전 기업보다 신용 메트릭스가 약간 하락한다.

결론

이 방법의 장점은 추가적인 참여와 지원을 통해 이익을 볼 수 있는 “위험에 처한(at risk)” 기업을 초기에 식별 가능한 점 등이다. 이 방법의 유연성은 위험 측정의 추가 발전을 가능케 해 앞으로 보다 광범위한 매트릭스 세트와 보다 상세한 분석이 가능하다는 점이 강조된다.

이 프로젝트는 팀들 사이의 협력의 좋은 예로서, 광범위한 사업 단위와 지원 기능 소속 동료들이 참여했다. (i) 정부 관계, 시민의식, 지속가능성, (ii) 환경 리스크, (iii) 신용 리스크, (iv) 포트폴리오 관리, (v) 스트레스 테스트, (vi) 데이터 및 보고, (vii) 정량적 분석, (viii) 관계 담당(relationship coverage) 등의 소속 동료들이 협력했다.

데이터 문제는 사내외에서 발생한다. 필요한 신용 포트폴리오 매트릭스를 내부 시스템에서 가져오는 데 시간이 걸린다. 또한, 적응 시나리오 하에서 “가장 보수적인 관점”을 취해 어느 정도의 일관성을 유지하는 한편으로 임의적인 가정을 최소화했다. 스트레스 테스트 실행의 품질은 기업이 표준화된 기후 관련 리스크 및 데이터, 예컨대 현재의 발전 믹스(generation mix, 발전 종류들의 조합), 원자력 용량의 라이선스 만기일 등을 공개한다면 상당히 향상될 것이다. 이것은 기후 관련 금융 공개의 일관성과 조화를 증진하기 위한 표준화된 기본 틀을 권고하는 TCFD 권고사항과도 일치한다.

고지사항:

본 발간물의 어느 일부도 발간자의 사전 동의 없이 전자, 기계, 복사 등 어떤 형태나 방법으로든 복제하거나 검색 시스템에 저장할 수 없다. 바클레이즈는 본 발간물을 토대로 한 투자 결정이나 기타 결정의 영향 또는 본 발간물에 있을 수 있는 누락 또는 부정확에 대해 책임을 지지 않는다.

본 발간물에 표현된 일부 견해는 제3자의 견해일 수 있고 바클레이즈의 견해를 반드시 반영하지는 않으며, 또한 바클레이즈의 정책이나 의도를 나타낸 것으로 받아들여지지 말아야 한다. 바클레이즈는 여기 담긴 정보의 진실성에 대해 책임을 지지 않으며 제공된 정보의 정확성이나 완전성에 대해 명시적으로든 암시적으로든 어떠한 보증도 하지 않는다.

본 발간물은 1934년 미국증권거래법 21E 섹션의 수정된 대로의 의미, 1933년 미국 증권법의 27A 섹션의 수정된 대로의 의미 내에서 미래를 내다보는 일부 서술을 담고 있을 수 있다. 바클레이즈는 미래를 내다보는 서술이 미래의 실적에 대한 보증이 아니며, 실제의 결과나 기타 재무 조건 또는 실적 측정은 미래를 내다보는 서술에 담긴 것과 중요하게 다를 수 있음을 독자에게 경고한다. 실제의 미래 결과는 미래를 내다보는 서술에 명시된 예상 및 안내와 중요하게 다를 수 있다.

공개 및 현재 정보에 관한 영국 및 미국 해당 법과 규정 하에서의 의무를 따르는 바클레이즈는 새로운 정보, 미래의 사건 등의 결과 미래를 내다보는 서술을 공개적으로 업데이트하거나 수정해야 할 의무를 지지 않는다.

바클레이즈는 바클레이즈 은행 PLC(Barclays Bank PLC) 및 그 자회사의 상표명이다. 바클레이즈 은행 PLC는 금융감독청(Prudential Regulatory Authority)의 허가를 받았으며 금융감독원(Financial Conduct Authority) 및 금융감독청의 규제를 받는다(금융 서비스 등록 No. 122702). 영국에 등록되어 있으며 등록번호는 1026167, 등록된 사무소는 1 Churchill Place, London E14 5HP에 있다.

바클레이즈는 또한 바클레이즈 은행 영국 PLC(Barclays Bank UK PLC) 및 그 자회사의 상표명이다. 바클레이즈 은행 영국 PLC는 금융감독청에 의해 허가를 받았으며, 금융감독원 및 금융감독청의 규제를 받는다(금융 서비스 등록 No. 759676). 영국에 등록되어 있으며 등록번호는 09740322, 등록된 사무소는 1 Churchill Place, London E14 5HP에 있다.

은행 #2 사례 연구: 금속 & 광업

시나리오 기반의 전환 리스크 평가를 실험적으로 실행하기 위해, 은행에서는 해당 모델제작자, 분석가, 신용 전문가를 한자리에 모았다. 서로 다른 업계 분야에서 온 다양한 팀들이 함께 모여 해당 주제에 관한 전문지식을 제공하며 이 시범운영의 중요성을 보여주고 UNEP FI 실무그룹을 지지했다.

포트폴리오 세그먼트 분류

이 은행에서는 자사 금속 & 광업 포트폴리오를 업계 분류 코드를 따라 총 9개의 세그먼트로 나누었다. 즉, 흑탄 채굴, 구리 광석 채굴, 금광석 채굴, 철광석 채굴, 니켈 광석 채굴, 기타 금속 광석 채굴, 미네랄 모래(mineral sand) 채굴, 알루미늄(alumina) 제조, 철 및 강철 제조로 나누었다. 샘플의 크기는 은행의 광업 및 금속 포트폴리오 내에서 부도 노출 및 리스크 가중 자산(risk-weighted asset)의 60% 이상을 나타내고 있다.

세그먼트 민감도

기술 임원의 전문지식을 활용하여 이 은행에서는 4개의 위험요인 경로 각각이 9개 세그먼트 각각에 미칠 영향을 판단했다. 4개의 리스크 요소는 다음과 같다.

표 3.5: 위험요인 에 대한 세그먼트의 민감도

세그먼트	위험요인 경로			
	직접 배출 비용	간접 배출 비용	저탄소 자본지출	수익
흑탄 채굴	약간 높음	약간 높음	약간 높음	높음
구리 광석 채굴	약간 낮음	보통	보통	약간 높음
금광석 채굴	약간 낮음	보통	보통	보통
철광석 채굴	보통	약간 높음	보통	약간 낮음
금속 광석 채굴 N.E.C.	약간 낮음	보통	보통	보통
미네랄 모래 채굴	낮음	약간 낮음	보통	보통
니켈 광석 채굴	약간 낮음	보통	보통	약간 높음
알루미늄 생산	높음	높음	높음	약간 높음
기본 철 & 강철 제조	높음	높음	높음	약간 높음

측정 결과

표 3.6: 리스크 요소에 대한 세그먼트의 민감도

1등급	2등급	3등급
투자적격 등급(IG)	투자적격 미달 등급이나 강함	투자적격 미달 등급이고 약함
BBB- 이상	BBB-에서 BB까지	BB 미만

- 1등급: 현재 PD와 2030/2040년 예상 PD가 변함없이 BBB- 이상 그룹임(투자적격 등급). 이 세그먼트는 기후 변화에 회복력이 강한 것으로 간주된다.
- 2등급: 현재 PD에서 2030/2040년 예상 PD는 한 단계 하락하여 BBB- 미만에서 BB까지 그룹임(투자적격 미달 등급이나 강함). 이 세그먼트는 기후 변화에 보통의 회복력을 가진 것으로 간주된다.
- 3등급: 현재 PD에서 2030/2040년 예상 PD는 두 단계 하락하여 BB 미만 그룹임(투자적격 미달 등급이고 약함). 이 세그먼트는 기후 변화에 대한 '회복력'이 낮은 것으로 간주된다.
- 발전용 석탄 : 이 업계의 고객이 겪을 가능성이 높은 큰 혼란을 반영하기 위해 한 등급 더 추가했다. 다른 업계에 비해 기후 변화에 더 낮은 회복력을 갖는다.

차입업체의 신용 가치에 미치는 영향

흑탄(black coal) 부문의 손실 영향은 금속 제조 세그먼트와 비교할 때 발전용 석탄 세그먼트(thermal segment)가 원인이다. 비석탄(non-coal) 세그먼트의 경우, 석탄 세그먼트보다 손실 영향이 평균적으로 2.0배 - 2.5배 더 낮다. 스트레스 테스트 기간에 걸친 세그먼트별 PD 프로파일은 2040년까지 평균 1.4배 - 2.0배 증가한다.

모델에서 얻은 전반적인 통찰

모델의 결과는 기후 변화에 대한 기업 경영진의 태도와 기후 변화 리스크에 대해 고객이 취하는 조치를 고려하는 주관적 평가의 필요성을 강조해 주었다.

이 프로젝트는 기후 변화 리스크 및 기회에 관해 우리의 고객과 더 많은 대화를 하도록 촉진하는 좋은 첫 걸음이다. 우리는 모델 입력 및 측정이 앞으로 더욱 발전하여 우리 고객이 이러한 리스크와 기회에 어떻게 반응할지를 보다 상세하게 평가할 수 있으리라 기대한다.

은행 #3 사례 연구: 미국의 석유 & 가스

포트폴리오

실무그룹의 은행들 중 한 은행에서는 미국 석유 및 가스 탐사 및 생산 기업 매장량 기반 대출(reserves-based lending, RBL) 포트폴리오 샘플을 사용해 분석을 수행했다. 석유 및 가스 부문 중 매장량 기반 대출(RBL) 하위부문을 선택한 이유는 이 하위부문이 특히 가격과 수요 변동에 민감하기 때문이었다.

이 은행에서는 포트폴리오를 3개의 하위세그먼트로, 즉 전통적인 하위세그먼트, 셰일 하위세그먼트, 해양 굴착 하위세그먼트로 나누었다. 일반적으로, 미국 셰일은 전통적인 하위세그먼트보다 생산 비용이 약간 더 높고, 해양 굴착이 생산 비용이 가장 높다. 셰일 기업은 포트폴리오의 절반 이상을 차지했고, 은행 대출의 대다수를 차지했으며, 반면 해양 굴착 기업은 은행 포트폴리오와 대출의 적은 부분을 차지했다.

시나리오 영향

시나리오 분석은 미래의 예보가 아니고 높은 복잡성과 불확실성을 헤쳐 나가도록 돕는 툴, 즉 도구이다. 시나리오 분석을 기후 변화 맥락에서 효과적인 툴로 사용하려면 매우 다른 여러 경로를 대표하는 시나리오를 생각하고 테스트하여 동일한 결과, 즉 지구 온난화를 2°C 또는 1.5°C로 제한하는 결과에 이르러야 한다. 여러 경로를 테스트하여 동일한 온도 목표에 이룸으로써 은행에서는 주어진 부문 및 그 신용 등급에 미칠 광범위한 잠재적 영향을 이해할 수 있다. 은행에서는 잠재적영향의 가장 중요한 원인을 알아내고 그러므로 그것을 모니터링 할 수 있다. 이 은행의 석유 및 가스 부문 테스트 결과는 시나리오 분석이 생각할 수 있는 다양한 미래의 결과를 드러내줄 수 있음을 잘 보여준다. 이 은행의 경우, 은행에서는 REMIND 모델의 2°C 및 1.5°C 시나리오를 사용했다. 이러한 시나리오에서는 각각 2°C와 1.5°C를 성취하기 위해 특히 석탄 사용을 많이 줄여야 하는 것으로 묘사한다. 이러한 시나리오의 가정 하에서 석유 및 가스는 세계가 빠르게 석탄에서부터 전환해 가는 과정에서 단기적으로 대체 연료 역할을 한다. 또한, 운송 부문의 수요가 빠르게 증가하고, 석유는 단기적으로 쉽게 대체되지 않는 중요한 운송 연료로 추측된다. 따라서, 이 특정 2°C 시나리오에서 미국 석유 수요는 2020년-2030년에서 증가하고, 2030년 - 2040년에서야 떨어지기 시작한다. 그 결과, 이러한 가정 하에서 이 미국 포트폴리오에서 석유 및 가스 탐사 및 생산 업체의 신용 등급은 영향을 받지 않고 부도리스크도 증가하지 않았다. 석탄 감소에 덜 의존하면서 2°C 온난화 제한 내에 머무르는 다른 경로를 테스트하자 은행에서는 잠재적으로 석유 및 가스 기업의 신용 등급에 더 강한 영향이 미치는 것을 보았다. 동일한 온도 목표를 성취하기 위해 석유 및 가스 수요는 줄어들어야 하기 때문이다.

전통적인 기업, 셰일 기업, 해양 굴착 기업의 차별화, 특히 석탄 감축에 초점을 둔 1.5°C 시나리오 하에서의 차별화는 보다 비용 효율적인 석유 및 가스 생산기업이 기후 변화를 헤쳐 나가는 보다 강력한 위치에 있을 것으로 예상된다. 1.5°C 시나리오에서, 세 종류 기업 중 운영 비용이 가장 높은 해양 굴착 기업은 2020-2030년 기간에 신용 등급이 한 단계 하락한다. 2030 - 2040년, 석유 및 가스 수요는 훨씬 더 급격하게 떨어지고, 1.5°C 시나리오와 4°C 기준 시나리오 사이의 가격 차이는 벌어졌다. 2040년, 이 시나리오 하에서 은행에서는 주로 셰일 기업과 해양 굴착 기업에서 신용 등급 변동을 보리라 예상했다. 셰일 및 해양굴착 석유 및 가스 기업은 전통적인 석유 및 가스 기업보다 생산 비용이 더 높은 경향이 있어서 가격 및 수요 감소에 보다 민감하기 때문이다.

4. 전환이 주는 기회: 금융기관의 전략 탐구

2°C 전환은 은행의 신용 리스크를 높일 수 있지만, 또한 추가적인 고객 서비스 기회도 제시할 수 있다. 예를 들어, 배출이 낮은 프로필을 지닌 또는 온실 가스 감축에 기여하는 제품 및 서비스는 보다 경쟁력이 강해져 용자 수요가 증가할 수 있다. 이러한 기회는 에너지 효율적인 기술, 새로운 에너지 생산 및 생산 원천, 배출이 낮은 제품 및 서비스 또는 저탄소 인프라에 대한 투자를 포함할 수 있다. 은행은 이러한 세그먼트의 저탄소 기업 대출 수요 증가를 충족할 뿐만 아니라 보다 탄소 집약적 업계의 고객이 새로운 환경에 적응하게 도울 수도 있다.

TCFD에서는 은행에게 시나리오를 사용해 전환관련 리스크를 분석할 뿐만 아니라 기회도 평가하라고 권고함으로써 리스크와 기회가 동시에 존재하는 역학을 인식하고 있다. 그러나 전환 관련 기회 평가에서는 리스크 평가와는 다른 방법을 요구한다. 기회의 평가는 모든 전략 평가와 마찬가지로 정량적 또는 통계적 평가 그 이상이다. 기회의 평가에서는 미래 시장 및 경쟁 상황, 그리고 은행의 내적 역량에 관해 정량적 및 정성적 요소, 모두를 고려해야 한다.

전환 시나리오는 잠재적 저탄소 시장 기회를 식별하도록 돕는 전략 계획을 위한 지침을 제공해줄 수 있다. 본 섹션에서 기회는 시범운영과 부합하여 좁은 의미에서 전환시나리오 하에서 기업이 추가적인 저탄소 투자를 함으로써 발생하는 기업 대출 수요 증가로 정의되었다는 점에 유의해야 한다. 그러나, 기업 대출 이외의 기회에 대해서는 유사한 기본틀을 사용할 수 있다. 궁극적 목표는 시장 평가와 은행 내적 역량을 나란히 비교해 은행에게 가장 유망한 분야를 결정하는 것이다.

다음 페이지들에서 3가지 부분으로 된 제안된 접근방식에 대한 초기의 생각들을 설명한다.

- 첫째, 저탄소 투자 시장, 특히 세그먼트 및 부문의 매력을 평가한다.
- 둘째, 은행 역량을 평가해 잠재력 높은 저탄소 세그먼트 중 어느 세그먼트가 은행의 강점에 가장 부합하는지를 결정한다.
- 마지막으로, 역량 및 시장 평가를 비교해 은행이 기회를 포착하기 위해 필요한 전략을 알아낸다.

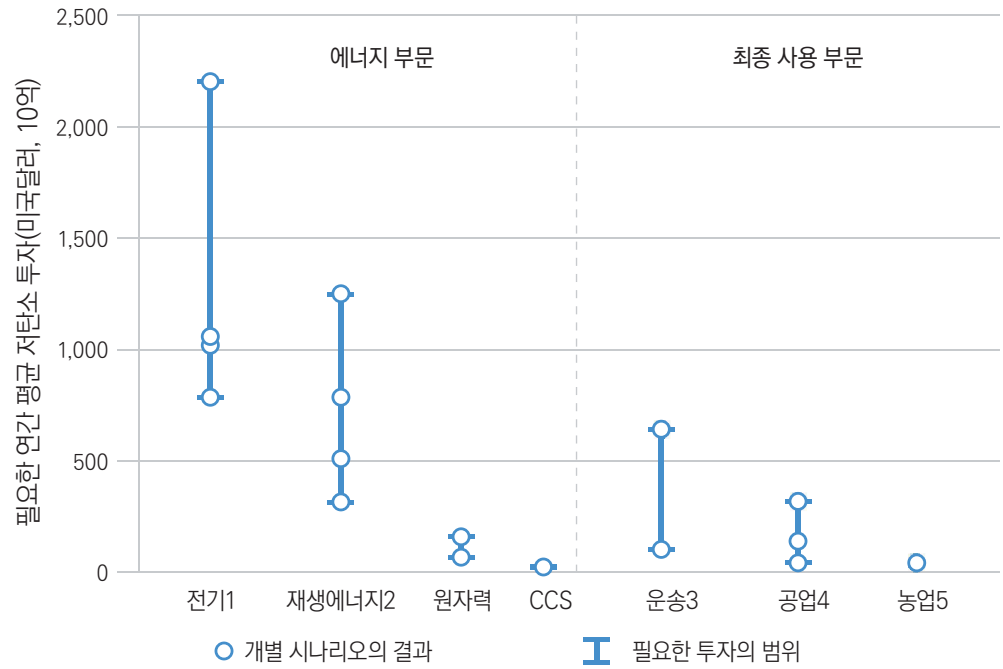
4.1. 시장 평가

4.1.1. 시나리오 분석에 바탕을 둔 기회 평가

시나리오를 활용해 저탄소 전환을 실현하기 위해 잠재적으로 필요한 광범위한 투자를 이해할 수 있다. 시나리오 모델들에 따라 가정이 다르므로, 하나의 시나리오가 저탄소 미래가 어떻게 실현될지를 확정적으로 예측할 수는 없다. 그러나 여러 시나리오를 종합하면 개연성 있는 미래의 분석을 토대로 부문별, 기간별, 기술별, 지역별 대출 시장의 상대적 성장을 분석하는 유용한 토대가 마련된다.

많은 시나리오는 전환 기온 목표를 충족하기 위해 필요한 자본 투자(capital investment)를 알아낸다. 흔히 사용되는 광범위한 시나리오 토대의 이러한 추정들을 종합하면 그림 4.1에서 보는 것처럼 2°C 시나리오에서 어떻게 투자 시장이 변화할지에 대한 높은 수준에서 그려진 그림을 볼 수 있다.

그림 4.1: 2°C 전환에서 세계의 부문별 연간 평균 투자



1. 저탄소(예: 재생에너지) 발전 및 비저탄소(non-low-carbon) 인프라 모두 포함
2. 전기 및 저탄소 에너지 공급 중 비바이오매스(non-biomass) 재생에너지 하위집합
3. 효율성 및 전기자동차(EV) 투자 포함
4. 효율성 및 현장 연소 성능개선(on-site combustion retrofit) 투자 포함
5. 농업 및 임업 포함

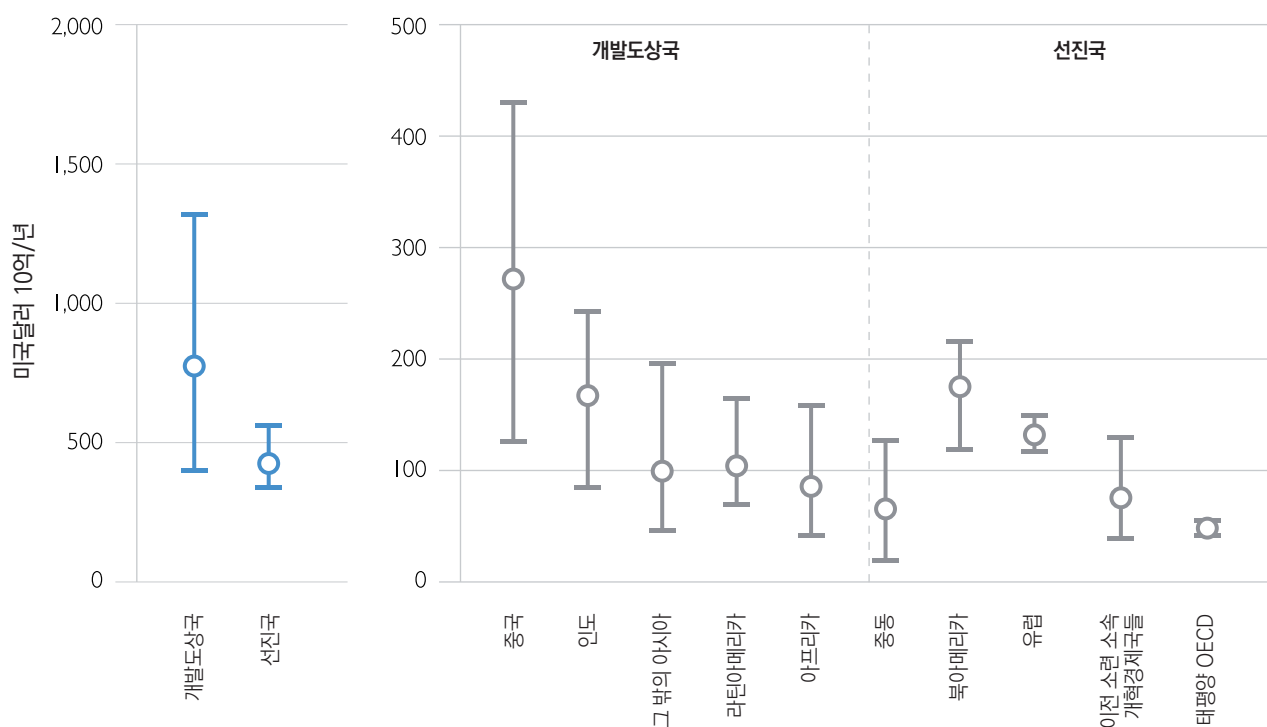
출처: 포츠담기후영향연구소 및 국제응용시스템분석연구소 (CD-LINKS 시나리오); 국제에너지기구(International Energy Agency, IEA)의 "세계 에너지 전망 : 2017"; IEA, "에너지 기술 전망, 2015"; UNFCCC, "기후 변화 해결을 위한 투자 및 재무 흐름(Investment and financial flows to address climate change)," 2007; 올리버와이만 연구조사 및 분석 .

정책, 기술, 시장에 대한 가정들은 시나리오별로 상당히 다를 수 있으며, 이러한 원인들이 일치할 때 조차도 모델 및 부문별 투자는 눈에 띄게 다를 수 있다 (그림 4.2 참조).²⁶⁾ 그러나 시나리오는 부문별 투자 필요사항을 높은 수준에서 짐작하게 해준다. 예를 들어, 2°C 전환을 성취하기 위해서는 원자력 및 CCS 기술보다 재생에너지에서 보다 많은 투자가 필요할 것이다. 이와 유사하게, 비에너지(non-energy) 부분에서도 시나리오는 자주 공업 공정 및 농업의 투자 필요사항보다 운송의 투자 필요사항이 더 증가한다는 점을 식별한다.

26) 그림은 McCollum D, 외, "파리협정 실행 및 지속가능한 발전 목표 성취를 위해 필요한 에너지 투자(Energy investment needs for fulfilling the Paris Agreement and achieving the Sustainable Development Goals)," (곧 발간)의 허가를 받아 게재.

그림 4.2: CD-LINKS 프로젝트에서 실행한 6개의 전세계 통합평가모델(IAM)에 따른 2016 - 2050년 카테고리별 세계 연간 평균 에너지 투자.

2°C 시나리오 하에서 2010-2050년의 재생가능 에너지, 원자력 에너지, 에너지 효율성에 대한 총 연간 투자



○ 모델별 연간 평균 투자

I 필요한 투자의 범위

출처: McCollum D, 외, "기후 정책 하에서의 에너지 투자: 세계 모델들 비교(Energy investments under climate policy: A comparison of global models)," 기후 변화 경제학 저널(Climate Change Economics), 제4권, No. 4, (2013).

시나리오는 또한 지역별 상대적 투자 필요성을 이해하게 해주는 좋은 토대이다. 5가지 통합평가 모델을 사용한 분석의 한 예는 2020년까지 기존 시나리오의 기존 정책을 가정하고, 그 후에는 전세계적으로 일치된 탄소 가격을 가정한 단일 2°C 전환시나리오 하에서 필요한 지역 투자의 잠재적 범위를 보여준다. 지역별 투자는 많은 차이를 보이지만, 개발도상국 시장의 투자가 선진국 지역보다 일관되게 높다.²⁷⁾

27) McCollum D, 외, "기후 정책 하에서의 에너지 투자: 세계 모델들 비교(Energy investments under climate policy: A comparison of global models)," 기후 변화 경제학 저널(Climate Change Economics), 제4권, No. 4, (2013).

기회 평가를 위한 시나리오의 또 다른 이용도 가능하다. 예를 들어, 보다 엄격한 완화 목표를 충족하기 위해 필요한 투자 증가분을 식별하는 것은 전환 야망에 대한 부문의 투자 수요 민감도를 결정하는 데 도움이 된다. 다양한 전환 기간별 시나리오 비교는 출시 타이밍(market timing) 고려사항을 알게 해줄 수 있다.

그러나 시나리오 분석만으로는 은행이 전환 관련 기회 포착을 위해 행동할 수 있는 전략을 개발하기에는 한계가 있다. 이러한 한계의 일부는 데이터와 관련이 있다. 시나리오 비교는 부문 및 지역 정의의 비밀관성에 의해 제한을 받아 부정확할 수 있다. 또한 시나리오 모델의 결과는 발간되지 않는 경우가 많다. 그래서 자료가 부족하다.

가장 중요한 점은, 시나리오는 궁극적으로 저탄소 투자 전략 설정에서 은행에게 가장 긴급한 질문들에 답하는 데 별로 유용하지 않다. 즉, 대부분의 시나리오는 부문 내 어떤 세그먼트와 업계가 저탄소 전환에 보다 많은 투자가 필요한지, 또는 미래가 어떤 모습으로 실현될지에 대해 말해주지 못한다. 시나리오는 부문 수준에서의 투자 필요성이 어느 정도인지 평가해주는 분석의 첫 시작이고, 이 정보가 유용하려면 추가적인 분석이 더 필요하다.

4.1.2. 세그먼트 시장의 매력 평가

가치 있는 전환 관련 기회 평가를 하면 은행에서는 의사결정에 알맞은 상세함의 수준에서 저탄소 전환의 승자가 될 가능성이 가장 높은 기업들을 구별할 수 있다. 각 업계에는 승자와 패자가 있을 가능성이 높고, 종종 주어진 업계 및 지역 내에서 경쟁이 발생할 수 있다. 시나리오 모델이 허용하는 것보다 더욱 상세한 수준에서 시장 분석을 해야 기업을 적절히 찾을 수 있다. 기업을 찾아낸 후에는 이러한 기회를 포착하기 위해 은행은 전문지식이 필요할 것이다.

이 제안된 기본틀 하에서 은행은 주어진 표적 지역 내에서 각 세그먼트의 매력을 평가하기 위해 스코어카드 접근방식(scorecard approach)을 사용한다. 이 접근방식은 저탄소 시장 크기를 결정하는 주요 원인과 각 세그먼트와의 관계 및 은행이 이 시장을 포착할 수 있는 능력을 정성적으로 평가하여 미래 투자를 위한 “최선의 베팅” 대상을 식별한다. 스코어카드 접근방식은 은행에 정량적 분석에 대한 지나친 부담을 지우지 않으면서 시장 전략(go-to-market strategy)을 세우기 전에 간단한 평가를 할 수 있게 해준다. 시장 평가에서 은행에서는 2가지 핵심 원인, 즉 정책에 대한 세그먼트의 반응과 기술 발전을 고려해야 한다. 정책의 경우, 은행에서는 앞으로 나올 가능성이 높은 정책이 세그먼트의 목표시장을 혁신해 대출 수요 증가를 초래할 것인지를 알아내야 한다. 이러한 수요 증가는 세그먼트의 제품 소비 증가 때문에, 또는 새로 시행될 규제를 준수하기 위해 기존 기술을 개선해야 할 필요성 때문일 수 있다. 기술의 경우, 은행은 특정 세그먼트 내에서 제공되고 있는 제품이 전환 문제에 대한 설득력 있는 해결책이 되는지 여부를 평가해야 한다.

이러한 분석은 지침이 되는 질문의 뒷받침을 받고 시나리오 분석과 추가 원천에서 유용한 정보를 제공하는, 주로 정성적인 분석일 것으로 예상된다. 그림 4.3에서 이 분석을 수행하는 몇몇 지침이 되는 질문들과 추가 정보를 제공할 잠재적 원천들을 소개해 놓았다.

그림 4.3: 시장 기회 평가 - 스코어카드(도표)

원인	평가 기준	지침이 되는 질문	지표	평가의 예
정책 영향	미래의 정책이 세그먼트의 잠재 시장에 유의미한 영향을 미칠 것인가? ■H - 세그먼트의 잠재 시장에 많은 긍정적 영향 ■M - 세그먼트의 잠재 시장에 보통의 긍정적 영향 ■L - 세그먼트의 잠재 시장에 적은 긍정적 영향 또는 부정적 영향	세그먼트의 업계는 탄소 비용에 의해 부정적 영향을 받을 가능성이 높은가?	■업계의 탄소 집약도	
		세그먼트의 업계는 특정 규제, 예컨대 효율성 또는 배출 상한선 규제의 대상이 될 가능성이 높은가?	■정책 발표 ■국가 전략 계획 ■정책 발표 ■국가 전략 계획	
		세그먼트는 보조금을 받을 가능성이 높은가?		
		세그먼트는 정책이 시장을 넓힐지도 모르는 다른 지역으로 수출을 하는가?	■수출 데이터 ■수출 대상 국가 정책	
기술 발전 및 상대적 실적	세그먼트의 제품이 전환문제에 대한 경쟁력 있는 해결책이 될 것인가? ■H - 경쟁력 높은 해결책 ■M - 보통 수준의 수요 증가 ■L - 낮은 수준의 수요 증가 또는 수요 하락	세그먼트는 부정적 영향을 받은 기술을 대체할 수 있는 제품이나 기술을 생산하는가?	■시장 및 제품 분석	
		다른 저탄소 세그먼트들이 이 세그먼트와 직접적으로 경쟁하는가?	■시장 기술 훑어보기	
		제품의 시장이 잘게 나뉘거나 특정 주체에 의해 통합될 가능성이 높은가?	■시장 집중 ■지적재산권 및 특허	
		세그먼트는 탄소 집약적 대안에 비해 비용 경쟁력이 있는가?	■비용 및/또는 가격 차이	

출처: 올리버와이만

위의 평가 안내는 잠재적으로 매력적인 세그먼트를 가려내는 데 도움이 된다. 예를 들어, 인도의 풍력 독립발전사업자(Independent Power Producer, IPP) 세그먼트 분석은 유망한 특징들을 드러낼지도 모른다. 위의 질문들을 사용해서 은행은 “발전 기반 인센티브 메커니즘(Generation Based Incentive Mechanism)”과 같은 떠오르는 정책들을 토대로 전기 부문에서의 정책 관련 추가 혁신 잠재성을 식별할 수도 있다. 인도의 풍력 독립발전사업자(IPP) 기업들은 정부의 지원을 받아 매우 비용 경쟁력이 높은 해결책을 제공할 수 있다. 그러나 시장 세분화는 특정 승자를 선택하기 어렵게 할 수 있으므로 세밀한 실사가 필요할 수 있다.

이 분석에서는 분석하는 내내 부분적으로 시나리오와 시나리오 모델에 의해 유용한 정보를 제공받는다. 시나리오 결과는 때로 예를 들어 서로 경쟁하는 기술들 사이의 보다 상세한 상호작용을 포착해주는데, 이것은 세그먼트 매력에 대한 판단에 도움이 될 수 있다. 또한, 시나리오를 만들 때 모델제작자는 정책 및 기술의 기초(fundamentals)에 대해 판단을 하는 전문가에게 의존한다. 시나리오의 특정 기술 및 정책 입력은 종종 기저의 경제적 및 정치적 상황에 대한 주요한 연구조사를 반영하고 있다. 이러한 입력을 활용하면 세그먼트의 상대적 매력에 대해 결론을 내리는 데 도움이 된다.

시나리오는 또한 우선순위를 위한 분류에도 도움이 된다. 세그먼트별 및 지역별 시장 평가에 많은 노력이 든다는 점을 감안하면 은행은 지역 수준 및 부문 수준에서 여러 시나리오가 일관되게 높은 투자 수요를 식별한 분야에 우선적으로 초점을 맞추면 좋을 것이다.

4.2. 은행 역량 식별

하지만 시장의 크기를 아는 것만으로는 기회를 잡기에 충분하지 않다. 은행에서는 이 시장을 포착할 수 있는 자신의 능력을 고려해야 한다. 어느 세그먼트가 실제로 금융기관의 손에 닿을 수 있는지를 심도 있게 이해하기 위해 은행에서는 자신의 능력에 대해 개별화된 평가를 해야 한다.

은행의 역량에 초점을 맞춘 두 번째 스코어카드에서는 세그먼트 수준의 시장 평가도 필요로 한다. 이 스코어카드에서는 은행의 잠재적 시장 점유율을 결정하는 3가지 주요 원인, 즉 경쟁 상황, 리스크 성향(risk appetite), 운영 능력에 초점을 두어야 한다. 잠재적 정보원과 분석을 위해 지침이 되는 정성적 질문을 제시한 스코어카드의 예가 그림 4.4에 있다.

그림 4.4: 은행 역량 평가 - 스코어카드(도표)

원인	평가 기준	지침이 되는 질문	지표	평가의 예
경쟁 상황	은행은 시장의 다른 금융기관에 비해 세그먼트에서 강력한 위치에 있는가? ■H - 은행은 시장의 리더가 될 경쟁력 높은 위치에 있음. ■M - 은행은 업계의 다른 금융기관과 보조를 맞추는 위치에 있음. ■L - 은행은 시장의 다른 금융기관과 경쟁하는 데 상당한 어려움이 있음	세그먼트에서 은행의 시장 점유율은 얼마인가? 세그먼트 내에서 시장은 얼마나 나뉘어져 있는가? 경쟁업체의 구조는 얼마나 유연한가(예: 신생업체)?	■시장 점유율 vs. 경쟁 ■경쟁력 연구조사 ■시장 점유율 vs. 경쟁 ■경쟁력 연구조사	
리스크 성향	세그먼트의 리스크 프로필이 은행의 리스크 성향과 부합되는가? ■H - 세그먼트는 은행의 목적과 매우 부합됨. ■M - 세그먼트는 은행의 목적과 대략 부합됨. ■L - 세그먼트는 은행의 목적과 부합되지 않음.	세그먼트의 리스크 프로필(예: 부도율의 변화)이 어떻게 변화할 것으로 예상되는가? 세그먼트의 미래 리스크 프로필은 은행의 리스크 성향과 부합되는가?	■세그먼트의 과거 실적 ■전환 리스크 분석 ■리스크 성향 진술 (Risk appetite statement)	
운영 능력	은행은 세그먼트의 기회를 포착할 툴과 전문지식을 가지고 있는가? ■H - 은행은 현재 내부 자원 및 전문가를 활용할 수 있음 ■M - 은행은 현재 자원을 가지고 있지 않으나 필요한 자원을 획득할 능력을 앞으로 가지게 됨. ■L - 은행은 현재 필요한 자원도 없고, 앞으로도 획득하지 못함.	은행은 세그먼트에 인접한 투자 생태계에서 활발한가? 은행은 세그먼트의 새로운 고객을 끌어들이는 인재들을 갖추고 있는가? 은행의 리스크 매니저(RM)와 투자팀은 세그먼트를 다룰 전문지식을 가지고 있는가? 은행은 세그먼트의 기업들에게 자본을 제공할 재무 여력이 있는가? 은행은 세그먼트를 평가하고 서비스를 제공할 충분히 발전되고 제대로 기능하는 데이터 환경을 갖추고 있는가?	■은행 역량 검토 ■투자팀의 크기	

출처: 올리버와이만

경쟁 상황을 평가할 때 은행에서는 자사가 이미 다른 은행에 비해 우위를 가지고 있는지 여부, 시장이 잘게 나뉘었기 때문에 다른 경쟁자가 더 진입할 여지가 있는지 여부, 시장 진입 또는 확장에 장벽이 있는지 여부를 고려할 수 있다. 이 평가는 은행에서 자사의 직접 경쟁자들과 비교해 현재 및 미래의 시장 내 위치에 대해 감을 잡을 수 있게 해줘야 한다.

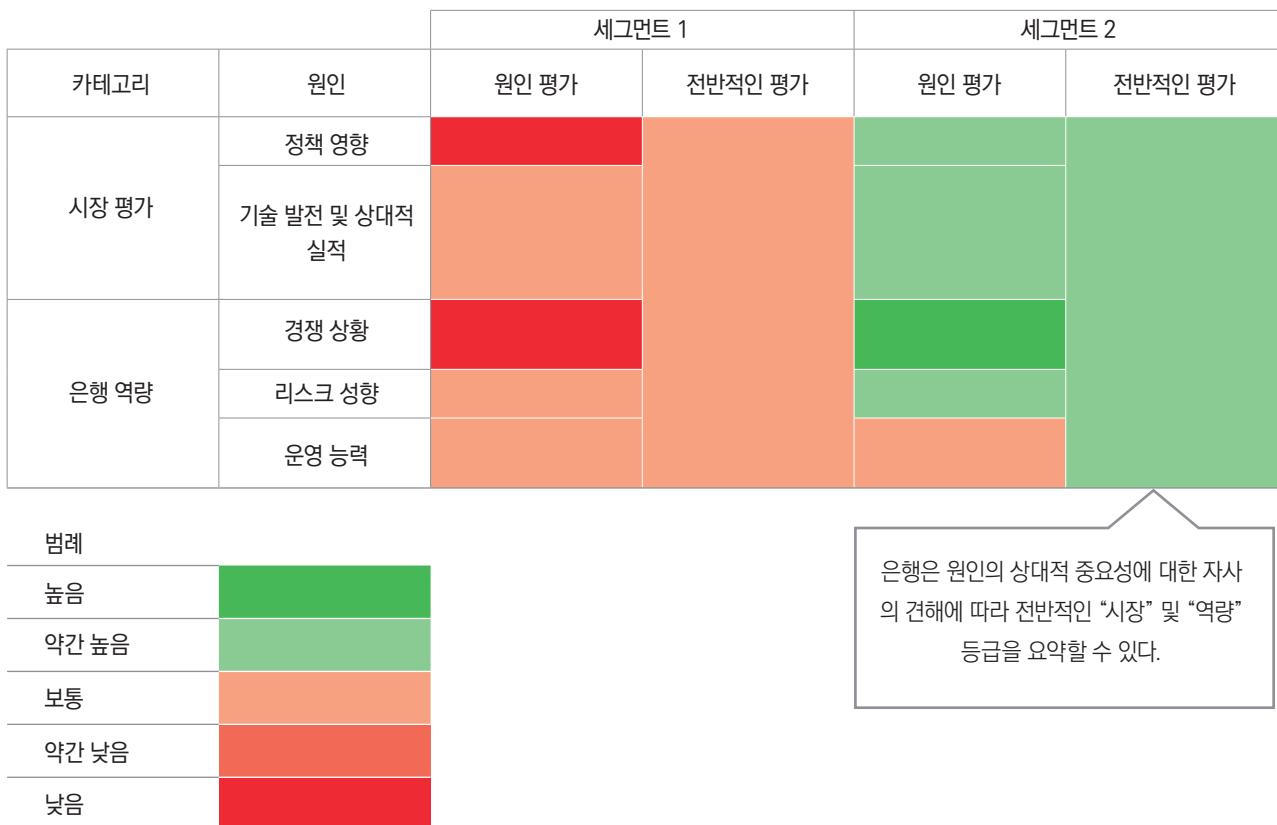
세그먼트의 추구는 은행의 리스크 성향과도 부합되어야 한다. 여기서 2장과 3장에서 상세하게 설명한 전환 리스크 분석이 시나리오 분석과 더욱 연결된다. 세그먼트는 투자 시장 잠재력을 지니고 있지만 매력적이지 않은 리스크 프로필을 가지고 있을 수도 있다. 예를 들어, 탄소 포집 및 저장 기반의 대출은 화석연료 발전에 초점을 둔 유틸리티 시장을 향하겠지만, 이 시장은 전환 시나리오 하에서 리스크가 증가할 수 있다. 또는 세그먼트 내 기업들이 은행 대출을 받기에는 너무 규모가 작거나 너무 신생업체일 수도 있다. 시나리오 기반의 전환리스크 분석에서 나오는 리스크 프로필은 은행의 리스크 성향 진술(risk appetite statement)과 비교해 세그먼트에 대한 투자가 은행의 이해관계와 부합되는지를 판단해야 한다.

마지막으로, 은행에서는 세그먼트의 기회를 포착할 자사의 운영 능력(operational capacity)을 고려해야 한다. 데이터, 인재 및 전문지식, 재무 규모 모두가 시장을 포착할 수 있는 능력의 기초이다. 운영 능력 평가는 은행이 특히 매력적인 기회를 포착하기 위해 상당한 추가적 자원 투자 또는 전략적 투자를 해야 하는지 판단하게 도와줄 수 있다.

4.3. 가장 잠재력이 높은 기회 식별하기

시장의 기회와 은행의 역량을 나란히 놓고 보는 것은 기회 구별에 대한 전략적 논의의 기초를 형성할 수 있다. 이 두 스코어카드를 비교하고 분석 동안 나온 정성적 및 정량적 정보를 이용하면 세그먼트별 기회를 보다 완전하게 이해할 수 있다. 영향은 특정 “원인” 수준에서 비교할 수도 있고, 또는 그림 4.5에서 보는 것처럼 높은 수준의 은행 역량 및 시장 기회 스코어카드를 통해 평가할 수도 있다.

그림 4.5: 스코어카드 결과 비교



은행에서는 또한 이 비교를 이용해 2개의 축에 대한 시장 기회와 은행 역량을 비교하는 2차원적 도표를 만들 수도 있다. 세그먼트 분석의 결과를 도표로 만드는 것은 그림 4.6에서 보는 것처럼 은행의 전략적 행동에 대한 높은 수준의 안내를 제공할 수 있다.

그림 4.6: 은행 역량 및 시장 평가의 간단한 분석



이 그림에서 보는 것처럼 스코어카드 평가의 결과는 잠재적 은행 전략을 시사한다. 시장 잠재력도 탁월하고 은행에서 세그먼트를 포착할 능력도 탁월한 세그먼트는 오른쪽 상단 사분면에 있고, 은행에서는 의도적으로 추구하거나 투자를 늘릴 수 있다. 은행 능력은 뒤처지나 시장 잠재력은 좋은 세그먼트의 경우, 은행에서는 시장 기회를 실행 가능하게 만들기 위한 내부적 투자 필요성을 신중하게 고려할 가능성이 높다. 이와 반대로, 은행 능력은 상당하지만 시장이 현재 발전 잠재력이 낮은 경우, 시장이 어떻게 변화하는지 기다리며 관망하거나 아니면 단계적으로 투자를 회수하는 전략이 신중할 것이다. 마지막으로, 은행 능력 및 시장 잠재력 모두 낮은 경우, 은행은 아무 것도 하지 않는 편을 선택할 수 있다.

이 전략적 분석은 보다 광범위한 논의의 시작으로 봐야 한다. 이 전략적 분석은 저탄소 전환의 승자에게 대출을 함으로써 또는 고객이 저탄소 경제에 적응하도록 도움으로써 저탄소 세계에서 확장하는 전략에 관한 논의의 토대를 제공해준다. 그러나 이 전략적 분석은 심도 있는 은행 실사와 전략적 계획 수립을 위한 출발점이다.

저탄소 경제로의 전환은 의심의 여지 없이 대출 기회와 재편으로 이어질 것이다. 전환시나리오 하에서, 일부 시장에서는 현재 예상하는 것보다 훨씬 더 빠르게 확장할 것이다. 주요 은행에서는 이 변화의 첨단에 위치할 뿐만 아니라 특정 세그먼트에 투자를 늘림으로써 변화를 이끌어갈 수도 있다. 또한, 은행에서는 장기 고객, 특히 탄소 집약적 업계의 고객이 새로운 환경에 적응하도록 돕는 데 중요한 역할을 할 수 있다. 본 장에서 제안한 기회 평가 접근방식은 이러한 논의의 출발점이 될 수 있다.

5. 향후 방향: 차세대 전환 리스크 분석 개발

본 전환 리스크 평가 방법은 전환시나리오 리스크 분석의 모범 사례를 만드는 발전 과정에서 첫 토대가 되는 발걸음으로 의도되었다. 본 전환 리스크 평가 방법에서는 체계적이고 일관되며 반복 가능한 기본틀의 개요를 설명하는 한편으로 기후 연구조사 및 은행의 신용 전문지식과 부문 전문지식을 활용함으로써 전환 리스크 분석의 토대를 제공한다. 과정 내내 이 기본틀은 전문가의 판단, 차입업체 수준에서의 상세한 재무 분석, 대안적 시나리오를 통합하는 유연성을 허용한다.

그러나 이 첫 발걸음은 이 기본틀의 실행을 통해 얻은 실질적 교훈들을 더욱 통합해야 하는 보다 장기적이고 반복적인 여정의 시작이다. 이 작업을 실행하는 동안, 앞으로의 발전을 위한 몇 가지 길을 알게 되었다. 본 최종 섹션에서는 4가지 핵심 아이디어를 통해 차세대 전환 리스크 분석에 대한 비전을 개관한다.

아이디어 1: 금융 리스크 분석을 뒷받침할 기후 시나리오 모델 제작

가장 공공연하게 이용되는 시나리오는 금융 리스크 평가와는 다른 의도로 제작된 것이다. 가장 발전된 시나리오 모델, 예컨대 기후변화에 관한 정부간패널(IPCC) 보고서에서 평가된 시나리오 모델은 정책 및 연구조사용으로 에너지-경제-기후 모델로 의도되었다. 그 결과, 금융 분석을 위한 중대한 결과는 종종 발간되지 않거나 이용 가능하지 않다.

방법 개발의 전과정에 걸쳐, 과학 커뮤니티의 시나리오 모델링 작업과 금융 부문의 신용 리스크 분석 작업 사이에 다리를 놓는 상당한 발전이 이루어졌다. 이 과정 동안, 시나리오 모델제작자는 금융 시스템 전문가와 협력해 시나리오의 리스크 관련 해석을 하고, 차세대에도 이 작업을 계속해나가는 데 관심을 표명했다. 특히, 여러 경제 시나리오 전반에 걸쳐 리스크 평가에 유용한 정보를 제공하기 위해 부문 수준의 특정 변수들을 시나리오 모델에서 추출했다.

이 과정은 또한 상자 3에서 상세히 논의한, 앞으로의 발전을 위한 많은 영역을 강조해 보여주었다. 향후 발전할 수 있는 영역으로는 모델의 상세함의 수준 개선, 새로운 금융 리스크 변수를 만들어내기 위한 사후 계산, 추가적인 부문 변수들을 추적하기 위한 모델 보고(reporting) 재설계 등이 있다. 궁극적으로, 이 작업은 위험요인 경로의 상세함 수준을 개선하고(지역 및 부문 모두에서) 가정과 전문가 판단에 대한 의존을 줄이는 데 도움이 될 것이다. 예를 들어, 전환 시나리오 모델은 현재 주로 에너지 부문에 초점을 맞추고 있지만 최종 사용 부문과 관련된 변수는 제한적이다. 그러므로 최종 사용 부문의 수익 위험요인 경로는 가정에 의존하고 있고 대안적인 원천을 필요로 한다(부록 A 참조). 앞으로 시나리오 모델은 금융 분석을 위한 보다 종합적인 변수 세트를 제공할 수 있을 것이다. 이와 유사하게, 시나리오 모델은 일반적으로 5년 또는 10년 기간으로 운영하지만, 차세대 모델에서는 1년 또는 1년 미만 기간의 모델링이 가능할 것이고, 특히 시나리오의 초기에 대해 그럴 것이다(예: 오늘부터 2030년까지).

개선될 영역의 한 예는 모델링한 세그먼트의 시간의 흐름에 따른 크기와 규모에 대한 추가적인 정보 제공으로, 이러한 정보와 부문의 비용 및 수익 변화를 추정하는 데 현재 사용되는 결과 정보를 결합하면 상응하는 비용 및 수익 영향의 중요성을 평가하는 데 도움이 될 것이다. 이러한 추가 디테일은 모델 측정을 개선하고 전문가 판단에 대한 의존을 줄여줄 것이다.

이 시범운영 과정 전반에 걸쳐, 실무그룹은 은행 포트폴리오의 스트레스 테스트를 위해 일련의 고유하고 “적절한” 정책, 기술, 시장에 대한 입력 가정을 식별하지 않았다. 금융 부문의 필요사항을 완전히 충족하는 완벽한 시나리오는 존재하지 않는다. 앞으로 모델제작자와의 추가적인 협력은 풍부한 일련의 시나리오 기반 정책 및 기술 스트레스 요인을 낳을 것이고, 은행은 이들을 이용해 전환 리스크에

대한 자사의 취약점을 살펴볼 것이다. 예를 들어, 은행은 단기적인 사건 기반의 시나리오, 즉 갑작스런 정책 변화 또는 기술 혁신 기반의 시나리오 또는 CO2 농도나 온도가 일시적으로 목표 수준을 초과했다가 다시 줄어들어 기업들이 적응할 시간이 줄어드는 시나리오를 실행할 수 있다.

아이디어 2: 차입업체 수준에서의 기후 리스크 분석을 위한 데이터 및 분석 개발

업계별 위험 측정은 시간이 많이 들지만 전환 리스크 방법의 중요한 구성요소이고, 개선의 여지가 가장 크다. 이러한 개선은 보다 상세한 차입업체 수준에서의 데이터를 만들어 기후 관련 영향을 보다 잘 평가하고, 시나리오를 차입업체 수준에서의 영향으로 해석해줄 분석의 발전에 초점을 맞추어야 한다.

차입업체 수준에서의 리스크 평가 측면에서 언더라이팅(underwriting) 과정은 차입업체에게 추가적인 기후 관련 정보를 요청하고 분석할 기회이고, 기업들이 TCFD 권고사항을 실행하기 시작하고 있기 때문에 특히 앞으로 점점 많이 생길 기회이다. 이 추가 정보는 에너지 사용 종류 내역(energy-use mix), 탄소 배출, 저탄소 투자, 기타 차입업체 수준에서의 리스크 평가와 관련된 변수 등이다. 이러한 변수들은 다음에 유용하다.

- 언더라이팅(underwriting) 결정에 필요한 정보 제공
- 차입업체 수준에서의 신용 리스크(예: 부도율)에 관한 시나리오의 평가를 다듬고 맞춤화하기 또한, 은행이 계속 이 방법을 이용하면서 다양한 업계 세그먼트별 시나리오 결과와 차입업체 수준에서의 신용 리스크 사이의 연결 평가를 위한 모범 사례 분석이 나올 것이다. 예를 들어, 일부 세그먼트의 경우, 충분한 시나리오 정보와 차입업체 데이터가 있어서 시나리오의 영향을 신용 등급 모델에 통합하고 신용 리스크에 미칠 영향을 평가할 수 있을 것이다. 다른 영역에서는, 기업이 보다 나은 과정, 거버넌스, 검토를 개발하고 도전하여 최선의 답을 얻을 수 있더라도 정성적인 판단 기반의 접근방식이 계속 필요할 것이다. 최고의 기법은 세그먼트별로 다를 것이고, 금융기관별로 다를 가능성이 높다.

아이디어 3: 포트폴리오 영향 평가 방법 개선

포트폴리오 영향 평가 모듈에 사용된 방법은 금융기관이 신용 포트폴리오 모델링과 거시 경제 스트레스 테스트에 사용하는 최신의 일련의 접근방식들을 토대로 했다. 포트폴리오 영향 평가 모듈에 사용된 방법은 이러한 개념들을 기후 변화의 맥락에 적용하고, 차입업체 수준에서의 분석을 통해 접근방식을 교정한다. 방법은 신용 리스크 평가를 위해 흔히 사용되는 머턴(Merton) 모델 기본틀을 토대로 하면서 동시에 이 첫 버전에서는 수많은 단순화와 추정 매개변수를 사용해 복잡성을 최소화하고 다양한 이해관계자가 접근방식을 이해할 수 있게 하고, 첫 시범운영을 촉진했다. 앞으로 더 발전하고 검토할 여지가 있는 일부 기술적 영역은 다음을 포함한다.

- 오류 최소화 기능을 포함해 측정 매개변수를 해결할 정량적 기법 가다듬기
- 민감도 제약(sensitivity constraint) 및 실행 가능한 민감도 값의 범위 다듬기
- 필요한 위험 측정의 사례의 수 및 종류를 포함해 세그먼트 측정 요건 검토
- 장기 시나리오에서 리스크 요소의 누적 영향 평가를 위한 대안적 기법 및 매개변수 고려
- 시나리오 조건부 등급 이동 경로(conditional rating migration pathway)를 손실 예상에 통합
- 매개변수 나누기(parameter segmentation)를 개선해서 기후 리스크 민감도에 대해 배운 바를 반영

금융기관에서 이 접근방식을 실험적으로 실시하고 이후 반복적으로 실시하면서, 방법의 기술적 요소에 대한 지속적인 검토와 다듬기가 이루어지리라 예상된다.

아이디어 4: 전환 리스크 평가를 조직에 통합하기

본 문서에서 개관한 방법은 전환 리스크에 대한 시나리오 기반의 평가를 제공한다. 그러나 금융기관은 리스크 평가 및 공개보다 한 걸음 더 나아가야 전환 리스크를 적절히 관리할 수 있다. 기후 리스크가 현실화되면 금융기관에서는 광범위한 사업 관리 및 리스크 관리 과정을 통합하면 이익을 볼 것이다. 특정 프로필에 따라 금융기관별로 세부사항은 다를 수 있지만, 잠재적으로 통합할 영역의 예는 다음을 포함한다.

- 물리적 리스크를 포함한 기타 리스크 측정 과정들 통합
- 리스크 식별 과정에 포함
- 기후 리스크 고려사항을 언더라이팅 및 신용 등급 평가 과정에 포함
- 기후 관련 한계 및 노출 모니터링 고려
- 기후 리스크 관련 포트폴리오 관리 및 구성
- 사업 계획 수립 및 전략 계획 수립에서 고려

개선을 위한 이러한 아이디어들은 전환 리스크 분석이 리스크 분석가의 툴킷(도구 상자)의 중심으로서 주류가 되는 미래를 지적한다. 이 시범운동을 통해 은행들은 미래의 토대를 구축했고, 이 미래의 토대에서는 엄격한 톨과 접근방식을 함께 모아 전환 리스크 평가의 난제에 적용했다. 그리고 전환 리스크를 전략적 문제로 격상시켰다. 이러한 토대에서 더욱 쌓아올리려면 조직의 경영진이 참여해야 한다. 기후 리스크는 은행 전반, 고위 경영진, 이사회 수준에서의 우선순위가 되어야 한다.

어클라이머타이즈(ACCLIMATISE)의 다가올 발간물: 기후 관련 물리적 리스크 및 기회 평가를 위한 접근방식

어클라이머타이즈(Acclimatise)

소개

전세계 온실 가스 배출 통제의 성공과 통제 속도와 상관없이 일부 인간 활동으로 인한 기후 변화가 앞으로 지구 기후 시스템에 영향을 미칠 것이고, 변화는 이미 진행 중이다. TCFD에서 다룬 기후 관련 리스크의 두 기동 중 하나인 물리적 리스크는 기후 변동성, 기상이변, 이미 진행 중인 장기간에 걸치는 기후 패턴의 변화로 인한 리스크이다. 은행의 경우, 물리적 리스크는 다양한 방식으로 나타날 수 있고, 이것은 결국 차입업체의 재무 건전성과 은행 대출 포트폴리오의 신용 리스크에 영향을 줄 수 있다.

기후 변화는 또한 은행이 대출을 해주는 고객에게 기회도 제시할 수 있다. 일부 고객은 기후 관련 회복력을 증가시키기 위한 조치로 추가적인 투자가 필요할 것이다. 이것은 다시 은행에게 대출 기회로 이어진다. 또한 기후 관련 제품 및 서비스에 대해 전세계 시장이 생기고 확장되고 있으며 엔지니어링 및 기술 제공 기업에서는 변화하는 시장 추세에서 이익을 볼 기회를 구별하고 있다. 은행에게 이것은 보다 많은 사업 기회로 해석될 수 있다.

은행이 기후 변화의 물리적 리스크와 기회를 자사 대출 포트폴리오에 고려하는 것을 지원하기 위해 시나리오 기반의 방법이 개발되었고 시범운영에 16개의 은행이 참여해 시험했다. 본 섹션에서는 이 방법의 개요를 제공하고, 자세한 내용은 물리적 리스크와 기회에 초점을 맞춘 2018년 여름 보고서에서 발표한다.

은행 포트폴리오 수준에서 변화하는 기후 리스크 노출을 통합한 부문 및 기업의 실적 평가는 새롭고 혁신적이다. 그러므로 시범운영은 TCFD 권고사항에 부합하는 방식으로 앞으로 평가를 더욱 향상하기 위해 보다 개선할 영역을 식별했다.

- 차입업체의 시설 및 운영에 관한 은행의 지역별 데이터 부족,
- 부문별 기후 변화 영향과 차입업체의 재무 실적 및 기업 신용 리스크를 연결한 연구조사 발간물 부족

시범운영에서 물리적 리스크 및 기회를 평가한 부문들 변화하는 기후의 영향은 상업적 및 소매 차입업체에게 영향을 줄 것이다. 중소기업(SME)에서부터 다국적 기업까지 많은 경제 부문 및 기업은 변화하는 리스크 상황에 직면해 있다. 기후 변화에 대한 부문의 취약성은 기후 민감도 수준에 따라 달라진다. 기후 민감도가 높고 은행 대출 포트폴리오에서 중요한 4가지 부문을 선택해 물리적 리스크 방법을 시범운영했다. 이러한 부문은 물리적 자산에 대한 의존, 복잡한 가치 사슬 또는 천연 자산이 특징이다. 표 6.1은 시범운영에 포함된 부문 및 하위부문, 그리고 이러한 부문의 차입업체들이 직면한 핵심적인 물리적 리스크의 요약을 제시하고 있다. 물리적 리스크 평가 방법에서 이러한 리스크는 차입업체에 대한 잠재적 재무 영향, 이와 관련해 은행의 대출 포트폴리오의 신용 리스크에 대한 영향 측면에서 살펴보았다.

그림 6.1: 방법이 다른 부문들 및 이러한 부문 내 차입업체들이 직면할 수 있는 핵심적인 물리적 리스크

부문	하위부문	핵심적인 물리적 리스크
에너지	석유 및 가스	기상이변(예: 사이클론이 해양 굴착 시설에 영향을 줌)으로 인한 물리적 손상 및 고장 시간 기후의 점진적 변화로 인해 생산/생산량 변화(예: 점진적인 온도 상승이 액화천연가스(LNG) 시설 및 정유소의 생산 소실 초래)
	전기 유틸리티 (발전, 송전)	기상이변(예: 산불이 송전선에 영향을 줌)으로 인한 물리적 손상 및 다운타임, 기후의 점진적 변화(예: 강우 패턴 변화가 수력발전의 영향을 줌) 및 기상이변(예: 가뭄이 화력 발전의 냉각수 이용 가능성에 영향을 줌)으로 인해 생산/생산량 변화
운송	인프라 (항구)	기상이변 (예: 폭풍 해일이 항구 인프라에 영향을 줌)으로 인한 물리적 손상 및 고장 시간 기후의 점진적 변화로 인해 생산/생산량 변화(예: 기후에 의한 농업 생산 변화와 이에 따른 항구를 통한 무역 흐름 변화)
농업	작물 생산 목축업 임업/목재 생산	기후의 점진적 변화(예: 온도 상승, 강우 패턴 변화가 작물 생산량에 영향) 및 기상이변(예: 폭염이 가축에 영향을 줌)으로 인해 생산/생산량 변화
부동산	리테일 모기지(Retail mortgage) 상업 용지	기상이변 으로 인한 물리적 손상 및 부동산 가치 변화 (예: 홍수가 집에 영향을 줌)

물리적 리스크 평가 방법의 핵심 구성요소

물리적 리스크 평가 방법은 2040년까지 광범위한 잠재적 기후의 미래를 탐험하며 전세계 여러 기후 변화 완화 야망을 반영한다. 가까운 미래 그리고 그보다 약간 더 먼 미래의 경우, 과거 및 현재의 온실 가스 배출로 인한 기후 변화는 이미 기후 시스템안에 저장되었고, 물리적 리스크는 이미 느껴지고 있다. 그러나, 그보다 더 먼 미래의 경우, 차입업체가 직면할 물리적 리스크의 정도는 부분적으로 앞으로 배출 궤적이 어떨 것인지에 의해 결정된다. 광범위한 잠재적 기후 미래를 탐험하기 위해 방법은 2개의 시나리오에 대한 물리적 리스크를 평가한다.²⁸⁾ 즉 2°C와 4°C 시나리오로(후자는 현재의 배출량을 토대로 한 배출 궤적이다), 각각 대표 농도 경로(Representative Concentration Pathway, RCP) 2.6 및 8.5에 해당한다. 평가의 기간은 2040년까지이다.

해당 방법은 기상이변(단기)과 점진적인(장기) 기후 변화가 차입업체의 재무 건전성에 미치는 영향을 고려한다. 기상이변 이 차입업체에게 미치는 영향은 일반적으로 자산 손상 및 고장 시간 측면에서 평가한다. 점진적인 기후 변화의 영향, 예컨대 온도 및 강수 패턴의 점진적 변화는 생산량/생산의 변화로 이어진다. 이러한 실적 메트릭스는 긍정적이거나(예: 생산량 증가) 부정적(예: 다운타임 증가)일 수 있고, 차입업체의 수익 및 비용에 영향을 줄 수 있다. 차입업체의 재무 실적의 변화는 다시 은행의 대출 포트폴리오의 신용 리스크에 잠재적으로 영향을 줄 수 있다.

기상이변에 대한 차입업체의 노출을 평가할 때 보험은 핵심적인 고려사항이다. 보험은 차입업체의 기후 리스크를 완화해줄 수 있다. 그러나 변화하는 기후가 보험 시장에 미치는 영향은 다면적이고 복잡하다. 앞으로 보험업체는 보험료를 올리고/올리거나 리스크가 증가하면서 경고체계를 도입하거나 일부 지역의 일부 종류의 사건에 대해서는 보험을 아예 없앨지도 모른다. 방법은 이러한 미래 시나리오가 어떻게 펼쳐질지를 탐험하는 목적을 가지고 있다.

28) 산업시대 이전에 비해 2100년 세계 평균 온도의 변화

물리적 기회 기본틀의 핵심 구성요소

TCFD 보고서는 “기후 관련 기회”를 “기후 변화와 관련하여 조직에 미치는 잠재적 긍정적 영향”이라고 설명한다. 현재, 변화하는 기후의 물리적 영향으로 인한, 또는 그에 대응하여 생기는 기회를 식별하고 평가하는 합의된 방법은 없다. 16개의 은행과 협력하면서 시범운영은 이러한 기회와 이러한 기회가 대출 포트폴리오에 미칠 잠재적 영향을 평가할 기본틀을 개발하고 있다.

기후 관련 기회의 분류는 은행에서 고객의 잠재적 투자 필요사항을 이해하고 고객이 기후 변화에 대한 회복력을 갖추도록 투자를 제공하는 자신의 역할을 이해하게 도와준다. 이것은 광범위하게 연구된 분야가 아니고, 금융 서비스 부문의 이해관계를 직접 논의한 발간물은 거의 없다. 시범운영은 은행과 관련된 기회를 분류하는 체계를 개발하고 있다.

변화하는 기후의 영향으로 인한 자본의 수요 및 기간을 탐구한 은행을 위한 시장 분석 데이터는 쉽게 찾을 수 없다. 대부분의 이용 가능한 분석은 국제개발은행 및 개발 파트너들이 발간하거나 정부들이 국가 및 부문의 기후 변화 리스크 평가 및 적응 계획을 발표하는 것들이다. 시범운영에서 기본틀은 이러한 정보를 어떻게 기회 평가에 사용할 수 있는지를 탐구한다. 또, 이러한 정보에 존재하는 한계점 때문에 은행에서는 전문가의 판단 및 가정에 의존해야 할 것이다.

변화하는 기후의 도전에 응하기 위한 자본 요건은 부문별로 다를 것이고, 전세계, 지역, 국가 시장 조건, 그리고 정책 및 규제의 영향을 받을 것이다. 기본틀은 이러한 요소의 다양성과 불확실성, 은행에서 종합적 수준 또는 기업이나 국가 경제 수준에서가 아니라 부문 및 시장별로 은행에 앞으로 미칠 영향을 평가해야 하는 필요성을 인식하고 있다.

기회는 은행의 특정 전략 및 사업 모델에 따라 달라진다. 기회에 대한 일반적인 하향식 분석은 각 은행의 특정 포트폴리오 프로필과 이러한 기회의 규모 및 가치에 대한 은행 자체의 평가를 포착하지 못한다. 시범운영의 기본틀은 은행이 이러한 기회를 식별하게 돕고, 기회는 은행의 내부 전략 및 절차와 일관되게 평가되어야 한다. 기회의 평가는 은행 내 부문 전문가의 견해를 통합해야 하고, 은행이 시장 조건의 변화에 응할 수 있는 능력을 반영해야 한다.

부록 A: 위험요인 경로 생성

위험요인 경로 계산은 전환 시나리오 모델의 결과에 직접적으로 의존해야 한다. 시범운영 동안 통합평가모델(Integrated Assessment Model)인 REMIND 및 MESSAGE를 토대로 한 2°C 시나리오 및 1.5°C 시나리오에 대한 위험요인 경로를 개발했다.²⁹⁾ 위험요인 경로는 10개 지역의 에너지, 최종 사용 부문(end-use sector)들, 농업, 임업에 걸친 14개 부문에 대해 도출했다.³⁰⁾

표 7.1은 시범운영 과정에 사용된 부문을 정의하고 있다. 사용된 두 모델링 기본틀 모두 에너지-경제 모델 (REMIND 및 MESSAGE)과 토지 사용 모델 (각각MAGPIE 및 GLOBIOM)을 소프트 연결(soft-coupling)했다.

표 7.1: 부문의 정의

부문		정의
에너지	석유 및 가스	업스트림(Upstream) 석유 및 가스 업계(예: 생산, 채굴, 전환, 운송)
	석유	업스트림 석유 경제 업계(예: 생산, 채굴, 전환, 운송)
	가스	업스트림 가스 업계(예: 생산, 채굴, 전환, 운송)
	석탄	업스트림 석탄 생산 업계(예: 석탄 채굴)
	재생에너지	재생에너지 생산 업계(예: 독립발전사업자; 재생에너지 설비 생산 및 설치 업계를 간접적으로 대리하는 데 쓰일 수도 있음)
	전기	전기 유틸리티 발전, 송전, 배전, 저장 업계
	에너지	공급 측면의 모든 에너지 업계
최종 사용	공업 공정	모든 제조 및 공업 생산 업계(예: 금속 및 광업(석탄 제외))
	운송	모든 운송 서비스 업계(예: 화물 운송, 승객 운송 서비스)
	주택 및 상업용 건물	모든 주택 및 상업용 건물 업계
농업 및 임업	작물	모든 작물 생산 업계
	가축	모든 가축 생산 업계
	임업	모든 목재 및 임업 관련 업계
	농업 및 임업	작물, 가축, 임업 관련 업계

표 7.2는 이러한 부문에 대한 위험요인 경로가 어떻게 계산되는지 자세히 설명한다.

29) 유사한 위험요인 경로를 국제에너지기구(IEA)의 세계 에너지 전망의 데이터를 토대로 또는 다른 과학적인 통합평가모델(예: WITCH, AIM/CGE, IMAGE, GCAM, POLES)을 이용해 개발할 수 있다.

30) 이러한 것과 기타 통합평가모델에 대한 방대한 기록은 다음 사이트에서 볼 수 있다. themasites.pbl.nl/models/advance/index.php/ADVANCE_wiki

표 7.2: 위험요인 경로 계산

카테고리	부문	직접 배출 비용	간접배출 비용	저탄소 자본 지출	수익
에너지	석유 및 가스	에너지 원천에 따른 배출 및 탄소 가격 책정의 결과	해당 없음	포착하지 못함	에너지 원천에 따른 가격 및 수요의 결과
	석유				
	가스				
	석탄				
	재생에너지		모든 재생에너지 투자		
	전기	연료 종류에 따른 연료 수 요 및 가격의 결과	화력 기술 외 모든 기술 투자 및 탄소포집저장(CCS)		
	에너지	해당 없음	에너지 공급 측면의 모든 투자		
최종 사용	공업 공정	에너지 원천에 따른 배출 및 탄소 가격 책정의 결과	부문의 에너지 수요 및 가 격의 결과	에너지 효율성 및 기타 저탄소 투자	부문별 수익 (비용 증가분 및 가격 탄력성 가정에서 도출)
	운송				
	주택 및 상업용 건물				
농업 및 임업	작물	탄소와 동등한 메탄 및 아산화질소 배출	포착하지 못함	연간 투자, 보완적인 시나리오 원천에서 도출	비에너지(non-energy) 작물 가격 및 수요의 결과
	가축		작물 사료 및 가격의 결과		가축 가격 및 수요의 결과
	임업	포착하지 못함	포착하지 못함		목재 및 국제 체계를 통한 탄소 격리에서 얻는 수익
	농업 및 임업	작물, 가축, 임업의 합계			

	기후 변수에서 직접 계산(가정이 필요 없거나 몇 개만 필요)
	외부 정보원을 토대로 추가적인 가정 필요
	해당 없음 또는 포착하지 못함

출처: 올리버와이만

그림 5.2에서 볼 수 있는 것처럼 전환 리스크 모델은 에너지 부문을 종합적으로 다룬다. 그러나, 최종 사용 부문, 농업 및 임업 부문의 경우, 시범운영 동안 모델이 해당 변수를 더 적게 제공했고, 특히 저탄소 투자 및 수익 부분에서 변수가 적었다. 이러한 경우, 외부 원천을 토대로 추가적인 가정을 했다. 가정은 가장 중요한 데이터 소스에서 도출했고(기후변화에 관한 정부간패널(IPCC) 부록 1 배출, 유엔식량농업기구(FAO)의 국제 가격, 기후변화에 관한 유엔기본협약(UNFCCC) 투자 및 재무 흐름(Investment and Financial Flows), 국제에너지기구(IEA)의 세계 에너지 전망 2017 등), 시나리오 모델제작자들에게 검토되었다.

각각의 이용 가능한 위험요인 경로는 10개 지역에 대해 계산했다. 표 7.3은 통합평가모델링 커뮤니티 내에서 사용하는 일반적인 지역 구분을 토대로 시범운영과정에서 사용된 지역을 나열하고 있다.

표 7.3: 지역의 정의

지역	국가
OECD 1990 국가, EU 회원국 및 후보국	알바니아, 호주, 오스트리아, 벨기에, 보스니아-헤르체고비나, 불가리아, 캐나다, 크로아티아, 키프로스, 체코공화국, 덴마크, 에스토니아, 피지, 핀란드, 프랑스, 프랑스령폴리네시아, 독일, 그리스, 괌, 헝가리, 아이슬란드, 아일랜드, 이탈리아, 일본, 라트비아, 리투아니아, 룩셈부르크, 몰타, 마케도니아, 몬테네그로, 네덜란드, 뉴칼레도니아, 뉴질랜드, 노르웨이, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 사모아, 세르비아, 슬로바키아, 슬로베니아, 솔로몬제도, 스페인, 스웨덴, 스위스, 터키, 영국, 미국, 바누아투
이전 소련 소속 개혁 국가	아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 조지아, 카자흐스탄, 키르기스스탄, 몰도바공화국, 러시아, 타지키스탄, 투르크메니스탄, 우크라이나, 우즈베키스탄
아시아 국가, 중동, 일본, 이전 소련 소속 국가 제외	아프가니스탄, 방글라데시, 부탄, 브루나이, 캄보디아, 중국, 홍콩(China Hong Kong SAR), 마카오(China Macao SAR), 북한, 동티모르, 인도, 인도네시아, 라오스, 말레이시아, 몰디브, 몽골, 미얀마, 네팔, 파키스탄, 파푸아뉴기니, 필리핀, 한국, 싱가포르, 스리랑카, 타이완, 태국, 베트남
중동 및 아프리카	알제리, 앙골라, 바레인, 베냉, 보츠와나, 부르키나파소, 부룬디, 카메룬, 카보베르데, 중앙아프리카공화국, 차드, 코모로, 콩고, 코트디부아르, 콩고민주공화국, 지부티, 이집트, 적도기니, 에리트레아, 에티오피아, 가봉, 감비아, 가나, 기니, 기니비사우, 이란, 이라크, 이스라엘, 요르단, 케냐, 쿠웨이트, 레바논, 레소토, 라이베리아, 리비아, 마다가스카르, 말라위, 말리, 모리타니, 모리셔스, 모로코, 모잠비크, 나미비아, 니제르, 나이지리아, 오만, 카타르, 레위니옹, 르완다, 사우디아라비아, 세네갈, 시에라리온, 소말리아, 남아프리카공화국, 수단, 스와질란드, 시리아, 토고, 튀니지, 우간다, 아랍에미리트, 탄자니아, 서사하라, 예멘, 잠비아, 짐바브웨
라틴아메리카	아르헨티나, 바하마, 바베이도스, 벨리즈, 볼리비아, 브라질, 칠레, 콜롬비아, 코스타리카, 쿠바, 도미니카공화국, 에콰도르, 엘살바도르, 과들루프, 과테말라, 가이아나, 아이티, 온두라스, 자메이카, 마르티니크, 멕시코, 네덜란드령 안틸레스, 나카라과, 파나마, 파라과이, 페루, 푸에르토리코, 수리남, 트리니다드토바고, 우루과이, 베네수엘라
세계	모든 국가
중국	중국
인도	인도
미국	미국
EU 28	오스트리아, 벨기에, 불가리아, 크로아티아, 키프로스, 체코공화국, 덴마크, 에스토니아, 핀란드, 프랑스, 독일, 그리스, 헝가리, 아일랜드, 이탈리아, 라트비아, 리투아니아, 룩셈부르크, 몰타, 네덜란드, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 슬로바키아, 슬로베니아, 스페인, 스웨덴, 영국

출처: 기후 리스크에 대한 머턴(Merton) 기본틀을 토대로 함

부록 B 참고문헌

- Antweiler, Werner and Gulati, Sumeet, Frugal Cars or Frugal Drivers? How Carbon and Fuel Taxes Influence the Choice and Use of Cars. 2016. ssrn.com/abstract=2778868
- Babcock, Bruce. Cost and benefits to agriculture from climate change policy. Iowa Ag Review, Vol. 15. 2009. www.card.iastate.edu/iowa_ag_review/summer_09/article1.aspx
- Begemann, Eline; Lam, Long; Neelis, Maarten. The impact of a CO₂ levy on the electricity sector. 2016. www.ecofys.com/files/files/ecofys-2016-the-impact-of-a-co2-levy-on-the-electricity-sector.pdf
- Benavides, et al. The impact of a carbon tax on the Chilean electricity generation sector. 2015. www.mdpi.com/1996-1073/8/4/2674
- Billington, Mark. Singapore to become more eco-friendly with carbon tax. The Straits Times. 2017. www.straitstimes.com/opinion/singapore-to-become-more-eco-friendly-with-carbon-tax
- Caldecott, et al. Stranded assets and thermal coal 2016. www.smithschool.ox.ac.uk/research/sustainable-finance/publications/satc.pdf
- Carbon pricing: discover your blind spots on risk and opportunity. 2018. Trucost. 2017. www.trucost.com/publication/carbon-pricing-discover-your-blind-spots-on-risk-and-opportunity/
- Carbon tracker initiative. 2 degrees of separation: Transition risk for oil and gas in a low carbon world. 2degreesseparation.com/reports/2D-of-separation-PRI-CTI-Summary-report.pdf
- Carbon tracker initiative. No growth for oil and coal from 2020 as electric cars and solar blossom. 2017. www.carbontracker.org/no-growth-for-oil-and-coal-from-2020-as-electric-cars-and-solar-blossom/
- Carbon transition brings risks and opportunities. Moody's investor services. 2016
- Carlson, Carrie. Metals market expected to grow with shift to low-carbon economy. feeco.com/metals-market-expected-to-grow-with-shift-to-a-low-carbon-economy/
- CD-LINKS. 2017. www.cd-links.org/
- Charged or static: which European electric utilities are prepared for a low-carbon transition. CDP. 2017. www.verbund.com/-/media/verbund/ueber-verbund/verant-wortung/umwelt/klimaschutz/cdp-electric-utilities-report-summary.ashx
- Could agriculture get hit with a carbon tax? PORK Network News Source. 2017. www.porkbusiness.com/article/could-agriculture-get-hit-carbon-tax
- Dawkins, et al. Metals in a low-carbon economy: resources scarcity, climate change, and business in a finite world. 2012. www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/SEI-ProjectReport-Dawkins-MetalsInALowCarbonEconomy-2012.pdf
- De Beer, Jordan. Borkent, Bram. Carbon costs for the steel sector in Europe. 2016. www.ecofys.com/files/files/ecofys-2016-carbon-costs-for-the-steel-sector-europe-post2020-upjune2016.pdf
- Dietz, et al. Management quality and carbon performance of automobile manufacturers: a commentary. 2018. www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/tpi/wp-content/uploads/2018/02/Autos-combined-report-13-Feb.pdf
- Ecofys. Carbon costs for the steel sector in europe post-2020. 2016. www.ecofys.com/en/publications/carbon-costs-for-the-steel-sector-in-europe-post-2020/
- Frank et al. Carbon prices, climate change mitigation & food security: How to avoid trade-offs? CCAFS. 2017. cgspace.cgiar.org/rest/bitstreams/144184/retrieve
- Frye, J. and Jacobs, M., "Credit loss and systematic loss given default", Journal of Credit Risk (1-32) Volume 8/Number 1, Spring 2012. michaeljacobsjr.com/FryeJacobs_2012_CrdtRiskSysLGD_JCR_8-1_Spring_pp1-32.pdf
- IAMC (Integrated Assessment Modeling Consortium). 2012. www.globalchange.umd.edu/iamc/
- IEA (International Energy Agency). Perspectives for the energy transition: Investment needs for a low-carbon energy system. 2017. www.iea.org/publications/insights/insight-publications/PerspectivesfortheEnergyTransition.pdf
- IEA (International Energy Agency). World Energy Outlook. 2016.
- IEA (International Energy Agency). World Energy Outlook. 2017.
- International Council on Metals and Mining. The cost of carbon-pricing: competitiveness implications for the mining and metals industry. 2013. www.iisd.org/sites/default/files/publications/icmm_the_cost_of_carbon_pricing.pdf
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Chapter 11. Synthesis Report. www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf
- Lewis Mark. Stranded assets, fossilised revenues: us\$28trn of fossil-fuel revenues at risk in a 450-ppm world. Kepler Chevreux. 2014. www.keplerchevreux.com/pdf/research/EG_EG_253208.pdf

- Macedonia, Jennifer. Policies to decarbonize transportation: Implications of carbon pricing and complementary actions that advance technology in the transportation sector. 2017. www.americanprogress.org/issues/green/reports/2017/01/20/296906/policies-to-decarbonize-transportation/
- Marques de Magalhaes, Marcelo. Impacts of low-carbon agriculture. International centre for Trade and Sustainable Development. www.ictsd.org/downloads/2013/09/impacts-of-low-carbon-agriculture.pdf
- McCollum et al, "Energy investments under climate policy: A comparison of global models," Climate Change Economics, Vol 4, No. 4, 2013. pure.iiasa.ac.at/id/eprint/10626/
- McGlade, Christoph; Ekins, Paul. The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2C. 2015. wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/17922/mcglade_geographical.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mercer. *Investing in a Time of Climate Change* study. 2015
- Merton R, "On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates", 684-73, November 1973. pdfs.semanticscholar.org/d0e6/0dec5b-b676a2431786c683a2253aa12f3dea.pdf
- Model documentation – MESSAGE – GLOBIOM. 2016. thembsites.pbl.nl/models/advance/index.php/Model_Documentation_-_MESSAGE-GLOBIOM
- Morfeldt, Johannes; Nijs, Wouter; Silveira, Semida; The impact of climate targets on future steel production – an analysis based on a global energy system model, 2014. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652614004004
- Nelson, et al. Moving to a low-carbon economy: The financial impact of the low-carbon transition. Climate Policy Initiative. 2014. climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2014/10/Moving-to-a-Low-Carbon-Economy-The-Financial-Impact-of-the-Low-Carbon-Transition.pdf
- Nygaard, Per Holm; Oyen, Bernt-Havard; Effects of afforestation on wood production and forest yield.
- O’Gorman, Marianna; Jotzo, Frank. Impact of the carbon price on Australia’s electricity demand, supply and emissions. 2014. www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2014/08/OGorman-and-Jotzo-Impact-of-the-carbon-price-on-Australia-electricity-demand-supply-and-emissions.pdf
- Palmer, Charles; Engel Stefanie. Avoided deforestation: prospects for mitigating climate change. Chapter 2. Routledge. 2009.
- Palmer, et al. Electricity sector impacts of a carbon tax. 2011.
- Pham, Sherisse. China wants to ban gas and diesel cars. CNN. 2017 money.cnn.com/2017/09/11/news/china-gas-electric-car-ban/index.html
- Pidcock, Roz; Yeo, Sophia. Analysis: aviation could consume a quarter of 1.5C carbon budget by 2050. 2016. www.carbonbrief.org/aviation-consume-quarter-carbon-budget
- Ramirez, et al. The Transition risk-o-meter: Reference scenarios for financial analysis. 2° Investing Initiative. 2017. et-risk.eu/wp-content/uploads/2017/11/2ii_TransitionRiskScenarios_v0.pdf
- Riahi, et al. The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: an overview. 2017. doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009
- Rissman, Jeffrey. The future of electric vehicles in the U.S., Part 2: EV price, oil cost, fuel economy drive adoption. 2017. www.forbes.com/sites/energyinnovation/2017/09/18/the-future-of-electric-vehicles-in-the-u-s-part-2-ev-price-oil-cost-fuel-economy-drive-adoption/#2ebb5356345c
- Robert B. Jackson, Justin S. Baker; Opportunities and Constraints for Forest Climate Mitigation, BioScience, Volume 60, Issue 9, 1 October 2010, Pages 698–707, academic.oup.com/bioscience/article/60/9/698/237972
- Spedding, Paul. Oil & carbon revisited: Value at risk from ‘unburnable’ reserves. HSBC Global Research. 2013. cape.ca/wp-content/uploads/2014/07/2013-HSBC-Unburnable-carbon.pdf
- Stranded assets: the transition to a low-carbon economy. Lloyds. 2017. www.lloyds.com/~media/files/news-and-insight/risk-insight/2017/stranded-assets.pdf
- TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures). 2017. www.fsb-tcfd.org
- TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures). Implementing the recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. 2017. www.fsb-tcfd.org/wp-content/uploads/2017/06/FINAL-TCFD-Annex-062817.pdf
- TD Economics. What does the carbon tax mean for the Canadian oil sands? 2017. www.td.com/document/PDF/economics/special/Canadian_Oil_Sands.pdf
- Virginie Boutueil. Carbon pricing in the aviation sector: A sector-specific approach to CO₂ abatement potential and cost. Economics and finances. 2011. hal-enpc.archives-ouvertes.fr/hal-01108254/document