



2023년 1분기 Vol.5 (2023.3.29)

ONE ESG One Atmosphere



국내 Credit 김상만
02-3771-7508
credinal@hanafn.com



[요약] One Atmosphere

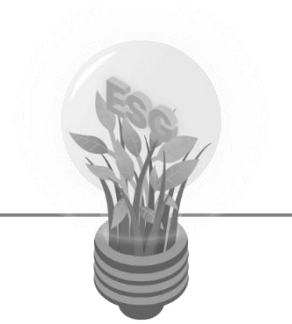
- 금융감독원과 금융투자협회가 최근 “ESG채권 인증평가 가이드라인”을 제정하였으며, 2023년 2월 1일부터 시행이 개시된 상태
- 가이드라인은 금융투자협회의 모범규준으로 신용평가사가 ESG채권에 대한 인증평가 업무를 수행할 때 적용될 예정
- 그간 신용평가사가 ESG채권의 인증평가 업무를 수행하는데, 관련 법규가 없어 감독에 한계가 있다는 지적이 있어 왔으며 향후 기대효과는 다음과 같음
 - 1) ‘ESG채권 인증평가’ 업무의 체계적인 관리 및 운용의 토대로 활용
 - 2) 인증평가의 결과물인 인증등급 및 의견의 투명성, 공정성, 신뢰성이 확보되고 대내외적인 공신력제고에 기여
 - 3) 각 신용평가사별 평가정책 및 절차가 동일한 가이드라인을 기준으로 일관되게 수립/적용됨으로써 ESG채권 인증평가 등급의 비교가능성 제고
- 한편, 지난 3월 1일 EU이사회와 집행위원회, 유럽의회는 ‘EU녹색채권(EuGB)’을 신설하고 관련 표준을 제정하는 방안에 잠정 합의
- 아직 구체적인 내용 및 제정시한 등이 정해지지 않았으나 표준이 제정/시행될 경우 EuGB라는 명칭이 붙은 채권으로 조달한 자금은 EU의 친환경 경제활동분류 체계인 ‘EU택소노미’ 기준에 부합하는 경제활동에 투자한다는 것을 증명해야 됨
- 그 외에도 조달된 자금 중 85%이상은 EU택소노미 기준에 부합해야 하며, 발행기업의 전반적인 기후변화 대응전략에 기여하는지 공시해야 함
- 이같은 표준제정 움직임은 최근 친환경투자에 대한 투자자들의 관심증대 및 그에 따른 녹색채권이 증가하는 과정에서 소위 무늬만 녹색(그린 워싱)인 채권 관련 논란이 커진 것에 대응하는 차원. 국내에서 ESG채권인증 가이드라인을 제정한 취지와 같은 맥락
- 지난 ESG자료(22.12.22: ESG적용)에서 기술적 기후적응의 방편으로서 태양지구공학을 소개한 바 있음
- 금년 2월 UNEP(유엔행동계획)은 자체 전문가 패널그룹이 작성한 태양지구공학 검토보고서(One Atmosphere)를 발간
- 보고서에서는 태양지구공학이 현 기술수준에서는 광범위한 차원에서 적용하기에는 시기상조이지만
- (기후변화를 위한 적응 및 완화노력이 불충분한 경우) 기후변화영향을 단기간에 상쇄시킬 수 있는 대안으로 검토해볼 수 있을 것이라고 지적
- 보고서의 전체적인 기조는 부정적이고 보수적인 접근을 주문하고 있지만 UN이 관련 기술동향에 대해 관심을 표명했다는 사실 자체가 의미

Contents

2023년 3월 29일 | 하나증권 리서치센터

One Atmosphere

Part 1.	ESG채권 인증평가 가이드라인	4
Part 2.	신용평가사 ESG채권 인증 평가방법론	10
Part 3.	EU녹색채권 표준	16
Part 4.	UNEP 기술적 기후적응(태양지구공학)보고서	20



ONE ESG Vol.5

Part 1. ESG채권 인증평가 가이드라인

ESG채권 인증평가 가이드라인 제정(금융투자협회 모범규준)

- 금융감독원과 금융투자협회가 최근 “ESG채권 인증평가 가이드라인 ” 을 제정하였으며, 2023년 2월 1일부터 시행이 개시된 상태
- 가이드라인은 금융투자협회의 모범규준으로 신용평가사가 ESG채권에 대한 인증평가 업무를 수행할 때 적용될 예정
- 금감원에 따르면 “가이드라인은 강행규정이 아니라 권고사항 ” 이고 “ESG채권 인증평가지 준수해야 할 원칙과 방법이 제시되어 인증평가의 신뢰도를 높이기 위한 목적 ” 이라고 제정취지를 밝힘
- 금번 가이드라인 제정은 자금조달시장에서도 ESG채권을 통한 조달활동이 증가한 것과 연관
- 가이드라인의 주요 내용은 국제증권감독자기구(IOSCO)의 권고사항을 반영해 고품질의 ESG인증평가등급이 산출될 수 있도록 등급부여 절차를 문서화하는 방안이 담겨져 있음
- 또한 평가자의 독립성 강화, 이해상충방지, 평가방법론 공개 등 평가과정에서 신용평가사가 준수할 절차 등을 규정
- 한편, ESG채권이 목적성채권인 만큼 ESG채권으로 인정되는 최소사용비율을 규정하고 이를 평가방법론과 평가보고서에 공개하도록 함
- 가이드라인의 주요 내용은 다음의 6가지 요소로 정리
 - 1) 가이드라인의 준수주체이자 관리감독대상은 ‘신용평가사’
 - 2) 적용범위는 ‘ESG채권’ 에 대한 인증평가업무
 - 3) 평가정책 및 절차의 문서화, 엄격하고 체계적인 방법론 적용 및 공개, 이해상충방지체계 확립
 - 4) (평가대상기업) 관련 정보의 투명 공개 및 민감정보 보호를 위한 안전장치 마련
 - 5) 양방향 의사소통을 통한 자료수집, 평가수행 및 산정근거의 공유
 - 6) ESG채권 인증평가 ‘계약서’ 및 ‘평가보고서’상 필수 기재사항 제시

가이드라인 제정의 기대효과 및 시사점

< 기대효과 >

- 그간 신용평가사가 ESG채권의 인증평가 업무를 수행하는데, 관련 법규가 없어 감독에 한계가 있다는 지적
- 'ESG채권 인증평가' 업무의 체계적인 관리 및 운용의 토대로 활용
- 인증평가의 결과물인 인증등급 및 의견의 투명성, 공정성, 신뢰성이 확보되고 대내외적인 공신력제고에 기여
- 각 신용평가사별 평가정책 및 절차가 동일한 가이드라인을 기준으로 일관되게 수립/적용됨으로써 ESG채권 인증평가 등급의 비교 가능성 제고
 - 특정시점 등급별 횡단면적인 비교에서 뿐만 아니라, 각기 다른 시점에서의 시계열적 비교가능성 제고

< 시사점 >

- 등급간 비교가능성의 확보는 등급기호 형태의 정보를 투자 의사결정에 활용하는데 있어 필수적인 요소임
- 기업들의 채무상환능력을 평가하는 신용평가등급의 경우 국내외 채권시장에서 해당 발행채권의 금리 결정에 있어 결정적인 가늠자로 작용하고 있음
- 한편, 또 다른 ESG평가 업무영역인 '기업ESG평가'에 있어서도 일관성과 비교가능성의 부족에 대한 시장의 요구가 높은 상황
- 기업ESG평가와 관련된 논란은 비교가능성보다는 일관성과 관련된 정보이용자들의 불만이 상대적으로 높은 상황
 - 비교가능성을 지나치게 강조할 경우 다양한 평가기관의 개별적인 평가역량을 획일화할 수 있는 위험성 존재
 - 통일된 기준 또는 관리체계가 업무의 투명성과 신뢰성을 자동적으로 담보할 수 있는 장치가 될 수는 없음
- 아무튼 금융위원회에서는 후속작업으로 'ESG평가회사에 대한 가이드선스' 를 마련하고 있는 것으로 전해짐

가이드라인 주요내용

1. 가이드라인의 준수주체이자 관리감독대상은 '신용평가사'

- 국내 ESG발행초기에는 채권인증이 주로 회계법인에 의해 이루어졌으나 본격화되면서 신용평가3사가 ESG금융인증평가의 주력을 차지하게 되는데 따른 것으로 보임
- 신용평가사 업무 중 '신용평가'와 'ESG채권 인증평가' 업무는 다른 범주의 업무에 해당하며, 신용평가서비스는 주업무, ESG채권 인증평가는 부수업무로서 분리되어 운용되고 있음
- 평가의 목적과 각 부여등급이 내포하는 의미는 다르지만 일반채권이든 ESG채권이든 둘 다 채권시장을 통한 자금조달 중에 발생하는 (이해관계자와 채권발행기업간의) 정보비대칭 문제를 해결한다는 점에서는 '신용평가'와 'ESG채권 인증평가'는 공통점이 있음

2. 적용범위는 'ESG채권'에 대한 인증평가업무

- 동 가이드라인 제3조에 따르면 세부 적용범위는 'ESG채권'에 대한 인증평가로 국한됨
- 이는 신용평가사가 수행하는 ESG 관련업무에서 기업의 ESG경영 수준에 대한 평가('기업ESG평가')와 구분하기 위함
- '기업ESG평가'는 기업이 평가대상인 일종의 'Issuer Rating'인데 반해 'ESG채권 인증평가'는 기업이 발행하는 특수목적의 채권('Issue Rating')에 대한 평가라고 볼 수 있음

3. 평가정책 및 절차의 문서화, 엄격하고 체계적인 방법론 적용 및 공개, 이해상충방지체계 확립

- 가이드라인에 따르면 ESG채권에 대한 인증등급 또는 의견을 부여함에 있어 활용가능한 모든 적격정보가 반영될 수 있도록 적절한 평가정책과 절차를 문서화해야 함

(다음장 계속)

가이드라인 주요내용(계속)

(앞장 3. 평가정책~확립 계속)

- 그 일환으로 체계적인 ‘방법론을 마련하여 지속적으로 적용하고 방법론의 투명성을 높일 수 있게 정보이용자에게 최대한 공개해야 함
- 기존 방법론의 변경시에도 사전에 해당 ‘변경사항’과 동 ‘변경이 ESG채권 인증등급 및 의견에 미치는 영향’을 충분히 공개하고 의견을 수렴하도록 함
- 또한, 독립성을 준수하고 이해상충 문제를 예방하기 위한 명시적인 정책과 절차를 수립하여 문서화해야 하며, 이해상충 문제를 회피하거나 관리하기 위해 실행한 조치를 평가보고서에 기재하거나 정보이용자들에게 공개해야 함

4. (평가대상기업) 관련 정보의 투명 공개 및 민감정보 보호를 위한 안전장치 마련

- 정보이용자가 ESG채권 인증평가의 정보 생산과정을 이해할 수 있게 관련 정보를 투명하게 공개해야 함
- ESG채권 인증등급 또는 의견의 목적을 나타낼 수 있도록 인증등급의 기호를 명확히 정의해야 하며
- 인증등급 평가절차와 방법론에 대한 충분한 정보를 공개하여 ESG채권 인증평가에 대한 정보이용자가 그 산출근거를 이해할 수 있도록 해야 함
- 다만, 공시와 투명성을 우선하되, 평가대상회사의 영업상 민감성도 함께 고려해야 하며, 평가대상회사 등의 비공개 정보를 보호하기 위한 정책과 절차를 마련하고 이행해야 함
- 더불어 법규 또는 평가계약상 공개 가능한 범위 내에서 ‘데이터의 보안유지 및 비공개 정보 보호를 위한 계약내용을 공개’토록 하고 있음

가이드라인 주요내용

5. 양방향 의사소통을 통한 자료수집, 평가수행 및 산정근거의 공유

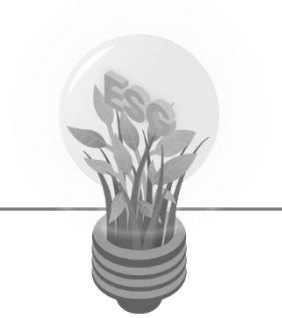
- ESG채권 인증평가를 위해 수집된 정보는 평가대상회사의 확인을 거치되 평가대상회사가 제기한 문제에 적절히 대응해야 함
- 또한, ESG채권 인증평가 결과를 외부에 공개하기 전에 ‘평가결과 및 주요 산정근거를 평가대상회사에 전달하고 의견을 제시할 충분한 기회를 부여’하도록 함
- 즉, 신용평가 업무에서 평가요청기업의 수용과정을 거쳐 최종 신용등급이 확정되고 외부에 공시되는 것과 유사하게 운용

6. ESG채권 인증평가 ‘계약서’ 및 ‘평가보고서’상 필수 기재사항 제시

- 가이드라인에 의하면, ① ‘평가대상기간’ 및 ② ‘인증등급에 대한 사후관리기간’을 ESG채권 인증평가 계약내용에 포함해야 하고
- 평가보고서에는
 - ① ‘ESG채권 발행 이후 평가여부 및 평가기간’,
 - ② ‘해당 ESG채권 인증평가와 관련하여 이해상충 우려가 있는 업무의 유무나 영향’,
 - ③ ‘인증평가에 활용된 ESG채권 원칙 등에 조달된 자금을 특정프로젝트에 사용해야 하는 규정이 있는 경우, 해당 조달자금의 적절한 사용여부/사용비율/확인여부’,
 - ④ ‘ESG채권 발행 후 인증평가 등급 조정시 조정 전후 등급 및 해당 평가자 정보’등을 반드시 기재하도록 규정

ONE ESG Vol.5

Part 2. 신용평가사 ESG채권 인증 평가방법론



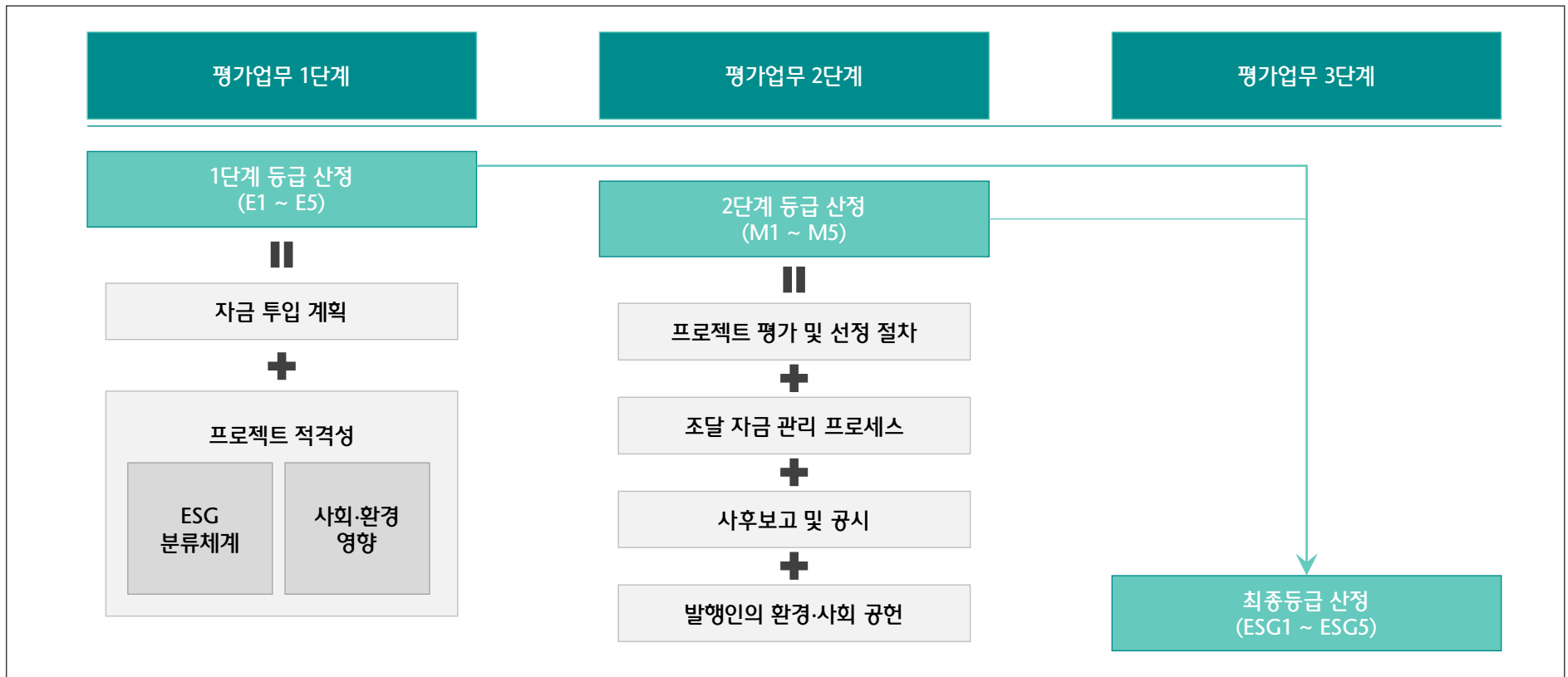
현행 신용평가사 'ESG금융(채권)인증평가' 현황

- 현재 채권평가 3사 각자 자체적인 'ESG인증 평가방법론'에 근거하여 ESG채권에 대한 인증평가업무를 수행중에 있음
- 금번 제정된 가이드라인은 그 제목(ESG채권 인증평가 가이드라인)에서 알 수 있듯이 채권에 국한된 지침이지만 신용평가사들은 보다 포괄적인 의미의 ESG금융상품 전체에 대한 인증 평가방법론을 수립하여 운용하고 있음
- ESG 금융상품에는 구조화금융을 포함한 채권, 펀드, 대출 등 유형과 상관없이 ESG적격 프로젝트 목적에 적합한 금융상품이면 모두 포함됨
- 글로벌 기준인 국제자본시장협회(ICMA)의 그린본드 원칙(GBP:Green Bond Principle)에서 뿐만 아니라, 선진 각국의 그린본드 가이드라인에서도 그린본드 시장의 건전한 발전을 도모하기 위해 그린본드의 GBP에의 적합성에 대한 제3의 기관에 의한 객관적인 평가(External Review)의 중요성을 강조하고 있음
- 또한, 국제 대출시장협회(LMA: Loan Market Association)에서도 GBP를 준용하여 그린론 원칙(GLP:Green Loan Principle)을 발표하였고, 이러한 움직임을 반영하여 2018년 개최된 ICMA의 연차총회에서는 채권에 한정하지 않는 ESG금융 전반으로의 확대를 촉진키로 하였음
- 즉, 평가사들은 'ESG인증 평가방법론'에 근거하여 그린본드에 대해서는 GBP를 기준으로 '그린본드 평가'를 실시하고 그린론에 대해서는 GLP를 기준으로 '그린론 평가'를 수행하게 되는 방식
- 국내 초기 발행된 ESG채권에 대한 외부평가는 주로 회계법인에서 제공하는 검증(Verification)이 주를 이루었으나 이후 신용평가사들이 본격적으로 참여하면서 시장의 주도권은 신용평가사들에게로 넘어가게 됨
- 신용평가사들은 본인들의 인증행위가 단순 검증차원을 넘어 발행사의 ESG내재화 수준에 대한 평가개념을 접목시켰다고 차별화를 강조하고 있으나 아직 평가에 의미있는 차별성이 있다고 보기는 어려움
- 한편, 그같은 차별화포인트의 지나친 강조는 기업ESG평가와의 경계가 모호해질 수 있는 위험성 내포

ESG채권인증 평가 절차(한신평)

- 한국신용평가는 총 3단계의 평가 과정을 거쳐 최종등급을 결정하는 구조
- 1단계 적격성(부합성)여부에 대한 필터링 점수 + 2단계 관리체계/투명성에 대한 평가점수를 감안하여 최종 3단계 등급을 산정

평가 진행절차 및 구조



자료: 한신평, 하나증권

ESG채권인증 평가 절차(한기평)

- 한기평은 ICMA의 가이드라인에서 제시하는 4가지 중요 요소인 ①조달자금의 사용, ②프로젝트 평가 및 선정 절차, ③조달자금의 관리, ④사후보고의 4가지 요소 + 발행사의 ESG내재화 수준에 대한 평가를 새로운 요소로 포함
- 5가지 주요 평가요소별로 상이한 가중치를 적용하여 각 평가요소의 하위 세부항목에 대해 부여한 점수를 합산하는 평점방식
→ 한신평은 1단계등급/2단계 등급을 매트릭스로 감안하여 최종등급을 선정하는 방식

주요 평가 요소

가중치	주요 평가요소
30%	조달자금의 사용(Use of Proceeds)-프로젝트 적격성과 투입자금 비율
20%	프로젝트 평가 및 선정 절차(Process for Project Evaluation and Selection)
20%	조달자금의 관리(Management of Proceeds)
20%	사후보고(Reporting)
10%	발행사의 ESG 내재화 정도

자료: 한기평, 하나증권

ESG채권인증 평가 절차(나신평)

- 나이스신용평가는 투자대상 프로젝트의 적합성과 프로젝트 선정/관리 및 자금관리, 투자자 공시를 위한 적절한 내부관리체계 수준을 점검하여 1차적으로 모델등급을 산정
- 이후 기타고려요소(@)를 반영하여 ESG채권 인증 최종등급을 결정

ESG 인증평가 등급(모델등급 및 최종등급)의 도출



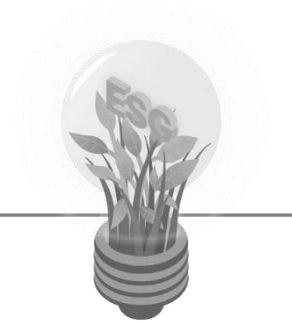
자료: 나신평, 하나증권

ESG채권인증 평가 절차(나신평)

평가요소별 Scoring System

평가범주	평가요소	가중치	5	4	3	2	1
			매우 우량	우량	다소 우량	적정	미흡
프로젝트의 적합성	프로젝트의 적격성 프로젝트의 환경/사회적 영향 적격 프로젝트 자금투입비중	50%	프로젝트 적격여부 및 프로젝트 환경/사회적 영향				
			매우우량	우량	다소 우량	적정	미흡
			적격 프로젝트 대상 자금투입비중				
			85% 이상 100% 이하	75% 이상 85% 미만	50% 이상 75% 미만	30% 이상 50% 미만	0% 이상 30% 미만
프로젝트 선정의 적정성	사업 평가 및 선정 절차	10%	사업 평가/선정 의사결정기준의 ESG 적합성 수준 사업 평가/선정을 위한 의사결정구조와 조직 구성				
	내부통제 시스템	5%	사업 평가/ 선정 절차를 규정하는 내부통제 기준 내부통제기준에 대한 모니터링				
	프로젝트 선정체계의 공시	5%	사업 평가/선정 및 의사결정 절차의 투자자 공시 수준				
자금관리의 적정성	자금 투입 및 관리 계획	5%	조달자금 관리 및 운용 현금흐름에 대한 점검 수준 미사용자금의 자금 투입 및 관리 계획				
	내부통제 시스템	5%	조달자금 관리체계를 규정하는 내부통제기준 조달자금 관리체계에 대한 모니터링				
	자금관리체계의 공시	5%	자금관리체계의 투자자 공시 수준				
외부공시의 충실성	공시체계	10%	자금운용 현황 및 사업진행에 대한 투자자 공시 체계 및 규정				
	공시내용	5%	공시내용의 정보제공수준				

자료: 나신평, 하나증권



ONE ESG Vol.5

Part 3. EU녹색채권 표준

유럽연합의 EU녹색채권(EuGB)표준 잠정합의

- 지난 3월 1일 해외언론과 EU홈페이지에 따르면 EU이사회와 집행위원회, 유럽의회는 ‘EU녹색채권(EuGB)’을 신설하고 관련 표준을 제정하는 방안에 잠정 합의했다고 보도
- 아직 구체적인 내용 및 제정시한 등이 정해지지 않았으나 표준이 제정/시행될 경우 EuGB라는 명칭이 붙은 채권으로 조달한 자금은 EU의 친환경 경제활동분류 체계인 ‘EU택소노미’기준에 부합하는 경제활동에 투자한다는 것을 증명해야 됨
- 그 외에도 조달된 자금 중 85%이상은 EU택소노미 기준에 부합해야 하며, 발행기업의 전반적인 기후변화 대응전략에 기여하는지 공시해야 함
- 한편 EU는 각 회원국 관할 당국에서 채권 발행인이 새 표준에 따른 의무를 준수하는지도 감독/관리하도록 할 예정
- 이같은 표준제정 움직임은 최근 친환경투자에 대한 투자자들의 관심증대 및 그에 따른 녹색채권이 증가하는 과정에서 소위 무늬만 녹색(그린워싱)인 채권 관련 논란이 커진 것에 대응하는 차원
- 앞서 국내에서도 ESG채권인증 가이드라인을 제정한 취지와 일맥상통하는 조치

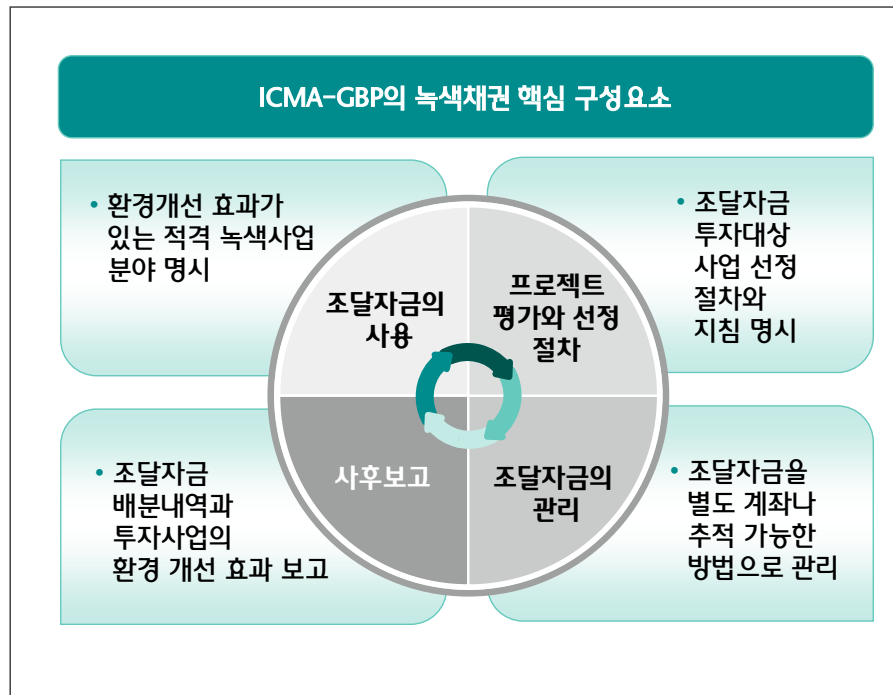
< EU녹색채권표준에 대한 우려와 한계점 >

- 한편, 일각에서는 새 기준이 도입되면 녹색채권 시장이 위축될 가능성에 대해 우려하는 목소리도 존재. 택소노미 자체가 너무 복잡하고 난해해서 발행기업들이 기준을 준수하기 쉽지 않다는 것이 주요인
- EU의 지속가능금융플랫폼이 2022년 10월 발표한 보고서에 따르면 전세계 경제 활동 중 택소노미에 부합한 활동은 3%에 미치지 못하는 것으로 나타남
- 국제자본시장협회(ICMA)에서도 EU가 어떤 채권을 ‘녹색채권’으로 볼 수 있는지에 대한 명확한 분류체계를 밝혀주기 전까지는 (Taxonomy Usability Issue) 녹색채권표준이 정착되기 힘들 것이라는 의견을 제시하고 있음

유럽연합의 EU녹색채권(EuGB)규제 잠정합의

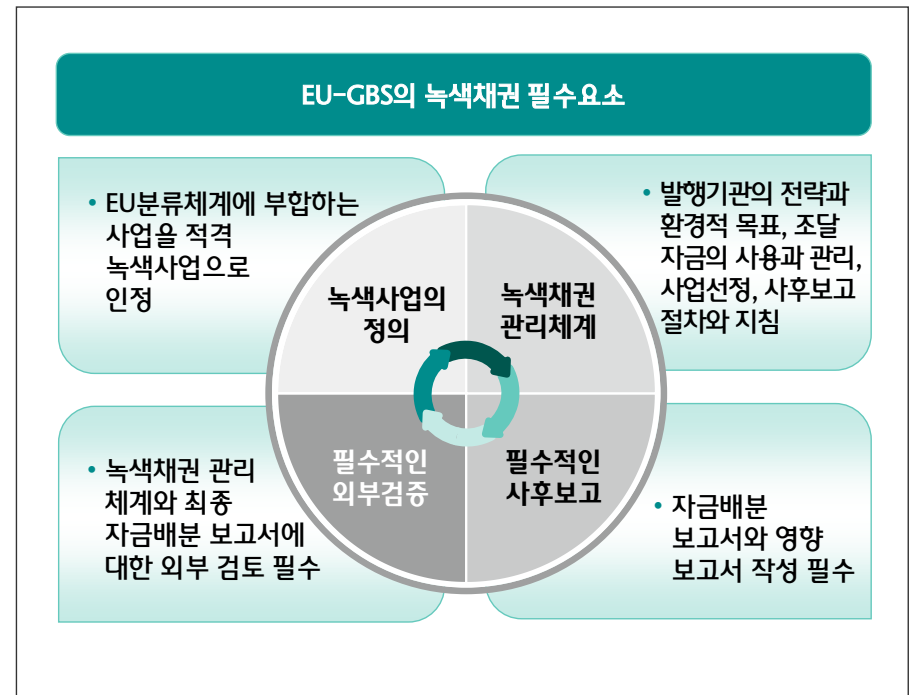
- EU 녹색채권기준은 ICMA-GBP를 바탕으로 수립되었으나 그 구성에는 차이 존재
- 공통적으로 대상프로젝트의 녹색적합성 검증-사후관리를 구성요소로 제시하고 있음
- ICMA는 조달자금의 사용/관리에 중점을 두는 반면 EU는 대상사업의 EU Taxonomy 적합성을 더더욱 중시

ICMA-GBP의 녹색채권 핵심 구성요소



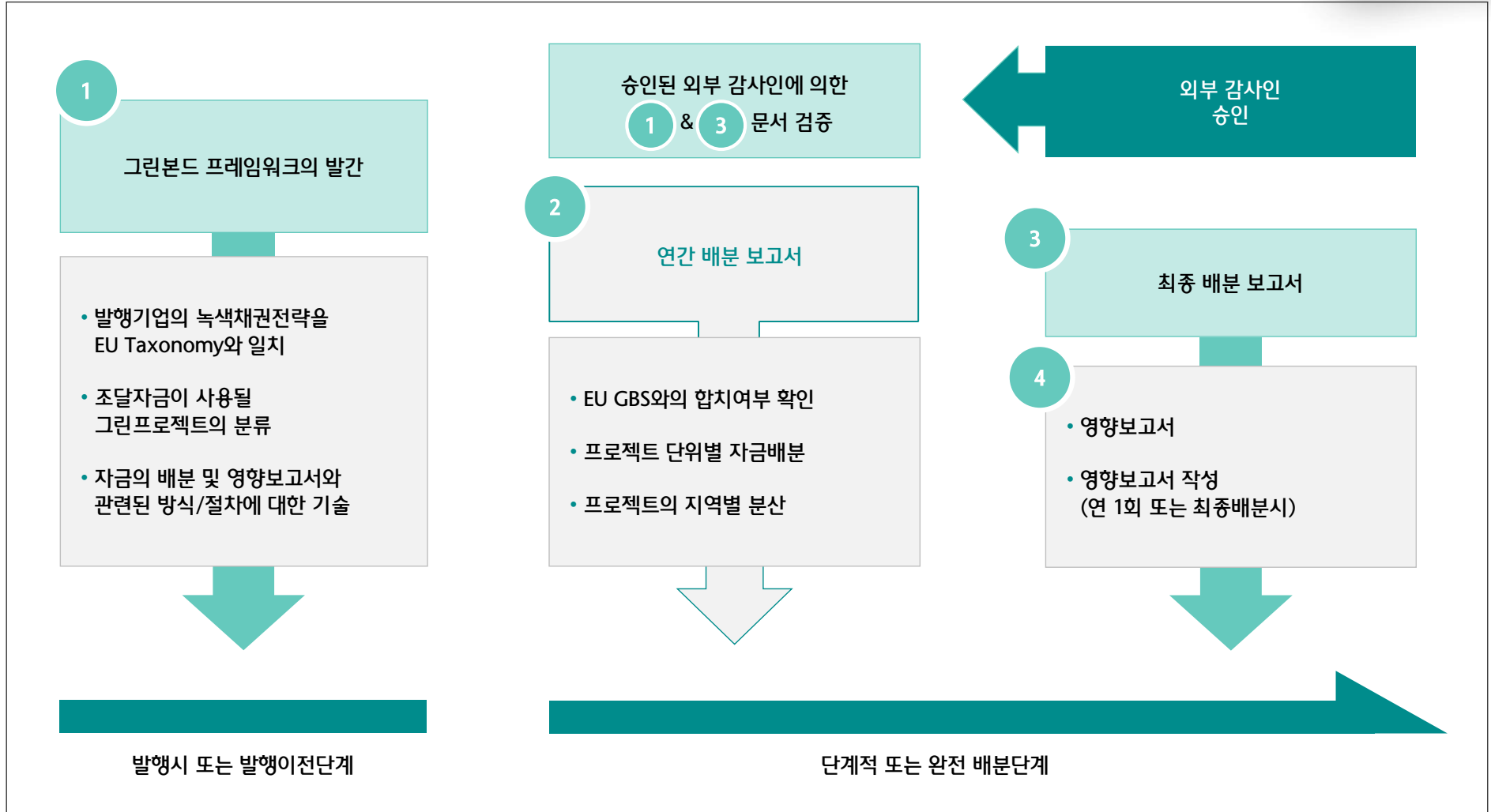
자료: ICMA, KIEP, 하나증권

EU-GBS의 녹색채권 필수요소



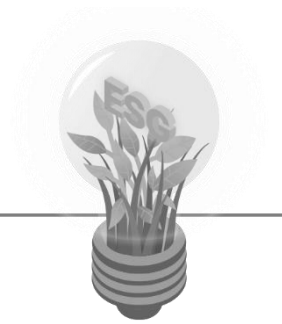
자료: EU, KIEP, 하나증권

Highlights of EU GBS



자료: EU, 하나증권

ONE ESG Vol.5



Part 4. UNEP 기술적 기후적응(태양지구공학)보고서

UNEP, 태양지구공학 검토보고서(“One Atmosphere”) 발간

- 2023년 2월, 유엔행동계획(UNEP: United Nations Environment Programme)은 자체 전문가패널그룹이 작성한 태양지구공학 검토보고서를 발간
- 금번 보고서(“One Atmosphere”)는 태양지구공학중 SRM(Solar Radiation Modification)기술에 관한 연구동향 및 관련 기술의 잠재적 위험과 영향에 관한 내용을 다루었음
- 금번 보고서 발간과 관련하여 UNEP은 다음과 같은 결론을 도출하였다고 발표
 - 1) 현 기술수준에서는 광범위한 차원에서 SRM기술을 적용하는 것은 시기상조이다.
 - 2) 관련기술이 안정화된 이후에도 빠른 지구온실가스저감의 대안이 되기는 힘들다
 - 3) 기술적 측면 이외에도 SRM의 적용과 관련하여 사회적인 차원 및 안전성 측면의 불확실성 또한 큰 상황이다
 - 4) SRM기술은 기후변화의 근본적인 원인을 해결하기에는 역부족이다.
- 태양지구공학기술과 관련되어 부정적인 UNEP의 검토보고서에도 불구하고 태양지구공학과 관련하여 지속적인 관심이 필요
- UNEP이 관련 기술동향에 대해 조사하였다는 사실 자체가 시사점이 있음. 즉, 1) 그간 탄소저감을 위한 노력에도 불구하고 배출량감축 및 지구기온상승세 억제에 가시적인 성과를 보이지 못하고 있는 점, 2) 그에 따라 대안적이고 혁신적인 방안모색의 필요성에 대한 요구가 점증하고 있는 현실을 반영하고 있기 때문
- UNEP의 집행이사인 Inger Anderson은 발간사에서 “국제사회가 이같은 혁신적인 기술방안이 아직 현실성이 높지 않다고 해서 관련 기술자체에 대한 연구를 게을리해서는 안될 것”이라는 의견을 피력
- SRM기술이 아직 기술적으로 미검증된 측면이 있는 것은 사실이나 환경변화에 대한 기술대응적용이라는 측면에서 이같은 움직임은 ESG경영 및 탄소제로목표를 달성하는 과정에서 의미있는 전개라고 판단

One Atmosphere, Key findings : 발췌번역

1. 국제적 노력은 신속한 배출량 완화와 인위적으로 유발된 기후 변화에 적응하는 데 초점을 맞춰야 하지만, 일부 영향을 상쇄하고 파리 협정에서 설정한 한계를 초과하는 지구 온도를 피하기 위한 추가 접근 방식으로 태양복사수정(SRM: Solar Radiation Modification)이 논의되고 있다.

- 현재 기후 모델 시뮬레이션에서 잘 설계된 SRM 배치는 우주공간에 더 많은 햇빛을 반사하여 지구 및 지역 기후 변화에 대한 온실 가스의 영향을 일부 상쇄할 수 있다.
- SRM은 몇 년 안(단기간)에 지구를 식힐 수 있는 유일한 옵션이다. 다만, 지구 온난화를 효과적으로 제한하려면 SRM이 배출량 감소 및 탄소 제거 속도에 따라 수십 년에서 수세기 동안 유지되어야 할 필요가 있다.
- 잠재적인 부작용 비용을 고려하지 않은 SRM 배치의 예상 직접 비용은 냉각 1°C당 연간 수백억 달러가 될 수 있다.
- SRM은 완화(mitigation)를 대신할 수 없다. 해양산성화 및 생태계 파괴와 같은 과도한 이산화탄소(CO₂)의 영향은 계속될 것이다.

2. SRM 배치는 인류와 생태계에 새로운 위험을 초래할 수 있다.

- 대규모 SRM 배치에 대한 강한 우려에는 오존층 손상, 지역 단위의 기후 변화 과잉 보상, 사회 및 생태계에 대한 기후 변화 영향의 증가 또는 재분배 등을 들 수 있다.
- SRM 배치가 갑자기 종료되면 인간과 생태계에 대한 위험을 증가시키는 급속한 기후 변화로 이어질 것입니다.
- SRM 연구는 완화 노력자원을 분산시킴으로써 온실가스 배출량을 완화하려는 노력을 줄일 수 있다.
- SRM 배치는 국가 간의 권력 불균형을 증가시키고 갈등을 촉발하며 윤리적, 도덕적, 법적, 형평성 및 공정성 문제를 제기할 수 있다.

One Atmosphere, Key findings(계속)

3. 알려지지 않은 요소와 위험이 많은 상황에서 시나리오, 결과, 불확실성 및 지식 격차를 식별하기 위한 국제적인 과학적 검토 프로세스를 수립해야 할 필요성이 절실하다.
 - SRM 배치의 가능한 결과를 이해하고 SRM이 없는 상태의 상황과 비교 평가해야 한다.
 - 국제적 차원의 평가는 SRM 배치의 부정적인 결과를 미리 파악함으로써 사회에 대한 위험을 줄일 수 있다.
 - 당 전문가 패널은 SRM 배치의 과학적, 기술적, 사회적 및 환경적 측면이 완전히 평가되지 않았기 때문에 현 단계에서의 대규모 배치는 적절하지 않다는 판단이다.
4. 거버넌스 프로세스는 실내 연구, 소규모 야외 실험 및 SRM 배치를 포함한 연구 활동에 대한 의사결정과정에서 유용할 것이다.
 - 대부분 이론적인 분석과 기후 모델링인 SRM 실내 연구는 50년 이상 진행되어 왔다. 학문의 자유를 위해 당 전문가 패널은 실내 연구에 대한 규범, 지침 및 자발적인 행동 강령이 사회적 관심과 과학적 탐구의 균형을 맞추는 데 도움이 될 수 있다고 제안한다.
 - 소규모 야외 실험 및 운영 배치에 거버넌스를 부과할 필요성에 대한 패널의 견해는 인식된 위험의 차이로 인해 다양하다. 소규모 야외 실험 거버넌스는 실험에서 대규모 배치에 이르는 '미끄러운 슬로프'의 가능성을 제한할 수 있다. 대규모 배치 거버넌스는 내재된 위험을 감안할 때 가치가 있다.
 - 당 패널은 성층권 에어로졸 주입(SAI) 실험 또는 배치로 인해 대기의 이 층에서 발생하는 변화를 다루는 성층권 관리를 위한 보다 광범위한 프레임워크를 만장일치로 제안한다.
5. SRM 연구 및 배포 결정에는 기초 과학, 영향, 위험, 불확실성 및 거버넌스에 대한 공평하고 투명하며 다양하고 포괄적인 논의가 필요하다.
 - 이 프로세스는 남반구 국가의 대부분이 현재 SRM 토론에 충분히 참여하지 않기 때문에 모든 이해관계자와의 토론과 더 많은 연구를 포함해야 한다. UN은 SRM에 대해 전 세계적으로 포괄적인 대화를 촉진할 수 있는 유리한 위치에 있다.

One Atmosphere, Key questions & answers : 발췌번역

QUESTION 1

SRM(Solar Radiation Modification)이란 무엇이며 SRM 모델링 연구 및 거버넌스 논의가 증가하는 이유는 무엇입니까?

- SRM은 지구 온난화를 제한하거나 줄이기 위한, 온실가스 배출 감소 또는 제거와 관련되지 않은 다양한 접근 방식을 말합니다. 최근 전 세계적으로 SRM 연구 및 배치에 대한 관심이 증가한 데에는 두 가지 주요 이유가 있습니다. SRM 배치는 (i) 몇 년 안에 지구를 식히거나, (ii) 온도 상승 속도 또는 양을 제한할 수 있는(즉, 2°C 미만, 바람직하게는 1.5°C 미만이라는 파리 협정 목표를 충족할 수 있는) 유일하게 알려진 접근 방식입니다.
- 온실가스 배출량을 줄이기 위한 현재의 노력과 적용 노력이 기후 변화 영향을 피하기에 불충분하다는 우려가 있습니다. 또한 대기에 CO2를 전혀 추가하지 않는 순 제로 에너지 시스템으로의 전환에는 수십 년이 걸릴 가능성이 높습니다. 한편, 배출되는 CO2 1톤당 추가 온난화가 발생하여 수세기 동안 지속될 것입니다.
- SRM 배치는 몇 년 내에 지구를 식히기 위해 의도적으로 구현할 수 있는 유일한 알려진 접근 방식입니다. 지구가 흡수하는 햇빛의 양이 약 2% 감소하면 CO2가 두 배로 증가할 때 규모의 온난화를 상쇄하기에 충분합니다. SRM 접근법은 때때로 '기후 공학', '기후 개입', '태양 복사 관리' 또는 '태양 지구 공학'과 같은 용어를 사용하여 언급됩니다.
- 물론 그렇다고 해서 SRM 배치가 에너지 시스템을 탈탄소화하거나 다른 온실가스배출원을 처리할 필요성까지 해결해주지는 않습니다. 또한 기술 성숙도, 물리적 이해, 잠재적 영향, 거버넌스, 합법성, 윤리 및 지속 가능한 개발에 대한 잠재적 영향을 포함하여 SRM 접근법에 대한 결합된 불확실성은 SRM을 경제적, 사회적 또는 제도적으로 바람직하지 않게 만들 수 있습니다. SRM 연구 및 배포 결정에는 기초 과학, 영향, 위험, 불확실성 및 거버넌스에 대한 공평하고 투명하며 다양하고 포괄적인 논의가 필요합니다.

One Atmosphere, Key questions & answers

QUESTION 2

SRM 접근 방식은 어떤 것이 있습니까? 실내 SRM 연구, 소규모 실외 실험, 기술 개발 및 대규모 운영 배치 현황은?(계속)

- 대표적인 방식인 SAI(Stratosphere Aerosol Injection)는 고도 20~25km(하부 성층권)에서 항공기방출을 통해 반사율이 높은 마이크론 미만 크기의 입자를 성층권에 주입하는 것을 포함합니다. 많은 양의 황산염 입자를 성층권으로 유입시키는 주요 화산 폭발은 SRM 배치에 대한 자연스러운 유사성을 제공합니다. 예를 들어, 1991년 피나투보 화산 폭발은 이후 2년 동안 전 세계적으로 연평균 약 0.3~0.5°C의 냉각(기온하강)을 일으켰습니다. SAI 배치는 에어로졸을 성층권에 지속적으로 주입합니다. 매년 8~16 Tg의 이산화황(SO₂)을 지속적으로 주입하면(1991년 한 해 동안 피나투보 산의 추정 방출량과 거의 동일) 지구 평균 온도를 1°C 낮출 것으로 추정됩니다. 작동 중인 SAI 배치는 2~5°C의 글로벌 냉각을 생성하도록 확장될 수 있지만 더 높은 주입률에서는 한계효과가 감소합니다.
- 일부 과학자들은 SAI 배치 기술이 10년 이내에 개발될 수 있다고 보고 있습니다. SAI 배치의 최저 비용은 냉각 1°C당 연간 약 200억 달러 정도인 것으로 추정됩니다. SRM 배치는 (i) 몇 년 안에 지구를 식히거나, (ii) 온도 상승 속도 또는 양을 제한할 수 있는(즉, 2°C 미만, 바람직하게는 1.5°C 미만이라는 파리 협정 목표를 충족할 수 있는) 유일하게 알려진 접근 방식입니다.
- 제안된 대부분의 SRM 접근법에서는 추가적으로 약간의 햇빛이 우주로 반사되거나 더 많은 지구의 적외선 복사가 우주로 탈출할 수 있습니다.

One Atmosphere, Key questions & answers

QUESTION 2

SRM 접근 방식은 어떤 것이 있습니까? 실내 SRM 연구, 소규모 실외 실험, 기술 개발 및 대규모 운영 배치 현황은?

- 또 다른 SRM 접근법은 해양 대기의 낮은 구름에 의해 우주로 반사되는 햇빛의 양을 증가시키는 해양 구름 밝기(MCB: Marine Cloud Brightening)입니다. 이 방식은 바다 소금 에어로졸을 도입하여 더 작은 구름 방울을 더 많이 생성하여 구름을 '밝게'함으로써 달성됩니다. 이 접근법의 타당성은 선박 배기 가스에서 해양 성층권 구름으로 에어로졸 입자가 주입되어 생성되는 '선박 트랙'의 관찰에 의해 뒷받침됩니다. 지구적 차원에서 감지 가능한 냉각을 생성하는 MCB의 능력은 잘 확립되어 있지 않습니다. 최근 MCB를 이용하여 Great Barrier Reef 주변의 바닷물을 식히려는 노력이 있었습니다. 그러나 이 검토 당시에는 이 실험을 설명하거나 평가하는 동료 검토 간행물이 없었습니다.
- 다음으로 상대적으로 덜 연구된 접근법은 지구에서 방출되는 적외선을 가두는 높은 권운의 양을 줄이는 것을 목표로 하는 권운 얇게 하기(CCT: Cirrus Cloud Thinning)입니다. 아이디어는 얼음 핵 생성 입자를 주입하면 이러한 구름을 구성하는 얼음 결정의 침강 속도가 증가한다는 것입니다. 이렇게 하면 구름이 얇아지고 더 많은 적외선이 우주로 빠져나갈 수 있습니다. CCT의 타당성은 높은 구름에서 얼음 핵 형성 과정과 관련된 더 큰 불확실성 때문에 불확실합니다. 이 접근법은 기후 모델 시뮬레이션과 이론적 분석을 통해 연구되었습니다. 이 접근법에 대한 야외 CCT 현장 실험은 수행되지 않았으며 향후 계획에 대해서도 알려진 정보는 없습니다.
- 우주 거울(Space mirrors)도 가능한 접근 방식으로 제안되었습니다. 개발 기간과 배포 비용은 다른 접근 방식에 비해 엄두도 못 내는 것처럼 보입니다. 산호초를 보호하거나 허리케인의 강도를 줄이기 위한 지역 MCB, 대류권에 황산염 또는 해염 에어로졸 주입, 육지 또는 해양 표면의 반사율 증가를 포함하여 국지적 또는 지역적 냉각을 제공하는 SRM 접근법도 제안되었습니다.

One Atmosphere, Key questions & answers

QUESTION 3

잠재적인 SRM 배치가 지구 냉각에 어떤 기여를 할 수 있습니까? 기간은 어떻게 되며 SRM 배포는 완화 노력과 어떻게 비교됩니까?

- 당 전문가 패널은 국제적인 기후변화노력이 빠른 완화와 적응에 포커스를 두어야 한다는 점에 대해서는 이견이 없습니다.
- 그러나 적용 및 완화 노력이 여전히 불충분한 경우 일부 과학자들은 기후 변화 영향을 잠재적으로 줄이기 위한 임시 안전 조치로 신속하고 점진적인 SRM 배치를 제안하고 있습니다. 더 긴 완화 기간과 달리 SRM 배치는 1년 만에 복사 강제력을 상당히 감소시킬 수 있습니다. 기후 모델 결과는 SRM 배치가 인위적 온실가스배출로 인한 지구 평균 온난화를 완전히 또는 부분적으로 상쇄하고 대부분의 지역에서 일부 기후 변화 위험을 줄일 수 있음을 나타냅니다
- 기후 변화의 영향이 참을 수 없는 것으로 광범위하게 인식되고 정부가 지구를 빠르게 식히라는 정치적 압력이 강해지면 SRM 배치는 그 시점에서 현재 과학을 고려할 때 정부가 사용할 수 있는 유일한 알려진 수단입니다. 정치적으로 유의미한 시간 척도에서 지구를 가능하게 식힐 수 있기 때문입니다.
- 한편 SRM 배치의 냉각 효과는 SRM 배치가 중단되는 즉시 감소하기 시작합니다. SRM 배치에 의해 방출된 에어로졸은 SAI의 경우 1~3년 동안 성층권에서 지속됩니다. 대류권 에어로졸은 MCB의 경우 약 10일 동안 지속됩니다. SRM이 종료되면 대기 온도는 수년에 걸쳐 더 높은 값으로 조정됩니다.
- 대조적으로, 전통적인 온실가스 완화 노력(ex. 재생에너지 발전기반 확충)의 효과는 완화 노력이 중단된 후에도 수세기 동안 지속됩니다.

One Atmosphere, Key questions & answers

QUESTION 4

SRM에 대한 우려가 있는 이유는 무엇입니까? 인간과 자연 시스템에 대한 잠재적 영향에 대해 알려진 것은 무엇입니까? 사회적 위험은 무엇입니까?(계속)

- 소규모 야외 SRM 실험과 잠재적인 대규모 운영 SRM 배포 모두에 대한 우려가 존재합니다. 잠재적인 SRM 배포가 인간 및 자연 시스템에 미치는 영향에 대한 과학적 연구는 제한적입니다. 작물 수확량과 육상 생태계 생산성에 대한 발표된 평가는 거의 없습니다. SRM 배포가 인체 건강에 미치는 영향(예: UV 노출, 벡터 매개 질병의 전파, 산성비 및 대기 오염)에 대한 종합적인 평가도 부족합니다.

[잠재적인 기후 영향]

- SRM 배포는 기껏해야 일부 또는 모든 온실가스 유발 기후 변화를 불안정하게 상쇄할 것입니다. 모든 인위적인 지구 온난화를 상쇄하는 것을 목표로 하는 배포는 일부 지역에 잔류 온난화가 발생하고 다른 지역에는 과도한 변화가 발생할 수 있습니다. 예를 들어 균일한 에어로졸 층으로 지구 평균 온난화를 완전히 상쇄하는 것을 목표로 하는 SAI 배포는 열대 지역의 과잉 보상된 지역 냉각과 극지방의 잔류 온난화로 이어질 수 있습니다.
- SRM은 인간 사회와 생태계에 잠재적으로 위험한 부작용과 위험이 있는 기후 시스템에 대한 새롭고 의도적인 간섭이 될 것입니다. 이 피해는 생물물리학적으로 불리한 영향이나 사회적 또는 정치적 역학과 관련된 불리한 결과로 나타날 수 있습니다. 이러한 피해는 국가 간에 고르지 않게 분포될 가능성이 높습니다. 이러한 불리한 결과가 나타날 수 있고 완화되거나 피할 수 있는 정도는 거의 알려지지 않았습니다.

One Atmosphere, Key questions & answers

QUESTION 4

SRM에 대한 우려가 있는 이유는 무엇입니까? 인간과 자연 시스템에 대한 잠재적 영향에 대해 알려진 것은 무엇입니까? 사회적 위험은 무엇입니까?(계속)

[기타 환경 피해]

- SRM 배포가 효과적이라면 수십 년 이상 지속적으로 유지 관리되어야 합니다. 지속적인 대규모 운영 SAI 배치는 지구 표면과 그 근처의 환경에 알려지지 않은 결과로 성층권 하부 및 중간에 매우 파괴적일 수 있습니다. SAI 배치가 황산염 에어로졸을 사용하는 경우 산성비에 대한 결과가 있을 수 있습니다.
- 성층권 오존에 대한 SAI 영향은 성층권 오존 화학에 영향을 미치는 성층권의 에어로졸 표면적 증가와 성층권 역학 및 표면 냉각을 변화시키는 성층권의 에어로졸 유도 가열에 의해 발생합니다. 황산염 에어로졸을 고려한 최근 연구에 따르면 성층권 오존 고갈은 극지방 성층권에서 증가하고 남극 오존 구멍 복구는 수십 년 지연될 수 있으며 오존 구멍은 SAI 배치의 첫 10년 동안 더 깊어질 수 있습니다. 성층권 오존의 감소는 인간의 건강과 생태계에 영향을 미치는 표면 UV 복사의 증가와 대류권 오존의 감소를 야기할 것입니다.

[도덕적 해이문제]

- 또한 SRM 연구는 SRM 배치가 높은 온실가스농도의 부정적인 결과를 줄일 수 있다는 기대를 만들거나 완화 및 적응 노력에서 재정적, 정치적 또는 지적 자원을 끌어냄으로써 온실가스 배출을 완화하기 위한 인센티브를 줄일 수 있다는 우려도 있습니다(그래서 - '도덕적 해이' 문제라고 함). 본질적으로 SRM의 효과는 온실가스 수준을 현저하게 줄이지 않고 온도 상승과 인위적인 기후 변화의 다른 효과를 가리는 역할만 합니다. 해양 산성화와 같은 높은 수준의 CO2와 관련된 영향은 계속될 것입니다.

One Atmosphere, Key questions & answers

QUESTION 4

SRM에 대한 우려가 있는 이유는 무엇입니까? 인간과 자연 시스템에 대한 잠재적 영향에 대해 알려진 것은 무엇입니까? 사회적 위험은 무엇입니까?

[지정학적/사회적 문제]

- 주요 우려 사항은 SRM 실험 및 배포에 대한 결정이 전 세계적으로 포괄적이고 공평하며 투명한 방식으로 이루어지지 않을 것이며 이로 인해 국가 간의 권력 관계가 이미 강력한 국가에 유리하도록 더욱 이동될 것이라는 점입니다. 이 문제와 관련된 질문은 누가 SRM 기술의 개발 및 배포에 자금을 지원하고 통제하는지에 대한 질문입니다. SRM은 국제 분쟁 가능성(초경계적 영향으로 인해), 일방적인 SRM('악당'이 SRM 배치를 선택할 수 있음), 반격 및 상쇄 SRM 배치를 포함한 사회적 위험을 유발할 수 있습니다. 따라서 SRM 배포는 윤리적, 도덕적, 법적, 형평성 및 정의 문제를 제기합니다.
- SRM 배치의 낮은 비용 추정치(냉각 1°C당 연간 약 200억 달러)는 SRM 배치 비용을 많은 국가 및 심지어 비국가단체가 감당할 수 있게 해줍니다.(낮은 진입장벽으로 인한 잠재적 부작용) 또한 어떤 종류의 SRM을 얼마나 많이 배치할지에 대한 의견 차이가 정치적, 심지어는 군사적 갈등을 일으킬 수 있다는 우려도 있습니다.
- SRM 배포에 대한 광범위한 커뮤니티에서 보편적인 합의가 없을 것이라고 가정할 수 있습니다. 즉, SRM 배포에 반대하는 커뮤니티, 국가 및 사회가 자신의 의사에 반하는 영향에 노출되어 윤리적 및 법적 문제가 제기될 수 있습니다. 인위적인 기후 변화는 역사적 기후 변화에서 지구 북반구의 역할을 고려할 때 유사한 우려를 제기했습니다.
- SRM 배치는 기후 시스템에 추가적인 주요 영향을 도입함으로써 기후 변화 영향과 관련된 손실 및 피해에 대한 고려를 복잡하게 만들 것입니다. 이로 인해 SRM 관련 변화로 인한 손실과 기후 변화로 인한 피해를 구분하기 어려울 수 있습니다.

One Atmosphere, Key questions & answers

QUESTION 5

기후 변화의 위험과 관련된 SRM의 위험은 무엇입니까? SRM 위험을 식별, 특성화 및 정량화할 수 있습니까? 식별된 SRM 위험을 완화하고 관리할 수 있습니까? 그렇다면 어떻게 할 수 있습니까?

- 모델링 연구는 세심하게 설계된 SRM배치시 그렇지 않은 경우에 비해 훨씬 작은 기후변화를 가져올 수 있다는 점을 일관되게 보여주고 있습니다.
- 그렇지만 SRM 배치가 인간의 고통을 줄일 수 있지만 네번째 질문에서 설명한 것과 같은 이유로 실제 SRM 배치가 예상치 못한 부작용을 초래할 수 있습니다. 네 번째 질문에서 설명한 SRM의 위험은 시나리오에 따라 매우 다를 수 있습니다. 예를 들어, 대부분의 또는 모든 지구 온난화를 빠르게 상쇄하기 위해 갑자기 발생하는 SRM 배치, 점진적으로 증가하는 배치 또는 SRM 배치의 통합 접근 방식의 일부로 지구 온난화의 일부를 줄이는 데 사용되는 배치의 경우가 각각 다를 수 있습니다.
- 다만 SRM에 대한 전 세계적으로 포괄적이고 투명하며 공평한 과학적 평가 프로세스를 통해 위험을 최소화할 수 있습니다. 자연 및 사회를 포함하여 진행 중인 SRM 연구를 평가하는 국제 과학 평가는 SRM 시나리오의 위험과 잇점을 평가하는 중요한 프레임워크를 제공할 수 있습니다.
- SRM 배치와 관련하여 평가된 위험으로 인해 SRM 구현이 제한되거나 완전히 회피된다면 완화 및 적응이 단기 및 장기 기후 위험을 줄이기 위한 유일한 접근 방식으로 남습니다. 지구 온난화를 줄일 수 있는 추가 옵션으로 SRM을 평가하지 않으면 지구 온난화의 영향을 다루는 문제가 증가합니다. **SRM 배치에 대한 결정은 배치가 없을 때의 위험과 배치를 했을 때의 위험을 비교하는 맥락에서 이루어져야 합니다(risk-risk trade-off)**. 따라서, 이를 위해서는 현재 존재하지 않는 국제 거버넌스 프레임워크가 불가피하게 필요합니다.

One Atmosphere, Key questions & answers

QUESTION 6

SRM 실내 연구, 소규모 프로세스 지향 실외 실험 및 대규모 SRM 배치를 알리고 관리하기 위한 프레임워크는 무엇입니까?(계속)

- 거버넌스는 SRM 실내 연구, 소규모 프로세스 지향 실외 실험 및 대규모 SRM 배포에 적용될 수 있습니다. 이러한 SRM 활동에 대한 프레임워크는 아직 없습니다.
- **SRM 실내 연구는 50년 이상 진행되어 왔습니다.** 지난 20년 동안 이 연구의 대부분은 지구 온난화 시나리오에서 기후 변화를 예측하는 데 사용되는 동일한 기후 모델을 사용하여 이론적 분석 및 기후 모델링의 형태를 취했지만 가능한 배치 기술에 대한 일부 실험 작업이 있었습니다. 실내 모델링 연구를 통한 SRM 접근 방식의 지속적인 지식 생성은 운영 SRM 배치의 잠재적 이점, 위험, 불확실성 및 영향을 이해하는 데 중요합니다.
- 학문의 자유를 위해 현재로서는 SRM 실내 연구를 위한 공식적인 거버넌스 프레임워크가 필요하지 않음을 제안합니다. 그러나 보고, 투명성, 포용성 및 데이터 공유를 촉진하는 일련의 규범 또는 자발적인 행동 강령을 개발하는 것이 유리할 것입니다. 소규모 실외 SRM 실험 또는 SRM 시스템의 운영 배포를 관리하기 위해 몇 가지 기존 프레임워크가 관련될 수 있습니다
- 향후 몇 년간 SRM을 배포할 계획이나 알려진 활동이 없다는 점을 감안할 때 공식적인 거버넌스 프레임워크를 개발하는 것은 시기 상조일 수 있지만, 필요한지 여부와 거버넌스 프레임워크가 어떤 형태를 취할 수 있는지에 대한 논의가 시작될 수 있습니다.
- **SRM에 국한되지 않은 검토는 SRM 특정 거버넌스를 보완하고 SRM 배포 위험을 줄이는 목표에 기여할 수 있다는 점에 유의해야 합니다.** 예를 들어, 성충권으로의 물질 도입을 규제하는 더 넓은 틀이 도움이 될 수 있습니다. 성충권에 대한 그러한 더 넓은 틀은 존재하지 않습니다.

One Atmosphere, Key questions & answers

QUESTION 6

SRM 실내 연구, 소규모 프로세스 지향 실외 실험 및 대규모 SRM 배치를 알리고 관리하기 위한 프레임워크는 무엇입니까?

- 장기간(즉, 수십년)에 걸친 대규모 개입으로 인한 성층권 조건 변화와 관련된 내재적 위험을 고려할 때 대규모 SAI 배치의 거버넌스가 가치 있다는 점에 전문가 그룹 사이의 일반적인 동의가 있습니다. 성층권 거버넌스를 위한 보다 광범위한 프레임워크는 SAI 실험이나 배치, 로켓 발사와 같은 다른 활동으로 인해 성층권에서 발생하는 변화를 다루지만 SRM에 특정한 다른 문제는 다루지 않을 수 있습니다.
- 야외 SRM 연구는 SRM 연구에 고유한 프레임워크에 의해 공식적으로 관리될 수 있거나 대기 또는 특히 성층권으로의 물질 도입을 규제하는 프레임워크에 의해 공식적으로 관리될 수 있습니다. 포용적인 프로세스는 특히 남반구의 대부분이 현재 SRM 토론에 참여하지 않기 때문에 모든 이해관계자와 광범위한 문제에 대한 토론을 포함합니다.
- UN은 최고 수준의 균형, 엄격함 및 정확성을 유지하는 거버넌스 고려 및 SRM 과학적 평가의 공진화를 생성하는 데 도움이 될 수 있는 SRM에 대한 책임 있는 글로벌 대화를 촉진할 수 있는 좋은 위치에 있습니다. SRM 연구를 위한 자발적인 행동 강령의 개발은 이러한 논의의 또 다른 가능한 결과가 될 것입니다. 이러한 노력은 200명의 과학자가 참여한 미국 캘리포니아주 아실로마에서 열린 2010년 회의에서 이루어졌으며 이러한 거버넌스 형태는 NASEM(2021)에서 광범위하게 논의됩니다.
- 현재까지 연구 개발을 알리고 평가하는 데 사용된 주요 프레임워크는 여러 기관의 보고 작성 프로세스입니다. 평가하고 알리기 위한 기존 노력에는 IPCC 보고서의 제한된 섹션이 포함됩니다. 그러나 이러한 보고서는 SRM 평가에 초점을 맞추지 않았습니다. SRM에 대한 보다 집중적인 평가는 다른 보고서에 나타납니다. 몇몇 협력 네트워크는 SRM 연구 개발을 위한 비공식 프레임워크를 제공했습니다. 여기에는 글로벌 모델링 그룹 간의 느슨한 협업인 GeoMIP(Geoengineering Model Intercomparison Project)가 포함됩니다.

태양지구공학(Solar Geoengineering, Solar Radiation Management)

- 하버드 대학교에 따르면 지구공학은 일반적으로 1)태양지구공학(Solar Geoengineering), 2)탄소제거(Carbon Dioxide Removal) 두 범주로 나뉨. 하버드 태양지구공학 중 SAI 기술이 가장 적은 위험으로 가장 큰 이익을 가져올 수 있는 잠재력을 갖고 있다고 평가
- 이에 하버드는 SAI에 기반한 프로젝트 ‘스코펙스(SCoPEX)’를 진행 중. 해당 프로젝트에는 MS 창업자인 빌 게이츠가 약 2천만 달러를 지원했다고 알려짐. 2021년 6월 스웨덴에서 비행실험이 예정되어 있었으나 2021년 4월 실험을 돌연 취소
- 그린피스 스웨덴 지부 등 환경단체에서 지구공학 실험이 생태계나 기후에 미칠 부작용이 명확하지 않다는 우려의 목소리를 내었으며, 스코펙스 윤리 자문위원회는 사회적 합의가 부족하다는 이유로 실험 연기를 권고

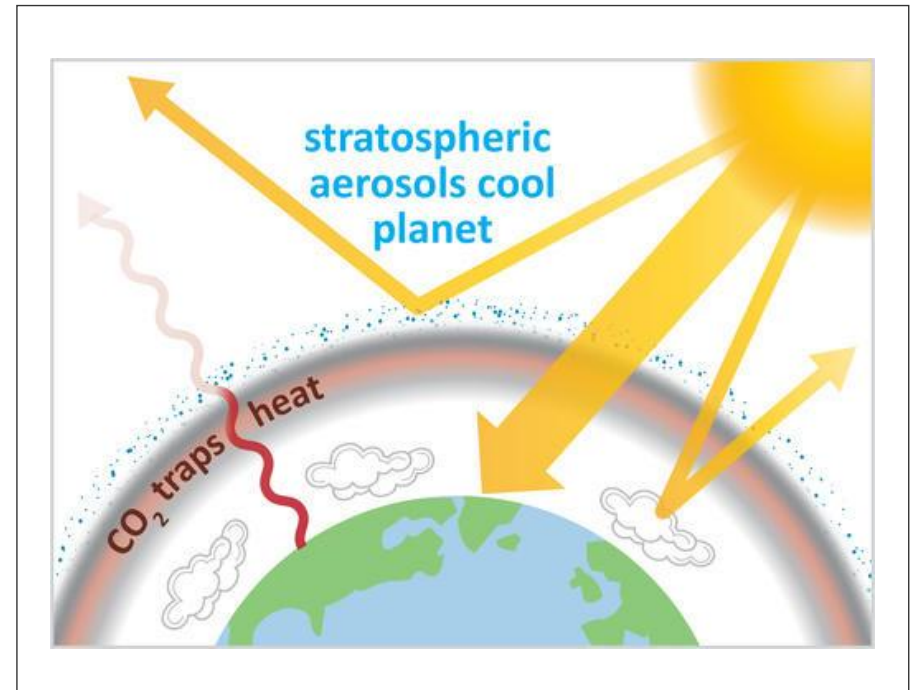
태양 지구공학 대표 기술

	개요
MCB (Marine Cloud Brightening)	구름 표백, 인공구름 등으로 알려진 기술 바닷물을 이용해 해염이 포함된 인공구름을 만들어 기존 구름보다 태양광 반사도를 높여 태양 에너지를 줄이는 방법
CCT (Cirrus Cloud Thinning)	권층운(새털구름)을 열게 만들어 지구표면에 갇힌 열이 좀 더 쉽게 빠져나가기 쉽게 만드는 방법
Space-based Techniques	우주공간에 반사판 등의 보호막을 배치하여 태양 에너지를 줄이는 방법
SAI (Stratospheric Aerosol Scattering)	대기 성층권에 이산화황 등의 에어로졸(공기 중 떠있는 고체 또는 액체 상태의 입자)을 분사해 태양빛의 입사를 막아 지표면에 도달하는 태양 에너지를 줄이는 방법

자료: Harvard's Solar Geoengineering Research Program, 하나증권

Credit/ESG 김상만

태양 지구공학 중 SAI 메커니즘

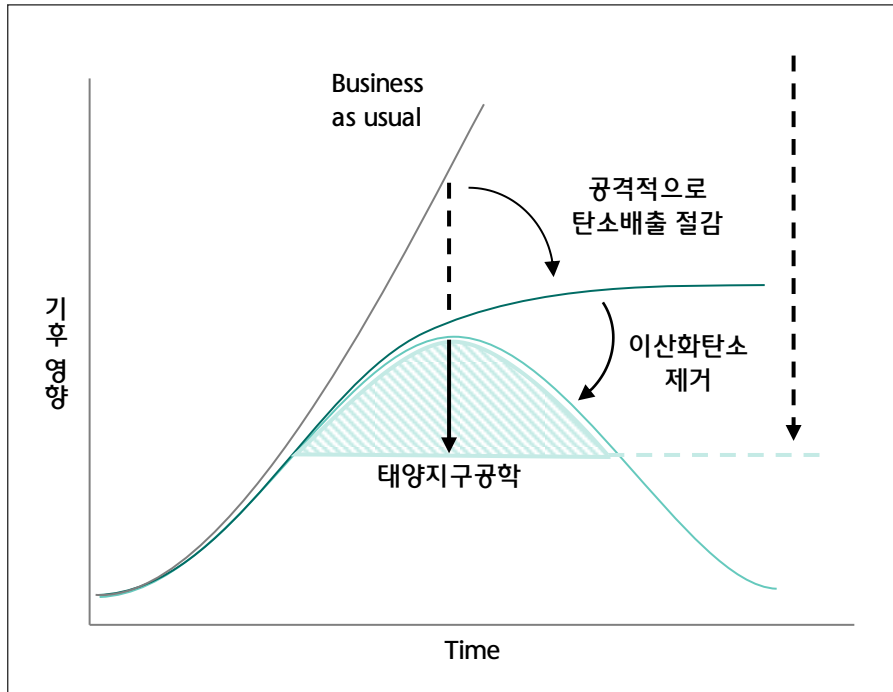


자료: Harvard's Solar Geoengineering Research Program, 하나증권

태양지구공학(Solar Geoengineering, Solar Radiation Management)

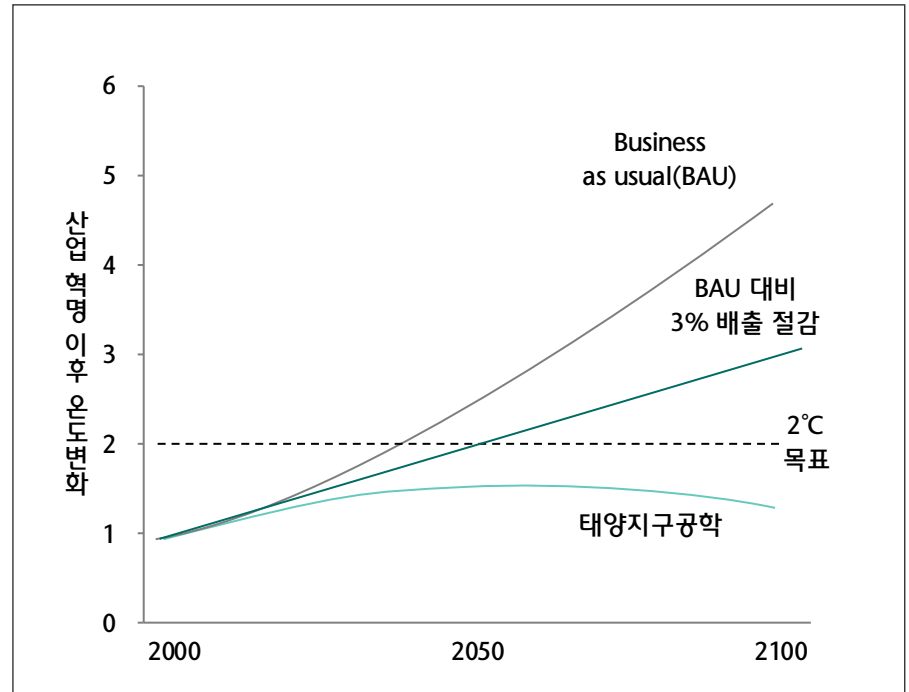
- 한편 태양지구공학은 근본적으로 탄소배출을 줄이는 방법이 아니라는 점에서 도덕적 해이 문제 지속 제기. 하버드대 역시 이를 인지하고 태양지구공학은 탄소 제거에 대한 대응 기술이 아닌 ‘보충물’이라고 명시, 도덕적 해이에 관한 연구도 지속 중
- 이러한 인식 확대되며 최근 들어 US National Academy of Science를 비롯한 주요 환경단체들(Environmental Defence Fund, Natural Resources Defence Council)이 점진적으로 관련 리서치에 동참하기 시작
- 한편 미 정부는 U.S. Global Change Research Program(USGCRP) 관장 하에 발표한 4th National Climate Assessment를 통해 발표한 Climate Science Special Report에서 지구공학을 다뤘으며 추가적인 리서치가 필요함을 주장

탈탄소의 보충물로 제시되고 있는 지구공학



자료: Forbes, 하나증권

하버드 태양지구공학 사용시 온도 변화 예상



자료: Harvard's Solar Geoengineering Research Program, 하나증권



Compliance Notice

본 조사자료는 고객의 투자에 정보를 제공할 목적으로 작성되었으며, 어떠한 경우에도 무단 복제 및 배포 될 수 없습니다. 또한 본 자료에 수록된 내용은 당사가 신뢰할 만한 자료 및 정보로 얻어진 것이나, 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없으므로 투자자 자신의 판단과 책임하에 최종결정을 하시기 바랍니다. 따라서 어떠한 경우에도 본 자료는 고객의 주식투자의 결과에 대한 법적 책임소재의 증빙자료로 사용될 수 없습니다.