

100대 기후테크 스타트업 케이스 스터디

원본: 2024 엑스프라이즈 탄소 제거 결선 진출자 라운드 Top100 팀북, 머스크 파운데이션
(Xprize Carbon Removal, Top 100 Team Book 2024 Finalist Round, Musk Foundation)

<https://www.xprize.org/prizes/carbonremoval/articles/xprize-carbon-removal-top-100-team-book-2024>

번역: 임팩트온(www.impacton.net)

머리말:

대기에서 기가톤 규모의 이산화탄소(CO₂)를 제거하는 것은 넷제로에 도달하는 데 필수적인 부분이 될 것이며 새로운 1조 달러 규모의 산업 배치가 필요할 것이다. 엑스프라이즈탄소제거(XPRIZE Carbon Removal)은 고품질의 비용효율적인 이산화탄소 제거(CDR) 솔루션의 글로벌 공급을 촉진한다는 야심찬 목표를 염두에 두고 2021년에 시작했다. 그 이후로 88개국에서 1300개 이상의 팀이 도전하고 대회에 참가했다.

엑스프라이즈(XPRIZE)는 이제 3년간의 경쟁과 여러 차례의 심사를 거쳐 가장 유망한 탄소 제거 혁신 기업 상위 100개를 발표하게 된 것에 기쁨을 표한다. 상위 톱(Top) 100에는 항공, 해양, 육지, 암석 등 모든 CDR 경로를 대표하는 25개국의 주요 혁신가가 모였다. 이들 팀은 최근 몇 년 동안 새로운 솔루션을 개발하면서 놀라운 성과를 거두었으며 탄소 제거 산업의 미래를 대표한다.

엑스프라이즈는 상위 100위 중 20명의 결선 진출자를 선정하여 대회 마지막 해에 대기 또는 해양에서 1000톤의 CO₂를 제거하는 솔루션을 시연하고 테스트할 예정이다. 2025년 4월 엑스프라이즈는 최우수상 수상자에게 5000만 달러를 수여하고 나머지 3000만 달러는 심사위원이 선택한 준우승자에게 분배된다. 엑스프라이즈는 이전에 2021년에 23개 학생 팀에 500만 달러, 2022년에는 획기적인 성과를 이룬 15개 팀에게 1500만 달러를 수여했다.

#1. 8 리버스 캐피탈(8 Rivers Capital LLC)

개요

기업명	8 Rivers	본사 위치	미국 노스캐롤라이나주 더럼(Durham)
설립연도	2008년	직원 수	51~100
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC		

조달 활동 세부사항

사업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 설명

8 리버스는 방해석(Calcite) 탄소 제거 기술로 경쟁하게 된다. 8 리버스는 본사가 노스캐롤라이나주 더럼에 위치한 회사로서, 지속가능한 인프라 규모 기술의 발명과 상용화를 선도하며, 패러다임을 바꾸는 넷제로 전력 솔루션인 Allam-Fetvedt Cycle(CO₂ 배출 없는 첨단 발전소)을 발명했다. 또한 청정수소와 암모니아(8RH2) 및 기타 첨단 에너지 시스템을 위한 기술을 개발 및 배포하고 있다.

핵심 혁신

방해석은 고온 DAC 기술에 고유한 구조화된 고체 흡착제를 사용한다. 이는 공기 흐름을 활성화하고 높은 탄산화물과 CO₂ 부하 범위를 제공하며, 경쟁 기술로는 며칠이 필요한 반면 8 리버스의 방해석 기술로는 몇 시간이면 가능하다. 또한, 구조화된 흡착제는 접촉기에서 미립자 생성을 최소화하여 시설의 PM 배출을 최소화한다. 마지막으로, 대부분의 저온 흡착제와 달리 방해석은 꽃가루나 먼지와 같은 공기 오염으로 인한 오염에 취약하지 않다.

CO₂ 포집

방해석은 자연 칼슘 순환의 단순성을 활용하는 직접 공기 포집 기술이다. 순산소 가마는 연료와 농축된 산소를 가열하여 신선하고 재생된 탄산칼슘을 하소하여 산화칼슘을 형성하고, 배출되는 CO₂는 격리를 위해 포집된다. 산화칼슘은 수화(hydrated)된 후 공기 접촉기 모듈을 통해 주변 공기와 함께 탄산화된다. 새로 생성된 탄산칼슘은 새로운 탄산화 사이클을 위해 가마로 재순환한다.

CO₂ 격리

CO₂는 클래스VI 우물의 지하에 장기간 격리된다. CO₂ 주입은 일반적으로 지표면 아래 수천 피트 깊이의 암석층에 주입되며 이는 지하 식수원과 철저히 격리되며 엄격한 규제를 받는다. 이 우물은 1000년 동안 누출이 거의 없는 상태로 CO₂를 영구적으로 저장하도록 설계됐다. 격리가 제대로 이루어졌는지 확인하기 위해 저장량 및 누출에 대한 모니터링이 실시될 예정이다.

부가 효과 또는 제품

방해석은 부산물로 소량의 석회석을 생성한다. 이 소재는 다양한 용도로 활용될 수 있다. 재료를 공정 내에서 재사용하거나 GCC/PCC 대체재(콘크리트, 실런트, 조인트 컴파운드, 폴리머 필러 등) 또는 농업에 활용할 수

있다.

리더십 팀

Mario Guagnelli는 방해석의 제품 개발 부사장이다. 이전에 그는 LafargeHolcim 및 IMERY스에서 북미 및 남미 지역의 대규모 산업용 광물 사업을 개발 및 관리했다. 또한 MicroStrategy에서 데이터 분석 기술 분야에서 경력을 쌓았으며 기업가적 벤처기업을 이끌었다. 그는 멕시코 몬테레이 공과대학교(Tec de Monterrey)에서 기계공학 및 행정학 학위를 취득했으며, 프랑스 INSEAD 경영대학원에서 경영자 교육과정을 수료, 노스웨스턴 대학에서 Executive MBA를 취득했다.

마리오 구아넬리 mario.guagnelli@8rivers.com / 8rivers.com/portfolio/calcite

#2. AC 카본 캡처(Carbon Capture)

개요

기업명	실리카테크(Silica Tech)	본사 위치	노르웨이 오슬로
설립연도	2001년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC 토양 - CO2 포집 및 저장을 통한 바이오매스의 에너지 변환 광물 - 현장 광물화 / 퇴적층 내 현장 저장		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	\$10,000,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	정부
자본 조달 유형	정부지원		

회사 설명

AC 카본 캡처는 SilicaTech가 Bilfinger 및 덴마크 기술대학교와 협력하여 설계한 새로운 비용 효율적인 공기 탄소 포집 솔루션이다. 이 기술은 중탄산암모늄의 형성과 침전을 통해 CO2를 포집하고, 높은 압력과 온도에서 중탄산암모늄 고체의 열분해를 통해 CO2를 재생하는 방식으로 작동한다. 플스케일로 적용 시, 이 공정은 시간당 130톤의 CO2(연간 1메가톤)를 포집할 수 있다.

핵심 혁신

당사의 기술은 새로 개발된 기술이기 때문에, 일부 장비와 함께 공정 자체는 기존의 다른 탄소 포집 및 저장의 방식에 비해 주요한 물리적, 화학적 차별화를 보여주는 점에서 훨씬 더 나은 비용효율성을 제공한다.

CO2 포집

CO2는 NH3(암모니아), H2O(물) 및 CO2(공기 중) 사이의 발열 화학 반응에 의해 포집되어 HNH4CO3(중탄산암모늄)을 형성한다. 중탄산암모늄 생성물은 고체상으로 전환되어 높은 압력과 온도에서 분리 및 분해되어 CO2가 재생되고 순수한 CO2 가스 흐름으로 공정에서 분리된다. CO2 가스는 영구 저장을 위해 최종 목적으로 운송되기 전에 중간 저장을 위해 액상으로 냉각된다.

CO2 격리

액화된 CO2는 중간 저장소에서 노르웨이 서해안의 Kollsnes에 위치한 수용 터미널로 수송된 후 파이프라인을 통해 수송되어 내구성 저장을 위해 북해 해저 2600미터 북극광 주입정 A-7에 주입된다.

부가 효과 또는 제품

유럽에는 이러한 유형의 기술에 대한 촉진 계획이 없기 때문에 안타깝지만 이러한 유형의 활동과 관련해서는 당분간 비용만 발생한다는 것을 의미한다. 부가 효과는 나중에 생길 것으로 보인다.

리더십 팀

태양전지 원료 및 정제와 관련된 새로운 화학 공정 개발 경험
새로운 합성 화학 물질 형성과 결합된 화학 물질의 습식 금속 추출

마지막으로 비용 효율적인 새로운 AC 탄소 포집 기술 개발 경험.

토르드 한센 tord@accarboncapture.no

#3. 에어컴퍼니(Air Company)

개요

기업명	에어 컴퍼니 홀딩스, Inc.	본사 위치	미국 뉴욕 브루클린
설립연도	2017년	직원 수	51~100
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	산업화학물질, 액체연료	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 용매 기반 DAC, 고체 흡착제 DAC, 멤브레인 기반 DAC 토양 - 바이오매스의 열전환		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 설명

Air Company는 뉴욕시에 본사를 둔 기술, 엔지니어링, 디자인 회사이다. 우리는 독특한 기술을 개발하여 광합성을 모방해 대기 중 과잉 이산화탄소를 화학물질과 연료로 전환하며, 부산물로는 산소만을 생성한다. 이 기술은 이산화탄소로 플랫폼 화학물질을 생산하는 데 있어 지금까지 개발된 기술 중 가장 효율적이고 확장 가능한 기술로, 여러 탄소 네거티브 제품을 시장에 처음 선보이는 데 성공했다.

핵심 혁신

현재 이용 가능한 CO₂ 전환 기술은 피셔 트롭쉬(Fischer-Tropsch) 시스템과 결합하여 CO₂를 생산하기 위한 역수성가스 전환 또는 CO₂ 전기분해와 같은 다단계 공정을 활용한다. 우리는 파일럿 규모에서 직접 수소화를 통해 단일 단계(>90% 검증된 탄소 효율성)로 CO₂를 화학물질/연료로 전환하는 직접적인 접근 방식을 시연했다. Air Company의 모듈형 기술은 포집된 CO₂의 배출원에 구애받지 않으므로 DAC(직접공기포집) 또는 바이오매스에서 유래한 CO₂(토지 기반) 등 다양한 대기 중의 CO₂ 배출원을 사용할 수 있다.

CO₂ 포집

이번 프로젝트에서 Air Company는 대기 중에서 CO₂를 포집하기 위해 모노에탄올아민 흡착 시스템을 사용할 것을 제안한다. 현재 우리의 시스템은 생물기원 CO₂를 사용하며, 장기적인 CO₂ 공급원으로 DAC 시스템 구축을 고려 중이다. 또한, 우리는 아리조나 주립대학의 Negative Carbon Emissions 센터와 DOE(미국 에너지부) 지원 협력을 통해 고체 및 멤브레인 기반 DAC 기술 개발에 협력할 예정이다.

CO₂ 격리

Air Company는 이미 파일럿 규모의 시스템을 구축하여 CO₂와 물 전기분해로 얻은 그린 수소를 결합해 고순도 알코올을 생산한다. 이 과정에서 부산물은 산소뿐이다. 두 번째 단계에서는 상업적 이용이 가능한 촉매를 사용한 메탄올-올레핀(MTO) 공정을 통해 첫 번째 단계에서 생산된 메탄올을 올레핀으로 전환한다. 마지막 단계에서는 CO₂ 유래 올레핀을 재활용 가능한 폴리머로 중합하여 상용화된 지글러-나타(Ziegler-Natta) 유형의 알루미늄 촉매를 사용해 내구성 있는 격리를 달성하는 것을 목표로 한다.

부가 효과 또는 제품

우리는 독자적인 촉매를 사용해 파일럿 규모에서 에탄올, 메탄올, 파라핀 제품의 상대적 비율을 제어하는 데

성공했다. 지금까지 우리의 고순도 에탄올은 소비재(보드카, 손 소독제, 향수)로 사용되었다. 파라핀은 대부분 ASTM 규격 항공 연료의 구성 요소인 C8-20 범위의 n-알케인을 형성한다. 이러한 제품 판매는 탄소 제거 비용을 상쇄하는 데 기여할 수 있다.

리더십 팀

Air Company는 탄소 전환, 촉매 작용, 마케팅, 판매, 기술 라이선스에 대한 전문 지식을 갖춘 인력은 물론 품질 및 규제 전문가를 보유하고 있어 업계 예상보다 빠르게 CO2 파생 제품을 개발 및 판매할 수 있다.

Stafford Sheehan 박사(CTO)는 전기화학자이자 인공 광합성 및 이산화탄소 전환 분야의 전문가로, 70개 이상의 학술 출판물, 15개 이상의 특허 및 여러 기술상을 받았다. Gregory Constantine(CEO)은 수상 경력이 있는 사업가이자 제품 개발자이자 기업가다.

스태포드 W. 시한 Staff@aircompany.com

#4. 에어하이브(Airhive)

개요

기업명	에어하이브 주식회사	본사 위치	영국 런던
설립연도	2022년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	건축자재, 기타	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC 광물 - 광산의 또는 산업폐기물의 광물화		

조달 활동 세부사항

사업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시드(seed)
자본 조달 목표 금액	\$1,200,000	수익 범위	\$1,000,000 ~ \$5,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처, 패밀리오피스
자본 조달 유형	전환사채		

회사 설명

Airhive는 유동화를 활용해 저비용, 무독성 금속 산화물 기반 흡착제를 사용하여 빠르게 CO2를 제거하는 기술을 보유하고 있다. XPRIZE 시연을 위해 Airhive는 CO2 저장 솔루션을 제공하는 Exterra와 협력하고 있으며, Exterra는 자체 공정을 통해 Airhive의 공기 포집 CO2를 광산 폐석에서 추출한 금속 산화물과 반응시킬 예정이다. 두 파일럿 플랜트는 2024년 3분기 가동 후, 캐나다 퀘벡의 Deep Sky Alpha 시설을 포함하여 연간 2,000톤의 CO2를 제거할 수 있다.

핵심 혁신

Airhive는 DAC(공기 직접 포집)의 비용 및 에너지 요구량에 획기적인 변화를 제공한다. 데모 플랜트는 CO2 톤당 300달러 미만의 비용과 2.13MWh/tCO2의 에너지 요구량으로 운영되며, Airhive의 CAPEX는 CO2 톤당 70달러 미만, 에너지 요구량은 1.4MWh/tCO2에 불과하다. Airhive의 기술은 기존의 입증된 공정 장비를 기반으로 하여 뛰어난 공급망을 활용할 수 있어 빠른 제조 및 상업적 배포가 가능하다. Exterra의 기술 또한 대규모 광산 부품을 활용하여 대규모 확장이 용이한 특성을 공유하고 있다.

CO2 포집

- 흡착(Adsorption):** 공기가 혼합 금속 산화물 기반 흡착제가 포함된 수평 유동층 반응기로 통과되며, 공기는 흡착제를 난류 상태의 모래폭풍처럼 형성시켜 0.1초 이내에 공기에서 99.99% 이상의 CO2를 제거한다.
- 탈착(Desorption):** 탄산화된 흡착제는 전기 칼시너로 전달되어 가열되며, CO2를 고순도의 흐름으로 분리한다. 재생된 입자는 다시 탄산화 반응기로 반환되지만, 실제로는 흡착과 탈착이 동시에 작동한다.

CO2 격리

CO2는 물과 광산 폐석에서 추출한 금속 산화물 입자와 혼합되며, 특수 제작된 반응기 내에서 온도와 압력을 조절해 안정적인 탄산염 광물을 형성한다. 탄산염 광물은 필터 프레스를 사용해 물과 분리되고, 탈수된 탄산염은 잔여 광산 폐석과 재결합되어 Exterra가 운영하는 광산 부지에서 지형 복원 재료로 사용된다.

부가 효과 또는 제품

Airhive의 폐쇄형 시스템은 흡착제를 열화학 에너지 저장 매체로 사용할 수 있어, 낮은 용량 계수의 재생 가능 에너지로도 플랜트 운영이 가능하다. 또한, 소모된 흡착제를 산화물 형태로 시멘트 및 건축 산업에 벌크 자재로 판매해 새로운 탄산염 광물 채굴 및 칼시네이션을 줄일 수 있다. Exterra의 기술은 폐기물에서 중요한 광물을 추출함으로써 새로운 광물 채굴을 줄이고, 광산 부지 복원을 통해 과거 광산의 물리적 및 환경적 영향을 감소시킨다.

리더십 팀

Airhive의 CEO인 Rory는 영국 정부의 국제 개발 프로그램을 14년 동안 이끌어왔으며, 옥스퍼드(외교)와 UCL(에너지 및 기후)에서 석사 학위를 취득했다. CTO인 Jasper는 임페리얼 칼리지에서 산업 탈탄소화 관련 박사 과정을 진행 중이며, 유동화, 공정 모델링, 기술 경제 평가 분야의 전문가로, 케임브리지에서 학사 및 석사(BEng/MEng)를 취득했다.

Exterra의 CEO인 Olivier는 광산 개발 및 BMO 캐피탈 마켓에서 투자은행 경험을 보유하고 있으며, CSO인 David는 대규모 광산 프로젝트의 모든 단계에서 현장 경험을 보유하고 있다.

로리 브라운 rory.brown@airhive.earth

#5. 카본 아틀란티스(Carbon Atlantis)

개요

기업명	카본 아틀라스 GmbH	본사 위치	독일 뮌헨
설립연도	2022년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	건축자재, 산업가스&순수 CO2	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 용매 기반 DAC, 전자기계식 DAC		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	프리시드
자본 조달 목표 금액	\$8,000,000	수익 범위	\$1,000,000 ~ \$5,000,000
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 ~ \$5,000,000	추구하는 투자자 유형	벤처캐피탈
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 소개

Carbon Atlantis는 비용 및 에너지 효율성이 매우 높은 전기화학적 산·염기 재생 기술을 개발하는 기술 전문 기업이다. 이 공정의 첫 번째 주요 적용 분야는 직접 공기 탄소 포집 및 저장(DACCS)이며, 이 분야에서 CO2를 흡수하는 액체의 재생은 에너지 소비를 줄이는 데 있어 주요 과제로 꼽힌다. 이 회사는 2025년 초에 첫 번째 두 개의 상업적 파일럿 프로젝트를 진행할 예정이다. 해당 프로젝트는 네덜란드 로테르담의 Paebbl과 캐나다의 프로젝트 개발업체 Deep Sky와의 협업으로 이루어진다.

핵심 혁신

흡착제 재생은 DAC 기술의 핵심 요소이다. 전기화학적 재생은 열 사용을 없애기 때문에 근본적으로 에너지 효율성이 높다. Carbon Atlantis의 핵심 기술은 두 가지 전해질 스트림(산성화된 스트림과 염기화된 스트림)을 생성한다. 이 특정 솔루션은 기존의 전해분리(PEN) 공정 대비 가역적인 셀 전위를 낮춰 독보적으로 낮은 에너지 소비를 가능하게 한다. 또한, 내장형 에너지 저장 기능과 대규모 공급망을 통해 상용화된 재료 사용은 이 기술의 차별성을 더한다.

CO2 포집

Carbon Atlantis의 혁신적인 DAC 기술은 에너지 효율적인 pH 스윙을 구현하는 전기화학적 셀을 기반으로 한다. 이 연속적이고 폐쇄된 순환 시스템은 두 가지 주요 구성 요소로 이루어진다: 공기 접촉기와 전기화학적 백엔드. 팬이 대기 중 공기를 이동시키며, 염기화된 액체 용매가 공기와 접촉하여 CO2를 탄산수소염 형태로 포집한다. 백엔드는 낮은 pH 환경(pH 스윙)에서 용매로부터 CO2 분자를 방출한 후, 전기화학적 셀 스택에서 전류를 적용해 용매를 재생한다.

CO2 저장

CO2는 세 가지 경로를 통해 저장된다. 첫 번째 파일럿 프로젝트에서는 Paebbl의 공정을 통해 CO2를 보충 시멘트 재료(SCM)로 광물화한다. 이 공정에서는 포집된 CO2, 실리케이트 광물(예: 감람석), 무독성 첨가제 및 물을 사용한다. 가속화된 광물화 반응기는 고온 및 고압 조건에서 탄산염 광물을 생산한다. 두 번째와 세 번째 저장 경로는 염수 대수층/VI등급 우물과 같은 지질학적 방법이나 (초)마피크 암석 지층으로의 주입을 포함한다. 이와 관련해 다수의 의향서(LOI)가 체결되어 있다.

부가 효과 및 제품

DAC의 가치 제안은 영구성과 추가성에 초점이 맞춰져 있다. 이 기술은 명확한 확실성을 제공하며, 다수의 부가 효과를 생성하지 않는다. 그러나 지역 사회 지원은 중요하며, 지역 사회에 양질의 일자리를 창출한다. 역사적으로 화석 연료 생산에 의존했던 지역 사회는 DAC로 전환하면서 경제적 불이익을 방지할 수 있다. 기존 기술이 유용하게 활용되어 실적을 최소화한다. Paebbi과의 협업을 통해 보충 시멘트 재료(SCM)가 생산되어 시멘트 내 클링커 함량을 톤당 0.3~0.9tCO₂ 줄이고, 화석 연료 기반 SCM을 대체한다.

리더십 팀

Malte(CEO)는 TU Munich에서 로보틱스 석사 학위를 취득했으며, 성공적으로 수익성 있는 회사를 창업한 경험이 있다. Paul(CTO)은 TU Munich/Harvard에서 로보틱스 및 AI 석사 학위를 취득했으며, BMW와 의료 스타트업에서 고도로 기술적인 직책을 수행한 바 있다. Steffen(CSO)은 ETH Zurich에서 PEM 전해분해 관련 박사 학위를 취득했으며, Merck에서 연료전지 막 개발 및 기후 분야 전략 컨설팅 회사에서 근무한 경험이 있다.

말테 포이트 malte@carbonatlantis.com

#6. 카르비온(Carbyon)

개요

기업명	카르비온(Carbyon)	본사 위치	네덜란드 에인트호번
설립연도	2019년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	기타	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	\$15,000,000	수익 범위	사전 수익
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	벤처캐피탈, 정부
자본 조달 유형	기업자본, 정부지원		

회사 소개

Carbyon은 2019년에 설립된 스타트업으로, CO₂의 직접 공기 포집(DAC)을 저비용 및 확장 가능한 기술로 발전시키는 것을 목표로 하고 있다. 이 회사는 기가톤 규모에 도달하여 기후 변화 완화에 실질적으로 기여하는 것을 비전으로 삼고 있다.

핵심 혁신

Carbyon의 DAC 기술은 독특한 고체 흡착제를 중심으로 개발되었으며, 몇 분 이내의 주기로 CO₂를 포집한다. 이러한 빠른 스윙 특성은 낮은 CAPEX(자본 비용) 및 OPEX(운영 비용)를 가능하게 하여 DAC의 총 비용을 톤당 100달러 이하로 낮출 수 있다. DAC 기계는 전력만을 필요로 하며, 모듈 방식으로 설계되어 자동차 산업과 유사한 대량 생산 방식을 통해 기가톤 규모로 확장할 수 있다.

CO₂ 포집

Carbyon은 고체 흡착제를 활용한 직접 공기 포집 기술을 사용한다. 흡착제와 DAC 기계는 모두 Carbyon이 개발하고 특허를 획득했다. 이 기술은 대기 중 공기를 흡입하여 고농도의 CO₂를 대기압 상태로 제공하며, 이는 다양한 저장 또는 재사용 응용 분야에 바로 활용할 수 있다.

CO₂ 저장

Carbyon의 DAC 기계는 사용되는 CO₂ 저장 유형에 구애받지 않는다. 저장 방식은 지하 암반 구조, 빈 유전 및 가스전, 건축 자재 등 다양하다. 이번 제출에서는 북해 아래 빈 가스전에 CO₂를 저장하는 사례를 설명하였다. 이 프로젝트는 경제적 실현 가능성, 내구성, 환경 및 사회적 영향과 관련된 철저한 영향 평가를 통과했으며, 이제 구현 준비가 완료되었다.

부가 효과 및 제품

Carbyon의 DAC 기계는 입력 에너지원으로 전력만 필요하다. 폐열 등 다른 에너지원도 사용할 수 있다면 활용 가능하다. 이 기계는 거의 모든 환경 조건에서 배치될 수 있으므로, 재생 가능 전기의 가용성과 CO₂의 하류 처리 간 최적 조합을 선택할 수 있다. 부가적으로 정제된 물을 생성하며, 이는 물이 필요한 응용 분야, CO₂ 저장 방식 또는 건조 지역에서 유용하게 활용될 수 있다.

리더십 팀

Carbyon의 리더십 팀은 딥테크 혁신에서 입증된 경험을 가진 전문가들로 구성되어 있다. CEO인 Hans De Neve는 지속 가능한 기술 개발에서 폭넓은 경험을 보유하고 있다. 그는 R&D, 전략, 비즈니스, 재무 및 운영에 전문성을 갖춘 리더십 팀을 구성했으며, 이들의 집단적인 비전은 Carbyon의 윤리 현장에서 정의된 바와 같이 사회와 환경을 위해 대기 중 탄소 균형을 복원하려는 장기적인 헌신을 이끌고 있다.

한스 드 네베 h.deneve@carbyon.com

#7. 디카본테크(Decarbon Tech)

개요

기업명	디카본테크	본사 위치	중국 선전
설립연도	2022년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	고급소재, 건축자재, 산업화학물질, 산업가스&순수 CO2	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 용매 기반 DAC 광물 - 광산의 또는 산업폐기물의 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	\$9,000,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 ~ \$5,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 사모펀드
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원		

회사 소개

DeCarbon Tech는 2세대 CO2 포집 기술을 기반으로 한 글로벌 기후 거버넌스 기업이다. 우리는 산업 및 공기 중 CO2 고효율 포집 및 활용을 통해 다양한 산업 분야의 고객에게 통합적인 탈탄소화 솔루션을 제공한다. 비용 효율적이고 널리 활용 가능한 산업 폐기물을 활용하여 고효율의 경제적인 CO2 포집 소재와 장비를 개발하는 데 앞장서고 있다.

핵심 혁신

DeCarbon Tech의 주요 강점은 실리콘-알루미늄 기반 나노다공성 물질과 산업 고체 폐기물을 재활용하는 **고체 아민 제조 기술**에 있다. 이를 통해 성능을 유지하면서도 비용을 절감한다. 최적화된 고체 아민 소재는 공기 중 CO2를 효율적으로 포집하며, 빠른 흡착 속도, 높은 용량, 안정성을 자랑한다. 산업 고체 폐기물을 활용함으로써 비용 효율적인 흡착제를 생산하며, 설계된 탄소 포집 장비는 포집 공정을 향상시켜 탄소 배출을 줄이고 에너지 효율성을 높인다.

CO2 포집

CO2는 **고체 상태의 아민 화학흡착(Chemisorption)** 기술을 통해 포집된다. 흡착 과정은 고정층 시스템에서 이루어진다. 흡착 팬이 대기 공기를 고정층 시스템으로 유입시키며, 공기는 아래에서 위로 흡착재와 접촉한다. 흡착재에 포함된 기본 아민 작용기는 산성 CO2 분자와 화학 결합을 형성하여 효과적으로 공기 중 CO2를 흡착한다.

CO2 저장

CO2는 건축 자재에 포함된 알칼리 물질과 반응하여 안정적인 탄산염(석회석과 유사한 성질)을 형성한다. 이러한 탄산염 형태는 일반적인 조건에서 분해되지 않는다. 생성된 건축 자재는 건물, 도로, 다리 등 다양한 인프라 건설에 사용될 수 있으며, 사용 수명이 끝난 후에도 탄산염 형태로 존재하며 CO2를 대기로 방출하지 않는다.

부가 효과 및 제품

DeCarbon Tech의 고체 아민 탄소 포집 기술은 대기 중 CO2를 제거함으로써 기후 변화에 대응하며, 배출 저감 목표를 지원한다. 탄소 포집을 재생 가능 에너지와 통합하여 **제로 배출**을 보장한다. 포집된 탄소는 **영구**

저장, 재생 가능 연료 생산, 친환경 건축 자재로 활용될 수 있다. 이 통합 솔루션은 탄소 이점을 극대화하며, 산업 폐기물을 재료 생산에 활용함으로써 폐기물 문제를 해결하고, 재생 가능 에너지 및 혁신적인 CO2 활용 경로를 통해 지속 가능한 발전을 촉진한다.

리더십 팀

DeCarbon Tech의 창립 팀은 칭화대학교, 베이징대학교, KTH 왕립공과대학, 코펜하겐 대학교 등 세계적인 명문 대학 출신으로 구성되어 있다. 회사의 수석 과학자는 심천 지역에서 **최고 10대 투자 유치 전문가** 중 한 명이다. CEO는 국영 환경 기업에서 약 10년간 근무한 경험을 보유하고 있으며, 최고 기술 책임자(CTO)는 기술 연구 및 개발 분야에서 다년간 전문성을 축적해왔다.

쉬지윤(Jiyun Xu) xujy@de-carbon.com.cn

#8. Direct Air Capture

개요

기업명	다이렉트에어캡처(Direct Air Capture)	본사 위치	미국 플로리다주 베니스
설립연도	2020년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	고급소재	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC, 멤브레인 기반 DAC 광물 - 퇴적층 내 현장 저장		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	프리시드
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 소개

Carbon Corp는 Carbon XPRIZE 결선 진출자로, 배출 가스에서 탄소를 포집해 고체 나노탄소로 전환하는 기술을 개발한 바 있다. Direct Air Capture LLC는 이 혁신적인 기술을 활용해 한 단계 더 발전시켜 대기 중 직접 공기 포집(DAC)을 투입 단계로 사용한다. 이 기술은 대기 중 CO₂를 영구적으로 제거할 뿐만 아니라 탄소 나노튜브, 나노 어니언, 그래핀과 같은 고부가가치 탄소 나노 제품을 생성한다.

핵심 혁신

많은 직접 공기 포집 기술이 CO₂를 포집한 뒤 농축, 운송 및 특정 지질 분지에 지하 저장하는 데 초점을 맞춘다. Direct Air Capture LLC는 CO₂ 포집뿐만 아니라 이를 활용하는 데 중점을 둔다. CO₂는 그래핀 나노탄소(GNC)를 생산하기 위한 주요 원료로 사용되며, 이러한 나노탄소는 다양한 기존 제품에 적용되어 특성을 개선하고 최종적으로 탄소 집약도를 감소시킨다.

CO₂ 포집

CO₂는 용융 염속에 흡수된다. 직류(DC) 전류를 적용하면 CO₂는 전기화학적으로 탄소(C)와 산소(O₂)로 분리된다. 생성된 탄소는 그래핀 나노탄소(GNC) 형태로, 뛰어난 후속 응용 가능성을 제공한다.

CO₂ 저장

CO₂를 전기화학적으로 분리함으로써 가스 형태의 온실가스(GHG)를 고체 형태로 영구적으로 저장한다. 가스 상태에서 제거된 CO₂는 시간이 지나면서 누출될 수 있는 지하 저장 방식에 대한 우려가 없다.

부가 효과 및 제품

생산된 그래핀 나노탄소(GNC)는 기존 소재의 특성을 개선하는 데 적용될 수 있다. 예를 들어, GNC를 시멘트에 첨가하면 강도가 증가하여 동일한 프로젝트에서 필요한 시멘트 양이 감소한다. 시멘트의 탄소 집약도는 약 0.9kg CO₂/kg으로, 이를 통해 대규모 CO₂ 감축 효과가 나타난다.

리더십 팀

창립자인 Licht 교수는 지속 가능성과 탄소 저감에 평생을 헌신해왔다. 160건 이상의 특허(출원 중 포함)와

40편 이상의 고임팩트 논문을 보유하고 있다. Licht 교수는 Carbon XPRIZE 결선 진출 과정에서 Carbon Corp/C2CNT를 이끌었으며, CO2로부터 가장 가치 있는 제품을 생산한 공로로 X-Factor 상을 수상했다.

칼 칼릴 karl.khalil@epfl.ch

#9. ECOMERIT TECHNOLOGIES OF THE PACIFIC

개요

기업명	ECOMERIT TECHNOLOGIES OF THE PACIFIC	본사 위치	뉴질랜드 마타카나
설립연도	2021년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	에너지	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 용매 기반 DAC 해양 - 해양 알칼리도 증진		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시리즈 E
자본 조달 목표 금액	\$30,000,000	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 ~ \$5,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 사모펀드, 자선활동, 정부, 기타
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 자선기금		

회사 소개

해양 기반 mCDR(마이크로 탄소 제거)은 반응물 미스트를 분사하여 대기 중 CO₂를 탄산수소염 에어로졸로 침전시킨다. 이 에어로졸은 해양으로 떨어져 생물학적으로 흡수되며 심해 퇴적을 통해 CO₂를 격리한다. 동시에 해양 알칼리도를 증진(OAE)하여 2대1 mCDR 효과를 제공한다. 프로젝트는 다음 단계로 구성된다: 1) NaOH 에어로졸과 CO₂ 반응의 실험실 검증, 2) 4m 직경의 Precipitor를 구축 및 현장 시험(연간 320톤 mCDR), 플룸 확산 연구, 3) 해양에서 작동할 10m 직경 Precipitor 설계 및 구축(연간 1000톤 이상 mCDR), 4) 모니터링, 보고 및 검증(MRV).

핵심 혁신

Precipitor 기술은 바람의 재생 가능 에너지를 활용하여 해수로부터 NaOH를 생성하고, 에어로졸화와 CO₂ 반응 영역으로 공기를 유도한다. 이 접근법은 자연적인 생물학적 탄소펌프를 강화하여 대기에서 심해로 CO₂ 흐름 증폭 및 지속가능한 격리를 실현한다.

CO₂ 포집

Precipitor는 배 또는 해상 풍력 터빈에서 희석된 알칼리성 에어로졸(NaOH, 물)을 분사한다. 공기 중 CO₂와 반응하여 탄산수소염 방울(mCDR 1)을 형성하며, 이는 해양으로 떨어져 해양 산성화를 완충하고 생물학적 흡수를 통해 격리된다. 이 독특한 2대1 mCDR 과정은 대기와 해양에서 탄소를 포집하고 최종적으로 심해와 해저 퇴적물에 탄소를 광물화하여 저장한다.

CO₂ 격리

IPCC(2007) 기준에 따라, 지속 가능한 탄소 격리는 CO₂를 대기에서 제거하여 100년 이상 유지하는 것을 요구한다. 이는 식물성 플랑크톤과 동물성 플랑크톤의 CO₂ 고정, 유기물 패키징, 심해로 물질 수송(생물학적 탄소 펌프, BCP)을 통해 달성된다. BCP의 효율성은 종 조성, 세포 크기, 화학적 조성, 그리고 부력을 포함한 여러 요인에 의해 영향을 받는다.

부가 효과 및 제품

탄산수소염 방울은 해양 산성화를 완충하여 석회화 생물의 발달을 개선하고, 식물성 플랑크톤 생산성을 높인다. OAE는 해양의 CO₂ 운반 능력을 증대하여 CO₂ 격리를 강화한다. 해상 터빈은 담수화 및 NaOH 생산을 위한 전력을 제공한다. 부산물로는 수소, 염소, 담수가 있으며 육상으로 전달된다. 배에 장착된 Precipitor는 탄소 배출을 상쇄하며, 청정 연료를 사용하는 선박은 mCDR 서비스를 제공한다. 해양 석유화학 플랫폼은 mCDR을 통해 활용되며, 연결된 파이프라인은 NaOH 용액 전달에 재활용된다.

리더십 팀

- James Dehlsen: 해상 재생 가능 에너지 및 지속 가능 기술의 개척자.
- Dr. Debora Iglesias-Rodriguez: 생물해양학자; 해양 산성화, 탄소 생리학 전문가, IPCC, 유네스코 및 UN COP(25, 28) 자문.
- Dr. Ira Leifer: NASA를 위한 공기 오염물 및 온실가스 흐름 분석 시스템 개발자(BRI); 해양 가스 흐름 측정 전문가.
- Dr. Grant Deane: 연구 해양학자, Scripps 연구소 SOARS Lab의 주요 연구자.
- Dr. Amir Pirooz: 기상 및 유체 역학(NWP/CFD) 모델링 전문가, 기계 및 풍력 공학 전문가(NIWA).

제임스 GP 델센 jdehlsen@ecomerittech.com

#10. EPFL 카본팀(Carbon Team)

개요

기업명	EPFL Carbon	본사 위치	스위스 로잔
설립연도	2022년	직원 수	51~100
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC, 멤브레인 기반 DAC 광물 - 퇴적층 내 현장 저장		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시리즈 E
자본 조달 목표 금액	\$30,000,000	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 ~ \$5,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 사모펀드, 자선활동, 정부
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 자선기금		

회사 소개

우리는 스위스의 로잔 연방공과대학교(EPFL)에 기반을 둔 학생 팀으로, 흡착 공정과 그래핀 멤브레인 기술을 결합한 하이브리드 직접 공기 포집(DAC) 시스템을 개발 중이다. 이 두 가지 기술은 각각 2017년부터 EPFL의 연구실에서 개발되었으며, 그래핀 멤브레인 기술과 관련해서는 Divea라는 스타트업이 설립되어 이를 산업 규모로 확장하고 제조하고 있다.

핵심 혁신

우리의 필터는 그래핀이라는 특별한 소재로 만들어진다. 두께가 단 1개의 원자 수준에 불과하여 멤브레인 과학의 한계를 뛰어넘는 성능을 발휘할 수 있다. 그래핀을 합성한 후 CO₂ 분자 크기만큼 작은 구멍을 만든다. 이 구멍은 체처럼 작동하며 CO₂만 통과시켜 다른 분자로부터 CO₂를 분리한다. 그래핀 멤브레인을 합성하기 위해 여러 까다로운 생산 단계가 필요하며, 이를 구현할 수 있는 팀은 전 세계에서 우리 팀뿐이다.

CO₂ 포집

멤브레인만으로는 직접 공기 포집에 사용하기 어렵지만, 이를 하이브리드 시스템에 결합하여 성능을 극대화할 수 있다. 예를 들어, 저농도 환경에서 잘 작동하지만 에너지 집약적인 흡착 시스템과 고농도 환경에서 더 효율적인 멤브레인을 결합한다면, 에너지 효율성을 최적화할 수 있다. 이러한 시스템은 에너지 소비를 최소화하고 관련 비용을 절감할 수 있게 한다.

CO₂ 저장

우리는 그래핀 멤브레인의 합성과 흡착/탈착 주기와의 통합에 주력하고 있다. CO₂의 지속 가능한 저장 또는 활용을 위해 산업 파트너와의 협업을 검토 중이다. 우리 공정은 높은 유연성을 지니고 있어 CO₂의 순도를 최적화하거나 다양한 저장 방법을 사용할 수 있다.

부가 효과 및 제품

그래핀 멤브레인은 산업 배출가스 처리 솔루션으로 사용될 수 있으며, 시멘트, 철강, 폐기물, 화학 공장 등과 같은 산업 시설에 설치될 수 있다. 이는 다른 방법으로 대체하기 어려운 산업 배출의 탈탄소화를 돕고, DAC 플랜트를 건설하기 위한 충분한 수익을 창출하는 데 기여할 것이다.

리더십 팀

우리 팀은 유럽 최대 연구 센터이자 가장 권위 있는 대학 중 하나인 EPFL을 기반으로 활동하고 있다. 팀은 유망한 화학 공학자 루이 사이(Louis Saix)가 이끌고 있으며, 그래핀 멤브레인의 산업적 개발 및 제조를 목표로 하는 Divea의 CEO 칼 칼릴(Karl Khalil)과 그래핀 기반 가스 분리 분야의 세계적인 선두 주자인 쿠마르 아그라왈(Kumar Agrawal) 교수가 감독하고 있다.

제임스 GP 델센

jdehlsen@ecomerittech.com

#11. Global Thermostat

개요

기업명	Global Thermostat	본사 위치	미국 콜라라도 커머스시티
설립연도	2010년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	8	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	산업가스&순수 CO2	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈 B
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$50,000,000 ~ \$100,000,000	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	기업자본		

회사 소개

Global Thermostat는 세계 최고의 직접 공기 포집(DAC) 기술을 설계하고 배치하는 것을 목표로 한다. 2010년부터 심도 있는 과학적 연구를 바탕으로 독창적이고 저비용의 솔루션을 개발해왔으며, 100건 이상의 특허를 확보하고 다양한 규모에서 기술을 검증했다. 2022년부터는 역사상 가장 큰 규모 중 하나인 킬로톤급 DAC 모듈을 운영하고 있다. 현재는 전 세계적으로 솔루션을 배치하여 지구의 기후를 회복하고 인류 전체의 이익을 위해 기여하는 데 주력하고 있다.

핵심 혁신

Global Thermostat의 기술적 이점은 10년 이상의 엄격한 분자 수준의 소재 과학 및 시스템 엔지니어링 연구에서 비롯된다. 주요 강점은 대량의 공기 이동 효율성, CO2 선택성, 빠른 재생, 자본 효율성, 모듈 업그레이드의 용이성에 있다. 이 기술은 완전히 모듈화되고 적응 가능한 컨택터(contactors)를 기반으로 하기 때문에 본질적으로 확장 가능하다. 전반적으로, 우리는 가장 저비용으로 광범위한 확장 가능성을 가진 DAC 솔루션을 개발하고 특허를 확보했다고 믿는다.

CO2 포집

Global Thermostat의 특허 받은 직접 공기 포집 솔루션은 **고체 흡착제 기반 저온-진공 스윙 흡착(TVSA) 공정**으로, 공기 중 CO2를 효율적이고 경제적으로 포집하도록 설계되었다. 고효율 팬이 공기를 초고면적의 컨택터로 이동시키며, 이 컨택터의 표면 기하학과 내장된 고체 흡착제는 CO2 포집을 최적화하도록 맞춤 설계되었다. 이후 저온 열 처리를 통해 CO2를 빠르게 방출하여 장기 저장 또는 재사용할 수 있다.

CO2 저장

Global Thermostat의 사업 모델은 DAC 모듈을 탄소 제거(CDR) 프로젝트 개발자와 운영자에게 판매하는 것이다. 우리는 Class VI 지질 저장 우물부터 검증된 광물화 접근 방식에 이르기까지 다양한 격리 서비스를 제공할 선도적인 조직들과 협력하여 여러 CDR 프로젝트를 진행 중이다. 2025-2028년까지 운영을 목표로 하는 이러한 프로젝트는 세계적 수준의 MRV(모니터링, 보고 및 검증) 방법론과 요구 사항을 따를 것이다.

리더십 팀

- **Paul Nahi**, CEO: Enphase(태양광 선구적 기업) 전 CEO, 회사 상장 및 연간 매출 3억 2,500만 달러로 성장시킨 경력 보유.

- **Nicholas Eisenberger**, 시장 개발 책임자: 클린 테크 분야 25년, DAC 분야 15년; Direct Air Capture Coalition 창립자 겸 의장.
- **Fred Moesler**, CTO: 산업계에서 30년 이상, 재생 가능 에너지 분야에서 20년 이상 경력; Renmatix 전 CTO.
- **Kenn Kerr**, 상업 개발 수석 부사장: 산업계에서 25년 이상, 산업 가스 분야에서 20년 이상 경험; Air Liquide 전 영업 이사.

니콜라스 아이젠버거 nicholas@globalthermostat.com

#12. 에어룸(Heirloom)

개요

기업명	에어룸(Heirloom)	본사 위치	미국 캘리포니아주 브리즈번
설립연도	2020년	직원 수	101~250
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC 광물 - 채굴된 암석의 현장 외 광물화 / CO2 포집을 동반한 광물의 열분해		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 소개

Heirloom은 CO2를 영구적으로 제거하는 저비용 직접 공기 포집(DAC) 기술을 개발하여 기가톤 규모로 배출량을 줄이는 것을 목표로 한다. 이 기술은 대기 중 CO2를 포집해 석회석을 형성하는 자연적인 과정을 며칠 이내로 가속화한다. Heirloom은 북미 최초이자 유일한 상업적 직접 공기 포집 시설을 운영하며, Microsoft, Meta, JPMorgan, Stripe, Klarna, Shopify 등 세계 최대의 탄소 제거 구매자들과 협력하고 있다.

핵심 혁신

Heirloom은 톤당 \$100 이하의 비용으로 기가톤 규모의 CO2를 영구적으로 격리할 수 있는 현실적인 경로를 가진 몇 안 되는 회사 중 하나다. 이 기술은 잘 확립된 과학적 원리를 기반으로 하며, 이를 통해 규모 확장에 집중할 수 있다. 원료로 사용하는 석회석은 저비용이며 성숙한 공급망을 통해 신속히 확장 가능하다. 또한, 전기 가마의 높은 열효율 덕분에 다른 DAC 경로보다 에너지 요구량이 낮다.

CO2 포집

Heirloom은 석회석(Ca(OH)3)을 순환 공정을 통해 대기에서 CO2를 직접 포집한다. 석회석에서 CO2를 제거하면 남은 CaO를 물과 반응시켜 Ca(OH)2를 형성한다. Ca(OH)2는 CO2에 대해 "갈증을 느끼는" 물질처럼 작용하여 대기에서 CO2를 흡수한다. Heirloom의 기술은 이 과정을 가속화하여 CO2를 흡수하는 시간을 수년에서 3일 이내로 줄인다.

CO2 저장

XPRIZE 데모를 위해 Heirloom은 CarbonCure와 협력하여 포집된 CO2를 콘크리트에 주입하고 광물화할 예정이다. 대규모로는 Class VI 지질 저장 우물에 CO2를 영구적으로 저장하는 것을 주요 방식으로 삼는다. 콘크리트는 즉시 사용 가능한 영구 저장 방식으로, 포집에서 저장까지의 전체 공정을 완전히 검증할 수 있게 해준다. 현재 미국에서는 단 하나의 Class VI 우물만 허가되고 운영 중이다.

부가 효과 및 제품

XPRIZE 데모 사이트에서 Heirloom이 포집한 CO2는 콘크리트에 영구적으로 격리된다. CO2는 콘크리트의 압축 강도를 높이고 필요한 시멘트 양을 줄여 콘크리트의 비용과 탄소 발자국을 줄인다. 향후 Heirloom은

Class VI 우물에 CO2를 영구적으로 저장할 예정이며, 이를 통해 과거 추출 산업으로 피해를 입은 지역에 고임금 일자리와 기술 훈련 프로그램을 제공할 것이다.

리더십 팀

- **Shashank Samala:** CEO 겸 공동 설립자. 자동화 전자 제조 분야에서 경험 많은 기업가.
- **Dr. Noah McQueen:** 공동 설립자 겸 혁신 책임자. Heirloom의 기술을 발명했으며, 박사 학위 연구는 CDR(탄소 제거)과 탄소 광물화 및 DAC에 중점을 두었다.
- 리더십 팀의 다른 구성원들은 Tesla Model 3 및 Model X 생산 자동화를 주도했으며, 110억 달러 이상의 프로젝트 자금을 확보하고, 수십억 달러 규모의 인프라 프로젝트를 건설하며, 지역사회와 협력하여 새로운 기술을 성공적으로 도입한 경험이 있다.

맥스 솔텐 max@heirloomcarbon.com

#13. 홀로센(HOLOCENE)

개요

기업명	홀로센	본사 위치	미국 테네시 녹스빌
설립연도	2021년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	4	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 용매 기반 DAC		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	\$10,000,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 엔젤, 자선활동, 정부, 패밀리오피스, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 자선기금		

회사 소개

Holocene은 대기 중 이산화탄소(CO₂)를 제거하여 지하에 영구적으로 저장하는 화학 공정을 설계하고 건설하는 회사이다. 우리는 유기 화학(탄소, 질소, 수소로 구성된 물질)의 힘을 활용하여 연속적으로 작동하며 CO₂ 배출에 100°C의 저온 열만 필요한 혁신적인 직접 공기 포집(DAC) 공정을 개발했다.

핵심 혁신

Holocene은 80-130°C의 저온에서 작동하는 **액상 열화학 기반 직접 공기 포집 솔루션**을 제공하는 유일한 회사이다(현재까지 확인된 바에 따르면). 또 다른 차별화 요소는 사용되는 재료와 공급망이다. 우리는 유기 재료(예: 아미노산과 구아니딘)를 활용하며, 이들은 CO₂와의 흡착 및 탈착 과정에서 높은 활성 부위 밀도를 제공한다. 화학 공정은 용해도 차이를 이용하여 작동하며, 이러한 기술적 차별화는 연속적이고 복잡성이 낮은 공장 설계를 가능하게 한다.

CO₂ 포집

우리 시스템은 열화학 기반 저온 수용액 공정이다. 두 가지 화학 루프를 사용하며, 하나는 공기 중에서 CO₂를 포집하기 위해 물에 녹아 있는 아미노산을 포함하고, 다른 하나는 불용성 탄산염 염을 형성하는 구아니딘을 포함한다. 생성된 탄산염 염은 순수 CO₂를 생성하도록 재생된다. 우리는 흡수, 결정화, 액체-고체 분리와 같은 전통적인 화학 공정을 활용한다.

CO₂ 저장

우리는 CO₂를 지하에 주입하기 위한 Class VI 저장 우물에 접근할 수 있는 CO₂ 격리 파트너들과 협력하고 있으며, 내구성이 뛰어난 재료를 활용한 지상 CO₂ 저장도 탐구하고 있다.

부가 효과 및 제품

우리 솔루션의 주요 부가 효과는 작은 설치 면적(m²당 연간 5톤 제거)과 높은 밀도의 CO₂ 제거 효율에 있다. 또한, 공급망은 지속 가능하며, 사용 재료는 주요 원자재를 필요로 하지 않는다.

리더십 팀

- **Anca Timofte**, CEO: 2012년 Climeworks에 합류하여 8년간 근무했으며, 공정 엔지니어링을 이끌고 10개의 DAC 공장을 설계했다. Stanford에서 MBA를 취득했으며 Breakthrough Energy Innovator로 선정되었다.
- **Tobias Rüesch**, CTO: 기술 설계, FEED 연구, 기술 확장에서 10년의 경험을 보유. Climeworks에서 6년간 R&D를 이끌었고 5개의 공장을 설계한 15명의 엔지니어 팀을 관리했다.
- **Keetonne Ross**: McKinsey에서 VCM(탄소 배출량 제거 인증)의 수요/공급 모델을 최초로 설계했으며, Evok에서 DAC에 투자했고 Patch에서 특별 프로젝트를 이끌었다.

양카 티모프테 anca@theholocene.co

#14. 노야(NOYA)

개요

기업명	노야	본사 위치	미국 캘리포니아주 오글랜드
설립연도	2020년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	산업가스&순수 CO2	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC, 전자기계 DAC		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 소개

Noya는 직접 공기 포집(DAC) 기술을 통해 비용(\$100/톤 목표), 확장성(기가톤 규모 영향 목표), 그리고 라이프사이클 배출(간헐적 재생 가능 에너지 사용에 적합)을 포함한 업계의 주요 과제를 해결하고 있다. Josh, Daniel 및 팀은 Shopify, Watershed, 대규모 대학 기금 등 선구적인 탄소 제거 구매자들과 Union Square Ventures, Collaborative Fund, EQT, Y Combinator와 같은 주요 투자자들의 강력한 지원을 받고 있다.

핵심 혁신

Noya는 다음의 핵심 요소를 통합한 독점 기술/공정을 보유하고 있다.

1. 풍부한 흡착제 소재 사용; 2. 열이 필요 없는 전기 기반 재생; 3. 빠르고 중단 가능한 작업 주기; 4. 극도로 모듈화된 구조.

이러한 특성은 간헐적인 재생 가능 에너지를 활용해 비용 효율적으로 공정을 확장할 수 있다는 자신감을 제공하며, 이는 비용 및 라이프사이클 배출 측면에서 상당한 이점을 제공한다.

CO2 포집

활성탄 모노리스에 화학 흡착제를 코팅하여 공기 중의 CO2를 포집하는 고체 흡착제 기반 DAC 방식을 사용한다. 에너지 효율적인 재생 공정은 약 100°C의 낮은 온도에서 작동하며, 전기 기반 저항 가열(Joule Heating)을 사용하여 포집된 CO2를 재생 및 방출한다. 이 방법은 산업용 가마, 가열로, 증기 발생기와 같은 대규모 추가 장비가 필요 없다는 장점을 제공한다.

CO2 저장

재생 후, CO2는 초임계 상태로 압축된다. 이 단계에서 CO2는 지질 저장에 중점을 둔 전문 CO2 저장 회사와의 협력을 통해 현장에서 영구적으로 격리된다.

부가 효과 및 제품

Noya의 공정은 고순도의 CO2 스트림을 생성하며, 이는 영구 저장뿐 아니라 다양한 제품의 원료로도 사용될 수 있다. 또한, 운영 중 공정에서 증류수를 부산물로 생산하며, 특히 물 부족 문제가 있는 지역 사회에 이를 제공할 계획이다.

리더십 팀

- **Josh Santos**, 창립자 겸 CEO: Tesla에서 Model 3 생산 확장을 주도.
- **Daniel Caverro**, 창립자 겸 CTO: Nod Labs, rLoop에서 활동.
- **John Greenfield**, 사업 개발 책임자: 재생 가능 에너지 및 산업기술 확장 경험 보유 (ABB, Fortive, Rockwell 등에서 관계 구축).
- **Jeremy Cook**, 프로젝트 개발 책임자: 재생 가능 에너지 프로젝트 개발 20년 이상 경험 (Engie Impact 포함).
- **Sylvia Spruytte**, 화학 및 재료 공학 책임자: 세계 최고 수준의 태양 전지 효율 기록 보유.

존 그린필드 john@noya.co

#15. 옥타비아 카본(OCTAVIA CARBON)

개요

기업명	옥타비아 카본	본사 위치	케냐 나이로비
설립연도	2022년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	고급소재, 산업화학물질, 고분자	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC 광물 - 현장 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	\$2,000,000	수익 범위	\$1,000,000 ~ \$5,000,000
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 ~ \$5,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 엔젤, 패밀리오피스, 개인자본, 자선활동, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 기업부채, 자선기금, 전환사채, 프로젝트 부채		

회사 소개

Octavia Carbon은 케냐 나이로비에 본사를 둔 글로벌 사우스 최초의 직접 공기 포집(DAC) 회사다. 우리는 DAC 기술을 활용해 대기에서 CO2를 직접 포집하는 고도로 모듈화된 기계를 설계, 제작, 배치한다. 케냐의 풍부한 재생 가능 에너지, 지질 구조, 인재를 활용하여 DAC를 경쟁력 있는 저비용으로 구현하는 것을 목표로 하고 있다. 현재 우리는 2024년 4분기까지 연간 1000톤의 CO2를 포집 및 저장하는 **프로젝트 허밍버드(Project Hummingbird)**를 추진 중이다.

핵심 혁신

우리의 흡착제는 약 80°C의 낮은 온도에서 재생되어, DAC 운영에서 지열 폐열을 활용하여 에너지 요구량의 85% 이상을 충당할 수 있다. 이 핵심 요소는 DAC의 에너지 집약적 요구 사항을 해결하고 운영 비용(OPEX)을 톤당 약 \$66로 크게 줄일 수 있도록 한다. 또한, 연간 10톤의 CO2를 포집하는 최신 모델을 포함한 고도로 모듈화된 DAC 기계를 통해 경쟁사보다 빠르게 반복 설계와 학습 곡선을 실현할 수 있다.

CO2 포집

우리의 DAC 방식은 **저온 진공 스윙 흡착(TVSA)** 공정으로, 고체 기반 아민을 사용해 대기 중 CO2를 포집한다. DAC 공정은 흡착과 탈착의 두 단계로 이루어진다.

- **흡착 단계:** 흡착제가 대기 조건에서 CO2를 분리 및 포집.
- **탈착 단계:** 흡착제가 포화 상태가 되면 200~300mbar의 진공 조건을 생성하고, 약 80°C의 지열 폐열 증기를 이용해 흡착제를 간접 가열하여 포집된 CO2를 방출.

이후 CO2는 정제와 격리를 위해 압축된다.

CO2 저장

우리의 저장 파트너인 **Cella Mineral Storage**는 케냐 리프트 밸리 지역의 풍부한 현무암 지층에 포집된 CO2를 지하에 주입할 예정이다. 다공성 현무암 암석은 CO2를 탄산염 광물로 변환하여 수백만 년 동안 누출 위험 없이 저장할 수 있는 천연 저장소다. 우리의 DAC 작업은 Cella의 상업용 CO2 저장 우물과 같은 위치에서 이루어져 추가적인 인프라 비용을 방지한다.

부가 효과 및 제품

케냐 전력망의 93%는 재생 가능 에너지로 구성되어 있지만, 전력 수요 부족으로 인해 전기 비용이 높게 유지되고 있으며 매일 약 1000MWh의 지열 전기가 낭비되고 있다. 이 초과 용량을 활용하면 케냐에서 새로운 산업적 기본 수요를 창출하여 녹색 산업화를 촉진하고, 취약 계층 지역 사회의 전기 비용을 보조할 수 있다. 현재까지 이 프로젝트는 케냐 청년들에게 약 47개의 녹색 일자리를 창출했으며, 연말까지 70개 이상을 창출하는 것을 목표로 하고 있다.

리더십 팀

- **Martin Freimüller**, CEO 겸 설립자: 회사의 전략을 수립하고 자금 조달을 주도.
- **Duncan Kariuki**, 제품 책임자: DAC 기계 설계를 감독.
- **Mike Bwondera**, R&D 책임자: 2세대 DAC 기계 모델 개발에 집중.
- **Fiona Mugambi**, 성장 및 파트너십 책임자: 이해 관계자 협력을 주도.
- **Diana Maranga**, 사업 개발 책임자: 새로운 수익원을 창출.
- **Mwangi Kagunyu**, 운영 책임자: 시설 유지 관리 및 내부 제조 역량을 감독.

마틴 프라이뮐러 martin@octaviacarbon.com

#16. 오리젠 카본 솔루션(ORIGEN CARBON SOLUTIONS)

개요

기업명	오리젠카본솔루션	본사 위치	영국 브리스톨
설립연도	2013년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	4	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	산업화학물질, 산업가스&순수 CO2	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC 광물 - 암석의 현장 외 광물화 / CO2 포집을 동반한 광물의 열분해		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	\$15,000,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 자선활동, 정부
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원		

회사 소개

Origen은 석회석 기반 직접 공기 포집(DAC) 기술을 개척하고 있으며, 기존의 공급망, 입증된 에너지 시스템, 그리고 석회석의 자연적 특성을 활용하고 있다. Origen의 기술은 석회석을 흡착제인 산화칼슘으로 전환하는 과정에서 배출을 발생시키지 않으며, 산화칼슘의 자연적인 탄소 제거 능력을 향상시키는 독창적인 방법을 제시한다.

핵심 혁신

1. Origen은 독점적인 '산소연료 플래시 칼시너(oxy-fuel flash calciner)'를 통해 무배출 산화칼슘 생성 기술을 보유하고 있다. 이를 통해 석회석의 칼시네이션(calcination)과 탄산화(carbonation)의 전체 과정을 소유한 유일한 기업으로 자리 잡고 있다.
2. Origen은 특허받은 석회 처리 공정을 통해 수산화칼슘의 물질 취급 능력을 향상시켰다.
3. Origen의 공기 접촉기는 낮은 강도의 정적 구조에서 CO2와 수산화칼슘 간의 상호작용을 최적화하도록 설계되었다.

CO2 포집

CO2는 수산화칼슘에 노출되어 대기 중에서 포집된다. 이 입증된 화학적 원리는 수 세기 동안 활용되어 왔으며, 광물 가공 산업에서 다양한 탄산염을 생산하는 데 사용되고 있다. Origen은 독점적인 저강도 공기 접촉기를 통해 물질 처리 문제를 우아하게 해결하고 높은 포집 효율을 달성한다. 이 솔루션은 실용적이고 확장 가능성이 높다.

CO2 저장

이 프로젝트의 CO2는 두 가지 방법 중 하나로 영구적으로 격리될 예정이다(2024년 1분기에 최종 결정). 1) 페알칼리 물질을 사용하여 현장에서 광물화; 2) 노스다코타의 Class VI 우물에서 지질 격리. 이 시범 프로젝트는 이미 허가된 여러 활성 우물 중 하나에서 진행될 예정이다.

부가 효과 및 제품

Origen의 공정은 재탄산화된 석회석을 생성하기도 한다. 기본적으로 이 석회석은 폐기되거나 공정에 다시

투입되지만, Origen은 탄산칼슘(PCC) 및 과립형 탄산칼슘(GCC)을 광물 가공 산업에 판매할 가능성을 탐구 중이다. 이러한 응용은 CO2를 지속적으로 격리하는 데 기여할 것이다.

리더십 팀

- **Ben Turner**, CEO: 금융 및 탄소 시장에서 10년 이상의 경력을 보유.
- **Dustin Pool**, CCO(최고 상업 책임자): 에너지 분야에서 13년의 경험을 보유하며 Origen의 Stripe 지원서를 성공적으로 작성.
- **Richard Tamblin**, CTO: 광물 가공 및 석회석 분야에서 경험을 쌓았으며 혁신적인 접촉기 프로토타입 개발을 이끌고 있다.
- **Jozef Kohl**, 엔지니어링 책임자: 세계 최대 석회 제조업체 중 하나에서 석회 가마를 시운전하고 운영한 경력을 보유.

더스틴 풀 Dustin.pool@origencarbonsolutions.com

#17. 파르타나 글로벌(PARTANNA GLOBAL, INC)

개요

기업명	파르타나 글로벌	본사 위치	미국 캘리포니아 엔시노
설립연도	2021년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	건축자재	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC 해양 - 해양생태계 복원 및 관리 광물 - CO2 포집을 동반한 광물의 열분해		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 소개

Partanna는 세계 최초의 탄소 네거티브 콘크리트를 개발한 선구적인 탄소 기술 회사다. Partanna의 기술은 시멘트 결합제 대신 재활용 재료(예: 철강 슬래그와 염수)와 천연 재료를 사용하여 대기 중 이산화탄소를 자연적으로 흡수하는 콘크리트를 생산한다. Partanna의 친환경 건축 자재는 기존 시멘트 기반 재료만큼 경제적이고, 내구성이 있으며, 다양한 용도로 사용 가능하다. 이 제품은 건설, 폐수 처리, 산호초 인프라 등 점점 더 다양한 포트폴리오에 응용되고 있다.

핵심 혁신

Partanna는 화학의 힘을 활용하여 대기 중 이산화탄소 배출을 방지하고 제거한다. 결합제로 포틀랜드 시멘트를 사용하는 대신, 염수와 재활용 철강 슬래그 같은 재활용 재료와 기타 천연 성분을 실온에서 혼합한다. 다른 콘크리트 제조업체와 달리, Partanna는 CO2를 주입하거나 강렬한 전기 또는 화력을 사용하는 소성(clinker) 생산 공정이 필요 없다.

CO2 포집

염수가 천연 및 재활용 성분의 특별한 혼합물에 첨가되면, 반응 및 경화 과정에서 대기 중 이산화탄소와 반응하는 화학적 화합물이 생성된다. 이 혼합물은 실온에서 경화되는 동안 반응하여 특허받은 결합제를 생성하며, 이러한 화학적 화합물은 건축 자재의 수명 주기 동안 지속적으로 CO2를 흡수해 대기 중 CO2를 자연스럽게 영구적으로 제거한다. 이 과정은 심지어 수중 환경에서도 가능하다.

CO2 저장

Partanna의 결합제는 경화 과정에서 대기 중 이산화탄소와 반응해 이를 자연적으로 고정한다. 온실가스를 방출하려면 화학적 화합물을 분해하고 포집된 이산화탄소를 방출하기 위해 1,000°C 이상의 극도로 높은 온도로 가열해야 한다. 이는 극한의 상황에서만 가능하므로, Partanna는 CO2를 영구적으로 제거할 수 있는 기술의 안정성을 자신한다.

부가 효과 및 제품

Partanna의 제품은 탄소 회피 및 제거 외에도 독창적인 부가 효과를 제공한다. 이는 생산 과정에서 어떠한

물원(염수, 염분 함유 물 등)도 사용할 수 있으며, 산호초 복원 인프라로도 작용한다. 기존 콘크리트는 연간 담수 수요의 약 2%를 필요로 하지만, Partanna는 염수와 염분이 많은 물도 사용할 수 있다. 또한, Partanna의 제품은 바닷물에 노출되면 더 강해지며, 산호초 복원 인프라로서 탁월한 성능을 입증했다.

리더십 팀

공동 창립자인 회장 Sam Marshall과 CEO Rick Fox는 각각 수상 경력이 있는 건축가와 일련의 창업 경험을 가진 공인이며, COO Chris Nordling와 최고 전략 책임자(CSO) Jessica Nordling는 수십억 달러 규모의 프로젝트를 성공적으로 이끈 경험이 있다. 최고 법률 책임자(CLO) Greg Nelson은 Partanna의 특허 전략을 기획하고 실행하며, 최고 지속 가능성 책임자(CSO) Rebekkah Swisher는 Chemical Engineering Magazine의 전 편집장이다. 최고 기술 책임자(CTO) Kevin Pang은 수상 경력이 있는 재료 기술 전문가이며, 사업 개발 및 마케팅 부사장(VP) Rory Anderson은 풍부한 마케팅 경험을 보유하고 있다.

타일러 양(Tyler Yang) tyler@partanna.com

#18. 프로젝트 애로우(PROJECT ARROW)

개요

기업명	미션제로테크놀로지(MZT)	본사 위치	영국 런던
설립연도	2020년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	건축자재	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 용매 기반 DAC, 전기화학적 DAC 광물 - 광산 또는 산업폐기물의 광물화 / CO2 포집을 동반한 광물의 열분해		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 소개

Project ARROW는 Mission Zero Technologies와 OCO Technology가 공동으로 추진하는 프로젝트로, 두 가지 상호보완적인 기술을 연결하여 기가톤 단위의 탄소 제거 가능성을 열고, 유해 폐기물을 매립지로부터 전환하는 것을 목표로 한다. 이 시범 프로젝트는 MZT의 전기화학 기반 DAC 기술을 사용하여 OCO에 CO2를 공급하며, 이 CO2는 유해 폐기물을 안정화하고 **탄소 네거티브 건설 자재(M-LS, Manufactured LimeStone)**로 변환하며 탄소 흡수원 역할도 한다.

핵심 혁신

ARROW 프로젝트는 주로 전기와 물만을 필요로 하며, 열 에너지를 필요로 하지 않는다. 이 공정은 다양한 지리적 환경에서 적용 가능하며, 광미(mine tailings)와 같은 문제성 폐기물을 처리하거나, 새로운 제품을 만들거나 탄소 흡수원으로 활용할 수 있다. 동시에 대기 중에서 CO2를 제거하는 기능도 수행한다.

CO2 포집

Project ARROW에서 대기 중 CO2는 두 가지 방식으로 포집된다.

1. MZT의 DAC 기술은 공기를 공기 접촉기로 통과시켜 선택적으로 CO2를 포집하는 용제를 활용한다. 이 용제는 처리 과정을 거쳐 OCO의 혼합 단계에 CO2를 공급한다.
2. OCO 공정이 완료된 후, 생성된 제품은 대기 중 CO2를 수동적으로 흡수하여 최종 제품을 형성하는 경화 과정을 거친다.

CO2 저장

OCO 공정은 탄소를 안정적인 고체 탄산염으로 화학적으로 변환하는 **탄소 광물화 과정**을 포함한다. 산업 폐기물은 반응성 칼슘을 제공하며, 이는 이산화탄소와 화학 반응을 일으켜 탄산칼슘을 형성한다. 탄산칼슘은 석회석의 주요 성분으로 완전히 안정적이며, 내구성은 자연적인 석회석과 동일하게 평가된다.

부가 효과 및 제품

OCO의 공정은 자유 석회가 포함된 모든 폐기물 스트림을 처리할 수 있다. 예를 들어, 시범 프로젝트에서는 **배출가스 처리 잔류물(Flue Gas Treatment Residues)**이 CO2, 물, 기타 시약과 결합되어 제조된

석회석으로 전환된다. 추가적인 부가 효과로는 매립될 폐기물이 처리되고, 이 자재가 천연 석회석 채굴을 대체함으로써 천연 자원의 추출 필요성을 줄일 수 있다는 점이 있다.

리더십 팀

창립 팀은 3명의 박사, 1명의 MBA, 22년간의 탄소 포집 경험을 보유하고 있다. 확장된 리더십 팀은 자동차 및 석유·가스 산업에서 30년 이상의 경험과 수십억 달러의 자본 지출 프로젝트 경험을 보유하고 있다.

실라디티야 고쉬 shil@missionzero.tech

#19. 하자르 프로젝트(PROJECT HAJAR)

개요

기업명	44.01 & 에어캡처	본사 위치	오만 무스카트
설립연도	2020년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC 광물 - 현장 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 소개

Project Hajar는 AirCapture와 44.01의 협업으로 이루어진 **직접 공기 포집 및 광물화(DAC+M)** 프로젝트로, 오만 하자르 산맥 지역에서 진행된다. AirCapture는 최첨단 모듈형 DAC 기술을 44.01의 부지에 배치하며, 44.01은 포집된 CO2를 바위로 변환하는 선구적인 기술을 사용하여 CO2 광물화 과정을 가속화한다. DAC+M 기술이 대규모로 배치되면 전 세계적으로 수십억 톤의 CO2를 제거할 가능성을 열 수 있다.

핵심 혁신

- AirCapture는 고효율 소형 모듈형 DAC 장치를 개발하여 운송, 설치, 운영 및 유지보수가 용이하다. 온도 스윙 기술을 활용해 빠른 개발과 확장이 가능하며, CAPEX(자본 지출) 요구가 낮다.
- 44.01의 광물화 기술은 CO2를 영구적으로 제거하는 방식을 제공한다. 광물화된 CO2는 다시 대기로 방출되지 않으며, 장기적인 모니터링 및 보험의 필요성을 줄여 비용 효율적이고 확장 가능한 글로벌 솔루션을 제공한다.

CO2 포집

AirCapture의 DAC 장치를 이용해 CO2를 포집한다. 공기 또는 공기 혼합물을 독점적인 접촉기에 통과시키며, 접촉기가 CO2를 흡착한다. 이후 접촉기를 재생 박스로 옮겨 CO2를 분리하고 이를 수집한다.

CO2 저장

44.01은 포집된 CO2를 물에 녹여 페리도타이트(peridotite) 지층에 주입한다. 초기에는 용해 트래핑(solubility trapping)을 통해 탄산화된 액체의 밀도가 주변 지하수보다 높아 CO2가 안전하게 갇힌다. 이후 CO2는 12개월 이내에 광물화되어 영구적으로 제거된다. 44.01은 물리적 및 화학적 모니터링과 검증 기술을 통해 CO2가 지하에서 안정적으로 광물화되었음을 확인한다.

부가 효과 및 제품

페리도타이트는 전통적으로 농업, 광물, 또는 탄화수소 채취에 사용되지 않는 자원이다. 페리도타이트를 CDR(탄소 제거)에 활용하면 정부와 지역사회에 새로운 수입원을 창출하고 전 세계적으로 녹색 일자리를 만들 수 있다. 또한 광물화는 지하에서 이루어지므로 지표 환경이 보존되어 다른 활동에 사용할 수 있다.

리더십 팀

- **Talal Hasan:** 벤처캐피탈 및 기후 기술 분야에서 국제적인 경험을 보유하고 있으며, 오만 국가 벤처 캐피탈 기금 설립에 기여.
- **Professor Juerg Matter:** 지구공학 및 탄소 관리 분야의 세계적인 전문가. Carbfix 및 44.01 공동 설립자이며, 오만의 페리도타이트에 대한 광범위한 연구를 수행.
- **Matt Atwood:** 기술자, 화학자, 기업가로 DAC 분야의 선구자. 재생 가능 및 기후 기술 개발에서 20년 이상의 경험과 DAC 및 CO2 활용 기술에서 10년 이상의 경험을 보유.

카란 김지(Karan Khimji) karan@4401.earth

#20. 스카이레누(SKYRENU TECHNOLOGIES)

개요

기업명	스카이레누(Skyrenu) 테크놀로지스	본사 위치	캐나다 서브룩
설립연도	2021년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	산업가스&순수 CO2	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC 광물 - 광산의 또는 산업폐기물의 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	\$2,000,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 ~ \$5,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 자선활동, 정부, 프로젝트금융
자본 조달 유형	프로젝트 자본, 정부지원, 자선기금, 프로젝트 부채		

회사 소개

우리는 직접 공기 포집(DAC) 시스템과 암석 탄산화 공정을 결합하여 석면 광산 폐기물을 처리하고 이산화탄소(CO2)를 영구적으로 고정한다. 우리의 시스템은 캐나다 퀘벡주에 위치한 폐석면 광산 부지에 설치되어 있으며, 8억 톤의 기존 광산 폐기물은 약 2억 톤의 CO2를 격리할 잠재력을 제공한다. 이 공정은 100% 재생 가능한 Hydro-Quebec 전력망으로 구동된다.

핵심 혁신

우리는 독점적인(특허 출원 중) 고체 흡착제 기반 DAC 기술과 폐기물 광물화 공정을 사용한다. 두 공정은 긴밀하게 통합되어 있어 DAC에서 발생하는 폐열을 광물화 공정에서 활용함으로써 매우 에너지 효율적인 시스템을 구현한다. 우리의 시스템은 광산 폐기물 부지에 직접 설치할 수 있어 CO2나 광물 원료를 장거리로 운송할 필요를 없앤다.

CO2 포집

우리의 DAC 장치는 이동식 고체 흡착제 모노리스 반응기를 사용하며, 연속적인 흡착/재생 과정을 통해 매우 에너지 효율적인 공정을 실현한다. (전 세계 특허 출원: WO2021258219A1)

CO2 저장

우리는 저온 공정을 통해 석면 광산 폐기물(크리소타일 사문석)에 포함된 마그네슘이 수용액에서 용해된 CO2와 반응하여 안정적인 고체 탄산마그네슘 화합물을 형성한다. 이 공정은 유해한 석면 잔여물을 제거하여 처리된 재료를 무해하게 만드는 기능도 포함하고 있다. (지적 재산권 출원 예정)

부가 효과 및 제품

석면 광산 폐기물을 처리하는 주요 부가 효과는 광산 부지의 유해성을 제거하고 환경을 복원하는 것이다.

리더십 팀

의료 기기와 같은 고도로 규제된 분야에서 스타트업 경험, 자금 조달, 전 세계적으로 상용화된 제품 창출 경험을 보유.

마틴 브루예트 martin.brouillette@skyrenu.com

#21. 스피리투스(SPIRITUS)

개요

기업명	스피리투스 테크놀로지스, PBC	본사 위치	미국 뉴멕시코 로스애러모스
설립연도	2022년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	고급소재, 산업가스&순수 CO2	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 소개

Spiritus는 DAC(직접 공기 포집) 기술에 대한 새로운 표준을 제시하며, 고품질 탄소 제거(CDR)의 금본위제를 모든 넷제로 포트폴리오에서 활용 가능하게 만드는 것을 목표로 한다. 톤당 \$100 이하의 DAC를 실현하려면 모든 주요 변수(에너지 투입, 흡착제 비용 및 내구성, 흡착/탈착 속도, 시설 CAPEX 등)를 동시에 최적화하는 **Rubik's Cube 솔루션**이 필요하다. 또한, Spiritus의 DAC 공정은 재생 가능 에너지를 기반으로 운영되어 최대한의 기후적 이점을 제공한다.

핵심 혁신

Spiritus의 차별화된 핵심 기술은 새로운 고체 흡착제와 독창적인 흡착/탈착 공정에 있다. **고체 흡착제**는 비용이 매우 저렴하며 흡착 및 탈착 속도가 빠르다. **공정**은 수동 흡착 방식을 채택(팬 불필요)하여, 비-TVSA(non-TVSA) 방식으로 에너지 요구량을 대폭 줄였다. 이 접근법은 기존의 DAC 기술과 비교하여 자본 투자를 줄이고 에너지 효율성을 높인다.

CO2 포집

Spiritus는 새로운 고체 흡착제를 개발하고, 이를 대규모(MtCO2) CO2 포집 및 격리에 적합한 공정과 결합했다. 이 흡착제는 비용 효율적이면서 흡착 및 탈착 속도가 빠르다. 또한 공정은 흡착제의 독특한 성질과 성능에 맞춰 설계되었으며, 에너지 효율적이고 최소한의 자본 투자로 운영 가능하며, 다양한 재생 가능 에너지원에서 효과적으로 작동한다.

CO2 저장

Spiritus는 CO2를 **지질 격리**를 통해 저장할 계획이다. 먼저 CO2는 가스로 포집된 후 초임계 상태로 압축되어 Class VI 우물에 주입되어 영구적으로 격리된다. 이 방법은 저비용, 대규모 처리, 정확한 계량, 1,000년 이상의 안정적인 격리를 가능하게 한다. 포집된 CO2는 트럭으로 저장 부지까지 운송된다. 지질 격리는 기후 문제에 대응하기 위한 가장 적합한 대규모 솔루션이다.

부가 효과 및 제품

Spiritus의 프로젝트는 지역 사회에 경제적 혜택을 제공한다. **(일자리 창출)** 와이오밍에 고임금 일자리를 제공하고, 지역 대학 및 기관과 협력하여 주민들을 위한 직업 훈련을 제공한다. **(지역 사회 투자)** 지역 사회의

주요 요구를 이해하고, 수익의 일부를 지역 사회 발전 및 지원에 재투자한다. (세수 및 이익 공유) 마지막으로 세수를 통한 지역 경제 기여.

리더십 팀

- **Charles Cadieu**, 공동 창립자: Caption Health(GE Healthcare에 인수)와 IQ Engines(Yahoo/Flickr에 인수) 설립자.
- **Matt Lee**, 공동 창립자: Los Alamos National Lab(LANL) 과학자.
- **Jon Rau**, 엔지니어링 부사장: LANL에서 연간 \$2억 규모 기술 프로그램 디렉터로 활동.
- **Dan Opila**, 최고 설계 책임자: 에너지(>2GW 태양광 인버터), 소비자, 자동차, 항공우주 분야 제품 개발 경험.
- **Mindy Ren**, 인프라 부사장: Tesla 배터리제조, ExxonMobil의 육상/해상 O&G 프로젝트 등 최대 \$200억 규모의 프로젝트 관리

찰스 카듀

cc@spiritus.com

#22. 서스테라(SUSTAERA)

개요

기업명	서스테라	본사 위치	미국 노스캐롤라이나주 더럼
설립연도	2021년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	\$10,000,000	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 ~ \$5,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본		

회사 소개

Sustaera는 대기 중 이산화탄소(CO₂)를 포집하기 위한 직접 공기 포집(DAC) 기술을 개발 중이다. 이 기술은 상용 세라믹 기판인 **구조화 재료 조립체(SMA, Structured Material Assembly)**에 장착된 고체 흡착제와 전기 가열 메커니즘을 결합한다. 흡착제와 가열 메커니즘의 통합은 흡착제를 직접 가열하여 포집된 CO₂를 제거함으로써 에너지 손실을 줄이고, 대기 중 CO₂ 제거에 높은 안정성과 효율성을 제공한다.

핵심 혁신

SMA는 저비용, 고성능, 안정적인 고체 흡착제를 전기 가열 메커니즘과 통합하여 낮은 압력 강하 기판에서 작동한다. 이 구조는 다음과 같은 이점을 제공한다:

- 낮은 자본 투입: 높은 생산성으로 인해 초기 투자 비용 절감.
- 에너지 효율성: 낮은 온도 및 에너지 손실로 인해 단위당 에너지 사용량 감소.
- 고순도 CO₂ 포집: 재생 가능 전기와 천연 재료 사용을 통해 낮은 순 CO₂ 제거 비용 실현.

CO₂ 포집

Sustaera는 화학 흡착(chemisorption) 방식의 고체 흡착제를 사용하여 CO₂를 포집한다.

CO₂ 저장

포집된 CO₂는 다음 방법을 통해 영구적으로 저장된다:

- 염수 대수층
- 지하 광물화: 현무암, 페리도타이트 등 반응성 광물에 주입.
- 고갈된 석유 및 가스(O&G) 유정.

부가 효과 및 제품

Sustaera는 대기에서 포집된 물을 부산물로 생산한다.

리더십 팀

- **Ben Gardner**, CEO: 지난 25년간 바이오 연료, 조류(algae), 전력, 화학 분야에서 기술 개발에서 상용화 단계까지 여러 스타트업을 성공적으로 이끌었다.
- **Cory Sanderson**, 기술 부사장: Air Products and Chemicals에서 흡착, 멤브레인, 증류를 이용한 혁신적인 CO2 분리 기술을 개발하고 배치한 경험을 보유.

코리 샌더슨 ces@sustaera.com

#23. TEAM LICHEN

개요

기업명	Reactive Surfaces, Ltd., LLP	본사 위치	미국 텍사스주 오스틴
설립연도	2022년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 기타 / 해양 - 기타 토양 - 바이오매스의 열전환		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	\$5,000,000	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 엔젤, 개인자본, 정부, 프로젝트금융
자본 조달 유형	프로젝트 자본, 정부지원, 기타		

회사 소개

Reactive Surfaces는 20년 이상 표면에 생물 기반 첨가제를 사용하여 활성 기능을 구현해 왔다. 탄소 제거(CDR) 솔루션의 경우, 특수 기질에 조류(algae)를 추가하여 광합성 기능을 부여한다. 이 특수 기질과 모듈형 표면 기술은 조류 성장에 유리한 환경을 제공한다. 조류는 최적의 시점에 수확, 건조된 후 바이오차(biochar)로 전환되어 영구적으로 탄소를 격리한다.

핵심 혁신

우리 솔루션의 주요 차별점은 모듈형 설계로 다양한 환경에서 구현 가능하다는 점이다.

- **적용 가능성:** 탄소 포집 표면 모듈이 설치된 들판, 산업 배출 포집, 개인 주택의 뒷마당까지 다양한 환경에서 사용 가능.
- **지질 주입 불필요:** 포집된 CO2를 깊은 우물에 주입하지 않아 관련 위험성을 제거.
- **모듈형 기술:** 유연성과 확장성이 뛰어나.

CO2 포집

미세 광합성 조류가 다공성 기질에 접종되어 광합성을 통해 일정 기간 동안 CO2를 포집한다. 이 기질은 식물에서 유래한 '다공성 셀룰로오스 매트릭스(PCM)'로, 표면적 증가, 수분 유지, 적절한 광량을 제공하여 조류 세포가 빠르게 증식하고 CO2를 포집할 수 있도록 지원한다.

CO2 저장

모듈에서 얻은 습식 바이오매스는 상당량의 수분이 제거되고, **건조된 조류 분말**로 초기 격리된다. 충분한 건조 바이오매스가 축적되면, 이를 **열분해**하여 내구성 있는 **조류 바이오차**로 전환해 영구적으로 격리한다.

부가 효과 및 제품

- **산소 방출:** 광합성 과정에서 산소가 부산물로 생성.
- **바이오차:** 탄소 격리 공정의 부산물로 생성되며, CO2 방출 없이 활용될 수 있도록 구매자를 제한할 계획.

리더십 팀

- **Steve McDaniel**, PhD, JD: Carbon Capture Coatings and Surfaces 기술의 창시자이자 Reactive Surfaces의 CEO 및 Chief Innovator. 2002년에 설립된 코팅 혁신 회사의 특허 변호사.
- **Beth McDaniel**, JD: Reactive Surfaces의 사장이자 변호사로, 집단학살 인식 및 예방 활동가로 활동하며, 기후 솔루션이 환경 정의와 인간의 권리 및 삶의 질 향상을 중심에 두도록 보장하는 데 기여.

베스 맥다니엘

bmcdaniel@reactivesurfaces.com

#24. 테라픽싱(TERRAFIXING)

개요

기업명	테라픽싱	본사 위치	캐나다 오타와
설립연도	2020년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 소개

TerraFixing은 캐나다 스타트업으로, **추운 기후**에서도 CO2를 포집할 수 있는 유일한 직접 공기 포집(DACC) 공정을 개발했다. TerraFixing의 혁신적인 지적 재산(IP) 보호 기술은 매우 경제적이고 확장 가능한 탄소 제거를 가능하게 하며, 기가톤 규모에서 톤당 \$100 미만의 비용으로 기후 변화에 실질적인 해결책을 제공한다.

핵심 혁신

TerraFixing의 기술은 CO2 추출에 **흡수(absorption)** 대신 ****흡착(adsorption)****을 사용한다. 특히 추운 기후에 적합하게 설계되어 섭씨 0도 이하의 온도에서도 효율적으로 작동하며, 열역학적 이점을 활용하고 재생 가능 풍력 에너지를 기반으로 한다. 이러한 혁신은 공정 단계를 줄이고 기계 및 전력 소비를 감소시켜, 기가톤 규모에서 톤당 \$100 미만의 비용을 달성한다. 현재 TerraFixing의 기술은 낮은 온도에서 사용할 수 있는 유일한 DAC 기술로, 더 효율적이고 비용 효과적인 솔루션을 제공한다.

CO2 포집

강력한 팬을 사용해 주변 공기를 두 개의 흡착제 베드로 통과시킨다: 첫 번째 베드로 공기 중의 수분을 제거하고, 두 번째 베드로 독점적인 제올라이트(zeolite)를 통해 건조된 공기에서 CO2를 효율적으로 포집한다. 포화된 제올라이트 베드는 격리된 후 진공으로 불순물을 제거하고 가열하여 99% 이상의 순수 CO2를 방출하며, CO2는 압축되어 15MPa로 저장된다. 공기는 순환 과정을 통해 물 흡착 베드를 재생하며, 제올라이트 베드에서 발생하는 열을 활용한다. 이 공정은 연속적인 사이클을 보장한다.

CO2 저장

초임계 상태로 압축된 CO2는 지질 격리를 위해 현장에서 처리된다. Geofirma 및 Fermont 인근 광산의 지질학자들과 협력하여 CO2를 지하에 영구적으로 저장한다.

부가 효과 및 제품

- TerraFixing은 북부의 원주민 및 소외된 지역 사회가 완전한 **탈탄소화**와 **에너지 자립**을 달성할 수 있도록 돕는다.

- TerraFixing의 DAC 기술은 북부 지역의 재생 가능 풍력 에너지 주요 수요처가 될 것이다. 이를 통해 북부 지역 사회와 광산에서 재생 가능 풍력 발전 시설을 개발할 수 있는 강력한 비즈니스 사례를 제공하며, 대기 중 CO2를 제거하는 기술에 전력을 공급한다.

리더십 팀

- **Dr. Sean Wilson**, 설립자 겸 CEO: 흡착 기반 가스 분리 및 탄소 포집 분야의 세계적 전문가. 대기 중 탄소 제거 분야에서 10년 이상의 경험을 보유하며 TerraFixing의 두 개 PCT(국제 특허)를 작성.
- **Dr. Vida Gabriel**, 공동 설립자 겸 COO: 지속 가능한 화학 반응 공학 박사 학위 보유. 북미 Forbes 30 Under 30 리스트에 선정된 바 있다.

션 윌슨 seanwilson@terrafixing.com

#25. 유완(YOUWAN METHOD FOR CO2 REMOVAL)

개요

기업명	유완(YOUWAN) Concentrate Consultant	본사 위치	대만 타오위안시
설립연도	2010년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	건축자재, 산업화학물질, 소비재, 기타	엑스프라이즈 경쟁부문	대기(Air)
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC 광물 - 광산 또는 산업폐기물의 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 소개

YOUWAN Concentration Consultants는 "YOUWAN 방법"을 개발한 발명 회사로, 물, 금속 및 탄소 재활용 솔루션을 제공하며 고객이 물, 금속 및 이산화탄소(CO₂)의 정화 및 100% 재활용률을 달성하도록 지원한다. 우리의 기술은 직접 공기 포집(DAC)에서 최대 15만 배의 농축 비율을 제공할 수 있다.

핵심 혁신

YOUWAN은 세 가지 탄소 감축 효과를 창출한다:

1. **전기 절약:** CO₂ 제거된 공기를 공조 시스템(HVAC)에 반환하여 외부 공기(OA)의 93%를 감소시킴으로써 공조 시스템의 습도 처리에 필요한 전력을 절감.
2. **CO₂ 제거:** 흡착 타워의 수지가 CO₂를 포집.
3. **CaCO₃ 생성:** CO₂를 시멘트 대체물로 활용 가능한 탄산칼슘(CaCO₃)으로 고정.

CO₂ 포집

외부 공기(OA)를 흡착 타워로 공급. 흡착 타워의 수지가 OA에서 CO₂를 포집하며, CO₂ 제거 공기를 부산물로 생성. CO₂ 제거 공기는 공조 시스템(HVAC)으로 반환되어 전기 사용량을 절감.

CO₂ 저장

YOUWAN 방법과 재활용된 수산화나트륨(NaOH)을 사용해 CO₂를 흡착 타워에서 Na₂CO₃ 농축액(35 wt%)으로 용출.

- Na₂CO₃ 농축액과 생석회(CaO)를 혼합해 가성화 반응이 발생:
$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaO} \rightarrow \text{NaOH} + \text{CaCO}_3$$
- CaCO₃는 시멘트를 대체하며 CO₂를 영구적으로 고정.
- 재활용된 NaOH는 CO₂를 다시 포집하는 데 사용 가능.

부가 효과 및 제품

CO₂ 제거 공기와 탄산칼슘(CaCO₃)을 부산물로 생산.

리더십 팀

세계 1위 공조 회사인 DAIKIN INDUSTRIES가 이 기술을 고객에게 추천하고 있다.

슬론 왕 slone.wang@cc-youwan.com

#26. 알래스카 미래 생태연구소(ALASKA FUTURE ECOLOGY INSTITUTE)

개요

기업명	알래스카 미래생태연구소	본사 위치	미국 알래스카주 헤인즈
설립연도	2023년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 육상생태계 복원 및 관리 / 농업 및 초원 CDR		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	프리시드
자본 조달 목표 금액	\$30,000,000	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	자선활동, 정부
자본 조달 유형	자선기금		

회사 소개

Alaska Future Ecology Institute는 비영리 단체로, 북극 재야생화(Arctic Rewilding)를 기후 솔루션으로 과학적으로 테스트하고 책임 있게 구현하는 데 중점을 두고 있다.

핵심 혁신

식물은 미생물이 효과적으로 분해할 수 있는 온도보다 낮은 온도에서 탄소를 고정할 수 있기 때문에, 북부 생태계는 온대 또는 열대 토양보다 더 높은 탄소 격리 잠재력을 가지고 있다. 북극은 지구에서 가장 큰 육상 생물 균계이며 인구 밀도가 낮아 다른 지역의 자연 기반 솔루션보다 확장 가능성이 훨씬 크다. 또한 대형 초식동물은 지속적으로 번식할 수 있어 거의 **제로 비용**으로 솔루션을 확장할 수 있다.

CO2 포집

북극 지역에 대형 초식동물을 재도입하면 생태학적 변화가 촉진되어 '순1차 생산성(NPP, Net Primary Productivity)'이 크게 증가한다. 이는 식물이 광합성을 통해 대기 중에서 CO2를 흡수하는 과정을 의미한다.

CO2 저장

북부 초원 생태계에서 광합성을 통해 포집된 탄소의 약 25%는 저온(영구 동토층에 의해 유지) 및 유기물-광물 결합(organomineral association)을 통한 보호 덕분에 깊은 토양층에 영구적으로 격리된다. 이로 인해 미생물 분해 및 탄소 재방출 속도가 탄소 축적 속도보다 느려져 **순 탄소 흡수**가 발생한다.

부가 효과 및 제품

- 영구 동토층 보호: 영구 동토층은 1700Gt의 탄소를 포함하며 빠른 속도로 녹아 CO2와 CH4를 방출하고 있다. 연구에 따르면 북극 재야생화는 동토 해동의 최대 80%를 방지할 수 있다 (Beer et al, SciRep 2020).
- 알베도 효과 증가: 재야생화된 툰드라는 알베도를 높여 지구를 직접적으로 냉각시킨다 (Macias-Fauria et al, PRSB, 2020).
- 생물다양성 손실 복원: 온난화로 인한 생물다양성 손실을 역전시킬 수 있다 (Post et al, Science, 2023).
- 산불 심각도 및 규모 감소.
- 북부 지역 주민의 식량 안보 및 기후 회복력 개선.

리더십 팀

- Dr. Jeppe Aagaard Kristensen: 옥스퍼드 대학교/오르후스 대학교.
- Dr. Jeff Welker: 알래스카 앵커리지 대학교(UAA) 교수, UArctic 연구 의장.
- Nikita Zimov: 플라이스토세 공원(Pleistocene Park) 디렉터.
- Luke Griswold-Tergis: Alaska Future Ecology Institute 디렉터.
- Olya Irzak: AFEI 이사회 멤버, Dimond List 및 Permafrost Methane Labs 창립자, 전 GoogleX.
- Dr. Kristy Ferraro: 예일대 Schmitz 연구실에서 박사 학위 논문 완료. 연구 주제: 순록이 탄소 순환에 미치는 영향.

루크 그리스월드-테르기스 luke.griswoldtergis@gmail.com

#27. 올 파워 랩스(ALL POWER LABS)

개요

기업명	올파워랩스	본사 위치	미국 캘리포니아 버클리
설립연도	2008년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	바이오차, 에너지	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환 / CO2 포집 및 저장을 통한 바이오매스의 에너지 변환		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈A
자본 조달 목표 금액	\$10,000,000	수익 범위	\$5,000,000 ~ \$20,000,000
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 엔젤, 패밀리오피스, 사모펀드, 자선활동, 정부
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 자선기금		

회사 소개

All Power Labs(APL)은 이동식 바이오매스 가스화 시스템을 설계, 제조 및 배치하는 기업으로, 폐기 바이오매스를 전기, 열로 변환하고 높은 탄소 함량과 내구성을 가진 바이오차(biochar) 형태로 탄소를 포집한다. APL은 차세대 고급 기술 기반의 공장에서 조립된 이동식 사물인터넷(IoT) 지원 저비용 바이오매스 시스템을 통해 탄소(바이오차)를 토양 및 건설 자재에 격리하는 분산된 가상 바이오차 탄소 제거 플랜트를 시연할 계획이다.

핵심 혁신

APL의 솔루션은 다음을 결합한 점에서 차별화된다: 1) **가스화 공정**: 분해 저항성이 가장 높은 바이오차를 생성. 2) **제어 아키텍처**: 유닛 간 상호 연결성과 디지털 MRV(모니터링, 보고, 검증) 플랫폼을 지원하는 실시간 데이터 모니터링. 3) **소형 및 모듈형 설계**: 공장 기반 제조 및 시스템 구성 가능. 4) **재생 가능 에너지 생산**: 재생 가능 가스, 전기 및 열 형태의 에너지 생성.

CO2 포집

CO2는 목질 바이오매스의 고정 탄소 성분을 바이오차로 전환하여 포집된다. 당사의 바이오차는 **흑연과 유사한 탄소 미세구조**를 가지며 분해에 강하다. 바이오차 생산 시스템은 **건조, 열분해, 연소, 타르 크래킹(tar cracking), 환원**의 5단계 가스화 공정을 사용하며, 타르 크래킹과 환원 과정은 매우 낮은 PAH(다환 방향족 탄화수소) 수준을 가진 더 깨끗한 바이오차를 생성하며, 800~1100°C의 고온은 탄소의 저항성을 더욱 높인다.

CO2 저장

바이오차의 지속성에 대한 검증된 방법론을 통해, 평균적으로 바이오차 탄소의 80%가 100년 후에도 저장 상태로 유지된다는 결과가 도출되었다. 바이오차를 토양에 포함시키며, 이상적으로는 '공동 퇴비화(co-composting)'를 통해 퇴비화 과정에서 메탄과 N₂O 배출을 감소시킨다. 콘크리트와 같은 건설 자재에 포함하여 탄소를 영구적으로 격리한다.

부가 효과 및 제품

폐기 바이오매스를 원료로 사용하여 폐기물 전환; 바이오차를 퇴비화 작업에 사용하여 메탄 및 N₂O 등 온실가스 배출 감소; 비료 사용량 및 관련 배출 감소를 통한 토양 비옥도 상승; 현장 운영에 사용할 수 있는

전기 및 열 생산 등 재생가능 에너지 생산; 활성탄과 유사한 특성을 가지고 있는 바이오차 활용 통해 수질 여과 등 다양한 활용 가능.

리더십 팀

- **Jim Mason (창립자, CEO):** 바이오매스 에너지 열변환 기술 전문가로, 해당 분야에서 12건의 특허를 보유.
- **Bear Kaufmann (공동 창립자, Chief Scientist):** 제어 개발, 가스화기 설계 및 테스트, 배출 제어, 제품 개발 분야 연구 및 데이터 수집 전문가로, 여러 특허를 보유.
- **Alejandro Abalos (COO):** PowerLight, SunPower, GreenVolts 등 재생가능 에너지 기업의 창업 및 확장 활동을 이끈 경험 보유.

짐 메이슨 jim@allpowerlabs.com

#28. ANSWER OF BIOCHAR (AOB)

개요

기업명	Yingna Green Carbon Technology	본사 위치	중국 상하이
설립연도	2022년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	바이오차, 토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환 / 육상생태계 복원 및 관리 / 농업 및 초원 CDR		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 프로젝트금융
자본 조달 유형	프로젝트 자본, 자선기금		

회사 소개

본 회사는 바이오매스 저탄소 기술과 바이오매스 기반 탄소 소재의 개발 및 응용에 주력하고 있으며, 바이오매스 에너지 개발 및 활용에 있어 깊은 경험을 보유하고 있다. 과학기술부 프로젝트를 포함하여, **4건 이상의 성급 및 그 이상 수준의 프로젝트를 수행 및 참여했으며, 1건의 정부 자문 프로젝트에도 참여한 바 있다.**

핵심 혁신

우리는 **저비용, 저에너지 소비, 대규모 응용**이 가능한 바이오차 탄소 격리 시범 프로젝트를 계획 중이며, 이를 철강 공장의 탄소 감축 목표와 연계하여 추진하고 있다.

CO2 포집

식물이 광합성을 통해 이산화탄소를 포집하며, 이는 안정적이고 지속적인 과정이다.

CO2 저장

열화학적 전환 과정을 통해 바이오매스를 바이오차로 변환한 뒤, 이를 토양에 적용하여 **토양 탄소 흡수원**을 형성하고 CO2를 영구적으로 저장한다.

부가 효과 및 제품

- **탄소 기반 비료:** 바이오차를 일반 비료와 혼합하여 탄소 기반 비료를 생산.
- **목초액 및 화학 제품 추출:** 바이오매스 열분해 과정에서 생성되는 응축성 가스(Bio-oil)에서 목초액 및 일부 화학 제품을 추출.
- **개질 후 비응축성 가스(Bio-gas):** 개질된 후 생성된 비응축성 가스를 철강 기업에 환원 가스로 판매하여 기존의 화석 연료 환원제를 대체.

리더십 팀

리더십 팀은 **박사 학위 이상**을 보유하고 있으며, 저탄소 기술 및 바이오매스 기술 분야에서 풍부한 경험을 보유하고 있다.

루 장 zhangluneu07@sina.com

#29. ARTi

개요

기업명	ARTi	본사 위치	미국 아이오와 디모인스
설립연도	2013년	직원 수	51~100
TRL(기술성숙도)	9	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	바이오차, 토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$1,000,000 ~ \$5,000,000
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 엔젤, 개인자산, 자선활동
자본 조달 유형	기업자본, 자선기금		

회사 소개

ARTi는 바이오차 생산, 이산화탄소(CO2) 격리 및 연구개발(R&D) 서비스를 전문으로 하는 **열분해 기술 제조 및 개발 분야의 글로벌 선도 기업**이다. 10년 이상의 업계 경험을 바탕으로, 본사는 미국 아이오와주에 위치하며, 에콰도르와 우루과이로도 사업을 확장했다. ARTi의 혁신적이고 확장 가능한 '컨테이너형 바이오차 생산 장치(BPU)'는 전 세계에 설치되어 다양한 바이오매스 원료를 지속 가능한 탄소 제품으로 전환한다.

핵심 혁신

ARTi의 바이오차 생산 장치(BPU)는 **확장성, 모듈화, 이동성 및 비용 효율성**으로 잘 알려져 있다. 컨테이너형 기술은 바이오매스를 바이오차로 전환하는 데 필요한 열분해 공정의 모든 단계를 통합하고 있다. 1-Train, 3-Train, 5-Train 모델이 있으며, 모두 40피트 컨테이너에 장착되어 있다. **자동화 시스템**도 갖춰 운영 데이터 수집을 단순화하여 사용자 편의성을 향상한다.

CO2 포집

탄소 순환 과정에서 식물은 광합성을 통해 CO2를 흡수한다. 식물의 수명이 끝나면 바이오매스의 탄소는 미생물 호흡을 통해 다시 대기로 방출된다. 그러나 열분해 기술은 이 과정을 방해하며, 바이오매스의 탄소를 미생물 및 비생물 분해에 저항성이 높은 **안정적인 형태로** 전환한다. 바이오차가 토양에 적용되면 탄소를 수백에서 수천 년간 격리하는 동시에 토양에는 여전히 유익하다.

CO2 저장

탄소는 열분해 동안 안정적인 구조로 변환되어 바이오차에 영구적으로 격리된다. 바이오차는 분해되지 않는 안정적인 형태의 탄소를 저장하며, 이를 통해 대기 중 CO2를 제거한다. 매년 식물이 흡수하는 탄소는 열분해 과정을 통해 대기로 방출되지 않고 탄소 저장원(carbon sink)을 형성한다.

부가 효과 및 제품

바이오차는 토양 관리에서 다양한 이점을 제공한다: **생물학적으로는** 미생물 성장 촉진, 미생물 서식처 제공, 균근(마이코리자) 발달 지원한다. **화학적으로는** 유기물 함량 증가, 토양 산성 완화(석회 대체 효과), 영양분 보유 및 서서히 방출한다. **물리적으로는** 수분 유지, 토양 다짐 감소, 물 침투 및 공기 유입을 개선한다.

리더십 팀

ARTi는 열분해 탄소 격리 분야에서 10년 이상의 경험을 보유하고 있으며, 다문화적이고 학문적인 배경을 가진 팀원들과 함께 에콰도르, 우루과이 등으로 국제적 확장을 이어가고 있다.

- **Bernardo del Campo:** CEO (2012년부터), 농업 석사 및 바이오시스템/기계공학 박사(아이오와 주립대학교).
- **Matthew Kieffer:** 공동 창립자, MBA 및 기계공학 석사(아이오와 주립대학교). TEA, LCA 컨설턴트.
- **Juan Proaño:** 기계 및 농업 시스템 분야 박사 경력 보유.

레나토 발베르데 renato.valverde@ARTi.com

#30. 뱀코어(BAMCORE)

개요

기업명	Global Bamboo Technologies	본사 위치	미국 캘리포니아 원저
설립연도	2017년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	8	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	바이오차, 건축자재	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환 / 건축환경에서 바이오매스 격리		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	\$5,000,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$20,000,000 ~ \$50,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 엔젤, 정부
자본 조달 유형	기업자산		

회사 소개

BamCore는 가장 빠르게 성장하는 탄소 포집 섬유와 가장 강한 구조용 섬유인 목재 대나무와 유칼립투스를 활용하여 CO2를 포집하고 차세대 고성능 건축 프레임을 만든다. 바이오 기반 건설의 주요 탄소 혜택은 수확된 식물을 대체하는 새로운 식물이 추가로 탄소를 격리하는 데 있다. BamCore는 짧은 순환 주기를 가진 생물섬유를 사용하여 탈탄소화 잠재력을 높이고, 포집된 탄소를 고성능의 내구성 있는 건축물에 저장한다.

핵심 혁신

Prime Wall은 구조 탄소와 운영 탄소를 모두 해결하며, 이는 다른 건축 탈탄소화 솔루션들이 보통 하나의 탄소 문제만 다루거나 하나를 위해 다른 하나를 희생하는 것과 다르다. 우리는 또한 빠르게 성장하는 섬유를 구조적 목적으로 활용하여 토지 이용 효율성을 크게 향상하고 탄소 격리 효과를 증대시키는 독특한 접근 방식을 사용한다. Prime Wall의 설계는 이중 패널로 이루어진 거의 스테드가 없는 프레임 시스템으로 기존 프레임 설계와는 완전히 다르다.

CO2 포집

BamCore의 CO2 포집 방법은 광합성에서 비롯된다. 우리의 솔루션의 핵심은 목재 대나무와 유칼립투스와 같은 빠르게 성장하는 생물섬유를 사용하는 것이다. 이들의 빠른 재생률은 높은 탄소 제거 능력으로 직결되며, 이들의 높은 연간 생산성 덕분에 동일한 양의 건축 자재를 생산하는 데 기존의 침엽수에 비해 필요한 토지 면적이 훨씬 적다.

CO2 저장

BamCore는 생물섬유를 고도로 공학화된 구조용 프레임 시스템으로 변환하여 CO2를 영구적으로 격리한다. 현대식 고성능 목재 또는 대나무 건축 프레임은 100년 이상 지속되며, Prime Wall의 성능은 미국의 가장 엄격한 건축 기준을 초과 충족하여 건물의 최장 수명을 보장한다. 패널은 기존 프레임과 달리 사용 수명이 끝난 후에도 가치 손실 없이 다른 건물에 재사용할 수 있다.

부가 효과 및 제품

Biochar는 재사용할 수 없는 패널의 수명 종료 처리 및 생물섬유 폐기물의 부산물로 추가적인 CO2 격리 혜택을 제공한다. 대나무 플랜테이션 단계에서는 주변 지역 사회에 고용과 소득 창출 기회를 제공함으로써

산업화된 포용적이고 회복력 있는 경제를 구축하고 있다. 생태적 관점에서 대나무는 강력한 복원 및 조림 도구로 활용된다. BamCore 건축물은 또한 기존 방식보다 훨씬 빠르게 건설 가능하며, 이는 전 세계적으로 심각한 주택 부족 문제를 해결하는 데 기여할 수 있다.

리더십 팀

- CEO는 건설 연구소(Construction Institute)에서 "건설 비전가"로 선정되었으며, 22년간 Goldman Sachs에서 근무하며 세계 최대 민간 전자 도매 거래 플랫폼을 구축하고 USDA 유기농 및 CLS 기후 적응 인증을 받은 세계 유일의 포도원을 설립했다.
- CCO는 지속 가능 건설 업계의 경험이 풍부한 전문가로, 최근 Autodesk의 "40 Under 40"에 선정되었다.
- CSO는 Accenture의 NetZero Cloud 사업부에서 북미 시장 진출 리드를 맡은 경험이 있다.

케이트 칠튼

kate@bamcore.com

#31. 바이오캡처(BIOCAPTURE)

개요

기업명	바이오캡처	본사 위치	인도네시아 팔렘방
설립연도	2021년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 직접 매립 / 건축환경에서 바이오매스 격리 / 육상생태계 복원 및 관리		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	프리시드
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 소개

Team Wood Vault는 Carbon Lockdown(미국), Mast Reforestation(미국), BioCapture(인도네시아), Jeyoowe(캐나다)로 구성된 4개의 회사로 이루어져 있다. Team Wood Vault는 'Wood Harvesting and Storage(WHS)'를 통한 내구성 있는 탄소 제거 방법으로 'Wood Vault(WV)'의 높은 확장 가능성을 입증하는 것을 목표로 한다. 이 팀은 전 세계 주요 지리적 지역(온대, 열대, 북방림)에서 4개의 독립적이지만 조정된 프로젝트를 진행하며, 총 10,000+ tCO₂e를 제거한다.

핵심 혁신

1. WHS는 '무료' 광합성을 사용하여 탄소를 포집하며, 에너지/탄소 손실이 매우 적음(2-5%).
2. 직접 매립은 높은 바이오매스 탄소 활용 효율(>90%)을 제공.
3. Wood Vault는 낮은 투과성의 점토 토양에서 **무산소(anoxic) 환경**을 생성하며, 이는 전 세계적으로 쉽게 구할 수 있음.
4. 가공을 최소화하여 지역적으로 목재를 매립함으로써 저비용(규모 확장 시 <\$100/톤) 실현.
5. 검증된 기술과 잘 확립된 공학적 관행 사용.
6. 산불 예방, 폐기물 활용 등과 같은 부가 혜택을 제공하며, 현재 전 세계적으로 확장 가능.

CO₂ 포집

CO₂는 나무가 **광합성**이라는 자연 과정을 통해 포집한다. 모든 생목(raw wood)은 높은 탄소 효율(>90%)로 매립된다.

CO₂ 저장

높은 내구성(1000년 이상)은 굵은 목질 바이오매스(CWB)를 지표면에서 수 미터 아래의 무산소 환경에 매립하여 달성된다. 이 환경은 식생, 토양 및 분해자를 포함하는 **활성 생물권**(대개 토양 표층 1미터에 국한)으로부터 격리되어 있다. Carbon Lockdown의 특허 출원 중인 WV 설계는 **산소 고갈 환경**을 보장하여 목재 분해를 방지하고 탄소의 '재화석화(re-fossilization)'를 촉진한다.

부가 효과 및 제품

지역 토양으로 다량의 바이오매스를 되돌려주며, 이는 매립된 목재의 양에 추가적으로 제공된다. 이를 통해 광산 복구 토양이 수십 년이 아닌 몇 년 내에 재생될 수 있다.

리더십 팀

열대 국가에서 오랜 기간 생물학적 연구를 이끌었으며, 대규모 농업 및 생태 프로젝트를 다수 수행한 경험 보유.

디에고 가리도 diego@kultiva.bio

#32. 바이오카본(BIOCARBON)

개요

기업명	바이오카본	본사 위치	호주 시드니
설립연도	2013년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	고급소재, 바이오차, 에너지, 식품/사료, 토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	대기&광물 - 기타 방법 토양 - 바이오매스의 열전환 / CO2 포집 및 저장을 통한 바이오매스의 에너지 변환 / 건축환경에서 바이오매스 격리 / 농업 및 초원 CDR		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시리즈 C
자본 조달 목표 금액	\$7,000,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 정부
자본 조달 유형	프로젝트 자본, 정부지원		

회사 소개

우리는 폐 바이오매스(예: 목재칩)를 사용하여 95% 탄소를 포함한 고품질 바이오차를 생산한다. 이후, 이 바이오차를 결합제와 혼합하여 **BioCarbon 벽돌**을 만든다. BioCarbon 벽돌은 두 개의 개별 전기로(Electric Arc Furnaces)에서 코크스를 100% 대체하는 환원제로 사용되었다. 이를 통해 **3000톤 이상의 강철**이 BioCarbon 벽돌로 대체한 코크스를 사용하여 생산되었다. 바이오차 탄소는 또한 토양에 격리되어 작물 수확량을 향상시킬 수도 있다.

핵심 혁신

현재 사용 중인 열분해 기계는 더러운 가스 배출, 비싼 유지보수 및 운영 비용, 낮은 탄소 함량 및 높은 재함량의 바이오차와 같은 문제를 가지고 있다. BioCarbon은 다음과 같은 독창적이고 특허받은 열분해 기계를 통해 이러한 문제를 해결했다: 1) 고품질 바이오차, 낮은 타르 함량의 목초액(Pyroligneous acid), 2) 배출량이 0.5% 미만인 깨끗한 합성가스(syngas) 생산. 또한, BioCarbon은 바이오차를 강철 생산용 '충전 탄소(charge carbon)'로 변환할 수 있는 결합제 공식을 개발했다.

CO2 포집

조림된 나무는 대기에서 CO2를 흡수하며, 탄소는 목재칩에 저장된다. 열분해는 산소가 없는 상태에서 목재칩을 연소시켜 **탄소를 고체 상태로 보존**한다. 바이오차를 강철 생산용 BioCarbon 벽돌로 전환하면, 강철 생산에 사용될 석탄 대신 탄소가 저장된다. 또는, 바이오차를 농업용 토양에 첨가하여 **수백 년간 안정적으로 탄소를 저장**하고 수확량을 향상시킬 수 있다.

CO2 저장

강철 생산에 석탄 사용을 회피함으로써, 강철 생산 과정에서 생성된 CO2는 나무에 의해 재흡수되며, CO2를 재생 가능한 생애 주기로 전환한다. Hydrogen과 Oxygen-to-Carbon 비율이 낮은 바이오차는 토양에서 100년 이상 지속 가능하다는 보수적인 연구 결과가 있다. BioCarbon의 바이오차는 **95% 탄소와 2-3%의 재함량**을 포함하며, 기존 연구에서 사용된 바이오차보다 우수하다.

부가 효과 및 제품

BioCarbon은 또한 농업에서 합성 비료와 살충제 의존도를 줄이는 데 사용되는 '타르 함량이 낮은 목초액(Pyroligneous Acid, PA)'을 생산한다. PA는 식물 건강과 성장에 중요한 **토양 미생물의 양과 다양성**을 증가시키는 것으로 입증되었다. 상업적 규모에서 생성된 합성가스(syngas)는 **터빈을 통해 청정 재생 에너지를** 지역에서 사용할 수 있도록 생산할 예정이다.

리더십 팀

- 공동 창립자 **Chad Sheppeard**(해양 기계공)와 **John Mellowes**(엔지니어)는 10년 이상 열분해를 연구하며 상용화의 주요 장벽을 해결했다. 기존의 기준을 도전하는 자세는 깨끗하고 효율적이며 실현 가능한 혁신 기술 개발로 이어졌다.
- **Mark Wilcox**는 Active Tree Services를 설립하여 현재 800명 이상을 고용하고 있다. 그는 뉴사우스웨일스(NSW)에서 Ernst and Young 서비스 산업 부문 **올해의 기업가**로 선정되었다.

채드 셰퍼드 chad@biocarbon.com.au

#33. 바이오차 나우(BIOCHAR NOW)

개요

기업명	바이오차 나우(Biochar Now)	본사 위치	미국 캘리포니아 러블랜드
설립연도	2011년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	9	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	바이오차	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환		

조달 활동 세부사항

사업 단계	성장단계	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 소개

우리는 지난 12년 동안 주요 기업 및 다양한 정부 기관과 함께 고품질 바이오차를 생산하고 테스트해왔다. 이 과정에서 수십억 달러 규모의 판매 파이프라인을 구축했으며, 생산 요구를 충족하기 위해 확장 중이다. 우리의 생애주기평가(LCA)에 따르면, **바이오차 1톤을 생산할 때마다 3.2톤의 CO₂eq를 격리한다**. 현재 판매 파이프라인을 서비스하며 수백만 톤의 CO₂eq를 격리할 예정이다.

핵심 혁신

우리는 생산 기술과 바이오차 관련 17개의 특허를 보유하고 있다. 우리의 제품은 **최적의 전환 조건에서 8시간 이상 노출되며, 이는 경쟁업체가 몇 분 내에 처리하는 것과 차별화된다**. 이러한 공정을 통해 특허받은 바이오차는 독특한 특성을 가지며, 이는 기존의 산업 공정에서 **수익성 있는 대규모 상용화가 가능하다**.

CO₂ 포집

우리가 생산하는 **고품질 바이오차 1톤당 3.2톤의 CO₂eq를 격리한다**는 LCA 데이터가 있다. 이 데이터는 폐목재 원료의 운송, 전환 과정에서 발생하는 배출 등을 모두 고려한 것이다.

CO₂ 저장

우리의 바이오차는 가치 사슬의 마지막 단계에서 결국 **토양에 저장된다**. 태평양 북서부 연구소(Pacific Northwest Lab)의 데이터에 따르면, 우리 바이오차 탄소는 **토양에서 반감기가 약 17,000년**으로 추정된다.

부가 효과 및 제품

우리의 솔루션은 독립적인 사업으로도 수익성이 뛰어나며, **대기에서 탄소를 제거하는 부가 효과**를 제공한다. 테스트 및 검증된 다양한 애플리케이션에서 **바이오차가 유일한 솔루션**으로 40억 달러 이상의 판매 파이프라인을 보유하고 있다. 새로운 생산 장비를 계속 구축하고 상업적 가치가 없는 폐목재를 매립지와 숲에서 제거함으로써 **수백 개의 새로운 일자리를 창출한다**.

리더십 팀

우리는 현재 바이오차 업계에서 선구자로 평가받고 있다. **17개의 특허**를 보유한 독특한 생산 기술을 개발하고 상용화했으며, 이 기술은 독특한 특성을 가진 바이오차를 생산한다. 예를 들어, 우리의 바이오차는 **양전하와**

음전하를 모두 가지는 유일한 바이오차로, 다른 바이오차가 격리할 수 없는 분자를 결합할 수 있다. 이러한 특성은 대규모 복원 및 산업 애플리케이션에서 **상업적으로 매우 높은 가치를 입증했다.**

제임스 가스파드 james.gaspard@biocharnow.com

#34. 바이오경제연구소(BIOECONOMY INSTITUTE CARBON REMOVAL TEAM)

개요

기업명	아이오와주립대학교 바이오경제연구소 Stine Seed Company & Rise Energy, LLC	본사 위치	미국 아이오와 에임스
설립연도	2021년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	바이오차, 건축자재, 액체연료	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 소개

아이오와 주립대학교(Iowa State University, ISU)는 공립 랜드 그랜트 대학으로, "매우 높은 연구활동"을 나타내는 Carnegie R1 기관으로 지정되어 있다. Bioeconomy Institute(BEI)는 2007년 ISU에서 설립되었으며, 저탄소 및 탄소 네거티브 연료, 에너지, 화학 물질, 재료 생산에 바이오재생 가능 자원을 활용하는 데 중점을 둔다. 우리의 XPRIZE 신청서에 사용된 자열 열분해(autothermal pyrolysis) 공정을 통한 공정 집약화 개념은 지난 8년 동안 BEI에서 고안 및 개발되었다.

핵심 혁신

자열 열분해를 통한 바이오차 생산의 장점(Polin et al., Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 143, 104679, 2019): 1) 열분해에 필요한 외부 에너지를 제거하며, 이는 일반적으로 화석 연료에서 공급됨; 2) 열분해 장치 설계와 운영을 단순화하며, 보조 열전달 장비를 제거; 3) 열분해를 집약화하여 바이오매스 처리량을 크게 증가시킴. 파일럿 플랜트의 경우, 기존 공정에서 자열 공정으로 전환함으로써 처리량이 **3배** 증가했다.

CO2 포집

우리는 **광합성**의 자연적 힘을 이용하여 대기 중 탄소를 식물 재료로 고정한다. 이 재료를 열분해하여 **바이오차**와 **바이오오일**을 생산한다. 바이오차는 탄소 제거제이자 토양 개량제로 농지에 활용되며, 바이오오일은 바이오 아스팔트로 업그레이드되어, 탄소 가격이 없어도 전체 공정을 수익성 있게 만든다. 프로젝트 원료로는 '옥수수 짚(corn stover)'을 사용하며, 이는 널리 사용 가능하지만 활용도가 낮은 농작물 잔여물이다.

CO2 저장

우리는 옥수수 짚의 자열 열분해를 통해 생산된 바이오차 형태로 연간 최대 **4500톤의 CO2eq**를 영구적으로 격리할 것이다. 바이오차는 농지에 투입되어 토양 비옥도를 높이는 동시에 탄소를 영구적으로 저장한다. 현재까지의 연구 결과에 따르면, 최소 **85%의 탄소가 100년 후에도 토양에 남아 있다.**

부가 효과 및 제품

우리 시스템은 바이오차 외에도 **바이오오일**이라는 부가 제품을 생산한다. 바이오오일은 에너지와 탄소 함량이

풍부한 유기 액체로, **재생 디젤 및 지속 가능 항공 연료**와 같은 드롭인(drop-in) 바이오연료 생산에 활용될 수 있다. 또한, 탄소 함량은 **바이오 아스팔트** 생산에 활용 가능하며, 이는 또 다른 탄소 제거 제품이다. 이러한 부가 가치 제품은 우리의 탄소 제거 공정을 대부분의 다른 기술보다 더 수익성 있게 만든다.

리더십 팀

Dr. Robert C. Brown은 열분해 및 바이오차 분야에서 국제적으로 유명한 전문가로, 팀 리더를 맡고 있다. 그는 아이오와 주립대학교 **Bioeconomy Institute**의 공동 디렉터로, 바이오에너지, 바이오연료, 탄소 제거 분야에서 다학제 팀을 이끌고 있다. 그는 최근 28개의 특허와 300개의 과학 출판물로 **National Academy of Inventors**의 회원으로 선출되었다. 팀의 대부분의 구성원은 10년 이상 협력해온 동료들이다.

로버트 C. 브라운 rcbrown3@iastate.edu

#35. 바이오소라(BIOSORRA)

개요

기업명	바이오소라	본사 위치	케냐 나이로비
설립연도	2021년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	8	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	바이오차, 에너지	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환 / CO2 포집 및 저장을 통한 바이오매스의 에너지 변환 / 농업 및 초원 CDR		

조달 활동 세부사항

사업 단계	성장단계	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	\$4,700,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 자선활동
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 자선기금		

회사 소개

BIOSORRA는 아프리카의 여성이 주도하는 기후 정의 회사로, 기후 정의와 농업 회복력 문제를 해결하는 것을 사명으로 하고 있다. 특허받은 기술을 활용하여 바이오차와 바이오오일 탄소 제거 및 청정 에너지를 제공하며, 이를 통해 자체 운영을 지속 가능하게 유지한다. BIOSORRA의 독특한 공존형 에코빌리지 스테이션은 기존 식품 생산자와의 협력 하에 운영되며, 일정한 바이오매스 처리(탈곡 과정 등)를 통해 탄소 인세팅 루프를 닫고, 비용, CO2, 물류를 크게 줄인다. 이를 통해 매년 68개 스테이션을 통해 1MT CO2e를 달성한다.

핵심 혁신

BIOSORRA는 50년 이상의 엔지니어링, 지속 가능성, 과학, 비즈니스 및 농업 분야 경험을 가진 최고 수준의 전문가 그룹으로 구성되어 있다. 팀의 회복력은 그들이 XPRIZE 학생 상금 \$25만과 MIT Solve 상금 \$2.5만만으로 아프리카 최고의 바이오차 생산자가 되었다는 점에서 증명되었다. BIOSORRA는 특허받은 고급 기술과 R&D를 통해 바이오차 안정성을 제어하고, 아프리카 환경에 맞춘 인프라를 설계하며, 일자리 창출을 장려하고, 더 높은 탄소 제거 전환을 위해 전략적으로 바이오매스를 선택한다.

CO2 포집

BIOSORRA의 파이로리액터는 식품 생산 에코빌리지 스테이션에서 발생하는 폐기물을 바이오차, 바이오오일, 바이오에너지, 탄소 제거 크레딧으로 전환한다. 파이로 공정은 광합성으로부터 바이오매스에 저장된 CO2를 고온(500~700°C) 환경에서 산소 없이 가열하여 안정적이고 생물학적 분해에 저항하는 탄소 구조(81% 탄소 함량)를 형성한다. 이러한 구조는 생태계에서 오랜 기간 지속되며 장기적인 탄소 저장을 가능하게 한다.

CO2 저장

BIOSORRA의 바이오차 탄소 제거(BCR)는 바이오차를 토양이나 건축 자재와 같은 안정적인 매트릭스에 삽입함으로써 CO2를 안전하게 저장한다. 저장의 내구성은 바이오차의 품질과 사용 방식에 따라 달라지며, 이는 수소 대 탄소 비율(H:C), 산소 대 탄소 비율(O:C)에 의해 영향을 받는다. Puro.Earth 기준에 따르면, 1000년 이상의 내구성을 위해 O:C 비율이 0.20 이하가 최적이다. BIOSORRA의 Eurofins 실험실 테스트 및 EBC 인증 바이오차는 O:C 비율이 0.34로, 장기적인 탄소 저장을 보장한다.

부가 효과 및 제품

BIOSORRA의 에코빌리지 스테이션은 **사회적, 기후적, 경제적 혜택**을 제공한다. 현재 27명의 BIOSORRER와 100명의 **농부 챔피언 에이전트**가 있다. 2000명의 농부가 #biocharbora를 사용해 **27% 식량 증산 및 30% 투입비 절감**을 달성했다. 모든 BIOSORRER는 주식 옵션을 보유하며, 공동 창업자에서부터 바이오매스 로더, 청소부까지 모두 포함된다. 예를 들어, 공동 창업자인 이네스는 학자금 대출을 상환하는 것을 목표로 하고, 운영 관리자 나오미는 자녀를 대학에 보내고자 하며, 청소부 오드리는 트랙터를 구입하고자 한다.

리더십 팀

- **CEO:** 이네스 - Deloitte 및 McKinsey의 에너지 컨설팅.
- **CFO:** 카를라 - GrupoBimbo의 금융 리스크 관리 및 Bank of America의 투자은행 경험.
- **기술:** Dr. Anil - 인도공과대학(IIT)에서 바이오매스 열분해 박사 학위.
- **R&D:** 이사벨라 - 코넬 대학교 식물 과학 학사 및 Johannes Lehmann 사사.
- **농업 책임자:** 퓨리티 - Chuka 대학교 농업경영학 학사.
- **탄소 크레딧 전문가:** 자스민 리우 - Deloitte 컨설팅 및 하버드 경제학 학사.
- **사업 개발:** 페르난도 - DeutscheBank 투자은행 및 나바라 대학교 경제학 학사.

이네스 세라 보셀스 ines@biosorra.com

#36. 블루스카이(BLUSKY)

개요

기업명	Bluski Inc. (사업명: BluSky)	본사 위치	미국 코네티컷
설립연도	2021년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	바이오차, 건축자재, 에너지, 토양/토양첨가제, 기타	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환 / 바이오매스의 생물학적 전환 / CO2 포집 및 저장을 통한 바이오매스의 에너지 전환 / 농업 및 초원 CDR 광물 - 광산 또는 산업폐기물의 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	기타
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 소개

BluSky는 기가톤 규모의 탄소 제거(CDR)를 선도하고 기후 기술을 발전시키기 위해 설립되었다. 회사는 열분해, 바이오에너지 및 탄소 광물화를 결합한 하이브리드 탄소 제거 시스템을 설계하였다. 이 시스템은 효율적이고 저비용이며 복제 가능한 방식으로 설계되어 인간 사회의 신속한 탈탄소화를 목표로 한다. 이 하이브리드 접근법은 대기 중 이산화탄소를 제거할 뿐만 아니라, 다양한 산업의 온실가스 배출을 줄이고 여러 폐기물 흐름을 제거하며, 기저부하 재생 가능 에너지를 생산한다.

핵심 혁신

BluSky의 기술은 첨단 열분해, 바이오에너지 및 탄소 광물화를 결합하여 바이오매스 투입 단위당 제거되는 탄소를 극대화한다. 여러 시스템을 통합함으로써 개별 경로의 한계를 극복하며, 주요 설계 선택과 전략적 파트너십을 통해 자본 효율성을 극대화하고, 잉여 재생 가능 에너지를 생산할 수 있는 능력을 보여준다. 시스템의 모든 구성 요소는 모듈형으로 설계되어 대량 생산이 가능하며, 이를 통해 기가톤 규모의 확장을 목표로 한다.

CO2 포집

BluSky는 폐목재의 열분해를 통해 바이오차, 바이오크루드 오일, 합성가스를 생산하며 이산화탄소를 포집한다. 합성가스는 현장에서 연소되어 바이오매스 건조 및 열분해를 위한 열에너지를 제공하고, 잉여 합성가스는 시설 운영을 위한 전력을 생산하는 데 사용된다. 배기가스에서 CO2는 아민 용매를 사용하여 포장 흡수 컬럼에서 포집된다.

CO2 저장

BluSky의 열분해 및 바이오에너지 공정은 바이오차, 바이오크루드 오일, 배기가스를 생성한다. 바이오차는 토양 개량제로 사용되어 고형 탄소를 격리하며, 바이오크루드 오일은 지하에 주입되어 지질학적 시간 단위로 탄소를 격리한다. 시연 규모에서는 아민 용매가 포집한 CO2가 페코크리트의 산화칼슘과 반응하여 안정적인 칼슘 탄산염을 형성한다. 메가톤 규모에서는 이 CO2를 용매에서 열적으로 제거한 후 압축하여 지하에 영구적으로 저장한다.

부가 효과 및 제품

BluSky는 탄소 제거를 넘어 세 가지 주요 환경 문제를 해결한다. 열분해는 공기 오염이나 매립 가스 배출을 유발할 수 있는 유기 폐기물을 제거하며, 바이오차는 농업 탈탄소화를 지원하여 농지를 복원하고 합성 비료 사용을 줄이며 작물 수확량을 증가시킨다. 또한, 비간헐적 바이오전기 생산을 통해 그리드 안정성을 개선하고 재생 가능 에너지를 확장한다.

리더십 팀

- CEO 윌 헤서트(Will Hessert): 응용 물리학 배경을 가지고 있으며, 수백만 달러 규모의 회사를 성공적으로 운영한 경험 보유.
- 최고 화학 엔지니어 하산 칸(Hassan Khan): 그린 수소, 합성 연료 및 탄소 광물화 분야의 경험 보유.
- 최고 고객 책임자(CCO) 그레고리 파키엘라(Gregory Pakiela): 포춘 500대 기업 고객 확보에서 12년 이상의 경험.
- COO 카리사 찬들러(Carissa Chandler): 200명 이상의 직원이 있는 정부 계약 건설 회사 운영 관리 경험.
- 최고 프로젝트 관리자 스티븐 찬들러(Stephen Chandler): 40년 이상의 건설 관리 경험.

윌리엄 헤서트

william.hessert@blusky.io

#37. 카바(CARBA)

개요

기업명	카바(Carba)	본사 위치	미국 메니소타 미니애폴리스
설립연도	2021년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	고급소재, 바이오차, 건축재료, 기타	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환 / 생물학적 직접 매장 / 기타 방법		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	\$6,000,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 엔젤, 개인자산, 자선활동, 정부, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 기업부채, 자선기금, 전환사채, 프로젝트 부채		

회사 소개

Carba는 고체 탄소를 지하 및 재료에 다시 저장하는 기술을 개발하였다. 이 기술은 미네소타 대학교 화학공학 교수인 Paul Dauenhauer와 UC 버클리 박사 Andrew Jones에 의해 개발되었으며, 현재 가장 효율적(70kWh/tCO₂e 미만)이고 확장 가능(\$100/tCO₂e 미만)한 영구적인 이산화탄소 제거 솔루션으로 평가받고 있다. 이들은 식물 폐기물을 재배열된 고체 탄소가 없는 구덩이에 매립해 수천 년 동안 분해 메커니즘으로부터 보호받을 수 있는 과정을 개발했다.

핵심 혁신

Carba의 차별점은 저비용, 이동 가능한 고수율 반응기와 혁신적인 무산소 매립 방법에 있다. 창립자들은 열분해 및 반응기 설계 분야에서 40년 이상의 경험을 바탕으로 세계에서 가장 효율적인 열분해 반응기를 설계했다. 이 반응기는 60-80%의 탄소 수율을 자랑하며(기존의 30-50% 대비), 에너지 소비량이 낮고(70kWh/tCO₂e 미만), 공급 원료의 전처리가 거의 필요하지 않으며 이동 가능하다. 또한, Carba는 높은 연속성과 낮은 위험성을 유지하는 매립 방법에 대한 지적 재산(IP)을 보유하고 있다.

CO₂ 포집

Carba는 BiCRS(Biomass Carbon Removal and Storage)라는 혁신적인 방법론을 개발하여, 바이오매스 폐기물을 수집하고 열분해한 후 무산소 환경의 지하 방에 매립한다. 이는 3억 년 전 석탄 형성 과정과 유사하다. 식물은 광합성과 태양 에너지를 통해 대기 중 이산화탄소를 제거하며, 매년 약 1천억 톤의 CO₂를 흡수한다. Carba는 이러한 식물 폐기물을 수집해 연소나 분해를 방지하고 숲으로 전환해 지하에 매립한다.

CO₂ 저장

CO₂는 식물 내 리그닌, 셀룰로스, 헤미셀룰로스로 전환된다. Carba는 식물 재료를 열분해하여 이 탄소 원자를 숲(석탄과 유사한 고도로 방향족화된 탄소 구조)으로 전환한다. 이후 숲을 무산소 구덩이에 매립하여 광산화, 오존, 미생물/곰팡이 공격, 동결/해빙 주기, 기계적 마모, 급진적 산화, 유출 및 침투와 같은 숲의 주요 분해 경로를 제거한다. 이 숲은 이러한 환경에서 수천 년에서 수백만 년 동안 안정적으로 유지된다.

부가 효과 및 제품

생산된 숲은 다공성과 비극성 구조로 인해 필터 및 흡착제 역할을 한다. 매립지에서 숲은 영구 화학물질을

포함한 독소를 제거하고, 악취를 줄이며, 메탄 생성 감소를 돕는다. 또한, 버려진 광산과 구덩이에서는 토지를 복원하고 지하수를 정화하는 데 기여한다.

리더십 팀

- **Prof. Paul Dauenhauer:** 미네소타 대학교 트윈시티 캠퍼스의 화학공학 교수이자 맥아더 펠로우로, DOE EFRC 센터 운영중
- **Dr. Andrew Jones:** UC 버클리 출신으로, 닐 암스트롱 상 수상자이며 성공적인 연쇄 창업가이다.
- **Nick Halla:** 임파서블 푸드의 창립 팀 멤버로 Carba의 창립 자문 역할을 수행하고 있다.
- **Linda Hofflander:** 삼성, Skykit, Agosto와 같은 대기업 및 중소기업에서 고위 전략 리더십을 맡았던 경험을 보유하고 있다.

앤드류 존스 andrew@carba.com

#38. 카본 컬처(CARBON CULTURE)

개요

기업명	카본 컬처(Carbon Culture Oy)	본사 위치	핀란드 헬싱키
설립연도	2016년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	바이오차, 건축자재, 에너지, 토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환 / CO2 포집 및 저장을 통해 바이오매스의 에너지 변환 / 건축환경에서 바이오매스 격리		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$20,000,000 ~ \$50,000,000	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 소개

Carbo Culture는 특허받은 Carbolysis™ 반응기를 사용해 폐 바이오매스를 안정적인 바이오차로 전환하여 탄소를 수 세기 동안 안전하게 저장하고, 동시에 재생 가능 에너지를 생성한다. Carbolysis는 전통적인 열분해 기술에서 흔히 발생하는 열 및 물질 전달 문제를 극복함으로써 더 효율적인 바이오차 생산의 진화를 나타낸다. 또한, Carbo Culture는 농업 및 건축 환경에서 바이오차 제품의 최종 활용 응용 기술을 적극 개발하고 있다.

핵심 혁신

Carbo Culture는 기존의 열분해 기술 및 바이오차의 잠재력 실현을 방해했던 문제를 극복하기 위해 독자적인 Carbolysis 공정을 개발했다. Carbolysis는 매우 높은 온도에서 바이오차를 생산하며, 독성 바이오 오일 없이 화석 연료를 대체할 수 있는 에너지를 생성하는 가스를 만들어낸다. 이 공정은 발열 반응으로, 원래 바이오매스 탄소의 약 50%를 수천 년 동안 안정적으로 저장하며, 원래 바이오매스 에너지의 약 50%를 방출한다.

CO2 포집

Carbo Culture는 다른 바이오차 및 BiCR(바이오매스 탄소 제거) 경로와 마찬가지로, 광합성을 통해 CO2를 바이오매스 형태로 포집한 후 이를 Carbolysis 공정을 통해 내구성 있는 탄소로 전환한다.

CO2 저장

Carbolysis 공정은 기존 열분해 기술에 비해 훨씬 높은 온도에서 작동한다. 이로 인해 생성된 고온 바이오차는 특히 분해 저항성이 강하며, 그 내구성은 수천 년에서 수백만 년에 이를 것으로 평가된다.

부가 효과 및 제품

Carbolysis 공정의 주요 부가 효과는 액체 및 타르가 없는 합성가스 형태로 상당량의 에너지를 생성한다는 점이다. 생성된 합성가스는 일반적으로 원래 바이오매스 에너지의 약 50%를 포함한다. Carbo Culture는 이 가스를 분리 및 업그레이드하는 기술을 추가로 개발 중이다. Carbolysis의 발열적 특성은 많은 CDR(탄소 제거) 기술의 주요 단점을 제거한다.

리더십 팀

- **Henrietta Moon:** 2016년 Carbo Culture 공동 창립자로, 2013년 싱글래리티 대학에서 처음 아이디어를 구상했다.
- **Christopher Carstens:** 2016년 공동 창립자이며, 회사 설립 초기부터 기술 및 비전 실현에 집중했다. Carbo Culture는 어려운 환경 속에서도 최근 시리즈 A 자금을 성공적으로 조달했으며, 창립 10년이 넘는 동안 초기 사명과 기술에서 벗어나지 않고 꾸준히 발전하고 있다.

크리스토퍼 카르스텐스 chris@carboculture.com

#39. 카본4클라이밋(CARBON4CLIMATE)

개요

기업명	타이탄 청정에너지 프로젝트공사	본사 위치	캐나다 크릭
설립연도	2006년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	9	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	고급소재, 바이오차, 건축소재, 소비재, 산업화학물질, 에너지, 액체연료, 고분자, 토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	\$10,000,000	수익 범위	\$1,000,000 ~ \$5,000,000
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 사모펀드, 자선활동, 정부
자본 조달 유형	기업자본, 정부지원, 자선기금		

회사 소개

Titan은 캐나다 사스카추완주 크레이크(Craik)에 위치한 바이오매스 폐기물 전환 시설을 소유하고 운영하는 프로젝트 및 기술 개발 회사이다. Titan의 자열적 느린 열분해 기술(autothermal slow pyrolysis)을 활용하여 바이오매스 폐기물을 안정화된 탄소 및 환경 친화적인 제품(활성탄 및 바이오 오일 포함)으로 전환한다. 이 기술은 폐 바이오매스 1톤당 약 3톤의 이산화탄소를 격리한다.

핵심 혁신

Titan의 핵심 기술은 완전히 독립적인 오프그리드 방식으로 1년 365일 폐 바이오매스를 활용해 자열적(autothermal)으로 운영할 수 있다. 이 솔루션은 저비용 생산, 낮은 환경적 영향을 지니며, 지속 가능한 응용 분야를 위한 고급 탄소 소재를 제조하여 긍정적인 현금 흐름을 창출한다. Titan은 공정 에너지 100%를 폐 바이오매스에서 공급받아 전 세계적으로 이동 가능한 기술을 제공할 수 있는 유일한 회사이다.

CO2 포집

CO2는 열분해 탄소 포집(pyrogenic carbon capture)을 통해 포집된다. 도시 폐목재(건축 자재, 전봇대, 철도 침목) 및 농업 폐기물(아마, 삼, 카놀라, 귀리 껍질 등 비식용 잔여물)을 산소가 없는 환경에서 가열하면 폐기물에서 바이오카본(바이오차)과 바이오 오일이 생성된다. 식물과 나무가 성장하는 동안 광합성을 통해 대기 중에서 제거된 탄소는 열을 통해 열 안정화된다.

CO2 격리

약 50% 탄소를 함유한 폐 바이오매스는 열분해 과정에서 생성된 합성가스를 사용하여 650°C의 산소가 없는 환경에서 가열된다. 바이오카본은 바이오 오일을 결합제로 사용하여 펠릿화된 후 850°C에서 가열되어 탄소 농도가 90% 이상인 매우 내구성이 높은 안정화된 펠릿이 된다. 이 탄소는 수질 정화 또는 지속 가능한 농업에 사용되며 지상 또는 지하에 저장될 수도 있다.

부가 효과 및 제품

(폐기물 감소) 이 기술은 폐기물이 매립되거나 바이오매스가 연소되는 것을 방지하여 공기 오염, 온실가스 배출, 수질 영향을 줄일 수 있다. (유용한 제품) 수질 및 폐수 정화를 위한 바이오카본 펠릿, 동물 영양제,

토양 개선제로서의 지속 가능한 농업 제품을 포함한다. (재생 가능 에너지 생산) 공정에서 발생하는 폐열은 화석 연료를 대체하는 데 사용될 수 있다.

리더십 팀

- **Jamie Bakos:** 청정 기술 전문 엔지니어로, 25년 이상 캐나다 및 국제적으로 청정 기술 프로젝트를 이끌어왔다.
- **Michele Kiss:** 미국과 캐나다에서 프로젝트 관리, 마케팅 및 행정 분야에서 오랜 경력을 보유하고 있다.
- **Maurice Tuchelt:** 여러 특허를 보유하고 있으며 열화학, 전기, 광학, 기계 로봇 및 소프트웨어 시스템을 구축한 경험이 있다.
- **Dr. Acharya:** 사스카추완 농업부 생물공정공학 석좌교수로 활동 중이다.

제이미 바코스

jbakos@titan-projects.com

#40. 카본스타 시스템즈(CARBONSTAR SYSTEMS)

개요

기업명	NA	본사 위치	미국 매사추세츠 이스트햄튼
설립연도	2018년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	바이오차, 건축자재, 에너지, 식품/사료, 산업가스&순수 CO2, 액체연료, 토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환 / CO2 포집 및 저장을 통한 바이오매스의 에너지 변환 / 농업 및 초원 CDR		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 소개

CarbonStar Systems Inc.는 탄소 제거 시스템(CDR systems)을 설계, 생산, 운영, 제조 및 판매하는 것을 목적으로 설립된 매사추세츠 주 내의 공익 법인(Benefit Corporation, B Corp)이다. 이 회사는 특허받은 촉매 진공 열분해 공정을 통해 바이오매스 또는 폐기물 스트림을 탄소 음성 바이오차, 탄소 중립 또는 음성 바이오 오일 세 가지 유형, 고열량 탄소 중립 바이오가스 및 목초액으로 전환하며, 대기 중에서 상당량의 CO2를 격리한다.

핵심 혁신

이 회사의 특허받은 이동식 시스템과 컴퓨터화된 공정은 초기 생애주기평가(LCA) 결과 탄소 배출량보다 550% 더 많은 CO2를 격리하며 탄소 음성 효과를 발휘한다. 모든 바이오매스의 휘발성 물질을 진공 상태에서 기화한 후 이를 응축해 탄소 음성/중립 바이오 오일 및 바이오가스를 생성하며, 이들 배출물을 압축하여 시스템 배출량을 완전히 제거할 수 있다. 체류 시간, 온도 및 진공 수준의 컴퓨터 제어는 필드 시험에서 대규모 생산으로 전환할 때 반복 가능한 바이오차 특성화를 가능하게 한다. 또한 이 시스템은 열과 온수를 생산한다.

CO2 포집

바이오매스는 진공 챔버에서 열에 노출되어 바이오차가 생성된다. 진공 챔버에서 생성된 증기는 추가로 분별 응축되어 세 가지 유형의 액체 바이오 오일, 바이오가스 및 목초액을 생산한다.

CO2 격리

바이오차는 토양, 콘크리트, 아스팔트에 첨가하거나 건축 자재로 사용되어 장기적인 탄소 격리를 가능하게 한다. 연구에 따르면 이러한 격리는 1,000년 이상 지속 가능하다. 바이오 오일은 아스팔트 도로에 사용되거나 장기 격리를 위해 매립될 수 있다. 바이오가스는 콘크리트 챔버에 압축 저장되거나 CO2 저장에 사용되는 것과 유사하게 광산이나 고갈된 유정에 펌핑될 수 있다.

부가 효과 및 제품

해조류를 바이오매스로 사용하여 대기뿐 아니라 바다로부터도 CO2를 격리할 수 있다. 바이오 오일은 추가로 정제되어 지속 가능한 항공 연료를 포함한 다양한 유용한 바이오 프랙션을 생산할 수 있다.

리더십 팀

CarbonStar 공정을 설계한 독립 발명가는 이후 엔지니어들을 고용하여 시스템 및 공정 흐름도를 설계하고, 전기 계약자, 기계 공학 회사 및 기타 독립 계약자를 고용해 시스템의 구성 요소를 제작 및 조립했다. 발명가는 직접 수행하지 않은 일부 작업을 제외하고 시스템 개발 전반을 주도하였다.

마이클 가르지안 mg@carbonstar.systems

#41. 참 인더스트리얼(CHARM INDUSTRIAL)

개요

기업명	Charm Industrial	본사 위치	미국 캘리포니아 샌프란시스코
설립연도	2018년	직원 수	51~100
TRL(기술성숙도)	8	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	기타	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토지 - 바이오매스의 생물학적 전환 / 농업 및 초원 CDR / 기타 방식		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	시리즈 B
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$1,000,000 ~ \$5,000,000
자본 조달 완료 금액	\$100,000,000 초과	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 소개

Charm Industrial은 옥수수 줄기와 산림 잔재로 만든 탄소 함유 바이오 오일을 지하로 되돌려 대기에서 탄소를 영구적으로 제거한다.

핵심 혁신

Charm은 자연 기반 솔루션의 저비용 특성과 엔지니어링 접근법의 높은 영구성 및 측정 가능성을 결합한다. 모듈형으로 제작된 열분해 장치는 반복적인 제조를 통해 Charm이 신속하게 개선하고 확장하며 비용을 절감할 수 있도록 한다. 이는 대규모 중앙집중식 탄소 제거 프로젝트보다 비용 절감 목표 달성 시점을 앞당긴다. 영구적인 탄소 격리는 널리 사용 가능한 기존의 방치된 유정에 수행되어 장기 비용을 줄인다.

CO2 포집

식물은 광합성을 통해 자연적으로 CO2를 포집하지만, 분해되거나 연소되면 탄소를 방출한다. Charm은 기존에 탄소를 방출했을 바이오매스를 빠른 열분해를 통해 바이오 오일로 전환한다. 이 과정은 바이오매스를 저산소 환경에서 가열하여 수행된다.

CO2 격리

바이오 오일은 EPA 및 주 규제를 받는 기존 주입 유정 네트워크를 통해 지질 저장소에 주입된다. 바이오 오일은 지하로 펌핑되어 영구적으로 탄소를 저장하며, 10,000년 이상 동안 안정적으로 유지된다. 바이오 오일은 다른 지하 액체보다 무거워 가라앉으며, 시간이 지나면서 고체로 변한다. 이러한 특성은 탄소의 영구적인 격리를 보장한다.

부가 효과 및 제품

Charm은 산림 바이오매스를 처리함으로써 산불 및 대기 오염을 줄이고 농업 및 농촌 지역사회에 새로운 일자리를 창출하며, 누출되거나 방치된 유정을 바이오 오일 주입 용도로 활용한다. Charm은 바이오차를 토양 개량제로 반환하여 입력된 바이오매스 톤당 활용된 탄소 총량을 극대화한다. 추가적으로, 화석 연료를 사용하지 않는 철강 생산은 경제적 이익을 창출하고 기존에 환경적으로 불리한 지역의 대기질 문제를 감소시킨다.

리더십 팀

- **Peter Reinhardt:** 공동 창립자 겸 CEO. 이전에는 Segment의 공동 창립자 겸 CEO로, 회사를 연간 2억 5천만 달러의 매출과 600명의 직원 규모로 성장시킨 후 2020년에 매각했다.
- **Katie Holligan:** 운영 책임자. Chevron에서 비전통 자원(Permian Basin) 관련 드릴링 엔지니어 및 현장 관리자 역할을 수행하다가 기후 관련 경력으로 전환했다.

해리스 콘 harris@charmindustrial.com

#42. 기후 로봇(CLIMATE ROBOTICS)

개요

기업명	Climate Robotics	본사 위치	미국 매사추세츠 이스트햄튼
설립연도	2018년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	바이오차, 건축자재, 에너지, 식품/사료, 산업용 가스/순수 CO2, 액체연료, 토양/토양 첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환 / CO2 포집 및 저장을 통한 바이오매스의 에너지 변환 / 농업 및 초원 CDR		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$20,000,000 ~ \$50,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 엔젤, 개인자본, 자선활동, 프로젝트금융, 정부, 기타
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 기업부채, 자선기금, 전환사채, 프로젝트 부채, 기타		

회사 소개

Climate Robotics는 바이오차를 활용한 대규모 농업 채택을 가능하게 하여 토양 건강을 증진하고 대기 중 과잉 탄소를 제거한다. 회사의 이동식 기술은 작물 잔여물을 현장에서 내구성 있는 바이오차로 전환하여 농부와 생태계 모두에 경제적 이점을 제공한다. Climate Robotics는 Microsoft와 같은 주요 탄소 제거 구매자에게 바이오차를 공급하는 최대 공급업체이며, 본사는 텍사스주 휴스턴에 있다.

핵심 혁신

Climate Robotics는 세계 최초의 이동식 폐기물-가치 전환 플랫폼을 개발했다. 이 이동식 기술은 농업 작물 잔여물을 현장에서, 이동 중에, 단 한 번의 작업으로 내구성 있는 바이오차로 전환할 수 있는 독창적인 기능을 제공한다. 경쟁사들이 잔여물에서 탄소를 제거하거나, 현장 가장자리에서 생산할 수 있는 기술을 개발했지만, 이 과정은 여전히 바이오매스와 생성된 제품의 수집 및 대량 운송에 높은 비용이 들고 불필요한 배출을 초래한다.

CO2 포집

식물은 대기 중 CO2를 흡수하여 성장하며 탄소를 이루어져 있다. Climate Robotics는 식물의 탄소가 단기 탄소 순환으로 돌아가는 대신, 열처리 과정을 통해 이 일시적인 탄소를 내구성과 안정성이 높은 탄소인 바이오차로 전환한다. 광범위한 농업 채택의 핵심은 현장에서 바이오차를 생산하고 이를 토양에 적용함으로써 CO2 제거 비용을 크게 절감할 수 있는 이동식 기술의 도입에 있다.

CO2 격리

Climate Robotics는 저산소 환경에서 열분해 과정을 사용하여 일시적인 식물 탄소를 내구성 있는 안정적인 탄소인 바이오차로 전환한다. 고품질 바이오차를 토양에 적용하면 대기 중 탄소를 장기적으로 격리할 수 있다.

Climate Robotics의 바이오차는 실험실 테스트를 통해 검증된 지표를 충족하며, 동료 검토된 연구에 따르면 토양에서 1,000년 이상 안정적으로 유지될 수 있다.

부가 효과 및 제품

Climate Robotics의 이동식 기술은 대기 중 CO₂를 장기적으로 내구성 있게 제거하고 저장할 뿐만 아니라, 최신 동료 검토 연구와 현장 시험에 따르면 농업 토양에 적용된 고품질 바이오차는 토양 건강을 증진시키고 농업 탈탄소화를 돕는다. 연구에 따르면 바이오차는 토양의 건강을 증진시켜 pH 개선, 영양소 유지력 향상, 수분 보유력 증대를 통해 수확량과 생산성을 높이며, 농업 온실가스 배출을 줄이는 데 기여한다.

리더십 팀

- **Jason Aramburu (CEO)**: 15년 이상 바이오차 프로젝트와 벤처 캐피털 투자 경력.
- **Morgan Williams (CSO)**: 캘리포니아대학교 버클리캠퍼스(UC Berkeley)에서 토양 과학 박사 학위, 15년 이상 바이오차 시스템 생성, 대규모 현장 시험, MRV 프로토콜 개발 경력.
- **Daniel Mulqueen (CTO)**: 기계 공학 박사 학위 보유, 바이오매스 열분해 분야에서 15년 이상 경력.
- **Larry Dodson (Engineering)**: 35년 이상 공학 팀 리드 경력, HP 및 최근 SpaceX에서 활동.
- **Matt Wilson Plasek (Carbon)**: Carbonfuture를 포함한 다수의 스타트업에서 리더십 경험 보유.

Jason Aramburu

jason@climaterobotics.com

#43. 클라이밋애드(CLIMATEADD)

개요

기업명	CarStorCon Technologies GmbH	본사 위치	독일 마리에나하페
설립연도	2022년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	8	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	바이오차, 건축자재, 에너지	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토지 - 바이오매스의 열전환 / CO2 포집 및 저장을 통한 바이오매스의 에너지 변환 / 건축환경에서 바이오매스 격리		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 소개

우리는 BCR(Biochar Carbon Removal) 기술을 활용하여 건설 산업의 탈탄소화를 목표로 하고 있다. 산업적 사용을 위해 경제적으로 실현가능하고 신속히 구현가능한 맞춤형 장기 기술솔루션을 개발하며, 건축자재(콘크리트)를 장기적인 탄소 흡수원으로 전환한다. 동시에 바이오차가 건설 산업에서 제공하는 시멘트 사용량 감소 및 최종 제품의 물성 강화와 같은 공동 이점을 활용한다.

핵심 혁신

전통적으로 바이오차는 농업에서 사료나 토양 첨가제로만 사용되었다. 그러나 시멘트 기반 건축 자재에서 바이오차는 영구적인 탄소 제거 효과를 제공할 뿐만 아니라 콘크리트의 물성을 개선한다. 건축 자재용으로는 원료에 이미 포함된 광물 성분이 "활성화"될 수 있으며, 이는 콘크리트 강화에 중요한 역할을 한다. 산업적 응용에서 바이오차를 통합하면 더 광범위한 원료 사용이 가능해지고, 전체 바이오차 산업에 추가적인 영향을 미칠 수 있다.

CO2 포집

식물은 광합성을 통해 대기 중 CO2를 생물질로 전환하여 일시적으로 CO2를 격리한다. 생물질은 사용 수명 종료 후 폐기되거나 소각되는데, 이 과정에서 일시적으로 격리되었던 CO2가 다시 대기로 방출된다. 그러나 생물질을 열분해하면 바이오차라는 다공성 고체가 생성되며, 이 과정에서 탄소가 결합되어 탄소 순환에서 제거된다. 이 과정에서 얻어진 탄소는 화학적으로 안정적이며 무해하고, 새로운 물질 순환에 통합될 수 있다.

CO2 격리

바이오차를 콘크리트와 같은 건축 자재에 혼합함으로써 영구적이고 안전한 격리를 보장한다. BCR의 영구성은 최근 연구를 통해 재입증되었다. 특히, 이 경우 바이오차의 탄소는 건축자재의 매트릭스에 화학적으로 결합되어 건축물의 수명 동안 안전하게 저장되며, 건축물 수명이 끝난 후에도 또는 재활용 시에도 유지된다. 1톤의 바이오차는 최대 2.5톤의 CO2를 저장할 수 있다.

부가 효과 및 제품

대규모 사용량, 높은 배출량, 원자재 부족 문제에 직면한 건설 산업은 더 친환경적인 솔루션을 요구받고 있다.

바이오차 탄소 제거는 이 문제에 대한 답으로, 지속 가능한 탄소 흡수원 역할을 하며, 시멘트와 같은 자원 집약적 원료 사용을 줄이고 물성을 개선한다. 또한, 재활용 콘크리트, 모듈식 콘크리트, CO2 저감 시멘트와 같은 다른 지속 가능한 노력과도 호환 가능하며, 추가 인프라나 공정 변경이 필요하지 않다.

리더십 팀

- **핵심 팀:** 독창적이고 특허받은 바이오차 생성 전력 플랜트를 제조하는 발전소 제조업체와, 이 바이오차를 기반으로 한 첨가제 Clim@Add를 개발한 콘크리트 개발 회사로 구성된다.
- **경험:** 건설 산업에서 25년 이상의 경력을 가진 전문가와 바이오차 처리 전문 지식을 결합하였으며, 연구소와의 긴밀한 협력을 통해 기술을 발전시키고 있다.
- **확장 팀:** 마케팅 시니어, 플랜트 기술 전문가, 법무 및 운영 전문가가 포함되어 있다.

악셀 프레우스 axel.preuss@carstorcon.technology

#44. CONSOLIDATED CARBON

개요

기업명	Consolidated Carbon	본사 위치	미국 텍사스 오스틴
설립연도	2023년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	바이오차, 건축자재, 소비재, 에너지, 식품/사료, 산업가스&순수 CO2	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환 / CO2 포집 및 저장을 통한 바이오매스의 에너지 변환 / 농업 및 초원 CDR		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	시리즈 C
자본 조달 목표 금액	\$50,000,000	수익 범위	\$20,000,000 ~ \$50,000,000
자본 조달 완료 금액	\$20,000,000 ~ \$50,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 사모펀드, 자선활동, 정부, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 기업부채, 자선기금, 전환사채, 프로젝트 부채		

회사 소개

Consolidated Carbon은 산업용 대마를 활용한 재생 농업을 통해 광합성을 활용해 최대한 많은 탄소를 격리하는 기업이다. 농업용 작물을 주입정(injection wells)에 활용하여 탄소 격리 프로세스를 간소화하고, 이를 통해 최대한 영구적인 탄소 격리를 달성하며, 동시에 가장 비용 효율적인 방식을 추구한다. Consolidated Carbon은 대마 식물의 모든 유용한 성분을 추출해 건축 자재, 식품 보조제, 바이오디젤 등 다양한 대체 제품을 생산한다.

핵심 혁신

현재 전 세계적으로 다양한 기업들이 Direct Air Capture(DAC) 기술을 사용하고 있지만, 이 솔루션은 비용이 많이 들고 확장성이 부족하다. Consolidated Carbon은 DAC와 동일한 주입정을 사용하지만, 재생 농업 방식을 채택한다. 산업용 대마는 빠른 성장 주기와 높은 탄소 격리 능력을 가지고 있으며, 한계 농지에서도 재배가 가능하다. 이를 통해 최대의 영구 탄소 격리를 달성할 수 있는 바이오슬러리(bioslurry)를 생산한다.

CO2 포집

CO2는 광합성을 통해 포집된다. Consolidated Carbon은 한 해에 여러 차례 재배가 가능한 산업용 대마를 재배하여, 다른 대안 작물이나 DAC 원천보다 단위 면적당 더 많은 탄소를 저장할 수 있다. 재생 농업을 활용하여 탄소는 토양과 대마 바이오매스 모두에 격리된다. 다만, 계획에는 토양 탄소 저장량은 계산에 포함되지 않았다.

CO2 격리

수확된 바이오매스를 미세한 물질로 가공해 바이오슬러리를 제작한다. 이 바이오슬러리는 클래스 II 또는 클래스 VI 주입정을 통해 수압 펌프를 사용하여 지하로 주입되어 영구적으로 격리된다.

부가 효과 및 제품

산업용 대마의 뿌리 시스템을 활용하여 식물 정화(phytoremediation)와 PFAS 문제 해결을 지원할 수 있다.

대마는 비료와 화학 물질 사용을 줄이고, 물 사용량을 감소시켜 수질과 수량 관리에 기여한다. 재생 농업을 통해 토양 생물학 및 야생 동물의 전반적인 증가 효과를 기대할 수 있다.

리더십 팀

리더십 팀은 USDA의 기후 스마트 상품 보조금을 받은 네 명의 파트너로 구성되어 있다. 이들은 산업용 대마 분야에서 최초이자 최대 규모의 보조금을 수상했으며, 미국 최대 대마 농가를 운영하며 30년 이상의 농업, 가공, 공급망 경험을 보유하고 있다. 전국의 농장과 시설을 관리하며 필요한 운영 전문성을 갖추고 있다. 팀은 소외된 커뮤니티에 기회를 제공하는 데 헌신하고 있다.

조나 윌리엄스 jona@consolidatedcarbon.com

#45. 카우보이 청정 연료(COWBOY CLEAN FUELS)

개요

기업명	카우보이 청정연료(Cowboy Clean Fuels)	본사 위치	미국 콜로라도 덴버
설립연도	2020년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	8	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - CO2 포집 및 저장을 통한 바이오매스의 에너지 변환 광물 - 퇴적층 내 현장 저장 / CO2 포집을 동반한 광물의 열분해 / 기타 방법		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈 B
자본 조달 목표 금액	\$10,000,000	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	벤처캐피탈, 엔젤, 패밀리오피스, 정부
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 기업자금조달, 기업부채, 자선기금, 전환사채, 프로젝트 부채		

회사 소개

2020년에 설립된 CCF는 와이오밍 대학교에서 15년에 걸친 연구와 수천 건의 실험을 기반으로 발전해왔다. 탄소 제거(CDR) 기술에 특화된 CCF의 특허 기술은 대기 중 CO2를 효과적으로 격리한다. 와이오밍에 상당한 자산을 보유하고 있어, 완전 가동 시 연간 2억 5천만 톤 이상의 CO2를 격리할 수 있는 전략적 위치에 있다. 이러한 혁신적 접근법은 CCF를 대기 중 CO2를 적극적으로 감소시켜 기후 변화에 대응하는 최전선에 서게 한다.

핵심 혁신

CCF 기술의 핵심 차별화 요소는 탄소 네거티브 재생 가능 천연가스(RNG)를 생산하고 CO2를 격리할 수 있다는 점이다. 석탄층에서 발견되는 메탄생성균(methanogens)은 CO2와 CH4를 동량으로 생성한다. 석탄은 CH4보다 CO2를 더 잘 흡착하는 성질을 가지고 있어, CH4를 RNG로 생산하여 현장에 이미 구축된 천연가스 인프라를 통해 시장에 공급할 수 있다.

CO2 포집

CCF는 바이오매스 탄소 제거 및 저장(BiCRS) 하이브리드 접근법을 사용하여 대기 중 CO2를 사탕무에서 추출한 원료(예: 당밀)에 포집한다. 이 원료는 대기 중 CO2에서 추출한 탄소를 풍부하며, 지하 지질 구조에 주입되어 미생물들이 이를 CO2, CH4, 미생물 바이오매스로 변환한다. 생성된 CO2와 CH4는 석탄 표면에 흡착되어, 지질 구조의 경수압 특성으로 인해 영구적으로 격리된다.

CO2 격리

CCF의 프로세스는 깊은 지질 구조에서 1000년 이상 영구적인 CO2 격리를 보장한다. 이 프로세스는 CO2 분자를 흡착하는 방식을 사용하기 때문에 다른 지질 격리 방법보다 내구성이 뛰어나다. 석탄층 메탄이 수백만 년 동안 이러한 저장소에서 유지되어 왔으며, 석탄은 CH4보다 CO2를 3~5배 더 잘 흡착한다는 사실이 이를 뒷받침한다.

부가 효과 및 제품

CCF 기술의 주요 부가 효과 중 하나는 탄소 네거티브 RNG의 생산이다. RNG는 지속적으로 생산되므로 CCF는 언제든지 RNG를 생산하고 시장에 공급할 수 있다. 이 RNG는 정밀한 탄소-14 연대 측정 기술을 통해 기존 화석 연료와 구별할 수 있다. 이 기술은 CO2를 차별화하고 탄소의 영구적 격리를 보장하는 데도 사용될 수 있다. 또한, 당밀의 대안적 사용은 소의 장내 메탄 배출을 줄이는 데 기여한다.

리더십 팀

Ryan Waddington은 25년 이상 기후 및 신에너지 기술에 집중해 온 에너지 투자자이자 기업가로, CCF의 CEO를 맡고 있다. Michael Urynowicz 박사는 와이오밍 대학교 공학 및 물리과학대학 교수이자 생물학적 천연가스 연구 센터 소장으로 활동하고 있다. 이 외에도 CCF의 경영진은 전통적인 에너지 및 금융 분야의 경영진들로 구성되어 있으며, 고급 에너지 기술과 기후 솔루션을 상용화하는 데 열정을 가지고 있다.

라이언 워딩턴 ryan@cowboycf.com

#46. 글로벌 조류 혁신(GLOBAL ALGAE INNOVATIONS)

개요

기업명	Global Algae Innovations, Inc	본사 위치	미국 캘리포니아 샌디에고
설립연도	2012년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	조류, 식품/사료, 액체연료, 고분자	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	대기 - 기타 방법 토양 - 바이오매스의 생물학적 전환 / 육상생태계 복원 및 관리		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시리즈 B
자본 조달 목표 금액	\$300,000,000	수익 범위	\$5,000,000 ~ \$20,000,000
자본 조달 완료 금액	\$50,000,000 ~ \$100,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 엔젤, 개인자본, 자선활동, 정부, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 기업부채, 자선기금, 프로젝트 부채		

회사 소개

Global Algae는 해조류의 뛰어난 생산성을 활용하여 전 세계에 식량과 연료를 제공하고, 환경, 경제, 그리고 삶의 질을 극적으로 개선하는 것을 목표로 한다. 이 프로젝트는 해조류 농장을 통해 대기 중 CO2를 직접 포집하며, CO2를 두 가지 방식으로 격리한다: (1) 해조류 오일로 소비자용 플라스틱을 생산하고, (2) 단백질 및 팜 오일 생산으로 인해 발생하는 대규모 삼림 파괴의 경제적 원인을 해결한다.

핵심 혁신

Global Algae는 해조류 농업 분야에서 수십 가지의 혁신과 돌파구를 통해 해조류 오일 및 단백질에서 높은 수익을 창출하고 있다. 이를 통해 탄소 크레딧이나 보조금 없이도 메가톤 단위의 CO2를 포집하고 격리하며, 신속한 프로젝트 구축이 가능하다. 또한, IPCC 경로는 삼림 파괴를 역전시키는 것을 필수 요소로 제시하고 있으며, 본 솔루션은 이러한 삼림 파괴의 사회적, 경제적 동인을 극복할 수 있는 유일한 실현 가능 경로를 제공한다.

CO2 포집

CO2는 해조류 재배 레이스웨이에 직접 흡수되며, 연간 헥타르당 최대 175 메트릭 톤의 CO2를 포집한다. 해조류는 흡수된 CO2를 광합성을 통해 고정한다. 생산된 해조류 오일 및 단백질은 동남아시아와 남미에서 팜 오일 및 단백질 사료 대체제로 활용되며, 기존 대비 30배 적은 토지 사용으로 열대우림 복원을 가능하게 한다. 복원된 숲은 대기 중 CO2를 흡수하여 광합성으로 고정한다.

CO2 격리

첫 번째로, 해조류 오일의 일부를 고분자 제품으로 전환하여 탄소를 장기간 격리한다. 두 번째로, 열대우림 재생장이 지상 및 지하 바이오매스에 탄소를 저장한다. 해조류 농장을 위한 기술 라이선스는 팜 오일 및 대두를 대체한 면적의 절반 이상에 해당하는 삼림 복원 지역을 구매하고 복원할 것을 요구한다.

부가 효과 및 제품

고생산성 해조류 농장은 (1) 양질의 일자리를 창출하며 경제적 호황을 가져온다, (2) 물 사용을 30배 줄여 강, 호수 및 대수층 복원을 가능하게 한다, (3) 오메가-3 오일이 포함된 수산양식 사료를 생산하여 어류 생산량을 늘리고 해양 생태계를 복원한다, (4) 저탄소 연료용 오일을 생산한다, (5) 비타민, 미네랄 및 항산화 물질이

풍부한 완전 단백질 공급원을 제공한다. 복원된 열대우림은 생물다양성을 제공하며 종 손실을 줄이는 데 기여한다.

리더십 팀

Dr. David Hazlebeck은 Global Algae의 창립자 겸 CEO다. 화학공학 박사 학위를 보유하고 있으며, 35년 이상의 산업 연구 및 개발 경험과 15년 이상의 해조류 생산 R&D 경험을 가지고 있다. 그의 리더십 아래 Global Algae는 개방형 연못 해조류 재배, 수확 및 후속 처리 분야에서 혁신적인 기술 발전을 이루었다. 이전에는 재생 가능 연료를 위한 해조류 기술을 개발하는 20개 이상의 기업 컨소시엄을 이끌었다.

데이비드 헤이즐벡 davidhazlebeck@globalgae.com / glocalgae.com

#47. HAGO ENERGETICS

개요

기업명	Hago Energetics Benefit Corporation	본사 위치	미국 캘리포니아 카마릴로
설립연도	2017년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	바이오차, 에너지, 산업가스&순수 CO2	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환 / CO2 포집 및 저장을 통한 생물학적 에너지 전환 / 농업 및 초원 CDR		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	\$10,000,000	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 ~ \$5,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 엔젤, 패밀리오피스, 사모펀드, 자선활동, 정부, 프로젝트금융
자본 조달 유형	프로젝트 자본, 정부지원, 기업부채, 자선기금, 전환사채, 프로젝트 부채		

회사 소개

우리는 바이오차를 활용하여 메탄을 포집하고 이를 수소로 전환함으로써 탄소 배출을 줄이고 있다.

핵심 혁신

회사의 솔루션은 바이오차를 메탄에서 탄소를 포집하는 매개체로 사용하는 점에서 차별화된다. 이 바이오차는 과정이 끝난 후 토양 개량제로 사용 가능하며, 탄소를 내구성 있게 격리하는 방법을 제공한다. 당사의 솔루션은 에너지 및 환경에 이익을 주는 이중 또는 삼중 격리 접근 방식을 채택하며, 지역 사회 참여와 취약 계층을 위한 일자리 창출과 같은 사회적 영향을 우선시한다.

CO2 포집

CO2는 이중 격리 접근 방식을 통해 포집된다. 첫 번째 격리는 셀룰로오스 기반 물질로부터 바이오차를 형성하는 과정에서 이루어진다. 두 번째 격리는 메탄에서 탄소를 분리하여 이를 바이오차에 침전시켜 내구성 있는 탄소 격리를 실현한다.

CO2 격리

CO2는 바이오차와 그 안에 저장된 탄소 형태로 내구성 있게 격리된다. 바이오차는 토양에서 수백 년, 심지어 수천 년 동안 지속 가능한 것으로 알려져 있으며, 이를 통해 장기적인 탄소 격리가 가능하다.

부가 효과 및 제품

- 에너지 저장 솔루션:** Hago Energetics는 배터리나 펌프 수력 저장 시스템과 같은 에너지 저장 시스템을 제공하여 재생 가능 에너지원에서 생성된 잉여 에너지를 저장하고, 수요가 높은 시점이나 재생 가능 에너지 생산이 낮은 시기에 사용할 수 있도록 한다.
- 토양 탄소 격리:** 농업 관행에서 바이오차 사용을 촉진하여 토양 건강을 개선하고, CO2를 제거해 오랜 기간 동안 토양에 저장함으로써 기후 변화 완화에 기여한다.

리더십 팀

- NASA CO2 Conversion Challenge Award 수상
- Frost and Sullivan Gold Edison Award 농업 부문 바이오차 개발로 수상
- 재생 가능 에너지 분야에서 20년 이상의 경험 보유
- 캘리포니아 에너지 위원회로부터 100만 달러, DOE 검증 상금 25만 달러 수상
- NRG COSIA Carbon XPRIZE 준결승 진출.

#48. Hempoffset - Tao Climate

개요

기업명	Tao Climate (Limited)	본사 위치	아일랜드 더블린
설립연도	2022년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	건축자재	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 건축환경에서 바이오매스 격리		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	프리시드
자본 조달 목표 금액	\$1,200,002	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 엔젤, 사모펀드, 자선활동, 정부, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 자선기금		

회사 소개

우리는 기술을 활용해 산업용 헴프를 대규모로 재배하고, 이를 통해 포집된 탄소를 지속 가능한 주택 건설에 활용하는 데 전념하고 있다. 우리의 과학적이고 데이터 기반 접근법은 자원이 최적화되고 탄소가 사람과 지구를 위해 재활용되는 폐기물 제로 순환 경제의 원칙에 기반하고 있다.

핵심 혁신

우리는 헴프의 뛰어난 탄소 제거 능력과 헴프크리트의 탁월한 탄소 격리 효과를 세계 최초로 결합하여 주택 건설 활동에 활용하고 있다. 이를 통해 세계에서 가장 빠르고 효과적인 탄소 크레딧 제품을 제공하며, 지속 가능한 주택 공급을 통해 물리적 환경을 개선하고 있다.

CO2 포집

헴프 식물의 잎은 광합성을 통해 CO2를 흡수하고, 이를 물과 결합하여 생체 물질로 전환하며, 산소를 대기로 방출한다. 헴프는 성장 단계에서 광합성을 통해 대기 중 CO2를 흡수하여 바이오매스 내부에 유기 탄소 화합물로 저장한다. 우리는 지속 가능한 농업 관행과 세심한 토지 관리를 통해 대규모로 헴프를 재배하며, 이를 통해 대량의 CO2를 포집한다.

CO2 격리

탄소는 헴프 식물의 건조 줄기 섬유(DSF)에 저장되며, 이는 탄소 테스트를 통해 44%의 기준치를 확인했다. 우리는 탄소가 풍부한 내부 코어(시브)를 외부 줄기에서 분리한다. 시브는 부서져 라임과 물과 혼합되어 헴프크리트를 형성하며, 이는 지속 가능한 콘크리트 대체재로 건물 건설에 사용된다. 줄기의 외부 부분은 열 절연재, 바이오 복합재, 또는 섬유로 활용될 수 있다.

부가 효과 및 제품

- CO2를 제거하기 위한 전력 수요 감소
- 탄소 제거 과정이 완전히 고려되었으며 빠르고 확장 가능 (DAC와 다름)
- 포집된 탄소는 지속 가능한 주택과 인프라에 재활용
- 농업에서 축산 및 유제품에서 벗어나도록 돕는 변화를 유도
- 건설 분야에서 시멘트와 콘크리트를 대체하는 변화를 촉진

- 헴프는 살충제나 제초제가 필요하지 않으며, 꿀벌과 기타 수분 매개체에 이로운 효과 제공

리더십 팀

Gary Byrnes는 Tao Climate의 지속 가능성 리더이자 헴프 비전 제시자. 수년간 기술 업계에서 활동했으며 XPRIZE Carbon Removal 대회에 참가하기 위해 Tao Climate를 설립. 헴프 재배와 헴프크리트 건설을 결합하여 CO2를 제거하고 격리하는 헴프 탄소 크레딧이라는 새로운 카테고리를 개발. 이를 측정 및 검증 가능하게 하여 지속 가능한 주택 및 다양한 부가 효과를 제공. Google의 지속 가능한 개발을 위한 스타트업 프로그램에 참여 중.

게리 번스 gary@taoclimate.com / taoclimate.com

#49. LOAM BIO

개요

기업명	Loam Bio	본사 위치	호주 오렌지
설립연도	2019년	직원 수	101~250
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 농업 및 초원 CDR		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈 B
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$50,000,000 ~ \$100,000,000	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 소개

Loam은 농업용 토양에서 탄소를 제거하고 저장함으로써 대기 중 탄소를 줄이고 광범위 경작 시스템의 생산성과 회복력을 향상시키는 데 중점을 둔다. Loam의 **CarbonBuilder**는 농작물을 위한 미생물 씨앗 처리제로, 안정적인 토양 유기 탄소(SOC)를 증가시키고 작물 수확량을 개선한다. 또한, **SecondCrop**은 농부들이 탄소 크레딧을 판매하고 지상 및 지하 자산을 보호하도록 지원하는 Loam의 토양 탄소 프로젝트 프로그램이다.

핵심 혁신

CarbonBuilder는 기존의 SOC 방법과 비교하여 다음과 같은 차별성을 제공한다: 1) 높은 탄소 축적률; 2) 농부의 작업 방식 변화 최소화; 3) 가장 안정적인 형태의 SOC 형성. CarbonBuilder는 에이커당 몇 그램의 투입량만 요구하므로, 대규모 생산 및 물류 관점에서 매우 확장 가능하다. 기존의 농업 인프라를 활용하며, 환경적으로 유해한 추출 과정이 필요하지 않다.

CO2 포집

Loam의 CarbonBuilder는 농업에서 탄소 격리를 위한 생물학적 제품으로, 탄소 격리 메커니즘을 혁신적으로 향상시킨다. 이 제품은 식물의 뿌리와 공생 관계를 통해 미생물 네트워크(균근망)를 강화하여 토양 깊은 곳에 탄소를 안정적으로 저장한다. CarbonBuilder는 탄소를 안정적인 토양 구조와 광물 표면에 묶어 분해를 방지하며, 경작지에서 탄소를 장기적으로 저장할 수 있도록 한다.

CO2 격리

모든 토양 탄소가 동일하게 생성되는 것은 아니다. 빠르게 순환하는 식물 유래 탄소, 토양 구조 내에 물리적으로 갇힌 탄소, 그리고 광물과 결합하여 느리게 순환하는 탄소가 있다. CarbonBuilder는 특히 안정적인 탄소 결합을 형성하며, 광물 표면과 안정적인 결합을 통해 탄소 분해를 방지한다. 또한, 균류의 균사는 토양 구조를 안정화하여 탄소를 더욱 효과적으로 보호한다.

부가 효과 및 제품

Loam은 토양 탄소 증가를 통해 농부들이 생산 리스크를 관리하도록 돕는다. 이는 수확량 증가, 영양 흡수율 향상, 투입물 사용 감소 가능성, 시스템 회복력 증가로 이어진다. 또한, Loam은 농가가 탄소 중립 생산물에

대한 수요를 충족하고 새로운 탄소 시장 기회를 활용할 수 있도록 지원한다. 과학적으로 검증된 온실가스 배출 기준선을 설정해 시장 접근 리스크를 완화한다.

리더십 팀

- **Guy Hudson:** 공동 창업자 및 CEO로, 클린테크, 지속 가능성, 탄소 시장 분야의 전문가이며 UN, 세계은행, WEF와 같은 조직에서 기후 변화 관련 이니셔티브를 주도한 경험이 있다.
- **Tegan Knock:** 공동 창업자 및 COO로, 정부 정책, 농업 연구개발, 커뮤니케이션 분야에서 풍부한 경험을 보유하고 있다.
- **Robbie Oppenheimer:** Chief Product Officer. 옥스퍼드 대학교에서 합성생물학 박사 학위를 취득했으며, 생명공학, 경제학, 프로그래밍, 데이터 분석 및 제품 개발 분야의 전문가이다.

제이미 페인터 jaime@loambio.com / loambio.com

#50. MASH MAKES

개요

기업명	MASH Makes	본사 위치	덴마크 코펜하겐
설립연도	2015년	직원 수	51~100
TRL(기술성숙도)	8	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	바이오차, 액체연료	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	시리즈 B
자본 조달 목표 금액	\$11,000,000	수익 범위	\$1,000,000 ~ \$5,000,000
자본 조달 완료 금액	\$20,000,000 ~ \$50,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 사모펀드, 정부, 프로젝트금융
자본 조달 유형	프로젝트 자본, 전환사채, 프로젝트 부채		

회사 소개

2015년 덴마크 공과대학(Technical University of Denmark)에서 분사한 MASH Makes A/S는 열분해(pyrolysis) 및 가스화 기술의 선두주자이다. 농업 폐기물을 탄소 네거티브 에너지와 토양 개량용 바이오차(biochar)로 전환하여 탄소 배출 문제를 해결한다. 덴마크에 11명의 직원과 인도에 49명의 직원을 두고 있으며, 현재 카르나타카 주 우두피에서 운영 중이다. MASH는 2027년까지 상업 운영 사이트를 2곳에서 30곳으로 확대할 계획이다.

핵심 혁신

MASH의 솔루션은 분산형 바이오차 생산 공장을 통해 기가톤 규모로 바이오차 생산을 확장할 수 있다는 점에서 독특하다. 열분해 과정에서 생산되는 해양 등급 바이오 연료는 지속 가능성을 강화하는 또 다른 부가제품이다. 또한, 개발도상국에서 프로젝트를 시행하여 바이오차의 사용 효과를 극대화하고, 사회적 탄소 비용이 가장 높은 지역에서 긍정적인 영향을 창출하고 있다.

CO2 포집

일반적으로 식물은 광합성을 통해 대기 중 CO2를 제거하고 이를 바이오매스로 전환한다. 그러나 식물이 죽어 부패하거나 바이오매스를 연료로 연소할 경우, 대부분의 탄소는 대기로 다시 방출된다. 하지만 바이오매스를 열분해하면 바이오차로 전환되며, 이는 안정적인 탄소 형태로 대기 중에 방출되지 않는다.

CO2 격리

바이오차에 포집된 CO2는 장기적인 저장소로 활용될 수 있는 용도로 사용해야 한다. 이를 위해 바이오차를 퇴비나 유기질 비료와 혼합하여 토양 첨가제로 적용한다. 바이오차는 생물 분해에 강하며, 토양에서 수천 년 동안 지속될 수 있어 탄소 격리를 위한 탁월한 선택이다.

부가 효과 및 제품

생산 과정에서 해양 등급 바이오 연료를 부가제품으로 생산한다. 또한, 개발도상국에서 소외된 지역사회를 대상으로 활동하면서 탄소 제거 외에 여러 부가효과를 창출한다. MASH는 유엔 지속가능발전목표(SDG) 2, 8, 9, 11, 12, 15항을 적극적으로 달성하기 위해 노력하고 있다.

리더십 팀

리더십 팀은 기계 및 환경공학, 화학, 생명공학, 경영학, 국제개발 분야에서 광범위한 학문적 배경과 경험을 보유한 기업가 및 기술 전문가로 구성되어 있다. 경영진의 총 경력은 100년 이상이며, 박사, MBA, 석사 학위를 가진 인재들로 이루어져 있다. MASH의 자문위원회는 DTU, 오르후스 대학(Aarhus University), 에든버러 대학(University of Edinburgh)과 연계된 학문적 우수성, 기술 창업, 첨단 에너지 기술, 지구과학 분야의 전문가들로 구성되어 있다.

나비나 간굴리 nga@mash-energy.com / mashmakes.com

#51. 머큐리우스 라이징

개요

기업명	Mercurius Biorefining	본사 위치	미국 워싱턴 편데일
설립연도	2009년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	바이오차, 건축자재, 산업화학물질, 액체연료, 고분자	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환 / 바이오매스의 생물학적 전환		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	\$5,000,000	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 엔젤, 패밀리오피스, 정부
자본 조달 유형	프로젝트 자본, 전환사채, 프로젝트 부채		

회사 소개

Mercurius Biorefining은 자사의 특허 기술인 REACH™ 공정을 통해 탄소 네거티브 드롭인 연료와 화학제품을 생산하는 기술을 파일럿 단계에서 개발하고 상용화 단계로 확대하고 있다. REACH™는 액상 촉매 공정을 사용하여 농업 및 임업 잔여물(옥수수 줄기, 사탕수수 찌꺼기, 쌀 또는 밀짚, 목재 칩, 톱밥) 또는 생활 폐기물(MSW)과 같은 리그노셀룰로오스 바이오매스를 연료와 화학제품으로 전환한다.

핵심 혁신

이 공정은 액상 촉매 방식으로 기존의 열분해 기술 대비 적은 처리량이 요구되며, 이는 궁극적으로 더 낮은 자본 비용으로 이어진다.

CO2 포집

광합성을 통해 포집된 CO2는 바이오매스 원료로 전환된다. 이 공정은 모든 리그노셀룰로오스 바이오매스를 원료로 사용할 수 있으며, 원료의 생물학적 탄소 중 50%는 바이오차로, 나머지 50%는 단량체 물질 및 연료로 전환된다.

CO2 격리

바이오차에 포함된 탄소는 토양에 투입되어 100년 이상 격리되며, 일부 탄소는 재생 가능 연료로 전환되어 방출된다.

부가 효과 및 제품

다음 세대 고분자인 PEF의 전구체 역할을 하는 FDCA와 같은 고부가가치 단량체를 생산하며, 탄소 네거티브 지속 가능 항공 연료 및 재생 가능 디젤을 통해 화석 연료 연소로 인한 배출을 감소시킬 수 있다.

리더십 팀

- **Karl Seck, CEO:** 정유 분야에서 30년 이상의 운영 관리 및 비즈니스 기획 경험 보유.
- **Michael Vevera, CFO:** 일본 및 호주에서 여러 성공적인 비즈니스를 창업한 경력 보유.
- **Eric Seck, VP Project Development:** 정유, 윤활유 재생, 지역 에너지 및 건물 에너지 시스템에서 10년 이상의 프로젝트 관리 및 엔지니어링 경험 보유.

#52. 넷제로(NETZERO)

개요

기업명	Netzero	본사 위치	프랑스 파리
설립연도	2021년	직원 수	101~250
TRL(기술성숙도)	8	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	바이오차, 에너지	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$20,000,000 ~ \$50,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 사모펀드, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 프로젝트 부채		

회사 소개

NetZero의 사명은 바이오차를 기후 및 농업 솔루션으로 대규모로 확산하는 것이다. 우리는 열대 지역에서 사용되지 않는 엄청난 양의 농작물 잔여물을 활용하며, 자체 개발한 중형 자동화, 고도로 최적화된 재현 가능한 열분해 공정을 적용한 시설을 운영한다. NetZero는 완전히 순환적인 접근 방식에 기반한 종합적인 모델을 운영하며, 지역 농부들이 바이오매스의 공급자이자 바이오차의 고객으로 참여하여 물류, 추적 가능성, 지역적 참여를 촉진한다.

핵심 혁신

NetZero는 바이오차와 관련된 모든 단계—바이오매스 수집부터 바이오차 배포, 장비 설계부터 공장 조립—를 통합적으로 관리하는 몇 안 되는 기업 중 하나이다. 우리는 열대 지역에서 분산형 모델을 운영하여 바이오매스 소스에 가까이 다가가고 농작물 잔여물만을 원료로 사용한다. 이 원료는 중형 자동화 및 원격 모니터링 시설에서 처리되며, 생성된 바이오차는 원료를 제공한 같은 농부들에게 반환된다.

CO2 포집

농작물 잔여물의 광합성을 통해 탄화수소 형태로 CO2를 포집한다.

CO2 격리

농작물 잔여물에 포함된 탄소를 열분해를 통해 추출하고 안정화한다. 평균 가열 온도는 600°C 이상이며, 생성된 바이오차는 근처 농경지에 토양 개량제로 적용되어 탄소를 지질학적 시간 척도로 격리한다.

부가 효과 및 제품

NetZero의 모델은 탄소 제거 외에도 최대의 부가효과를 창출하도록 설계되었다. 열대 지역에서 바이오차를 토양 개량제로 사용하면 농부들의 생활 수준을 향상시켜 수확량 증가, 비료 비용 절감, 극단적 날씨에 대한 작물의 회복력을 높인다. 또한 개발도상국의 농촌 지역에서 양질의 산업 일자리를 창출하고 지역에서 사용할 수 있는 재생 가능 에너지를 공동 생산한다. 전 세계적으로, 이 모델은 농업 공급망 탈탄소화의 핵심 과제인 비료 사용 감소를 통해 작물 재배의 탄소 발자국을 줄이는 데 기여한다.

리더십 팀

NetZero의 리더십 팀은 20년 이상의 전문 경험을 보유한 고위급 인사들로 구성되어 있으며, 열분해, 산업화, 생산, 금융 및 전략 분야를 아우른다. 설립 초기부터 다문화적 배경을 가진 프랑스, 브라질, 카메룬 출신의 공동 창업자들로 구성되어 있으며, 이를 통해 모든 지식재산권(IP)을 내부적으로 개발할 수 있었고, 고급 투자자, 파트너, 직원들을 유치하는 데 성공했다.

악셀 레이노 axel.reinaud@netzero.green / netzero.green

#53. NFORESTS

개요

기업명	NForests	본사 위치	브라질 그라바타이
설립연도	2022년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	4	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 건축환경에서 바이오매스 격리 / 육상생태계 복원 및 관리 / 농업 및 초원 CDR		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	프리시드
자본 조달 목표 금액	\$120,000	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	엔젤, 자선활동, 정부
자본 조달 유형	기업자본, 자선기금, 전환사채		

회사 소개

우리는 탄소 관리, 금융, 법적 프레임워크, 그리고 농업 임업 분야의 전문가들로 구성된 팀을 조직했다. 우리의 목표는 나무를 베는 것보다 서 있는 상태로 두었을 때 더 큰 가치를 창출할 수 있음을 입증하는 것이다. 탄소를 자산으로 인식하고, 재생에 참여하거나 전환을 모색하는 이들에게 추가적인 소득을 창출할 수 있는 수단으로 활용한다. 이러한 복원 작업을 장려함으로써, 우리는 지구 생물권의 안정화에 기여하고 온도 상승을 완화하며 효과적으로 탄소를 포집하고자 한다.

핵심 혁신

기존 토지 이용과의 농업 임업 통합. 최적의 탄소 포집을 위한 맞춤형 식재 계획. 다학문적 팀의 전문성을 활용한 포괄적 접근 방식. 지역사회 참여와 교육을 강조. 탄소 회계의 투명성을 위한 블록체인 기술 활용. 공정한 가치 창출 분배.

CO2 포집

황폐화된 토지에 소규모 및 중규모 농부들과 함께 농업 임업을 조성하고, 자라는 나무가 광합성을 통해 대기 중의 이산화탄소를 포집하여 생체량으로 전환한다.

CO2 격리

포집된 탄소는 생체량, 고사목, 낙엽, 그리고 숲 토양의 형태로 축적된다.

부가 효과 및 제품

지역 온도 감소, 토양 건강 개선, 생물 다양성 증진, 생태계 회복력 강화, 농업 생산성 향상, 보완 소득 창출, 지속 가능한 생계 제공, 생물 다양성 보존, 수질 개선, 물 흡수력 향상, 농촌 경제 지원, 침식 감소, 식량 안보 강화, 자연재해 완화, 지역사회 회복력 증진, 경관 미관 향상, 야생 동물 서식지 조성, 부동산 가치 증가, 그늘 및 바람막이 제공, 문화 유산 보존, 대기 오염 감소, 레크리에이션 기회 확대, 생태 관광 지원, 정신 건강 개선, 지속 가능한 토지 이용 장려.

리더십 팀

- 클라라 요한피터: 전략 기획 및 사업 개발 경험.
- 제퍼슨 모타: 농업 임업 전문가.

- **렌조 솔라리:** 탄소 포집 방법론 및 산림 관리 경험이 풍부하며 탄소 시장에 대한 깊은 지식과 탄소 격리 극대화 전문성 보유.
- **호드리고 보르제스:** 혁신적인 프로젝트에서 규제 프레임워크 준수를 보장하고 이를 탐색하는 데 뛰어난 능력을 보유.
- **아서 벤투렐라:** 재생 농업 및 자연 기반 솔루션 분야의 리더. 농업 임업 관행 실행 및 지역사회 참여 촉진.
- **리리안 페트리:** 지역사회 및 환경 관리에 높은 전문성을 보유.

클라라 요한페터 clara@nforests.com / nforests.com

#54. 플랜트디(PLANTD)

개요

기업명	PlantD, Inc	본사 위치	미국 미시간 옥스퍼드
설립연도	2021년	직원 수	51~100
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	건축자재	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 건축환경에서 바이오매스 격리 / 농업 및 초원 CDR		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	\$6,000,000	수익 범위	\$5,000,000 ~ \$20,000,000
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 정부
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 기업부채		

회사 소개

Plantd는 빠르고 효율적이며 수익성 있는 방법으로 대기 중 이산화탄소를 제거하는 것을 목표로 한다. 우리의 과정은 간단하다:

첫째, 세계에서 가장 빠르게 자라는 다년생 풀을 재배한다. 둘째, 풀을 저렴하고 내구성 있는 건축 자재로 전환하기 위해 더 효율적인 생산 공정을 구축한다. 셋째, 이러한 우수한 자재를 주택 건설업자들에게 판매하여 대기 중 탄소를 새 주택의 벽, 바닥, 지붕에 영구적으로 저장한다.

핵심 혁신

Plantd의 핵심 차별화 솔루션은 내부적으로 설계하고 제작한 전기 구동 생산 기술이다. 이 기술은 식물 섬유에 저장된 대기 중 CO2의 약 70%를 최종 제품에 유지하도록 한다.

CO2 포집

Plantd는 빠르게 자라는 다년생 풀을 새로운 농업 공급망으로 구축하고 있다. 이 풀은 자라면서 자연스럽게 대기 중의 이산화탄소를 식물 섬유에 저장하여 저비용의 자연 기반 탄소 포집 솔루션을 제공한다.

CO2 격리

Plantd는 풀을 수확한 후 독창적인 전기 구동 생산 기술로 가공하여 이를 건설 산업에서 사용되는 내구성 있는 건축 자재로 변환한다. 식물 섬유에 포함된 CO2는 건축물이나 구조물의 수명 동안 격리 상태를 유지한다.

부가 효과 및 제품

Plantd의 풀은 다년생 식물이므로 매년 다시 자란다. 또한 식물은 뿌리 시스템과 토양에도 자연적으로 CO2를 저장한다. 풀 줄기를 수확할 때 연작 작물과 달리 뿌리 시스템을 방해하지 않는다. Plantd는 생애 주기 계산에 토양에 저장된 CO2를 포함하지 않았으며, 이는 우리의 솔루션에 추가적인 혜택이 된다.

리더십 팀

Plantd의 공동 창립자인 화드 탄(Huade Tan)과 네이션 실버네일(Nathan Silvernail)은 모두 SpaceX에서 로켓 설계 및 제작 경험이 거의 10년에 이르며, 이 경험은 Plantd의 전기 구동 장비 설계 및 제작 방식에 큰

영향을 미쳤다. 또한, 토양 과학 박사 학위와 농업 배경을 가진 Dr. 제이넬 올레츠(Dr. Janel Ohletz)는 Plantd의 공급망 구축 전략을 개발하는 데 중요한 역할을 하며, 팀에 풍부한 지식을 제공하고 있다.

화데 탄 huade@plantdmaterials.com / plantedmaterials.com

#55. 플랜트빌리지(PLANTVILLAGE)

개요

기업명	Plant Village+	본사 위치	미국 펜실베이니아 주립대학
설립연도	2012년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	바이오차, 건축자재, 식품/사료, 토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 농업 및 초원 CDR 광물 - CO2 포집을 동반한 광물의 열분해		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	기타
자본 조달 목표 금액	\$3,000,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$20,000,000 ~ \$50,000,000	추구하는 투자자 유형	패밀리오피스, 자선, 정부, 프로젝트금융
자본 조달 유형	정부지원		

회사 소개

PlantVillage+는 펜실베이니아 주립대학의 스피노프 기업으로, PlantVillage는 두 차례 XPRIZE 수상 경력을 보유하고 있다. 우리는 열대 지역에서 연중 작동하는 AI 기반 탄소 포집 큐브를 통해 작물 생산을 증가시키며 CO2를 포집한다. 폐기된 바이오매스를 바이오차로 전환하여 비활성화된 탄소(이너타이ना이트) 형태로 지질학적 저장을 실현한다. 우리는 바이오차 비료를 생산·판매하여 작물 생산과 탄소 제거를 증진시키며, 모듈형 열분해 장치를 통해 폐열과 CO2를 포집하여 식품 가공 및 파트너 MAA'VA™와 함께 친환경 콘크리트 등 농업 서비스를 제공한다.

핵심 혁신

PlantVillage+는 디지털 기술, 시스템 혁신, 지역 사회 참여를 결합하여 가장 저비용의 탄소 제거 경로를 제시한다(톤당 CO2 \$50 이하). AI 기반 탄소 포집 큐브, 청년 주도 서비스 제공팀, 국제 및 국가 기관, 연구 센터, 기부 단체와의 파트너십을 통해 하향식 바이오차 생산 모델을 확장할 수 있는 경쟁력을 확보하고 있다. 특히 농민과 탄소 크레딧 구매자로부터의 신뢰를 기반으로 흔들리지 않는 사회적 신뢰를 보유하고 있다.

CO2 포집

PlantVillage+는 아프리카와 아시아의 농장 및 공동 토지에서 소비되지 않은 작물 잔류물, 병에 걸린 식물 물질, 침입종, 농업 임업 자원을 활용한다. AI 기반 탄소 포집 큐브를 통해 이런 분산된 바이오매스 공급망을 관리하며 연중 안정적 운영을 실현한다. 또한 바이오차 기반 비료를 재순환하고 AI 기반 농업 조언을 제공함으로써 각 큐브에서 탄소 포집 비율을 점진적으로 높이고 있다.

CO2 격리

바이오매스 자원은 큐브 근처에서 모바일 반자동 장비 또는 소형 산업용 발전 시스템을 사용해 바이오차로 전환된다. 검토된 연구에 따르면, 바이오차는 지질학적 시간 척도에서 탄소 싱크로 인정받는 이너타이ना이트로 간주된다. 바이오차는 가축 분뇨와 혼합하여 비료로 판매되거나 나무 묘목에 사용되어 농민의 밭으로 다시 공급된다. 바이오매스 탄소는 콘크리트 내 탄산염 형성을 통해 녹색 건축 자재로도 격리된다.

부가 효과 및 제품

우리는 쓰레기를 보물로 전환한다. 병든 식물 물질, 잡초, 폐기된 바이오매스에서 바이오차를 생산하여 메탄

배출(노천 연소/분해로 인한)을 줄이고 건강한 작물 생산을 증가시킨다. 바이오차와 분뇨를 혼합하면 분뇨 메탄 배출이 50% 감소하며, 1헥타르당 5톤의 바이오차 비료는 합성 질소 사용을 70% 줄여 아산화질소 생산을 선형적으로 감소시킨다. 아프리카 토양 개선과 물 보유력을 증가시켜 가뭄 내성을 제공하며, 수백 개의 지역 일자리를 창출한다.

리더십 팀

Hughes는 글래스고(동물학)와 옥스포드(곤충학)에서 학위를 받았으며 코펜하겐과 하버드에서 EU 명예 연구원으로 활동했다. 열대 우림 생태학 연구로 유명해졌으며, PlayStation/HBO의 *Last of Us* 제작에 영감을 주었다. 이후 식량 안보와 기후 변화에 전념하며 *Newsweek*의 미국 혁신가 목록과 *Fast Company*의 혁신 기업 목록에 선정되었다. McCloskey는 Hughes와 7년간 협력하며 운영 이사로 활동, PlantVillage를 위해 3,700만 달러 이상의 자금을 조달했다.

데이비드 휴즈 dhghes@psu.edu / plantvillageplus.com

#56. PYROCCS

개요

기업명	PyroCCS GmbH	본사 위치	독일 쾰른
설립연도	2022년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	바이오차, 에너지, 고분자, 토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	\$2,000,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 ~ \$5,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 엔젤, 사모펀드, 자선활동, 프로젝트금융
자본 조달 유형	정부지원		

회사 설명

PyroCCS는 글로벌 사우스 지역에서 바이오차 탄소 제거(BCR) 프로젝트를 위한 개발자 및 기술 공급 업체이다. 회사의 목표는 소규모 농민의 작물 잔여물부터 식품 산업의 대규모 폐기 바이오매스까지 모든 폐기 바이오매스 스트림에 적합한 바이오차 솔루션을 제공하는 것이다. 이를 위해 PyroCCS는 적절한 열분해 기술과 독점적인 디지털 MRV(dMRV)를 개발하고 있다. 가장 비용 효율적이고 빠른 BCR 확장을 가능하게 하는 것이 전략이다.

핵심 혁신

PyroCCS는 단일 솔루션에 의존하지 않고 각 바이오매스 스트림, 지역법률, 지역조건에 경제적이고 생태학적으로 이상적인 전략을 개발한다. 사막화가 진행 중인 건조 지역의 바이오매스, 소규모 농민(SHF)의 작물 잔여물, 산업 폐기 바이오매스 등 각각의 BCR 전략이 필요하다. 열분해, 바이오매스 전처리, 바이오차 격리 방식, 잔류 제품(열 에너지, 바이오 오일)의 선택 등이 이에 포함된다.

CO2 포집

광합성을 통해 식물 바이오매스에 결합된 탄소의 약 50%는 400°C 이상의 열분해 과정을 통해 매우 안정적인 바이오차로 전환된다. 작물 잔여물, 목재 산업 폐기물, 인증된 긍정적 목록에서 지속 가능하게 공급된 바이오매스와 같은 폐기 바이오매스만 사용하여 토지 압박을 피한다. 바이오매스 스트림은 독점적이고 인증된 소프트웨어를 사용하여 원천부터 바이오차로의 변환 및 격리까지 추적되며, 관련된 모든 배출량이 문서화된다.

CO2 격리

바이오차에 결합된 탄소의 격리는 주로 지역 농업 토양에서 유기물 형성을 촉진하기 위해 수행된다. 격리는 필터, 사료, 냉각재, 깔짚, 퇴비 탄소로서의 간접적 활용을 거칠 수 있다. 도로, 콘크리트, 플라스틱, 기타 제품 또는 지질학적 저장소에 추가하는 것도 실현 가능하다. 회사의 인증 소프트웨어는 모든 격리 양과 유형을 기록하고, 격리된 탄소의 다양한 분해율 및 조기 방출 위험을 계산한다.

부가 효과 및 제품

바이오차는 높은 다공성, 전기 전도성, 이온 저장 용량으로 인해 토양 개량, 해독, 저장 성질을 가지고 있어

동물 사료, 퇴비, 액체 비료, 콘크리트, 아스팔트 등 다양한 제품에 유용한 첨가제가 된다. 플랜트 설계에 따라, 열분해 가스를 열 에너지로 활용하거나 부분적으로 응축하여 목재 타르와 목초액 같은 가치 있는 제품으로 가공할 수 있다. 글로벌 사우스 지역에서 PyroCCS 전략은 다수의 지속가능발전목표(SDGs)를 지원한다.

리더십 팀

- **Christopher:** 독일 Pyreg GmbH의 열분해 장비 부문 선임 엔지니어로, PX1500 주력 기계를 개발한 경험이 있다.
- **Timo:** 부동산 분야에서 첫 벤처를 주식시장에 상장하고 MDAX로 확장한 연쇄 창업가로, 기업 설립 및 관리 경험이 풍부하다.
- **Tameca와 Eck:** 나미비아 지역 사회를 포함한 바이오차 프로젝트를 구현한 광범위한 경험을 보유하고 있다.

티모 허브브랜드 timo@pyroccs.com / pyroccs.com

#57. 리좀(RIZOME)

개요

기업명	Bamboo Ecologic Coporation RIZOME	본사 위치	미국 플로리다 새러소타
설립연도	2013년	직원 수	501~1000
TRL(기술성숙도)	9	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	바이오차, 건축자재, 에너지, 산업가스&순수 CO2, 토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	대기 - 기타 방법 토양 - 바이오매스의 열전환 / CO2 포집 및 저장을 통한 바이오매스의 에너지 변환 / 건축환경에서 바이오매스 격리 / 육상생태계 복원 및 관리 / 농업 및 초원 CDR		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	\$3,000,000	수익 범위	\$1,000,000 ~ \$5,000,000
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 패밀리오피스, 사모펀드, 자선활동, 정부, 프로젝트금융, 기타
자본 조달 유형	전환사채		

회사 설명

RIZOME은 기후 위기를 해결하기 위해 설립되었다. RIZOME의 사명은 비침입성 목재 대나무(세계에서 가장 빠르게 성장하는 목본 식물)를 이용한 대규모 재조림을 통해 대기 중에서 기가톤 단위의 CO2를 제거하고, 이를 통해 대나무를 주요 건축 자재, 바이오차, 바이오 연료 원천으로 개발하는 것이다.

핵심 혁신

RIZOME의 솔루션은 검증 가능한 저장 메커니즘과 순환 가치 체계를 중심으로 구축된 저비용, 확장 가능한 생물학적 직접 공기 포집 기술이다. 이 솔루션은 여러 가지 탄소 저장 방법(건축 자재, 바이오차, 대나무 식물 자체, 토양 탄소, 식물규탄소)과 다양한 경제적 유인 요소(탄소 배출권 판매, 건축 자재, 전기, 바이오차 수익)를 통해 독창적이고 효과적으로 구현된다.

CO2 포집

RIZOME은 비침입성 목재 대나무로 토지를 재조림한다. 대나무는 세계에서 가장 빠르게 성장하는 목본 식물로, 수명이 120년에 달하며 매년 지속 가능한 방식으로 수확이 가능하다. 대나무는 대기 중 CO2를 빠르게 지상 및 지하 바이오매스로 전환하며, 토양 탄소 저장량을 증가시킨다. RIZOME의 솔루션은 톤당 \$2.88의 비용으로 탄소를 포집하며, 이는 기계적 직접 공기 포집(\$100-600/t CO2e)보다 훨씬 경제적이다. 또한, 탄소 배출권, 건축 자재, 바이오차, 전기 판매를 통해 수익을 창출한다.

CO2 격리

RIZOME은 대나무 식물을 매년 지속 가능한 방식으로 수확하여 CO2 흡수를 극대화하고, 대나무 섬유를 건축 자재와 바이오차로 전환하여 탄소를 내구성 있게 격리한다. 대나무 자체는 최대 120년 동안 생물량에 탄소를 저장한다. 수확이 시작되면 지상 바이오매스는 안정 상태에 도달하지만, 지하 바이오매스와 토양 탄소는 계속 축적된다. 대나무 잎사귀의 낙엽에는 식물규탄소가 포함되어 있어 추가적으로 장기적인 탄소 저장을 가능하게 한다.

부가 효과 및 제품

RIZOME의 부가효과는 광범위하다. 필리핀 프로젝트는 UN 지속가능발전목표(SDGs) 17개 전부를 해결한다. 과거 분쟁 지역에서는 전직 반군들이 대나무를 공급하여 평화를 촉진한다. 한 젊은 여성이 조직한 공급자 그룹은 그녀의 원경 지역 사회에 미화 10만 달러 이상의 수익을 가져올 것이다. 원주민 심기 파트너들은 부족 땅에 대나무를 심어 매년 수익을 창출하고, 탄소 배출권을 통해 대나무를 심은 대가를 받으며 세대를 이어가는 자산을 창출하고 있다.

리더십 팀

- 2004년 미국 대나무 구조물에 대한 첫 건축 법규 표준 개발
- 2009년 대나무 기반 탄소 제거 전략 개발 및 발표
- 1995년부터 대나무 건축물 설계 및 제작
- 세계 대나무 조직(WBO) 대사
- 필리핀 전직 농업부 장관
- 에너지 및 물류 분야에서 두 개의 포춘 500대 기업 부사장 역임
- 전문성: 법률 전문 지식 보유 / 에너지 산업 분석 및 탄소 모델링 전문성 / 재생 농업 및 퍼머컬처 전문성 / GIS 및 소프트웨어 개발 전문성 / 회사 개발, 자금 조달 및 확장 전문성

데이비드 E 샌즈 david@rizomebamboo.com / rizomebamboo.com

#58. SONNENERDE

개요

기업명	Sonnenerde GmbH	본사 위치	오스트리아 리들링스도르프
설립연도	2000년 이전	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	9	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	바이오차	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성숙 (이미 대규모 사업체 운영중)	현재 투자 단계	기타
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$1,000,000 ~ \$5,000,000
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 설명

Sonnenerde는 25년 동안 30가지 다양한 토양을 개발한 퇴비 및 토양 생산 전문 기업이다. 12년 전부터 유럽 최초의 바이오차 플랜트 중 하나를 운영해왔으며, 이 프로젝트를 위해 퇴비화 기업에 최적화된 완전히 새로운 바이오차 장비를 개발하였다. 이 장비는 공정에서 나오는 모든 유기성 잔류물을 사용할 수 있으며, 열 사용을 최적화하기 위해 하수 슬러지 건조 시스템과 결합되어 있다.

핵심 혁신

1. 모든 종류의 유기성 원료와 폐기물을 사용할 수 있는 매우 단순한 열분해 스톱브 개발
2. 배기가스를 정화하고 열 에너지를 매우 효율적으로 활용하기 위해 하수 슬러지 건조 시스템과의 완벽한 결합
3. 열 에너지를 원료를 건조하는 데 다시 활용할 수 있는 솔루션 마련. 새로운 결합 시스템 덕분에 배출물이 발생하지 않음

CO2 포집

폐기물을 바이오차로 전환한 뒤 이를 토양에 활용하여 CO2를 포집.

CO2 격리

바이오차는 Hamed Sanai의 최신 과학 논문에 따르면 수천 년 동안 안정적으로 유지될 수 있다.

부가 효과 및 제품

바이오차라는 고가치 제품을 생산하며, 이를 토양에 활용하면 '테라 프레타(Terra Preta)' 효과가 시작되어 부식 형성 효과를 통해 추가적인 CO2를 공기 중에서 고정할 수 있다. 바이오차는 농업의 많은 문제를 해결할 수 있으며, 동물 건강을 개선하는 사료 첨가제로도 완벽하다. 또한, 질소 및 약취를 고정할 수 있는 능력을 갖추고 있다.

리더십 팀

- 2023년 오스트리아 Energy Globe Award 수상

- 부르겐란트 혁신상 수상
- 새로운 시설은 2023년 12월부터 연속적으로 운영 중

제럴드 던스트 g.dunst@sonnenerde.at / sonnenerde.at

#59. SPSC GMBH

개요

기업명	SPSC GmbH	본사 위치	독일 오토브룬
설립연도	2016년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	8	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	해양 - 영양염 첨가 통한 비료화 토양 - 바이오매스의 열전환 / 바이오매스의 생물학적 전환 / CO2 포집 및 저장을 통한 바이오매스의 에너지 변환 / 건축환경에서 바이오매스 격리 / 육상생태계 복원 및 관리 / 농업 및 초원 CDR		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	프로젝트금융
자본 조달 유형	프로젝트 부채		

회사 설명

SPSC GmbH는 바이오매스 활용을 통한 바이오차 및 에너지 생산 기술을 제공하는 기업이다. 혁신적인 설계는 바이오매스/폐기물 처리 과정에서 순수 탄소와 에너지 생성의 최고 효율을 보장한다. 최종 제품은 다양한 응용 분야에서 사용되며, 이를 통해 글로벌 기후 목표를 달성하기 위한 CO2 저장 기회를 제공한다. 바이오차는 미래의 핵심 제품으로, 기후 중립과 CO2 감소를 실현하는 데 중요한 기여를 한다.

핵심 혁신

수직으로 설계된 반응기를 활용한 바이오매스의 열분해 전환 시스템으로, 내부에 움직이는 부품이 없는 혁신적인 기술이다. 이 과정에서 생성된 합성가스의 에너지를 외부 에너지 공급 없이 간접적이고 제어된 방식으로 활용하여 최고 품질과 생산량을 달성한다. SPSC 특허: DE 10 2022 102 135 A1.

CO2 포집

혁신적인 설계는 바이오매스/폐기물 처리 과정에서 순수 탄소(바이오차) 및 에너지 생성의 최고 효율을 보장하며, 기존의 바이오매스 연소 방식 대신 고급 열분해 기술을 사용하여 CO2를 포집한다.

CO2 격리

포집된 CO2는 고체 탄소(바이오차)의 형태로 저장되며, 이는 토양 개량(예: 테라 프레타), 동물 사료, 건축 자재 등 다양한 용도로 사용되어 1000년 이상의 내구성을 가진 CO2 격리가 보장된다.

부가 효과 및 제품

바이오차, 열 및/또는 전기 에너지, 바이오 연료 등.

리더십 팀

화학 플랜트 설계 분야에서 오랜 경험을 보유한 고도로 교육받고 숙련된 전문가들로 구성되어 있다. 특히 태양광 산업의 폴리실리콘과 같은 에너지 절약 기술 및 바이오매스-에너지 전환을 위한 반응기 설계에 중점을 두고 있다.

세르게이 파닌 sp@sp-sc.de / sp-sc.de

#60. 타카차르(TAKACHAR)

개요

기업명	Takachar, Limited	본사 위치	인도 뉴델리; 케냐 음웨아; 미국 프란시스코; 캐나다 밴쿠버	
설립연도	2015년	직원 수	11~50	
TRL(기술성숙도)	7		크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	고급소재, 바이오차, 에너지, 토양/토양첨가제		엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환			

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	프리시드
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 자선활동, 프로젝트 금융
자본 조달 유형	프로젝트 자본, 정부지원, 자선기금, 전환사채, 프로젝트 부채		

회사 설명

우리는 MIT 기술을 사용해 탈중앙화된 사물인터넷(IoT) 기반의 반응기 네트워크를 구축하여, 탄소 상쇄 크레딧에 의존하지 않고 바이오차 배치를 빠르고 수익성 있게 확장합니다. 특히 출원 중인 저비용, 이동식 하드웨어 및 제어 시스템은 현지에서 이용 가능한 농작물 잔여물과 노동력을 활용하여 맞춤형 바이오차 기반 비료를 생산할 수 있는 마을 단위 생산을 가능하게 합니다. 결과물인 독립형 정부 인증 비료 혼합물은 농민의 생산성을 최대 30% 향상시키고 순소득을 50% 증가시켜, 동시에 기후 정의를 독특하게 발전시키는 데 기여합니다.

핵심 혁신

대부분의 작물/산림(바이오매스) 잔여물은 느슨하고, 습하며, 부피가 크고, 중앙집중형 표준 바이오차 시설로 수집/운송하기에는 비용이 너무 많이 듭니다. 우리의 차별점은 바이오매스 기술을 소규모, 이동 가능하며, 바이오매스와 결과물 바이오제품에 유연하도록 만든다는 점입니다. 이는 대규모 기술이 접근할 수 없는 농촌, 탈중앙화된 소규모 바이오매스 활용을 가능하게 합니다. 또한, 조정 가능한 제어 시스템은 지역 토양/작물 요구 사항에 최적화된 바이오차를 생산하도록 장소 기반 맞춤화를 제공합니다.

CO2 포집

CO2는 작물과 나무 같은 식물을 키우는 과정에서 포집됩니다. 기존에는 수확 후 비상업적 잔여물이 일반적으로 공기 중에서 태워지거나 혐기성 분해로 메탄을 방출하며 CO2를 대기 중으로 다시 방출합니다. 우리의 열화학적 공정은 이러한 CO2 순환을 가로채어, 탄소 기반 식물 물질을 수천 년에서 수백만 년 동안 지속되는 안정적인 구조로 전환합니다(Schimdt et al., 2022).

CO2 격리

주요 격리 방식은 바이오차를 물과 영양소와 혼합해 비연소 상태로 만든 후, 정부 인증 비료 혼합물로 토양이나 산림에 적용하는 것입니다. 일반적인 방법론에서는 적용 경계를 명확히 고려하지 않는 경우가 많습니다. 예를 들어, 바이오차의 일부가 매립지나 강으로 흘러들어간다고 해도 바이오차가 비활성 상태로 남아 있는 한 CO2는 여전히 격리된 것으로 간주됩니다.

부가 효과 및 제품

우리의 공정으로 제거된 탄소 1톤마다 압도적으로 농촌과 소외된 지역사회에 이익을 제공하는 사회적/환경적 영향을 동반합니다. 우리의 14,000명의 고객은 케냐와 인도의 가장 가난한 소농에서부터 캐나다의 가장 외딴 퍼스트 네이션 공동체에 이르기까지 다양합니다. 우리는 \$150만 이상의 미숙련 농촌 일자리를 창출하여, 이들 공동체가 값비싸고 수입된 탄소 집약적 화학 비료에 덜 의존하도록 지원했습니다. 또한, 고위험 잔여물을 활용해 대형 산불 위험을 줄였습니다.

리더십 팀

우리의 리더십 팀은 소외된 지역의 직접적인 경험과 MIT 기술을 결합했습니다. Samuel과 Joyce는 케냐의 농촌 지역 소농으로 자랐습니다. Vidyut은 TU Delft에서 재생에너지 석사를 취득했으며 히말라야에서 바이오연료 회사를 운영했습니다. Kevin은 2012년 MIT 박사 학위 논문으로 핵심 기술을 개발하기 시작했습니다. 팀은 이전 스타트업을 공동 설립해 100만 개 이상의 저독성 모기향을 판매한 경험이 있습니다. 케빈 영 kevin.kung@takachar.com / takachar.com

#61. 티에라프리타(TIERRA PRIETA)

개요

기업명	Carbon Tierra Prieta SA de CV	본사 위치	멕시코 몬테레이
설립연도	2016년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	8	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	바이오차	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 열전환		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	프리시드
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 ~ \$5,000,000	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 설명

Tierra Prieta는 멕시코 Parras에서 피칸 껍질을 활용한 바이오차(pyrolysis) 생산에 특화된 회사이다. 우리는 바이오매스 공급과 바이오차 판매에 대한 장기 계약을 체결하여, 바이오차 스타트업이 흔히 직면하는 장벽을 해결하였다. 현재 연간 1,000톤의 CO2 제거 용량을 보유하고 있으며, 확장 시설 완공 시 6개월 내에 이를 5,000톤으로 확대할 예정이다.

핵심 혁신

대규모 피칸 가공 시설과의 협력을 통해 장기적인 바이오매스 확보를 보장한다. 피칸 껍질 바이오차는 농업 장비에서 사용하기 더 용이한 ‘플레이크’ 형태로 제공된다. 미국에서 성공적으로 판매된 제품으로 Wonderchar와 5년간의 판매 계약을 체결했다. 의도적으로 단순한 길른 설계를 채택하여, 파이프 막힘 문제를 방지하기 위해 바이오오일 응축을 허용하지 않는다. 또한, Puro.earth의 바이오차 방법론을 완전히 준수한다.

CO2 포집

Tierra Prieta는 피칸 껍질을 바이오차로 전환하는 열분해 과정을 통해 간접적으로 CO2를 포집한다. 이 과정은 피칸 나무가 광합성을 통해 대기 중 CO2를 흡수하고, 이를 견고한 바이오차 형태로 안정화시켜 CO2가 다시 방출되지 않도록 한다.

CO2 격리

Tierra Prieta는 생산된 바이오차를 농업 토양에 도입하여 CO2를 장기간 안정적으로 격리한다. 농업용 바이오차의 탄소는 화재로부터 보호되고, 고체 형태로 안정적이며 분해되지 않는다. 이는 최소 수세기 동안 탄소를 토양에 저장하여 대기로 재방출되지 않도록 보장한다.

부가 효과 및 제품

- **농업적 혜택:** 바이오차는 토양 비옥도, 수분 유지, 영양소 효율, 미생물 기능을 개선하여 작물 수확량을 높인다. 또한, 화학 비료의 사용을 줄여 더 건강하고 지속 가능한 농업을 촉진한다.
- **퇴비 개선:** Zero Foodprint 및 지역 퇴비 생산업체와 협력하여 퇴비 제작 시 바이오차를 배합한다. 이는 퇴비 품질을 개선하고, 과정 속도를 가속화하며, 토양 개량제로서의 효과를 증대시키는 동시에 배출을 줄인다.
- **폐기물 및 메탄 배출 감소:** 피칸 공급망에서 폐기물 및 메탄 배출을 줄인다.

리더십 팀

Andres와 Alejandro는 2014년부터 바이오차와 함께 작업해왔다. 팀은 Heineken Green Challenge, Tanmiah Food Corporation, CFA(영국 대사관 멕시코시티), INC Mty, Airminers 등 여러 권위 있는 기관에서 인정을 받았다. Anthony Myint는 Basque Culinary World Prize 수상자이며, James Beard Foundation에서 올해의 인도주의자로 선정된 셰프이자 Mission Chinese Food 공동 설립자이다.

주소 편 andreschapa@tierraprieta.org / en.tierraprieta.org

#62. VAULTED DEEP

개요

기업명	Vaulted Deep	본사 위치	미국 텍사스 휴스턴
설립연도	2023년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	9	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 직접 매립		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 설명

Vaulted는 탄소가 포함된 유기 폐기물을 지질적으로 격리하여 확장 가능하고 영구적인 탄소 제거 솔루션을 제공한다. 당사의 특허받은 슬러리 격리 기술은 최소한의 처리 과정을 통해 유기 폐기물을 지질적으로 주입하여 10,000년 이상 탄소를 영구적으로 제거한다. Vaulted는 모든 단계에서 비용과 양의 효율성을 설계에 반영하여 확장 가능한 고품질 탄소 제거(CDR)를 경제적으로 제공한다. 당사의 탄소 제거 활동은 기존 폐기물 시스템이 야기한 부정적인 영향을 줄여 지역 환경과 인간의 건강을 개선하고 환경 정의를 증진한다.

핵심 혁신

Vaulted는 고품 슬러리가 포함된 슬러지를 지하 깊숙이 격리할 수 있는 특허받은 지질학적 슬러리 격리 기술을 활용한다. 이 기술은 인간 건강과 지역 생태계에 심각한 위험을 초래할 수 있는 슬러리 형태의 유기 폐기물을 최소한의 처리만으로 격리하여 운영 비용을 줄인다. Vaulted는 이 기술의 IP를 개발하고 7개 현장에서 안전하게 운영한 Advantek Waste Management Systems에서 분사하였다.

CO2 포집

Vaulted는 광합성이라는 자연적인 식물 과정에 의존하여 CO2를 포집한다. 식물이 경제 내에서 최대한 활용된 후, 오늘날에는 매립지로 보내지거나, 바다나 강에 투기되거나, 농지에 사용되거나, 자연적으로 분해되는 슬러리 형태의 유기 폐기물을 수집한다. Vaulted는 기존 폐기물 관리 시스템을 통해 수집된 폐기물을 소싱하며, 이러한 슬러지는 경쟁자가 생산적으로 활용하기 어려운 목표 바이오매스로 분류된다.

CO2 격리

폐기 바이오매스를 수집하여 주입 시설로 운반한 후, 연소 없이 최소한의 처리 과정을 거쳐 고형물이 포함된 슬러리 형태로 변환한다. 슬러리는 주입공에 주입되며, 주입 주기 종료 시 고형물은 불투과성 암석층에 의해 영구적으로 격리된다. 이러한 암석층은 수백만 년 동안 탄화수소를 지하에 보관해 온 지질 형성과 동일하다. 모니터링을 통해 형성의 격리 상태를 확인하며, 이로써 탄소의 영구적인 격리를 보장한다.

부가 효과 및 제품

Vaulted는 분해되었을 경우 메탄을 대량으로 생성할 폐기물을 처리함으로써 상당한 메탄 생성을 방지한다(탄소 제거 크레딧 계산에는 포함되지 않음). 이러한 폐기물은 종종 병원성 물질이나 PFAS와 같은 유해 화학물질을 포함한다. 연구에 따르면 매립지 인근 거주자는 건강상 부정적 영향을 경험할 가능성이 더

높으며, 폐기물 부지는 주로 BIPOC와 저소득층 지역사회에 위치한다. Vaulted는 이러한 폐기물을 격리함으로써 지역 환경 피해를 줄이고 환경 정의를 증진한다.

리더십 팀

- **Omar Abou-Sayed (Exec. Chairman):** Advantek의 창립자이자 12년간 CEO를 역임하며 6개의 슬러리 주입공을 관리. 청정기술 및 중공업 회사 확장에서 20년 이상의 경험 보유.
- **Julia Reichelstein (CEO):** 기후 기술 VC로서 CDR 투자 전문가이며 스타트업 확장에서 경험을 쌓음.
- **Adriana Ovalle (VP Engineering):** 25년 이상의 공학 및 지구역학 경험. Schlumberger에서 7년간 슬러리 주입 및 현장 운영을 이끌었으며, Halliburton에서 6년간 지구과학 부문을 담당.

줄리아 라이켈슈타인 julia@vaulteddeep.com / Vaulteddeep.com

#63. WOOD VAULT

개요

기업명	Carbon Lockdown	본사 위치	미국 메릴랜드 실버스프링
설립연도	2022년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	토양
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 직접 매립		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 설명

Carbon Lockdown은 목재 수확 및 저장(Wood Harvesting and Storage, WHS) 기술을 통해 지속 가능한 탄소 제거를 실현하기 위해 설립된 공익 기업이다. '팀 우드 볼트(Team Wood Vault)'는 온대, 열대, 북부 지역 등 세계 주요 지리적 지역에서 WHS의 높은 확장 가능성을 입증하기 위한 목표를 가지고 있다. 미국, 인도네시아, 캐나다에 위치한 4개 파트너 회사가 독립적이면서도 협력적으로 진행하는 4개의 프로젝트를 통해 총 10,000톤 이상의 CO2e를 제거하고 있다.

핵심 혁신

1. WHS는 '무료' 광합성을 활용하여 에너지 및 탄소 손실이 매우 적은(2-5%) 방식으로 탄소를 포집한다.
2. 직접 매립은 높은 바이오매스 탄소 효율성(>90%)을 제공한다.
3. 우드 볼트는 널리 사용 가능한 낮은 투과성 점토 토양을 활용해 무산소(anoxic) 환경을 조성한다.
4. 목재를 현지에서 최소 처리하여 매립하므로 비용이 저렴하며(대규모 시 톤당 <\$100), 기술적 접근성이 높다.
5. 검증된 기술 및 공학적 실천 사례를 사용한다.
6. 화재 억제, 폐기물 활용 등 공동 이점을 가진 상태로 전 세계적으로 확장이 가능하다.

CO2 포집

CO2는 나무가 자연적인 광합성 과정을 통해 포집한다.

CO2 격리

높은 내구성(1,000년 이상)은 굵은 목질 바이오매스를 활성 생물권(식생, 토양, 분해자)이 미치는 첫 1미터 토양층 외부의 몇 미터 아래 무산소 지하 환경에 매립함으로써 달성된다. 모든 원목은 높은 탄소 효율성(>90%)으로 매립된다. Carbon Lockdown의 특허출원 중인 WV 설비는 산소가 고갈된 환경을 보장하여 목재 분해를 방지하고 탄소의 재화석화를 촉진한다.

부가 효과 및 제품

- 화재 억제 및 기타 산림 관리 과정에서 발생하는 비상업용 목재 바이오매스 폐기물(잔재물)의 유용한 가치 창출.
- 화재 위험 감소, 대기 오염 완화, 생물 다양성 강화, 광산 복원.

- 양질의 녹색 일자리 창출 및 농촌 및 토착 지역 개발 지원, 특히 글로벌 남반구 지역에서의 최대 잠재력 실현.

리더십 팀

1. **Carbon Lockdown:** 닝 쟁(Ning Zeng), 공동 창립자, WHS 및 WV 기술 발명자, 메릴랜드 대학교 교수. 토비 브라이스(Toby Bryce), 상업화 책임자, OpenAir의 'This Is CDR' 공동 진행자, Carbon Business Council 고문.
2. **Mast Reforestation:** 그랜트 캐너리(Grant Canary), 창립자 겸 CEO. 리사 곤잘레스-크레이머(Lisa Gonzales-Kramer), 몬태나 프로젝트 디렉터.
3. **BioCapture:** 디에고 코리도(Diego Corrido), 공동 창립자 겸 CEO.
4. **Jaeyoowe:** 리암 파핏(Liam Parfitt), 공동 창립자 겸 CEO & 조 케니(Joe Kenny), 공동 창립자 겸 수석 엔지니어.

닝 쟁 zeng@carbonlockdown.net / carbonlockdown.net

#64. 버터플라이카본(BUTTERFLY CARBON)

개요

기업명	Butterfly Carbon Company	본사 위치	필리핀 파라냐케시티
설립연도	2021년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	조류, 토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 대형조류 재배 / 바이오매스 침적 또는 매립 / 인공 용승 및 하강		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	프리시드
자본 조달 목표 금액	\$1,000,000	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 엔젤, 자선활동, 정부, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 기업부채, 자선기금, 전환사채, 프로젝트 부채		

회사 설명

버터플라이 카본 컴퍼니는 떠다니는 플랫폼에서 사가숨(Sargassum) 해조류를 재배하고 이를 수확하여 압축 후 심해(1~5km 또는 그 이상)로 가라앉혀 100년에서 1,000년 이상 탄소를 격리하는 방식을 개발하고 있다. 회사는 현재 메가톤에서 기가톤 규모로 탄소를 포집하고 격리하는 주 목표를 달성하기 위해 투자자를 모집하고 있으며, 이 과정에서 사가숨 해조류를 활용한 탄소 포집 및 격리 기술을 안전하게 개발하고 실행하는 데 중점을 두고 있다.

핵심 혁신

사가숨 해조류를 위한 근해 양식장 및 원양 해상 농장을 구축하는 것이 핵심 혁신이다. 이는 하이브리드 태양광-바이오가스 전기선을 활용해 수확 및 운반 작업을 지원하며, 중력을 활용한 윈치 시스템으로 전력을 생성해 선박 배터리를 충전하고 사가숨 해조류를 해저로 가라앉힌다. 근해 양식장과 원양 해상 농장의 차별점은 원양의 더 넓은 영역을 활용함으로써 메가톤에서 기가톤 규모로 확장할 수 있다는 점이다. 이는 근해 양식장이 상업적 해운로나 관광 지역과 경쟁해야 하는 제한적인 공간 문제를 해결한다.

CO2 포집

사가숨은 생장 과정에서 이산화탄소를 바이오매스 형태로 고정한다. 10~18일마다 질량이 두 배로 증가하는 사가숨의 급격한 성장 덕분에 주변 해역의 이산화탄소 균형이 깨지고, 이로 인해 주변 대기에서 해양으로 더 많은 이산화탄소가 흡수되어 지구 대기 중 이산화탄소 농도가 감소한다.

CO2 격리

사가숨은 해저 1km ~ 5km 이상의 깊이로 가라앉아 해류가 거의 없는 상태에서 침적된다. 가라앉은 사가숨은 해저의 퇴적물이나 모래와 자연스럽게 혼합되며, 해양 및 대기에서 흡수된 탄소를 수 세기 이상 격리한다. 회사는 디지털 모니터링 시스템을 구축하여 해저 조건을 지속적으로 측정하고, 가라앉힌 메가톤 또는 기가톤 규모의 사가숨이 최소 100년에서 최대 1,000년 이상 안정적으로 유지되도록 관리할 예정이다.

부가 효과 및 제품

회사의 자연적이고 유기적인 탄소 포집 및 격리 방식은 지구에 다음과 같은 혜택을 제공한다: 동식물

생물다양성 보호(나비, 벌, 기타 곤충 및 미생물 포함), 해양 치유, 해양 산성화 방지, 농지용 바이오스티물런트 생산, 그리고 전 세계적으로 사용할 수 있는 메가톤에서 기가톤 규모의 신선한 산소 생성.

리더십 팀

버터플라이 카본 컴퍼니는 2021년 필리핀 출신 컴퓨터 공학자 아윈 J. 아바이가 설립한 스타트업으로, 머스크 재단이 주최한 XPRIZE 탄소 제거 경진대회에 참여하기 위해 창립되었다. 아바이 대표는 이번 XPRIZE 대회에 처음 참가했으며, 이전에 Herox 플랫폼에서 'Control the Flow Challenge,' 'Cubesat Challenge,' 'Veterans Online Memorial Challenge'와 같은 혁신 프로젝트에서 수상한 경력이 있다.

씨. 아르윈 J. 아바이가르 ajabaigar@gmail.com / Butterflycarbon.org

#65. 캡추라(CAPTURA)

개요

기업명	Captura	본사 위치	미국 캘리포니아 로스엔젤레스
설립연도	2021년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	산업가스&순수 CO2	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 바다로부터 CO2의 전자기계식 분리		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$20,000,000 ~ \$50,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 사모펀드, 자선활동, 정부, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 사모펀드, 자선활동, 정부, 프로젝트금융		

회사 설명

Captura는 확장 가능하고 저비용의 Direct Ocean Capture(DOC) 탄소 제거 솔루션을 제공합니다. 이 기술은 바닷물과 재생에너지만을 사용해 CO2를 포집하며, 외부 첨가제나 부산물이 전혀 발생하지 않습니다. DOC는 담수를 필요로 하지 않고, 최소한의 토지 면적을 차지하며, 간헐적인 전력으로도 작동이 가능합니다. 2023년 11월부터 100톤 규모의 기술 시연을 완료했으며, 2024년 말까지 1,000톤 규모 시스템을 배치하고 상업용 대규모 플랜트 설계를 진행 중입니다.

핵심 혁신

- 비용 절감:** 전용 공기 접촉기나 흡수제가 필요 없으며, 표준 산업 장비를 광범위하게 활용하고, 재생 전기의 비수기 사용을 통해 비용을 절감합니다. 부산물이 발생하지 않아 처리 비용도 없습니다.
- 확장성:** 바다를 활용하므로 DOC는 전 세계적으로 배치할 수 있습니다. 투입물은 재생에너지와 바닷물뿐이어서 공급망 제약이 없으며, 온도나 습도 조건에 영향을 받지 않습니다. 담수나 토지를 거의 사용하지 않습니다.
- 해양 건강:** 폐쇄 루프 공정을 통해 바다에 아무것도 추가하지 않으며, 해양 산성화 완화의 잠재적 공익 효과가 있습니다.

CO2 포집

Captura의 Direct Ocean Capture(DOC) 기술은 바다의 자연 탄소 제거 능력을 활용하여 대기 중 CO2를 흡수합니다. 재생에너지와 바닷물만을 투입물로 사용하며, 해수 표면에서 CO2를 폐쇄 루프 전기투석 기술로 포집합니다. 이 과정은 바다에 더 많은 CO2를 흡수할 공간을 만들어 대기 중 CO2를 바다로 추가적으로 끌어들이게 합니다.

CO2 격리

Captura는 다양한 격리 솔루션에 호환 가능한 CO2 스트림을 생성합니다. 1,000톤 규모 시스템에서 포집된 CO2는 노르웨이의 Northern Lights 저장 시설로 운송되어 저장됩니다. 이 시설은 연간 최대 500만 톤의 CO2를 저장할 수 있는 용량을 갖추고 있으며, 포집된 CO2는 해저 2,600m에 위치한 염수 대수층에 주입됩니다. 철저한 테스트와 탐사를 통해 저장소의 안전하고 지속 가능한 CO2 격리 가능성이 확인되었습니다.

부가 효과 및 제품

Captura DOC는 대기 중 CO2를 대체하기 전에 바다에서 CO2를 더 빠르게 제거하므로 해양 산성화를 완화하고 해양에 의존하는 공동체를 지원할 수 있습니다. Captura가 생성하는 CO2 스트림은 고품질 탄소 배출권을 생성하여 기업이 넷 제로 목표를 달성하도록 돕거나, 녹색 연료와 같은 저탄소 제품을 생산하는 데 재사용될 수 있습니다.

리더십 팀

Captura의 대표는 CDR 분야에서 검증된 기업가이자 DAC 선두주자인 Carbon Engineering의 전 CEO인 Steve Oldham입니다. 공동 창업자이자 CTO인 Dr. Chengxiang “CX” Xiang과 CSO인 Dr. Harry Atwater는 캘리포니아 공과대학(Caltech)의 응용물리학 및 재료과학 연구 교수로, 각각 재생 수소 생산과 탄소 포집 기술, 광전지 혁신에서 오랜 경험을 갖고 있습니다. Dr. Atwater는 미국 에너지부의 에너지 혁신 허브 디렉터로도 활동 중입니다.

스티브 올드햄 steve.oldham@capturacorp.com / [capturacorp.com](https://www.capturacorp.com)

#66. 카본퀘스트X(CARBONQUESTX)

개요

기업명	Valley Christian Schools	본사 위치	미국 캘리포니아 산호세
설립연도	2020년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	산업화학물질, 소비재, 식품/사료	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 바다로부터 CO2의 전자화학식 분리 / 해양생태계 복원 및 관리 토양 - 농업 및 초원 CDR		

조달 활동 세부사항

상업 단계	연구개발 단계	현재 투자 단계	프리시드
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 설명

Valley Christian은 실리콘밸리 중심부에 위치한 K-12 학교로, 전 세계 여러 학교들과 협력하고 있다. 산업 전문가가 이끄는 고등학생 국제 팀은 세계 최대의 문제를 해결하기 위해 다음 세대를 영감하는 것을 목표로 하고 있다. 우리의 목표는 전 세계적으로 구현 가능한 장기 및 단기 탄소 포집 및 격리 솔루션을 개발하는 것이다.

핵심 혁신

우리는 화학 반응과 지속 가능한 농업을 결합한 아쿠아포닉스를 활용하며, 이는 식량 접근성이 거의 없는 지역의 사람들을 지원하는 데 사용할 수 있다.

CO2 포집

알칼리 토금속(Group 2A)과 물이 탄산과 반응하여 순수한 물 용액과 이산화탄소를 제거한 금속 화합물이 생성된다. 이 새로운 화합물은 고체 형태이며, 연구와 실험을 통해 이산화탄소가 누출되지 않음이 입증되었다.

CO2 격리

반응을 일정 시간 동안 진행한 후 생성된 고체 침전물(MgCO₃)을 제거하여 안전한 시설에 저장한다. MgCO₃는 안정적이며 환경에 탄소를 방출하지 않는다.

부가 효과 및 제품

반응에서 생성된 여분의 물은 아쿠아포닉스 농장에서 채소와 물고기를 생산하는 데 사용되며, 이는 판매를 통해 이윤을 창출하고 초기 반응 재료 비용을 회수할 수 있다.

리더십 팀

리더십 팀은 FRC, DECA와 같은 교내외 프로그램에서 경험을 쌓은 바 있으며, 고급 과정을 수강 중인 전문성을 갖춘 학생들로 구성되어 있다.

대니킴 dkim@vcs.net / vcs.net

#67. EBB CARBON

개요

기업명	EBB Carbon	본사 위치	미국 캘리포니아 샌카를로스
설립연도	2021년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	기타	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 해양 알칼리도 증진 / 바다로부터 CO2의 전자화학적 분리 광물 - 채굴된 암석의 현장 외 광물화 / 현장 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 설명

Ebb Carbon은 바다의 자연적인 CO2 저장 능력을 강화하여 과잉 CO2를 제거하는 새로운 솔루션을 개척하고 있다. 이 전기화학적 해양 알칼리성 증강 방법은 가장 대규모로 확장 가능하고 비용이 낮은 CO2 제거 접근법 중 하나로, 해양 산성화를 감소시키는 데 기여할 잠재력을 가지고 있다.

핵심 혁신

전기화학적 해양 알칼리성 증강(OAE)은 모든 탄소 제거 방법 중 가장 내구성이 뛰어나며, 확장 가능성이 가장 크고 톤당 100달러 이하의 비용 달성이 예상된다(NASEM 2021; NOAA 2023). Ebb의 접근법은 다른 OAE 방법과 비교해 여러 가지 장점이 있다. 액체 형태의 제품을 바다로 간단히 분배할 수 있고, 알칼리성 물질을 채굴 및 운반하거나 채굴된 알칼리성 물질에 포함된 잠재적으로 유해한 불순물을 피할 수 있다는 점이 특징이다.

CO2 포집

전기화학적 해양 알칼리성 증강(OAE) 프로세스는 저탄소 전기와 이온 선택적 막을 사용해 해수의 NaCl을 묽은 HCl과 NaOH로 분리한다. 생성된 염기류는 바다로 반환되어 해양 알칼리성을 안전하게 증강시키며, 이는 대기에서 CO2를 흡수해 이를 중탄산염 및 탄산염 이온으로 변환시켜 바다의 자연 탄소 순환을 가속화한다.

CO2 격리

대기 CO2를 중탄산염 및 탄산염 이온으로 변환하는 과정은 자연적인 탄소 순환, 특히 육지에서 풍화된 탄소가 해저로 제거되는 장기 탄소 순환을 가속화한다. 바다에 흡수된 중탄산염은 10,000년 이상 안정적인 탄소 저장 형태로 유지된다. 전기화학적 OAE는 가장 내구성이 높은 탄소 제거 방법 중 하나로 평가받고 있다.

부가 효과 및 제품

해양 알칼리성 증강은 국소적으로 바닷물의 산성도를 줄이는 데 도움을 줄 수 있다. 대기로부터 흡수된 CO2에 의해 알칼리화되고 균형이 이루어진 후 바닷물의 pH는 약간 높아진다. 국소적으로는 해양 산성화와 자연적인 저pH 사건으로 인해 피해를 입은 패각류 생태계를 복원할 수 있다. 또 다른 복원 효과로는 저pH

처리 폐수의 완화 등이 있다. 산성 제품은 시멘트 중화 및 추가 CO2 격리를 위한 강화 풍화에 활용될 가능성이 있다.

리더십 팀

창립 팀은 첨단 하드웨어 기반 기술을 상업화하여 수십억 달러 규모의 비즈니스를 다수 성공적으로 출시한 경험을 보유하고 있다.

- **벤 타벨(Ben Tarbell)**: CEO, 공동 창립자. 이전 경력: IDEO, Google X, SolarCity (스탠퍼드 및 코넬 졸업).
- **매트 아이사만(Matt Eisaman)**: 과학자, 공동 창립자. 예일 대학교, 이전 경력: Google X, Xerox PARC, Brookhaven National Lab.
- **데이브 헤게만(Dave Hegeman)**: 엔지니어링 부사장, 공동 창립자. 이전 경력: Tesla, MariPro.
- **토드 펠만(Todd Pelman)**: 수석 엔지니어, 공동 창립자. 이전 경력: Manufactory, Blue Green Pacific, IDEO.

벤 타벨 ben@ebbcarbon.com / ebbcarbon.com

#68. 기가블루

개요

기업명	Gigablue	본사 위치	이스라엘 가이사랴
설립연도	2022년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 미세조류 재배 / 바이오매스 침적 또는 매립 / 영양염 첨가 통한 비료화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 설명

GigaBlue의 mCDR 기술은 기후 변화 대응에서 판도를 바꿀 수 있는 혁신적인 기술로, 환경친화적이고 경제적인 방식으로 전례 없는 수준의 이산화탄소 제거를 가능하게 한다. 특정 지역에 맞춘 입자 기술을 통해 식물성 플랑크톤 성장을 자극하여 탄소를 고정하고, 중력을 이용한 심해 저장 기술로 탄소를 격리하는 자연에서 영감을 받은 확장 가능하고 비용 효율적인 탄소 포집 방식을 선도하고 있다.

핵심 혁신

GigaBlue의 솔루션은 식물성 플랑크톤을 활용하고, 이를 자연적으로 가라앉아 탄소를 유출하지 않는 입자에 고정하며, 지리적 타겟팅 모델을 통해 탄소 고정 잠재력과 격리의 지속성을 최적화하는 데 독창적이다.

CO2 포집

GigaBlue의 지리적 타겟팅 입자는 식물성 플랑크톤의 성장과 광합성을 자극하여 대기 중 CO2를 흡수하고 이를 미세조류에 고정한다.

CO2 격리

GigaBlue의 입자는 CO2를 흡수한 식물성 플랑크톤이 자연적으로 가라앉게 함으로써 심해에 탄소를 고정하며, 이는 심해에서 안정적으로 유지된다.

부가 효과 및 제품

GigaBlue의 솔루션은 탄소 포집과 격리를 제외하고는 별도의 부가 효과나 제품을 생성하지 않는다.

리더십 팀

GigaBlue의 공동 창립자들은 환경 과학, 특수 정보 기술, 혁신 및 기업가 정신 등 다양한 배경을 보유하고 있다. 팀은 숙련된 해양 생물학자, 생태학자, 재료 과학자, 환경 엔지니어로 구성되어 있다.

도탄 부과금 dotan@gigablue.co / gigablue.com

#69. 켈프블루(KELP BLUE)

개요

기업명	Kelp Blue	본사 위치	네덜란드 암스테르담
설립연도	2020년	직원 수	51~100
TRL(기술성숙도)	4	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	조류, 토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 미세조류 재배 토양 - 농업 및 초원 CDR		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈 B
자본 조달 목표 금액	\$80,000,000	수익 범위	\$1,000,000 ~ \$5,000,000
자본 조달 완료 금액	\$50,000,000 ~ \$100,000,000	추구하는 투자자 유형	기타
자본 조달 유형	기업부채		

회사 설명

Kelp Blue는 거대 다시마(*Macrocystis pyrifera*)를 나미비아, 뉴질랜드, 그리고 곧 알래스카 연안에서 재배한다. Kelp Blue의 해양 농장은 보호된 수역에서의 확장 한계를 극복하며, 현지 영양소 용승 시스템의 혜택을 받는다. 다시마는 혁신적인 잠수 구조물에서 자라며, 결국 수면에 캐노피를 형성한다. 캐노피 생물량은 수확 후 지속 가능한 농업 및 포장 제품으로 가공되며, 남은 생물량은 자연적으로 탄소를 격리하고 생물다양성을 지원하며 기타 생태적 이점을 제공한다.

핵심 혁신

Kelp Blue의 해양 농법은 대규모 다시마 재배를 가능하게 하며, 의도적으로 생물량을 침수하지 않고도 상당한 규모의 탄소 격리를 지원한다. 잠수 구조물은 자연적인 숲의 성장을 모방하며, 캐노피만 수확되고 나머지 숲은 탄소 격리와 생물 다양성을 강화하는 해양 서식지를 제공한다. 또한, 수확된 캐노피에서 생산된 제품은 다른 산업이 환경을 해치는 관행에서 벗어나도록 돕는다. 예를 들어, 다시마 바이오스티물런트는 화학 비료와 농약의 필요성을 줄이며, 알지네이트와 푸코이단은 포장 및 건강보조식품 산업을 위한 지속 가능한 대안을 만든다. 이 접근법은 탄소 크레딧에 의존하지 않는다는 점에서 독창적이다.

CO2 포집

다시마는 육상 식물과 마찬가지로 광합성을 통해 탄소를 흡수하며, 주변 수역에서 용해된 CO2와 탄산을 생물량과 산소로 전환한다. 이 과정은 해양이 더 많은 대기 탄소를 흡수하도록 돕고, 해양 산성화를 완화한다. 다시마는 또한 수역에서 자연적으로 발생하는 영양소를 흡수하여 영양 순환을 지원한다. 서 있는 생물량(순 1차 생산, NPP)은 일시적으로 포집된 CO2의 저장고로 간주될 수 있다.

CO2 격리

캐노피는 연간 4회 수확되며, 매년 생산되는 생물량의 일부만 잘라낸다. 나머지 생물량은 해양에서 자연적인 확산 경로를 따라 이동하며, 약 90%는 섭취, 재광물화, 또는 낮은 내구성 지역에 퇴적된다. 나머지 약 10%는 심해로 수출되어 해저에 매장되며, 100년 이상 지속 가능한 내구성 있는 탄소 격리 형태를 형성한다.

부가 효과 및 제품

다시마 숲은 해양 환경에 중요한 생태적 이점을 제공한다. 해양 서식지로서 다양한 종을 양육하며, 수질을

개선하고 동적인 해양 생태계를 지원한다. 다시마는 주변 수역에서 탄소(탄산 형태)를 흡수하여 pH 수준을 조절하고 해양 산성화를 완화하며 산소를 보충한다. 다시마 숲은 물고기의 산란 및 서식지로 작용하여 해안 경제에 중요한 지역 어족 자원을 보충한다. 또한, 영양소를 조절하고 부영양화를 방지하며, 강한 파도와 폭풍으로부터 해안을 보호한다. 다시마 유래 제품은 농업, 포장, 건강보조식품 등 다양한 산업에서 지속 가능한 대안을 제공한다.

리더십 팀

- **Daniel Hooft (CEO)**: Shell에서 7개국(나이지리아, 가봉 포함)에서 20년간 현장 및 고위급 리더십 경험
- **Caroline Slootweg (CCO/공동 창립자)**: Unilever 및 WPP에서 20년간 스타트업, 커뮤니케이션, 디지털 전환 전문가
- **Elianne Oei (임시 CFO)**: 여러 대륙에서 20년간 재무 및 회계 경험
- **Cayne Moffat (대행 CFO)**: 식량 및 농업 비즈니스에서 2억 달러 이상 자금을 조달한 기업 재무 컨설턴트
- 2023년 셰이크 자이드 지속가능성 상 기후 부문 수상

다니엘 후프트 DanielHooft@kelp.blue

#70. KEPLER CARBON RECAPTURE

개요

기업명	Kepler ReCapture Inc.	본사 위치	미국 캘리포니아 레이크애로워드
설립연도	2023년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	4	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	고급소재, 건축자재, 산업화학물질, 에너지, 산업가스&순수 CO2, 고분자, 기타	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 기타 방법		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	프리시드
자본 조달 목표 금액	\$2,000,000	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 엔젤, 사모펀드, 자선활동, 정부, 프로젝트금융, 기타
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 기업부채, 자선기금, 전환사채, 프로젝트 부채, 기타		

회사 설명

우리의 비전적인 탄소 제거 기술은 항공우주 물리학 접근법에서 영감을 받아 자가 동력형 해양 시설(물리적 플랫폼)을 통해 대기과 해양에서 과도한 CO2를 포집한다. 혁신적인 해수 처리 공정을 통해 포집된 CO2는 건축 자재와 같은 가치 있는 자원으로 격리된다. 모든 과정은 무배출 해양 에너지로 구동되며, 전 세계에 설치된 플랫폼을 통해 2035년까지 IPCC의 기가톤 규모 목표를 달성하고 지구의 탄소 순환에 효율적이고 광범위한 영향을 미치는 것을 목표로 한다.

핵심 혁신

우리의 혁신적인 직접 해양 포집(DOC) 방법은 자연 탄소 순환을 지원하며 확장성의 한계를 극복한다. 이 시스템은 무배출 에너지를 활용하며, 멤브레인, 필터, 첨가제, 촉매제를 필요로 하지 않으며, 토지나 원료에 제약받지 않는다. 해수와 해양 에너지만을 사용하는 이 모듈형 시스템은 재현 가능하며 기가톤 규모의 수익성을 실현한다(포집된 탄소의 상업적 활용을 통해). 외부 소모 자원이나 전력을 필요로 하지 않으며 생태적으로 안전할 뿐만 아니라 생태계에 이로운 효과를 제공한다.

CO2 포집

해수는 순간 증발(flash evaporation) 과정을 거쳐 해수 내 용해된 CO2를 제거하며, 포집된 CO2는 기체 형태로 격리된다. CO2-탄산염 완충 시스템에서 이미 포집된 탄소는 동적으로 탄산 및 중탄산염/탄산염 형태로 존재하며, 이 과정에서 브라인(brine)으로 포획된다. 초기 순간 증발의 부산물인 브라인은 추가 증발 단계를 거쳐 CaCO3와 MgCO3(전기분해 화학과 동일)를 생성한다.

CO2 격리

포집된 기체 형태의 CO2와 함께 칼슘 및 마그네슘 탄산염은 다양한 용도로 활용 가능한 원료로 변환된다. 이러한 응용은 최소 100년 이상 탄소가 재방출되지 않도록 격리하는 것을 목표로 한다. 구체적인 사용 예로는 콘크리트에 통합, 해양 안정 대체품으로의 활용, 또는 에틸렌, 흑연 및 기타 상업적으로 중요한 원료로 전환이

포함된다. 특히, 이러한 재료는 미래의 플랫폼 제작에 사용되어 자가 복제 가능한 지속 가능한 생산 전략의 핵심 역할을 한다.

부가 효과 및 제품

이 과정은 담수를 생산하며, 해수에서 포집된 CO₂를 해양 탄산염으로 변환해 건축 자재로 활용한다. CaCO₃를 폐기하지 않고 가치를 지닌 광물로 처리하여 해저 생태계의 교란과 같은 잠재적 환경 영향을 방지한다. 또한, 브라인에서 리튬 탄산염과 같은 고부가가치 물질을 추출한다. 시설 운영을 위한 무배출 에너지를 공급할 뿐만 아니라 잉여 전력을 생산하며, 주택 및 일자리 기회를 창출하는 데 기여한다.

리더십 팀

4명의 공동 창립자로 구성된 리더십 팀은 항공우주 및 해양 분야에서 풍부한 경험을 보유하고 있으며, 해결이 어려운 문제에 독창적인 솔루션을 개발해 왔다. 이 팀은 물리학자, 혁신적인 엔지니어, 탄소 순환 전문가, 해양 엔지니어 및 선박 건조 전문가로 구성되어 있다.

데비 리 윌킨슨 dwilkinson@keplerrecapture.com / keplerrecapture.com

#71. KFC (KELPFARMCAREER)

개요

기업명	KFC (KelpFarmCareer)	본사 위치	중국
설립연도	2021년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	8	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	조류, 바이오차	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 대형조류 재배 / 인공 용승 및 하강		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	\$1,000,000	수익 범위	\$20,000,000 ~ \$50,000,000
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 ~ \$5,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 정부
자본 조달 유형	기업자본, 정부지원		

회사 설명

기후 변화 문제를 해결하기 위해 KFC는 해양 기반 탄소 제거 솔루션을 개발했다. 앵커 계류 기술, 해조류 양식 기술, CO2 모니터링 기술, 그리고 해조류 바이오차의 고부가가치 활용 기술을 활용한다. 또한, 고수확·고온·파랑 저항성 해조류 품종, 양식 깊이를 조절할 수 있는 새로운 유형의 부표, 그리고 영양 공급 시스템을 개발했다. 이러한 기술 혁신을 통해 해조류 양식이 대규모 해양 지역으로 확장될 수 있다.

핵심 혁신

기후 변화 문제를 해결하기 위해 앵커 계류 기술, 해조류 양식 기술, CO2 모니터링 기술, 그리고 해조류 바이오차의 고부가가치 활용 기술을 포함한 일련의 자연 기반 솔루션 기술이 개발되었다. 또한, 대규모 원양 심수 지역에서 해조류 양식을 확장하기 위해 고수확·고온·파랑 저항성 해조류 품종, 새로운 유형의 부표, 그리고 영양 공급 시스템이 개발되었다.

CO2 포집

해조류는 효율적인 광합성을 통해 해양의 CO2를 흡수하고 저장한다. 성장 과정에서 바람과 부패 등 요인으로 인해 유기 탄소 형태의 해조류 잔재물이 생성되며, 이는 주변 생태계로 운반되어 해양에 저장되는 난분해성 용존 유기 탄소(RDOC)로 전환된다. 일부는 심해의 퇴적 탄소가 되어 장기 탄소 격리 방법으로 간주된다. 성숙한 해조류는 상당한 생체 탄소를 포함하고 있다.

CO2 격리

대규모 해조류 양식장은 난분해성 용존 유기 탄소(DOC), 해조류 양식장 내 퇴적 탄소 격리, 그리고 수확된 해조류의 대량 생체 탄소 격리로 나뉘어 설명할 수 있다. 성숙한 해조류는 해조류 비료와 바이오차로 가공된다.

부가 효과 및 제품

이 방법으로 해조류 비료, 바이오차, 식품, 사료 원료를 생산할 수 있다. 또한, 해조류 양식장은 해양 생태계를 되살리고 해양 환경을 복원하는 데 기여한다. 동시에, 앵커 계류 기술과 해양 기반 탄소 제거 기술은 점차 성숙해지고 있다.

리더십 팀

KFC 팀원들은 탄소 제거 상위 60개 결선 진출자 중 하나로 선정된 것을 자랑스럽게 생각한다. 2022년 중국-ASEAN 혁신 및 창업 대회에서 중국 과학기술부와 ASEAN 사무국이 공동 주최한 대회에서 3등상을 수상했다. 팀원 중 한 명인 유푸린 교수는 고수확·고온·파랑 저항성 해조류 품종을 개발했다.

유순 리안 yushunlian@hhu.edu.cn / kelpfarmcareer.com

#72. MARINE PERMACULTURE SEAFORESTATION

개요

기업명	Climate Foundation	본사 위치	필리핀 콤포스텔라
설립연도	2007년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	조류, 식품/사료	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 대형조류 재배		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	\$5,000,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 엔젤, 사모펀드, 자선활동, 정부, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 기업부채, 자선기금, 전환사채, 프로젝트 부채		

회사 설명

Climate Foundation은 인간과 바다의 상호작용을 추출 중심에서 재생 중심으로 전환시키며 지속 가능한 수익을 창출한다. 필리핀에서 2019년부터 주요 배치 현장을 운영 중인 Climate Foundation은 해양 농업 플랫폼(Marine Permaculture)을 구축, 배치, 테스트, 확장하여 1,000m² 규모의 심해 관개를 가능하게 하고, 보통 해조류가 자라기 어려운 해상 조건에서도 견고한 해조류 성장을 가능하게 한다.

핵심 혁신

Marine Permaculture는 연안 지역사회의 경제를 회복시킬 뿐만 아니라 어부들이 재생 가능하고 복원력 있는 생계를 구축하도록 지원한다. 이러한 재생적 개입은 전 세계적으로, 특히 극심한 빈곤 속에서 살아가는 연안 지역사회에 적용될 수 있다. 기후 변화가 이러한 지역사회에 불균형적인 영향을 미치듯, MP(Marine Permaculture)는 이들에게 비례적으로 더 큰 혜택을 제공한다. MP 플랫폼은 5등급 태풍에도 견딜 수 있는 내구성을 입증했으며, 세계에서 유일하게 허리케인에 저항할 수 있는 잠수형 해양 양식 플랫폼으로 평가받고 있다.

CO2 포집

Marine Permaculture는 아열대 해양에서 1헥타르당 연간 80톤의 CO₂를 대기에서 포집할 가능성을 지니고 있다. 연구에 따르면, 다시마 숲의 탄소 고정 능력은 육상 숲의 탄소 고정 능력을 초과할 수 있다. 육상 식물의 광합성 효율이 0.2-2%인 반면, 해조류는 8%를 초과할 수 있다. 육지보다 넓은 열린 바다가 존재하므로, 해양 농업은 확장 가능성 측면에서 큰 장점을 지니고 있다.

CO2 격리

성장 과정에서 자연적으로 떨어져 나가는 해조류 조각(수확량의 20-40%)은 하루에 800m 속도로 가라앉아 몇 시간 내에 해저에 도달한다. 이러한 조각들은 해저의 해양 생물에 의해 섭취되며, 이후 심해 CO₂로 호흡된다. 이 CO₂는 탄산칼슘과 반응해 완충된 탄산수소칼슘을 형성하며, 이는 해양 산성화를 완화한다. 안정적인 CO₂는 필리핀 세부 배치 지역 근처에서 한 세기 동안 깊은 곳에 유지된다.

부가 효과 및 제품

Marine Permaculture는 심해 관개와 함께 확장 가능하며, 탄소 격리와 동시에 식량 안보를 제공한다. 해조류 바이오매스에서 제품을 생성하여 수익을 창출하고 기가톤 규모로의 확장을 촉진한다. 기술 경제적 분석은 해조류 생장 촉진제 시장의 가능성을 검증하였으며, 기타 가치 사슬도 이미 가시권 내에 있다.

리더십 팀

CF의 관리, 기획, 엔지니어링 팀은 현지 및 원격으로 현장 직원과 협력한다. 필리핀에서의 배치는 배치 현장 관리자이자 현지 해조류 전문가인 Mr. Perfecto Tubal의 초청으로 이루어졌으며, 그는 이 기술이 필리핀에 미칠 잠재력을 인식하였다. CF의 필리핀 배치 팀은 필리핀인을 중심으로, 인도, 미국, 호주 등 다양한 국가 출신의 국제 팀으로 구성되어 있다.

브라이언 brian@climatefoundation.org / Climatefoundation.org

#74. OCEAN NOURISHMENT

개요

기업명	Ocean Nourishment Corporation	본사 위치	호주 시드니
설립연도	2004년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	기타	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 미세조류 재배 / 영양염 첨가 통한 비료화 / 해양생태계 복원 및 관리		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	\$2,000,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 ~ \$5,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 정부
자본 조달 유형	기업자본		

회사 설명

Ocean Nourishment는 기후 안정화와 자연 어획량 부족이라는 이중 문제를 해결하기 위해 노력한다. 프로젝트 팀 WhaleX는 해양 식물과 특정 영양 요구를 정밀하게 매칭하는 방식으로 해양 공간을 관리하는 영양소 추가 방식을 제안한다. 이 과정은 해양 식물의 성장 최적화를 통해 해양 생태계를 재생시키고 어장을 복원하며, 기가톤 규모로 대기 중 이산화탄소를 제거하는 것을 목표로 한다.

핵심 혁신

WhaleX는 표층 해양의 영양소 부족을 측정 후, 미세 해양 식물의 개체 수를 증가시키기 위해 적합한 영양소를 처방하여 추가한다. 이들은 매크로 및 마이크로 영양소를 포함한 AquaFood 제품을 설계하였으며, 해당 지역에 맞는 공식을 사용하여 영양소를 조절한다. WhaleX는 선박, 로봇, 또는 부유 플랫폼을 통해 이 과정을 실행하는 전체론적 접근 방식을 채택한다. Carbon Capture BioPod를 활용하여 측정, 보고 및 검증(MRV)이 안전하게 이루어지도록 한다.

CO2 포집

ONC는 식물성 플랑크톤과 해양 생물학적 펌프를 활용하는 데 중점을 둔다. 표층 해양의 매크로 및 마이크로 영양소 균형을 조정하여 해양 식물 개체 수를 증가시키고, 정의된 엽록소 농도 수준을 유지한다. 이는 해양 먹이사슬의 기초에서 자연적인 광합성 과정을 자극하여 대기 및 표층 해양에서 탄소를 유기 식물 물질로 흡수하도록 만든다. 본질적으로 자연을 활용하여 탄소를 포집하는 방식이다.

CO2 격리

WhaleX는 지속 가능한 탄소 격리 문제를 해결하기 위해 두 단계의 과정을 설계하였다. 첫째, 밀폐된 바이오포드 구조에서 통제된 해양 환경 내 식물성 플랑크톤을 성장시키고 격리된 탄소를 정밀히 측정한다. 이후 하강 파이프를 통해 탄소를 심해로 직접 이동시킨다. 이 작업은 개방된 해양 환경에서의 식물성 플랑크톤 성장을 위한 MRV를 구축하고, 심해에서 대기과 접촉하지 않는 방식으로 탄소를 지속적으로 격리하는 모델링 계산을 지원한다.

부가 효과 및 제품

WhaleX는 해양 먹이사슬의 기초에서 작업하며 식물성 플랑크톤, 동물성 플랑크톤 및 어업 생산성을 향상시킨다. 대규모로, 이 과정을 통해 야생 어획량이 증가할 가능성을 모델링하였으며, 이를 통해 빈곤 국가와 지역 사회가 낮은 비용으로 고품질 단백질을 확보할 수 있다. 또한 식물성 및 동물성 플랑크톤을 수확하고 오메가-3 오일을 추출하며, 부유 구조물에서 대형 해조류를 생산할 가능성을 제공한다.

리더십 팀

- Dr. Edwina Tanner: WhaleX 프로젝트 관리자, 수석 해양학자, WhaleX Foundation CEO
- Dr. Samantha Lavender: 저명한 과학자, 플리머스 대학 (지형정보학) 명예 연구원, 위성 지구 관측 전문가
- Jill Storey: 전 Deloitte 파트너, World Ocean Council의 해양 CO₂ 제거 자문가
- Peter Wheen: 수석 엔지니어, NSW 교통기술국 기술 이사, Ocean Nourishment Corporation 설립 이사
- John Ridley: 환경 과학자, World Ocean Council 이사, Ocean Nourishment Corporation 설립 관리 이사
- Prof. Rob Wheen: WhaleX의 엔지니어링 혁신 관리자

에드위나 태너 edwina.tanner@oceannourishment.com / Oceannourishment.com

#75. PLANETARY

개요

기업명	Planetary Technologies Inc.	본사 위치	캐나다 다트머스
설립연도	2019년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 해양 알칼리도 증진 광물 - 광산 또는 산업폐기물의 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	\$20,000,000	수익 범위	\$1,000,000 ~ \$5,000,000
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 정부, 자선활동, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 자선기금, 프로젝트 부채		

회사 설명

Planetary는 해양 알칼리도 강화(OAE)를 통해 해양의 기후 변화 대응 능력을 강화한다. 모든 이해관계자들과 협력하여 전 세계적으로 해양 탄소 제거 프로젝트를 개발하고 있다. 이 프로젝트의 핵심은 Ocean Carbon Platform(OCP)으로, 알칼리 소스 자격 검증, 알칼리 추가 작업 자동화, 해양 안전 모니터링, 해양 탄소 제거 측정 및 수익화를 위한 비용 효율적이고 지속 가능한 도구를 제공한다.

핵심 혁신

Planetary는 대규모에서 가장 저렴한 탄소 제거(CDR) 프로세스를 제공한다. 기존 부산물과 인프라를 활용하며, 거의 에너지를 사용하지 않고 자본 지출(capex)이 미미하다. 알칼리 부산물의 활용은 연간 1Gt의 CDR 잠재력을 제공하며, 2100년까지 최대 8.5Gt/yr로 증가할 것으로 예상된다. OAE의 잠재적 규모는 연간 100Gt 이상에 달하며, 다른 CDR 방식이 한계를 맞이할 때에도 비용 효율성을 유지할 수 있다. 이는 Planetary의 독창적인 IP, 제품, 시스템 및 파트너십 네트워크로 더욱 강화된다.

CO2 포집

Planetary는 저탄소 알칼리를 기존 해안 방류구에 추가한다. 가장 일반적인 알칼리 예로는 수산화마그네슘이나 수산화칼슘이 있다. 이러한 알칼리는 해수 내의 산성 CO2를 중화하여 탄산염 및 중탄산염 이온으로 전환하며, 이는 이미 해양에 풍부하게 존재한다. 이 과정에서 해양 CO2가 화학적으로 소비되면서, 대기와 해양 간의 CO2 균형을 회복하기 위해 대기로부터 CO2를 흡수한다.

CO2 격리

해양 내 알칼리성 용해 탄소(중탄산염 및 탄산염 이온)의 평균 체류 시간은 약 10만 년이다. 이는 강을 통한 연간 알칼리성 탄소 유입량(0.3 GtC/yr), 해양 내 존재하는 알칼리성 탄소 저장량(약 34,000 GtC), 그리고 안정 상태를 가정한 결과에 기반한다(Middelburg et al. 2020). 추가된 알칼리성 탄소도 동일한 방식으로 작용할 것으로 예상된다.

부가 효과 및 제품

이 프로젝트는 방류구에서 탈산성화 효과를 제공하여 해양 환경을 개선하고 어업 및 조개양식 산업에 이점을 제공한다. 지역 사회는 고용 창출, CDR 연구 자금 증가, 교육 기회 확대, 인재 유치, 경제 발전 및 국제적 위상 증대 등의 혜택을 누릴 수 있다. 마지막으로, 부산물 사용을 통해 복원된 토지가 지역 사회에 반환된다.

리더십 팀

Michael Kelland CEO는 숙련된 기업가로서 Brock Battochio와 Dr. Greg Rau와 함께 Planetary를 설립했다. Greg Rau는 탄소 순환 연구에서 40년 이상의 기본 및 응용 경험을 보유하고 있다. 이 팀은 공공, 민간 및 자선 자금을 조달한 경험이 있는 Kelly Wachowicz와 더불어 야금학 프로젝트 상업화, 운영, 해양 탄소 순환 및 해양 산성화, 마케팅, 파트너십 및 사업 개발 경험을 가진 구성원들로 이루어져 있다.

마이클 켈랜드 Mike@planetarytech.com / planetarytech.com

#76. 프로노에(PRONOE)

개요

기업명	PRONOE	본사 위치	프랑스 파리
설립연도	2022년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	4	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 해양 알칼리도 증진		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업자본, 정부지원, 자선기금, 프로젝트 부채		

회사 설명

PRONOE는 해양 알칼리화 증대를 통한 CO2 제거 프로젝트입니다. PRONOE는 기존의 해안 산업(수처리, 담수화 및 발전소)과 공동으로 위치하는 산업 시스템을 개발하며, 이들의 배출수를 알칼리 흐름으로 변환하여 해양 표층 산성화를 지역적으로 되돌리고 CO2 포집 용량을 증가시킵니다. PRONOE의 알칼리 생산은 전기와 중금속(니켈 등)을 포함하지 않는 자연적으로 풍부한 지하 광물을 사용하며, 폐기물이나 부산물을 생성하지 않아 수익성을 유지함과 동시에 확장성을 제한하지 않습니다.

핵심 혁신

해양 알칼리화 증대는 CO2 포집 및 저장 측면에서 현실적으로 확장 가능성이 높은 방법으로 자주 언급됩니다. PRONOE는 다른 프로젝트와는 달리, 1) 폐기물이나 부산물을 생성하지 않아 다른 시장이 프로세스 확장을 제한하지 않습니다; 2) 사용되는 광물은 풍부하며, 감람석이나 사문석과 달리 중금속을 포함하지 않습니다; 3) 생산되는 알칼리 유형은 pH에 미치는 영향을 최소화하여 생산성 최적화를 도모합니다.

CO2 포집

PRONOE는 해안 지역에 알칼리 흐름을 분산시킵니다. 기존의 배출수 방출 인프라는 알칼리 흐름과 해수의 혼합을 촉진하며, 특히 해양의 표층에서 효과적입니다. 알칼리 추가는 해수 화학을 복원하고 탄산염 균형을 변화시켜 일부 용존 CO2를 소비합니다. 이는 결국 공기-해수 균형에 영향을 미쳐 대기로부터 추가 CO2의 유입(포집)을 유발합니다(DOI: 10.1002/1012.10330).

CO2 저장

PRONOE가 알칼리성을 환경에 도입하면 탄산염 균형이 이동하며, CO2는 해수에서 중탄산염으로 저장됩니다. 이러한 중탄산염은 매우 안정적이며, 10,000년 이상 용액 상태로 유지됩니다(DOI: 10.1002/2016RG000533). PRONOE의 활동으로 추가된 중탄산염 (저장된 탄소)은 해수의 초기 중탄산염 농도와 비교할 때 큰 비중을 차지하지 않습니다(DOI: 10.5194/egusphere-2023-2409).

부가 효과 또는 제품

해양 산성화는 초과될 다음 행성 경계로, 10억 명 이상의 최빈층 인구의 생태계와 식량 공급원을 위협합니다(oceana.org). PRONOE는 지역적으로 해양 산성화와 싸우며, 연안 생태계 보호에 기여합니다.

PRONOE는 확장 시 부산물 생성을 주요 설계 요소로 고려하지 않지만, 인근 산업에 가치를 더할 화학 제품을 생성할 수 있는 공정적 시너지를 제공할 수 있습니다.

리더십 팀

Nicolas Sdez와 Dr. Juan Buceta는 PRONOE를 공동 설립하여, Nicolas의 기업가적 경험과 Juan의 폐수 처리 전문 지식을 결합했습니다. Nicolas는 유체 역학 엔지니어이자 INSEAD MBA 졸업자로, OceanWings를 공동 발명하여 TRL 7 단계까지 발전시키고, AYRO를 공동 설립하여 해운 탈탄소화를 추진하며 수백만 유로 계약과 1,050만 유로 시드 라운드를 확보한 경력이 있습니다. Juan은 화학 엔지니어이자 박사 학위 소지자로, 실험실에서 산업까지 공정을 확장하고 운영 조건 최적화를 통해 비용을 절감하는 데 전문성을 갖추고 있습니다.

후안 보지 juan.buceta@prone.earth / proneo.earth

#77. PULL TO REFRESH

개요

기업명	Pull to Refresh	본사 위치	미국 캘리포니아 서니베일
설립연도	2021년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 대형조류 재배 / 바이오매스 침적 또는 매립 / 해양생태계 복원 및 관리		

조달 활동 세부사항

상업 단계	연구개발 단계	현재 투자 단계	프리시드
자본 조달 목표 금액	\$1,000,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 엔젤, 사모펀드, 정부, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 기업부채, 전환사채, 프로젝트 부채		

회사 설명

Pull To Refresh는 대기 중 CO2 수준을 줄이고 해양 생태계를 재생하는 데 중점을 둔 회사로, 침입성 큰실말(Sargassum macroalgae)을 심해로 가라앉혀 탄소를 검증 가능하게 격리하는 작업을 수행합니다. 태양광으로 작동하는 반자율 선박을 제작하고 배치하여 큰실말을 탐색, 수집 및 가라앉히는 작업을 수행하며, 이로 인해 저장된 탄소는 최소 100년 동안 격리됩니다. 2021년에 설립된 Pull To Refresh는 엔지니어, 제작자, 기업가 및 예술가들로 구성된 글로벌 팀으로, 기후 변화에 맞서 싸우는 데 헌신하고 있습니다.

핵심 혁신

다른 큰실말 가라앉히기 회사와 달리, 우리는 전체 선박을 하강시키지 않고 그물만 내리는 방식을 채택하여 더 자동화된 시스템과 긴 수명을 제공합니다. 또한, 우리는 가라앉히는 모든 배치를 디지털 저울로 측정하고 GPS 위치를 추적하며, 해초의 탄소 함량을 계절적으로 샘플링하는 고유한 MRV(측정, 보고 및 검증) 방식을 사용합니다. 우리는 해초를 재배하지 않고 단순히 찾아서 가라앉히기 때문에 복잡성과 비용을 줄일 수 있습니다.

CO2 포집

CO2는 카리브해 지역 전역에서 번성하는 침입성 큰실말이 광합성 과정을 통해 포집합니다. 큰실말은 성장하는 동안 공기와 물에서 CO2를 흡수하여 대기 중 CO2 농도를 효과적으로 낮춥니다. 이 해조류는 빠르게 성장하며 생애 동안 상당한 양의 CO2를 포집합니다.

CO2 저장

우리의 선박은 큰실말을 수집한 후 이를 135m 이상의 깊이로 기계적으로 하강시킵니다. 이 깊이에서 수압은 큰실말의 공기 주머니를 파열시켜 부력을 잃게 하고 해저로 가라앉게 만듭니다. 3,000m 이상의 깊이로 가라앉힌 경우 탄소는 최소 100년 동안, 5,000m 이상의 깊이에서는 1,000년 동안 탄소 순환에서 제거되어 안정적으로 저장됩니다.

부가 효과 또는 제품

우리의 솔루션은 여러 부가 효과를 제공합니다. 침입성 큰실말 문제를 완화하여 산호초의 건강을 유지하고 거북의 산란지를 보호합니다. 큰실말 제거를 통해 해안의 미관을 회복하여 관광객과 주민들에게 쾌적한

환경을 제공하고, 관광 산업의 경제적 지속 가능성을 보호합니다. 또한, 큰실말로 인해 영향을 받은 지역사회의 건강 문제를 완화하며 해양 산성화를 줄이는 데 기여합니다.

리더십 팀

CEO인 Arin Crumley는 연쇄 창업가이자 영화 제작자로, 중국에서의 전기차 및 공급망 경험, 해양 기반 주거 및 자율 태양광 선박 관련 전문성을 보유하고 있습니다. 공동 창업자인 Laurel Tincher는 7년간 해양 인프라 산업에서 임원으로 일한 연쇄 창업가로, 지속 가능성 석사 학위를 보유하고 신항 산업에서 제품을 출시한 경험이 있습니다. 엔지니어링 책임자인 Thomas Waters는 제조를 위한 설계에 전문성을 가진 기계 엔지니어로, 3D 모델링 및 제작을 전문으로 하고 있습니다.

아린 크럼리 Arin@pulltorefresh.team / pulltorefresh.earth

#78. 리와인드(REWIND)

개요

기업명	C Sink LTD	본사 위치	이스라엘 하이파 & 텔아비브
설립연도	2022년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 바이오매스 침적 또는 매립 / 바이오매스의 직접 매립 토양 - 육상생태계 복원 및 관리		

조달 활동 세부사항

사업 단계	연구개발 단계	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 설명

Rewind는 잔여 식물체를 흑해 심해로 재배치함으로써 대기 중 CO2를 정화합니다. 이 접근법은 자연 기반으로, 모든 강이 유기 탄소를 바다로 운반하며, 흑해는 세계에서 가장 큰 무산소 분지로, 탄소를 수천 년 동안 자연적으로 보존합니다. Rewind는 기존 공급망을 활용하여 기가톤 규모의 탄소를 이 수십 년 내에 안전하게 저장할 수 있도록 과학, 인증, 라이선스 정책 및 MRV 기술을 개발하고 있습니다.

핵심 혁신

우리 솔루션의 핵심 차별화 요소는 **규모**(흑해 주변 기가톤 규모의 바이오매스); **에너지 효율성**(저장 질량의 10% 미만 배출); **비용**(운송 및 처리 비용 \$100/t 미만); **영구성**(수천 년 동안의 저장 가능); **자연 유사성**(강이 바이오매스를 바다로 운반하는 자연 현상 재현)이며, 우리 기술의 차별성은 MRV의 **정확성**(모델링이 아닌 샘플링 의존)과 **포괄성**(생애 주기 전반 관리)에 있습니다.

CO2 포집

식물은 광합성을 통해 CO2를 물과 영양분과 결합하여 바이오매스 형태로 전환합니다. Rewind는 농업, 산림 및 목재 산업에서 발생하는 잔여 목재 바이오매스를 수집합니다.

CO2 저장

식물 바이오매스에 포함된 CO2는 분쇄 및 포장된 후 트럭과 선박을 통해 흑해 심층부로 운송되어 내구성 있게 저장됩니다. 흑해는 50만 기가톤의 물로 구성된 무산소 환경으로, 유독성 황화물이 포화되어 있습니다. 이러한 환경은 '유크시닉'으로 불리며, 식물 바이오매스를 수천 년 동안 보존합니다.

부가 효과 또는 제품

우리의 솔루션은 사회적, 환경적으로 여러 이점을 제공합니다. 1) 재생 농업 및 지속 가능한 산림 복원을 촉진; 2)산불 예방 및 해양 생태계 보존; 3) 일자리 창출과 새로운 소득 기회 제공. 우리는 사회적, 환경적 NGO와 적극 협력하여 기후 행동을 강화합니다. 흑해 기후 라운드테이블은 해당 분야의 최고 과학자들 간 연구와 정책 대화를 촉진하기 위해 설립된 우리의 핵심 이니셔티브 중 하나입니다.

리더십 팀

우리 리더십 팀에는 두 명의 해양생물학자인 Angel 교수와 Dr. Krost, 우주 공학자 CTO Kobi Kaminitz, 주(州) 단위 폐기물 수집 및 해양 양식업 운영 경험이 있는 COO Eitan Brettler, 지속 가능성 비즈니스 리더 CSO Noa Olenik, 전 이스라엘 외교부 국장 출신의 지정학적 전략 고문 Alon Ushpiz, 그리고 대규모 데이터 스타트업 성공 경험을 가진 CEO Ram Amar가 포함되어 있습니다.

람 아마르 ram@rewind.earth / rewind.earth

#79. ROCS (RESTORE OYSTERS FOR CLIMATE SUSTAINABILITY)

개요

기업명	ROCS International Inc.	본사 위치	미국 텍사스 데소토
설립연도	2022년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	8	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	건축자재, 식품/사료	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 기타 방법		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	\$1,000,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 사모펀드, 자선활동, 프로젝트금융, 기타
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 자선기금, 기타		

회사 설명

우리는 이윤을 위해 반쪽 껍질 형태의 굴을 양식하며, CO₂는 껍질 형성 과정에서 탄산칼슘 형태로 부가적으로 저장됩니다. 우리는 물기둥을 따라 자동으로 상승과 하강을 수행하는 압축 공기를 이용한 잠수식 양식 장치에 대해 여러 특허를 보유하고 있습니다. 우리의 기술은 지속 가능하고 이동 가능한 공장형 양식 선박을 통해 전 세계에 식량을 공급하는 동시에 바다의 탈탄소화를 지원합니다.

핵심 혁신

우리의 지적 재산권인 "Shellevator"는 견고하고 확장 가능한 수상 장비를 활용하여 양식 관행을 자동화합니다. 이를 통해 전체 물기둥을 활용하여 수확을 용이하게 하고, 피해를 방지하며, 성장 품질과 안전을 향상시켜 생산량을 기하급수적으로 증가시킬 수 있습니다.

CO₂ 포집

CO₂는 광합성을 통해 미세조류에 의해 바다에서 흡수되며, 굴이 필터링하며 섭취합니다. 탄소의 일부는 호흡과 조직 성장 과정을 통해 단기 탄소 순환으로 다시 방출되며, 나머지 탄소는 껍질 형성을 통해 탄산칼슘 형태로 저장되어 장기 탄소 순환으로 전환됩니다.

CO₂ 저장

굴 껍질이 생성되면, 이산화탄소는 수천 년에서 수백만 년 동안 저장됩니다.

부가 효과 또는 제품

부가 효과로는 식량 안보, 어류 양식장 및 단백질 보충제 및 기타 농장 동물을 위한 사료 공급이 포함됩니다. 굴 복원은 물을 여과하고 폐기물을 제거하며, 어류를 포함한 연안 생태계를 재도입하는 기반을 제공합니다. 또한 굴은 폭풍의 바람과 파도로부터 해안을 보호하고 해안 침식을 방지합니다. 생으로 먹거나, 튀기거나, 훈제하거나, 해산물 검보, 샌드위치, 구이, 통조림, 스튜로 활용될 수 있는 굴은 1,080억 달러 규모의 산업입니다.

리더십 팀

굴 양식업자, 과학자, 발명가, 환경 기자, 그리고 사업가들로 구성되어 있습니다.

안젤로 데파올라 andydepaola@gmail.com / rocsinternational.com & shellevator.com

#80. 루비스코2 (RUBISCO2)

개요

기업명	RUBISCO2, LLC	본사 위치	멕시코 멕시코시티
설립연도	2023년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	바이오차, 에너지	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 대형조류 재배 토양 - 바이오매스의 열전환 / CO2 포집 및 저장을 통한 바이오매스의 에너지 변환 / 건축환경에서 바이오매스 격리		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	프리시드
자본 조달 목표 금액	\$9,000,000	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 엔젤, 사모펀드, 정부, 프로젝트금융, 기타
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 기업부채, 전환사채, 프로젝트 부채, 기타		

회사 설명

우리는 증가하는 조류 폐기물을 바이오차로 전환하는 시스템을 기하급수적으로 확장 가능하게 개발하고 있습니다. 우리의 모듈형, 유연하고 단순하면서도 효율적인 조류 원료 특화 열분해 시스템은 지속 가능한 비즈니스 모델을 기반으로 목표 달성을 지원합니다. 우리는 기반을 구축 중이며, 올해부터 본격적인 확장을 시작할 예정입니다.

핵심 혁신

우리의 반응기는 조류 원료에 특화되어 있습니다. 대량 생산을 용이하게 하는 단순함을 유지하면서도 효율성을 높이는 혁신적인 구성 요소를 포함하고 있습니다. 시스템은 모듈형과 유연성을 갖추어 있어, 작은 최소 크기부터 시작해 조류 대발생 지역의 요구에 맞게 쉽게 조정될 수 있습니다. 또한, 시스템은 합성가스와의 열을 공유하도록 설계되어 규모가 커질수록 효율성이 더욱 증가합니다. 투명성을 위해 측정 데이터는 자동으로 온라인에 업로드되고 블록체인에 기록됩니다.

CO2 포집

대기에서 이산화탄소를 포집하는 과정은 에너지 소모가 큼니다. 우리는 탄소 주기의 또 다른 단계에서 탄소를 추출하여 에너지를 생성합니다. 조류 대발생이 포집한 CO2를 활용해 이를 실현합니다. 전 세계적으로 증가하는 조류 대발생은 CO2를 흡수하지만, 부패하면 탄소가 대기로 방출됩니다. 우리는 이런 부패를 방지하고 탄소를 바이오차로 전환하여 영구적으로 저장합니다.

CO2 저장

우리는 안정적인 형태의 탄소인 바이오차를 생산합니다. 최신 연구에 따르면, 반사율이 2%를 초과하는 바이오차는 순수한 이너타이ना이트(inertinite)로 간주되며 수백만 년 동안 안정성을 유지합니다. 우리는 이 기준을 초과하도록 반응기를 최적화하고 있습니다. 참고 문헌: "Assessing biochar's permanence: An inertinite benchmark" (Hamed Sanei et al., 2024), "Carbon stability and morphotype composition of biochars from feedstocks in the Mekong Delta" (H. I Petersen et al., 2024).

부가 효과 또는 제품

현재 조류 폐기물은 분해되며, 제거된 탄소가 CO₂와 CH₄로 대기로 돌아가 기후 변화를 악화시키고 있습니다. 또한, 침출수로 인해 담수 저장소를 오염시킵니다. 우리는 조류를 원료로 사용하여 이러한 문제를 해결합니다. 바이오차는 우리의 주요 생산물로, 초기 시장 전략으로 시멘트 첨가제로 판매해 배출을 피할 수 있습니다. 추가로 에너지도 생산합니다.

리더십 팀

- **안드레아스 미를라흐(CTO)**: 뮌헨 공대(TUM) 환경공학 학사, 토목공학 석사. BIM Objekt, Wacker Chemie AG, Kreisjugendring에서의 업무 경험.
 - **파블로 나바로(CEO 및 설립자)**: 뮌헨 LMU 물리학 전공(프로젝트를 위해 학업 중단). 미국, 멕시코, 독일에서 거주한 경험과 프로그래머로 다국어 구사 능력을 갖춘. 프로젝트를 구상하고 실현.
- 파블로 나바로 말도나도 pablo@rubisco2.com / rubisco2.com

#81. RUNNING TIDE TECHNOLOGIES

개요

기업명	Running Tide Technologies	본사 위치	미국 메인 포틀랜드
설립연도	2017년	직원 수	51~100
TRL(기술성숙도)	8	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 대형조류 재배 / 바이오매스 침적 또는 매립 / 해양 알칼리도 증진		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	시리즈 B
자본 조달 목표 금액	\$30,000,000	수익 범위	\$5,000,000 ~ \$20,000,000
자본 조달 완료 금액	\$50,000,000 ~ \$100,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 정부, 자선활동, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 자선기금, 기업부채, 프로젝트 부채		

회사 설명

러닝 타이드는 해양 기반 탄소 제거(mCDR)의 세계적인 선두주자입니다. 우리는 바이오매스 침강 및 해양 알칼리화 증진과 같은 자연 탄소 제거 과정을 증폭시키는 개입 방식을 설계하고, 작업의 영향을 측정하기 위한 도구를 개발합니다. 2017년 미국 메인주 포틀랜드에서 설립된 러닝 타이드는 2023년 아이슬란드에서 운영을 통해 20,000개의 탄소 제거 크레딧을 고객에게 제공했습니다.

핵심 혁신

러닝 타이드는 물리적, 화학적, 생물학적 경로를 포함한 해양 탄소 제거(mCDR)의 영향을 정량화할 수 있는 독보적인 능력을 보유하고 있습니다. 우리는 모델, 센서, 실험실, 개입 설계 및 관리 체계에 6년 동안 7천만 달러를 투자하여 가장 높은 품질의 환경 데이터 상품(탄소 크레딧)을 생산해왔습니다. 약 20,000개의 탄소 크레딧을 고객에게 제공했으며, 우리의 CDR 솔루션 특성상 확장의 속도와 규모는 오직 수요에 의해 제한될 것입니다.

CO2 포집

육상 및 해양 식물의 광합성은 바이오매스 침강을 위해 CO2를 포집합니다. 광합성은 대기 중 CO2를 장기 저장 가능한 형태로 변환하는 데 있어 가장 효율적인 자연 메커니즘 중 하나입니다. 표면 해역에 알칼리성을 추가하면 용해 무기 탄소(DIC)의 수용 능력이 증가하여 공기-물 경계에서 대기 중 CO2가 안정적인 DIC로 변환되는 차이를 만들어냅니다.

CO2 저장

바이오매스 침강은 탄소를 천천히 순환하는 심층 해수 층으로 운반합니다. 러닝 타이드가 침강시키는 물질은 최소 수백 년에서 심해 퇴적물에 매립된 부분의 경우 수천 년 동안 격리됩니다. DIC의 상당 부분은 비탄산염 형태로 존재하며, 이는 수천 년 동안 안정적인 탄소 형태입니다. 대기 중 CO2가 비탄산염으로 전환되는 과정에서 CO2는 포집되고 동시에 격리됩니다.

부가 효과 또는 제품

러닝 타이드의 작업은 산업적 착취로 인해 광범위하게 방해된 자연 역학을 복원함으로써 해양 생태계에 긍정적인 영향을 미칩니다. 이 변화는 해양 먹이망과 이에 의존하는 모든 생태계의 생물 다양성에 긍정적인

영향을 미칩니다. 해양은 지구 시스템의 중심입니다. 또한, 우리의 작업은 섬 국가, 연안 지역 사회 및 블루칼라 노동력 등 기후 변화로 직접적인 영향을 받는 지역 사회에 기후 형평성을 실현할 의미 있는 경로를 제공합니다.

리더십 팀

마티 오들린(Marty Odlin)은 러닝 타이드의 창립자 겸 CEO로, 시스템 엔지니어이자 4세대 어업 가정 출신입니다. 저스틴 사이먼(Justine Simon)은 공동 창립자로 공급망 개발을 이끌고 있습니다. 저스틴 리스(Dr. Justin Reis) 박사는 러닝 타이드의 선임 과학 고문이며, 노스이스턴 대학에서 해양 산성화, 탄산염 생지구화학 및 생물광물화 연구를 수행하고 있습니다. 러닝 타이드는 80명의 엔지니어, 과학자, 해양 운영자 및 시장 창출 전문가로 이루어진 팀의 전문성을 바탕으로 운영됩니다.

마티 오들린 marty@runningtide.com / runningtide.com

#82. SEAFIELDS

개요

기업명	Seafields Solution Limited	본사 위치	영국 스톡포트
설립연도	2021년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	기타	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 대형조류 재배 / 바이오매스 침적 또는 매립 / 인공 용승 및 하강		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	\$5,610,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 ~ \$5,000,000	추구하는 투자자 유형	벤처캐피탈, 엔젤, 사모펀드, 자선활동
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 자선기금		

회사 설명

Seafields는 과학 기반의 스타트업으로, 환경 혁신의 최전선에 서 있습니다. 탄소 제거와 사가숨 문제 해결을 전문으로 하며, 자연과 협력하여 기후를 복원하고 해양을 되살리는 기술을 개발합니다. 우리의 탄소 제거(CDR) 솔루션은 야생 사가숨(*Sargassum*)을 포획하고, 추가적으로 사가숨을 재배하여 탄소가 풍부한 바이오매스를 심해로 침강시켜 장기적으로 격리하는 데 중점을 둡니다.

CO2 포집

부유성 대형 해조류인 *Sargassum fluitans*와 *Sargassum natans*는 광합성을 통해 바이오매스에 CO2를 포집합니다.

CO2 저장

분해되지 않은 사가숨 바이오매스를 심해(1800m 이상 깊이)로 침강시킵니다. 침강 시 분해를 줄이기 위해 스크류프레스를 통해 영양분을 제거하며, 사가숨을 압축하여 베일 형태로 만들면 동물들이 접근할 수 있는 표면적이 감소하고, 심해에서의 분해 속도는 더욱 느려집니다. 이러한 사전 처리는 사가숨의 자연 분해 속도가 이미 느린 점을 더욱 강화합니다. 사가숨은 다른 대형 해조류와 달리 해양 표면에서 부유하며 단편화에 의해서만 증식합니다. 또한, 이는 카리브해와 서아프리카에서 골칫거리로 간주되며, 인간이 소비할 수 없는 많은 양의 해조류 제거가 필요합니다. 이러한 특성 덕분에 사가숨은 다른 대형 해조류보다 유리한 점을 가지고 있습니다. 씨필즈는 사가숨을 침강시키기 전에 영양분을 제거하고 알갱이로 압축하여 더 긴 저장 기간을 제공하는 유일한 CDR 기업입니다.

부가 효과 또는 제품

사가숨에서 유래한 바이오스티물런트의 경제적 부가 효과는 카리브해 소규모 도서 개발국(SIDS)과 공유될 것입니다. 이 시장은 2,000억 달러 이상의 규모로 성장할 수 있어, 카리브해 지역에 큰 수출 수익을 제공합니다. 관광 산업은 사가숨의 해변 침식 영향 감소로 혜택을 누리게 될 것이며, 현재 산업 쇠퇴를 겪고 있는 어민들은 양식업자로 전환할 수 있습니다. 이는 이미 긍정적인 신호를 보이고 있습니다. 또한, 사가숨 양식장은 어린 물고기들의 보육장이 되어 포식자를 유인하고 지역 어족 자원을 강화합니다.

리더십 팀

우리의 이사진은 광범위한 자금 조달, 확장, 경영 경험을 가진 여러 연쇄 창업가, 혁신적인 유기농 농업가, 그리고 UN 및 세계은행에서 근무한 경험이 있는 기후 및 환경 정책 전문가로 구성되어 있습니다. 과학 책임자는 사가숨 분야의 국제적 전문가인 해양 생물학자이며, 총괄 매니저는 UN과 스타트업 경험을 보유하고 사가숨이 사람들의 생계에 미치는 영향을 주제로 석사 논문을 작성한 경력을 가지고 있습니다.

프란치스카 엘머 franziska.elmer@seafields.eco / seafields.eco

#83. SEA02

개요

기업명	SeaO2	본사 위치	네덜란드 암스테르담
설립연도	2021년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	산업가스/순수 CO2	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 바다로부터 CO2의 전자화학적 분리		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	\$1,500,000	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 엔젤, 패밀리오피스, 자선활동, 정부
자본 조달 유형	기업자본, 자선기금, 전환사채		

회사 설명

SeaO2는 네덜란드의 해양 탄소 제거 기업으로, 해양의 잠재력을 활용해 대규모(기가톤급)의 CO2를 대기로부터 제거하는 기술을 개발하고 있습니다. SeaO2의 솔루션인 직접 해양 포집(Direct Ocean Capture)은 재생 가능 전기와 해수만을 이용해 해양 표면의 CO2를 추출하고, 이를 통해 대기 중의 CO2를 제거합니다. 이 과정은 전기화학과 진공 기술을 사용하여 해수에 녹아 있는 무기 탄소를 가스 상태의 CO2로 변환하고, 이를 추출한 후 제3자 공급업체를 통해 영구적으로 저장합니다.

CO2 포집

이 과정은 양극막(bipolar membranes)을 사용해 산성과 염기성 스트림을 생성하는 전기화학 기술을 활용합니다. 산성 스트림은 해수의 탄산염 평형을 이동시켜 용해된 (중)탄산 이온을 CO2로 변환하고, 진공 기술의 도움으로 이를 가스 형태로 추출합니다. 그런 다음, 염기성 스트림으로 pH를 복원한 탈탄소화된 물을 해양으로 되돌려 보내면, 물은 대기에서 CO2를 다시 흡수하며 평형을 회복합니다. 이 기술은 다음과 같은 특징으로 환경적 영향을 최소화하면서 비용 효율적이고 대규모로 적용 가능합니다:

- 컴팩트한 플러그 앤 플레이 설계로 기존 해양 인프라에 손쉽게 통합 가능하며 최소한의 토지 사용.
- 원료 또는 부산물이 필요하지 않아 운영 단순화.
- 전기만 사용하며 열 에너지가 필요하지 않아 청정하고 비용 효율적인 에너지원 활용 가능.
- 화학 물질을 추가하지 않고 알칼리도를 최소한으로 변경하여 환경적 불확실성을 완화하며 과학적으로 인정받은 MRV를 지원.

추출된 가스 형태의 CO2는 압축 후 제3자 공급업체에 의해 저장됩니다. 데모 사이트에서는 CO2가 네덜란드 소재의 파트너 기업 Paebbi와 협력하여 콘크리트로 영구적으로 저장됩니다. Paebbi는 Mg 및 Ca를 포함한 규산염의 가속 탄산화 반응을 통해 콘크리트를 생산하며, 높은 CO2 흡수 능력과 풍부한 매장량 때문에 감람석(olivine)을 원료로 사용합니다.

부가 효과 또는 제품

SeaO2의 솔루션은 여러 가지 비탄소 혜택을 제공합니다. 1) **생태계 탈산성화**: CO2가 제거된 약간 높은 pH의 물을 방출하기 때문에, 이 프로젝트는 해양 산성화를 완화하여 지역 해양 생태계와 생계에 이로움을 줍니다; 2) **해양 모니터링 강화**: MRV 요구 사항 덕분에 모니터링이 부족한 지역에서의 관찰이 증가하여 해양 환경에 대한 이해와 보호를 촉진합니다; 3) **블루 이코노미 및 일자리 창출**: 이 프로젝트는 블루 이코노미에서 경제적 기회와 일자리 창출을 제공합니다.

리더십 팀

- **루벤 브랜드:** 경영학 및 법학 배경을 바탕으로 대기업, 스타트업, 벤처 빌더에서 혁신과 기업가 정신을 이끌어 왔습니다.
- **로즈 샤리피안 박사:** 화학 공학 및 막 기반 전기화학 프로세스 분야의 전문가로, 해양 탄소 포집에 관한 선구적인 연구로 TU Delft에서 박사 학위를 받았습니다.
- **데이비드 A. 베르마스 박사:** TU Delft 부교수로 전기화학 흐름 셀 및 막 과학 분야를 전문으로 하고 있습니다.

루벤 브랜드 ruben@seao2.nl / seao2.nl

#84. 싱크코랩스(SINKCO LABS)

개요

기업명	Sinkco Labs	본사 위치	미국 매사추세츠 보스턴
설립연도	2021년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	소비재	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 기타 방법		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	프리시드
자본 조달 목표 금액	\$3,500,000,000	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 자선활동
자본 조달 유형	기업자본, 정부지원, 자선기금		

회사 설명

Sinkco Labs는 대양의 힘을 활용하여 이산화탄소(CO₂)를 영구적으로 격리하는 동시에 탄소 네거티브 화합물을 생산하는 기후 및 바이오테크 스타트업입니다. 이 화합물은 다양한 소비재 제품에 사용됩니다.

핵심 혁신

Sinkco Labs는 생물학적 영향을 최소화하고 산소 고갈을 방지하기 위해 수층 노출을 우회하여 안전한 해양 탄소 저장을 실현합니다. 자연에서 생물질 분해를 억제하는 환경 조건(제한된 산소 노출 시간과 압축)을 모방하여 해저에 탄소를 안전하게 저장합니다. 특히 출원 중인 마이크로 인젝션 기술은 상용화된 부품과 기존 인프라를 활용하여 빠른 확장 경로를 열고, 배출 대비 제거 비율 0.07로 가장 효율적인 탄소 제거 기술 중 하나로 자리 잡고 있습니다.

CO₂ 포집

Sinkco Labs는 광합성을 통해 CO₂를 포집합니다. 매년 1,400억 톤에 달하는 농업 폐기물을 활용하여 현재 재활용되지 않거나 연소 또는 분해 과정에서 CO₂를 대기로 방출하는 바이오매스 폐기물을 사용합니다. 다양한 바이오매스 스트림을 처리할 수 있지만, 현재 파일럿 프로젝트에서는 유기 탄소가 50%인 톱밥을 사용하며, 이는 현재 주로 폐기 목적으로 연소되고 있습니다.

CO₂ 격리

폐기된 바이오매스를 수집, 추출 및 운송하여 운영 항구로 가져옵니다. 이 폐기물은 페이스트로 혼합한 후 변형된 중력 코어를 활용하여 해저의 무산소 퇴적물에 주입합니다. 주입된 바이오매스는 퇴적물을 밀어내어 유기 물질의 압축된 영역을 형성하며, 이는 자연적으로 퇴적물에 바이오매스를 분해되지 않은 채 저장하는 과정을 모방합니다. 주입 필드의 센서는 바이오매스의 영구 저장을 확인하고 퇴적물-물 경계면에서의 흐름을 모니터링합니다.

부가 효과 또는 제품

Sinkco Labs의 솔루션은 단순히 탄소를 제거하는 것을 넘어 소비재의 탈탄소화와 통합됩니다. Sinkco Labs는 특허받은 저에너지, 저수율 추출 과정을 통해 탄소 저장 전에 탄소 네거티브 재료를 생산합니다. 또한, 기존 바이오 폐기물 스트림에 탄소 저장을 적용하여 공급망을 탈탄소화하고 탄소 저장 이상의 가치를 제공합니다.

탄소 저장 모니터링은 해양 생태계 서비스로서의 해양 모니터링과 통합되어 기존의 해양 모니터링 네트워크에 기여합니다.

리더십 팀

Sinkco Labs의 팀은 세계적인 대학에서의 학문적 연구 전문성과 현장에서의 실무 경험, 고객 가치를 전달하는 능력을 결합합니다. Brenna와 Victor는 해양 과학, 화학 및 공학 분야에서 중첩된 전문성을 갖춘 석사 학위를 보유하고 있으며, Brenna는 현재 MIT와 WHOI(미국)에서 박사 과정을 밟고 있습니다. Viji는 BMW Responsible Leader로 7년간 식음료 컨설팅 경험을 보유하고 있으며, 네트워킹, 실행 및 고객 상호작용에서 전문성을 발휘합니다.

비제이 토마스 viji@sinkcolabs.com / singcolabs.com

#85. 베스타(VESTA)

개요

기업명	Project Vesta, PBC	본사 위치	미국 캘리포니아 샌프란시스코
설립연도	2021년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	해양
CDR 방식	해양 - 해양 알칼리도 증진 / 해양생태계 복원 및 관리		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 설명

Vesta는 Coastal Carbon Capture™(CCC™) 과학을 발전시키고 전 세계적으로 이를 배치하기 위한 Delaware 공익 기업입니다. CCC™에 필요한 공급 원료와 적합한 장소가 충분히 존재한다는 점에서, 이 기술은 CO2 격리를 위한 가장 확장 가능한 솔루션 중 하나입니다. 또한 대규모로 매우 비용 경쟁력이 뛰어나고 에너지 효율적입니다. 이 기술은 지역적으로 해양 산성화를 줄이고 해수면 상승과 침식을 방지하는 데 도움을 주는 독특한 부가 효과를 제공합니다.

핵심 혁신

CCC™는 대규모 확장 가능성, 지속 가능성, 경쟁력 있는 비용 (<톤당 \$50) 및 높은 내구성을 자랑합니다. 풍부한 공급 원료와 CCC™ 배치에 적합한 해안 지역을 고려할 때, 이 기술은 대기 중 CO2의 상당 부분을 영구적으로 격리할 수 있습니다. CCC™는 에너지, 토지, 담수 자원 또는 기술적 돌파구 없이도 확장이 가능하며, 공급망 전반에 걸쳐 톤당 20톤 이상의 CO2를 제거할 만큼 효율적입니다.

CO2 포집

CCC™는 올리빈 모래를 해안 환경에 추가하여 광물 풍화를 가속화합니다. 올리빈 모래는 세 가지 화학 반응을 통해 CO2를 포집하여 CO2를 해양 내의 중탄산염(HCO3-) 또는 알칼리도로 저장하며, 이는 10,000년에서 100,000년 동안 지속됩니다.

- 용해된 CO2 + 물 → 탄산: $CO_2(aq) + H_2O \rightarrow H_2CO_3$
- 탄산 + 올리빈 → 마그네슘 + 알칼리도 + 용해된 규소: $4H_2CO_3 + Mg_2SiO_4 \rightarrow 2Mg^{2+} + 4HCO_3^- + H_4SiO_4$
- 대기 CO2의 해수 유입: $CO_2(g) \rightarrow CO_2(aq)$

CO2 격리

포집된 CO2는 해양 내의 중탄산염 또는 알칼리도로 저장됩니다. CCC™의 내구성은 해수 내 용존 무기 탄소의 체류 시간으로, 10,000년에서 100,000년으로 추정됩니다. 해양 알칼리 강화(OAE) 탄소 제거의 긴 시간 척도에 대한 높은 과학적 신뢰도를 기반으로, CCC™ 프로젝트에서의 탄소 제거는 사실상 영구적인 것으로 간주됩니다.

부가 효과 또는 제품

CCC™는 프로젝트 사이트에서 해양 산성화를 줄이고 해양 물의 알칼리도를 증가시키는 독특한 부가 효과를 제공합니다. 또한 해안 및 근해 환경에 물질을 추가하여 침식과 해수면 상승으로부터 해안 지역을 보호하는데 도움을 줍니다.

리더십 팀

- Tom Green, CEO: 20년간 기업 리더십 경험 보유.
- Kelly Erhart, 회장: 지속 가능성 및 CDR 접근법 상용화 전문.
- Douglas Edwards, 운영 책임자: 복잡한 거래 및 합작 투자 전문.
- Dr. Stephen Romaniello, 지구화학 이사: 해양 생지화학 및 강화 풍화 전문.
- Dr. Just Cebrian, 생태학 이사: 해안 생태계 다양성과 기능성 전문.
- Tim Dierze, 재무 부사장: 기업 및 프로젝트 자본 전략, 재무 계획 및 분석 전문

켈리 에르하르트 kelly@vesta.earth / vesta.earth

#86. 아르카(ARCA)

개요

기업명	Arca Climate Technologies	본사 위치	캐나다 밴쿠버
설립연도	2021년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	광물
CDR 방식	광물 - 광산 또는 산업폐기물의 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$1,000,000 ~ \$5,000,000
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	벤처캐피탈
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 설명

Arca는 산업 규모의 지속 가능한 이산화탄소 제거(CDR)를 제공하는 기술을 보유하고 있으며, 이는 광산 폐석 및 광재에서 자연적으로 발생하는 탄소 광물화를 크게 가속화합니다. 수십 년의 연구를 기반으로 개발된 Arca의 특허 기술은 마그네슘 규산염 광물을 활성화하여 초염기성 광산 폐기물을 대규모 탄소 저장소로 전환합니다. 이를 통해 기가톤 규모의 영구적인 이산화탄소 제거가 가능하며, 첫 번째 프로젝트 사이트에서 연간 메가톤 규모의 성과를 기대할 수 있습니다.

핵심 혁신

Arca의 특허받은 광물 활성화 기술은 마그네슘 규산염 광물 내 특정 분자 결합을 선택적으로 타겟팅하여 마그네슘을 효과적으로 해방시킵니다. Arca는 경제적 인센티브를 통해 전 세계 광산 산업을 동원하여 기가톤 규모의 이산화탄소 제거를 제공합니다. 문제로 여겨졌던 폐기물 스트림을 활용하여 내구성이 뛰어나고 지속 가능하며 대규모 확장이 가능한 CDR을 구현합니다. Arca의 기술은 특히 주요 광물 생산업체에게 새로운 가치를 창출하는 데 기여합니다.

CO2 포집

Arca의 특허 기술은 마그네슘 규산염 광물의 특정 분자 결합을 선택적으로 타겟팅하는 마이크로파 에너지를 활용하여 반응성 마그네슘을 해방시킵니다. Arca의 Smart Churning 기술은 공기 중 CO2가 알칼리성 광산 폐기물에 더 많이 노출되도록 하여 CO2가 공극수에 스며들고 중탄산염 이온으로 전환되도록 유도합니다.

CO2 격리

중탄산염 이온이 광산 폐기물에서 용출된 마그네슘과 반응하여 마그네슘 탄산염 광물을 형성합니다. Arca는 다양한 물리적, 화학적 속도를 모니터링하고 이를 제어하여 CO2 포집 및 광물화 속도를 최적화하는 기술을 개발했습니다. 이러한 탄산염 광물은 열역학적으로 안정적이며 1000년 이상 동안 격리된 탄소를 유지합니다.

부가 효과 또는 제품

광산 폐석에 CO2를 광물화하면 안정성이 향상되어 댐 붕괴로 인한 환경 및 재정적 위험을 줄일 수 있습니다. Arca의 광물 활성화 공정은 CO2와의 반응성을 극대화하여 주요 금속 생산 비용을 절감할 수 있으며, 청정 에너지 시스템을 지원하는 광산에 초점을 맞추으로써 이러한 시스템의 환경적 이점을 더욱 강화합니다.

리더십 팀

- **Greg Dipple**, 공동 설립자 및 과학 책임자: 광산 폐석에서의 탄소 광물화 분야에서 20년 이상의 연구 경력을 보유한 글로벌 리더. 78개의 논문 발표, 다수의 현장 시험 및 12개의 광산 산업 협력 경험.
- **Paul Needham**, CEO: 인도에서 850명 이상의 태양광 에너지 회사를 구축했으며 초기 광고 기술 회사를 설립(이후 Microsoft에 인수).
- **Peter Scheuermann, Bethany Ladd, Sean Lowrie**: 과학, 운영 및 상업적 리더십에서 수십 년간의 경험 보유.

그렉 디플 greg@arcaclimate.com / arcaclimate.com

#87. ASPIRING MATERIALS

개요

기업명	Aspiring Materials	본사 위치	뉴질랜드 크라이스트처치
설립연도	2019년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	고급소재, 건축자재, 산업화학물질, 에너지, 산업가스&순수 CO2, 토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	광물
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC 광물 - 채굴된 암석의 현장 외 광물화 / 광산 또는 산업폐기물의 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	\$10,000,000	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 ~ \$5,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 엔젤, 패밀리오피스, 사모펀드, 자선활동, 정부
자본 조달 유형	프로젝트 자본, 정부지원, 자선기금		

회사 설명

우리는 지속 가능한 개발이 필요합니다. 문제는 지구에 추가적인 해를 끼치지 않고 그러한 개발을 유지하는 방법입니다. 우리는 이 도전을 받아들여 산업 탈탄소화를 가능하게 하는 필수 재료를 개발했습니다. 우리의 탄소 포집 기술은 영구적이고 안전하며 대기 직포집 및 특정 배출원 포집에 사용될 수 있습니다. 또한 배출 집약적인 원자재를 대체하도록 설계된 저배출 재료를 통해 산업의 탄소 발자국을 줄입니다. 그리고 이 모든 것은 '암석'을 사용해 이루어집니다.

핵심 혁신

우리에게 **제로 웨이스트(zero-waste)**는 타협할 수 없는 가치입니다. 기후 위기를 해결하기 위해 자연과 협력할 때 우리는 지구에 대한 최대한의 존중을 가지고 접근합니다. 따라서 우리의 최우선 순위는 지구에 더 이상 해를 끼치지 않는 것입니다. 암석에서 필수 재료를 추출하는 우리의 공정은 포함된 중금속을 안전하게 제거하고 환경으로 방출하지 않도록 보장합니다.

CO2 포집

수년에 걸친 연구 끝에 우리는 CO2를 광물화하고 영구적으로 저장하는 자연의 능력에서 영감을 받은 해결책을 개발했습니다. 그 결과, 복잡한 문제를 해결하는 단순하고 우아한 솔루션이 탄생했습니다. 우리의 공정은 지구상에서 가장 흔한 암석으로 시작됩니다. 이 암석은 주로 마그네슘, 실리카, 철로 구성되어 있습니다. 우리는 이 중 마그네슘을 분리해 CO2를 신속히 광물로 전환시킵니다. 이는 인간의 속도로 작동하는 자연의 힘입니다.

CO2 격리

대기 및/또는 산업/특정 배출원의 CO2는 우리의 특허 출원 중인 Mg(OH)2와 반응하여 안정적인 탄산염(MgCO2)을 형성합니다. MgCO2 형태로 CO2는 극한 조건(강산성 환경 또는 1200°C 이상의 매우 높은 온도)에서만 방출되며, 안정적으로 격리됩니다.

부가 효과 또는 제품

같은 공정을 통해 철, 실리카, 니켈-코발트(MHP) 및 수소와 같은 저배출 필수 재료를 생산합니다. 이러한 제품 판매를 통해 생산 비용이 완전히 상쇄되므로 $Mg(OH)_2$ 를 무료로 제공할 수 있습니다. 우리는 대기 중 CO_2 를 신속히 포집하여 지질학적으로 안정적인 암석으로 전환하는 독특한 기술을 제공합니다. 이는 그 어떤 기업이나 기술도 제공하지 못하는 성과입니다.

리더십 팀

- Chris Oze (공동 창립자 및 디렉터)
- Mark Chadderton (CEO): 화학 및 공정 공학 학사(우등 졸업), MBA, CEng 자격 보유. 두 사람 모두 Breakthrough Energy Innovator Fellows로 선정되었습니다.

마크 채더튼 mark@aspiringmaterials.com / aspiringmaterials.com

#88. BE CDR - BIOENERGY X STONE STORAGE

개요

기업명	Carbfix hf.; Carbon CO2ncepts GmbH; Landwärme GmbH; Reverion GmbH	본사 위치	독일 뮌헨
설립연도	2007년	직원 수	101~250
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	에너지, 산업가스/순수 CO2, 토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	광물
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 생물학적 전환 / CO2 포집 및 저장을 통한 바이오매스의 에너지 변환 / 기타 방법 광물 - 현장 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈 A
자본 조달 목표 금액	\$50,000,000	수익 범위	\$1,000,000 ~ \$5,000,000
자본 조달 완료 금액	\$5,000,000 ~ \$20,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 패밀리오피스, 정부, 사모펀드, 자선활동, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 기업부채, 자선기금, 전환사채, 프로젝트 부채, 기타		

회사 설명

Bioenergy x Stone Storage는 바이오메탄 생산에서 발생하는 CO2 제거와 혁신적인 탄소 저장 방식을 결합한 솔루션을 선도합니다. 우리는 기존 바이오메탄 생산 과정에서 CO2를 저비용으로 포집하는 빠르게 확장 가능한 솔루션을 제공합니다. 이를 한 단계 더 발전시켜, 바이오메탄 사용 중에 탄소를 포집하며 고효율의 가역 연료 전지를 활용하여 재생 가능 에너지를 생성합니다. 우리의 저장 기술은 누출 위험을 최소화하고 지하에서 CO2의 고정화를 가속화하는 광물화 기술을 사용합니다.

핵심 혁신

우리의 주요 차별점은 CO2 포집 및 저장 방법의 효율성과 분산형 확장 가능성에 있습니다. 바이오메탄 생산과 사용 과정에 포집 기술을 통합함으로써, 우리의 접근 방식은 현재 사용 가능한 기술 중 가장 효율적인 제거 솔루션을 제공합니다. 바이오메탄을 Reverion 기술에 사용함으로써, 우리는 가치 사슬에서 CO2 포집량을 극대화하고 새로운 수익원을 창출해 비용 효율성을 높입니다. 우리의 저장 솔루션은 분산형으로, 탁월한 내구성과 누출 위험 감소를 제공합니다.

CO2 포집

탄소 제거를 확장하는 열쇠는 비용 효율적이고 접근 가능한 탄소 포집 기술을 사용하는 데 있다고 생각합니다. 우리는 바이오메탄 가치 사슬에서 고농도 (>90%)의 CO2를 포집합니다. 이는 바이오가스 업그레이딩 과정에서 발생하는 배출가스와 고체 산화 연료 전지를 사용하는 바이오메탄 산화 과정에서 포집됩니다. 이러한 높은 CO2 농도는 다른 제거 솔루션에 비해 에너지 및 비용 효율성을 극대화합니다.

CO2 격리

두 CO₂ 스트림은 함께 액화되어 운송됩니다. 아이슬란드 헬리세이디의 저장소에 도착하면, CO₂는 재기화되어 물에 용해됩니다. 이후 이 CO₂ 함유수가 지하로 주입되며, 현지의 유리한 암석 지층(주로 현무암)과 반응합니다. 액체 형태로 주입되고 지하에서 광물화가 진행됨에 따라 누출 위험이 크게 감소합니다. 내구성과 고정화는 모니터링 관정을 통해 검증됩니다.

부가 효과 또는 제품

탄소 포집의 통합은 바이오가스 업그레이딩의 특정 에너지 소비를 감소시키고 메탄 유출을 제거하여 효율성을 높입니다. Reverion 기술은 바이오메탄을 사용해 80%의 전력 생산 효율을 달성하며, 이는 기존의 CHP(열병합발전) 플랜트에 비해 크게 향상된 수치입니다. 또한 잉여 전력을 활용해 수소를 생산할 수 있어 수익성을 증대하고 재생 가능 에너지 전환을 지원합니다. 이는 생산자들이 탈화석화와 탄소 제거에 참여하도록 장려하며, 분산형 에너지 생산을 촉진하고 농촌 경제를 강화하며 자립성과 지속 가능성을 증진시킵니다.

리더십 팀

- **에다 아라도티르**: Carbfix CEO, **TIME** 선정 기후 혁신가, 이론화학 박사 학위 보유. 탄소 제거 분야의 세계적 권위자.
- **스테판 헤르만**: Reverion 공동 창립자 및 발명가, 기계공학 박사 학위 보유. TU 뮌헨에서 연구 그룹을 이끌었던 경험.
- **줄탄 엘렉**: Landwärme 창립자 및 Carbon CO₂nccepts의 주주. 2007년부터 바이오메탄 시장을 개척하며, 공학 및 비즈니스 전문성을 결합 (TU 뮌헨, UC 버클리, HBS).

사라 루이스 그림 sara-luise.grimm@landwaerme.de / carbfix.com

#89. BICOS - BIOGENIC CARBON TO CONCRETE

개요

기업명	Landwärme GmbH; MVV Umwelt GmbH; Neustark AG	본사 위치	독일 뮌헨
설립연도	2007년	직원 수	101~250
TRL(기술성숙도)	8	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	건축자재, 에너지, 토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	광물
CDR 방식	토양 - 바이오매스의 생물학적 전환 / 기타 방법 광물 - 기타 방법		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	기타
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$100,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$100,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 설명

우리의 탄소 제거 방법은 생물 기원을 가진 소스에서 CO₂를 포집해 철거 콘크리트에 저장하여 음의 배출을 실현합니다. 드레스덴 공장은 2023년 6월부터 운영 중이며, 바이오가스 업그레이드 과정에서 발생하는 배출 가스를 액화합니다. 이후 이 CO₂는 베를린에서 콘크리트 골재에 주입되어 석회석을 형성하는 반응을 유도합니다. 재활용 콘크리트 1톤당 10kg의 CO₂가 안전하게 저장되며, 연간 1,000~1,500톤의 저장 용량을 제공합니다.

핵심 혁신

독일 최초로, 우리의 프로젝트는 폐기물 관리, 재활용, 탄소 제거를 하나의 가치 사슬로 통합했습니다. 순환 경제에 필수적인 유기 폐기물 활용을 최적화하여 콘크리트와 같은 CO₂ 집약적인 제품의 기후 영향을 해결합니다. 이러한 프로세스 간의 시너지는 우리를 기가톤 규모로 나아가게 합니다. Neustark의 콘크리트 골재 처리 방법과 관련 기술은 현재 특허 승인을 기다리고 있으며, 혁신적이고 지속 가능한 솔루션에 대한 우리의 헌신을 보여줍니다.

CO₂ 포집

우리는 배치 발효 과정을 시작으로, 시의 유기 폐기물을 바이오메탄과 CO₂가 풍부한 바이오가스로 전환합니다. 분리 후, 업그레이드된 바이오메탄은 그리드에 주입되며, 우리는 배출 가스 CO₂ 스트림을 포집하고 압축하여 응축물을 제거한 후 업그레이드를 위해 재활용합니다. 이 가스는 건조 및 여과 과정을 거쳐 순수한 액체 CO₂로 변환되어, 효율적인 운송을 위해 최적화된 33톤 진공 절연 저장 탱크에 주입됩니다.

CO₂ 격리

베를린으로 운송된 CO₂는 재기화 과정을 거쳐 철거된 콘크리트 골재가 담긴 저장 탱크에 주입됩니다. 콘크리트 내 수산화칼슘과 CO₂ 간의 가압 상호작용이 광물화 반응을 유도하며, 탄소를 탄산칼슘으로 영구적으로 저장합니다. 이 방법은 신뢰할 수 있는 격리를 보장하며, 탄소화된 골재가 900°C 이상의 온도에 도달하지 않는 한 CO₂는 잠금 상태를 유지합니다. 탄소화된 골재는 탄소화 과정에도 불구하고 건축 자재로서의 사용성을 유지합니다.

부가 효과 또는 제품

바이오가스 업그레이드 유닛에 탄소 포집을 통합하면 재생 가능 에너지 생산(바이오메탄)의 효율이 향상됩니다. 동시에, 재활용 콘크리트 골재의 광물화는 콘크리트의 압축 강도를 높이는 등 결과물의 특성을 개선하여 시멘트 사용량을 줄입니다. 탄소 제거를 제공하는 것 외에도, 우리의 솔루션은 순환 경제를 촉진하고 화석 연료 의존도를 줄이며, 더 지속 가능한 콘크리트 생산을 위해 가장 환경에 영향을 많이 미치는 구성 요소인 시멘트와 관련된 배출을 줄입니다.

리더십 팀

Neustark의 공동 CEO이자 설립자인 발렌틴과 요하네스는 ETH 취리히에서 기술을 개발했습니다. 비즈니스 관리 및 엔지니어링 전문성을 결합하여 전 세계적으로 탄소 제거 솔루션을 혁신적으로 이끌고 있습니다. 줄탄은 Landwärme의 CEO이자 공동 설립자로, 2007년부터 바이오메탄 시장을 개척하며 엔지니어링 및 비즈니스 기술(TU 뮌헨, UC 버클리, HBS)을 활용해 왔습니다. 코라이는 MVV의 바이오가스 비즈니스 책임자로, RWTH 아헨 및 EPFL의 동문이며 에너지 분야에서 15년 이상의 경력을 보유하고 있습니다.

존 코스모 드웰 cosmo.dwelle@landwaerme.de / landwaerme.de

#90. 카본노트(CARBONAUGHT)

개요

기업명	Carbonaught Pty, Ltd	본사 위치	호주 브리즈번
설립연도	2021년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	광물
CDR 방식	광물 - 채굴된 암석의 현장 외 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	\$7	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 패밀리오피스, 사모펀드, 정부, 자선활동, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원, 기업부채, 자선기금, 전환사채		

회사 설명

Carbonaught는 현무암을 합성 비료 대체제로 사용하여 더 적은 땅에서 더 많은 식량을 저비용, 저배출로 재배합니다. 이를 통해 농부들은 비료 비용을 최대 50% 절감하고 배출 강도를 최대 80% 줄이면서도 생산량을 유지하거나 개선할 수 있습니다. Carbonaught는 단순한 현대적 비료 회사 그 이상으로, 다음 주요 핵심 광물 분야에서 선도적 역할을 하며 글로벌 식품 시스템을 재구성하려고 합니다.

핵심 혁신

Carbonaught는 경쟁사 및 검증 기관들이 무의식적으로 활용 중인 특허 출원 중인 핵심 측정 방법론을 통해 혁신을 선도합니다. 또한, 다른 탄소 제거 방법이 비용 절감이나 탄소 가격 의무화에 의존하는 반면, 우리의 접근 방식은 탄소 제거를 저배출 식량 생산과 통합하여 독창적입니다. 탄소 제거를 부산물로 전환함으로써 탄소 크레딧 수요에 의존하지 않으며, 이를 통해 기가톤 규모로 확장 가능하고 지속 가능한 경로를 제공합니다.

CO2 포집

우리는 농업지에서 CO2를 포집하기 위해 강화 풍화법을 사용합니다. 고품질 현무암 암석을 채굴한 뒤 4~5mm 입자로 분쇄합니다. 이러한 입자는 농경지에 분포되어 자연 화학 반응을 겪습니다. 빗물이 토양을 통과하면서 대기 중 CO2를 용해해 약한 탄산을 형성합니다. 이 탄산이 현무암과 반응하여 안정적인 형태의 탄소 저장인 중탄산염을 형성합니다.

CO2 격리

강화 풍화법의 격리 과정은 점진적이지만 매우 효과적인 메커니즘입니다. 토양에서 생성된 중탄산염은 이동성이 높은 형태의 탄소로, 수로를 통해 이동하여 궁극적으로 바다에 도달합니다. 바다에서 이는 알칼리도를 높여 용존 중탄산염 형태로 탄소를 저장할 수 있는 능력을 강화합니다. 이 과정은 대기 중 CO2를 제거할 뿐만 아니라 중요한 환경 문제인 해양 산성화를 완화하는 데도 기여합니다.

부가 효과 또는 제품

우리 솔루션의 부가 효과는 탄소 제거 솔루션의 확장성을 촉진하는 핵심 요소입니다. 1) 새로운 토양 구축을 통해 농업 대출 자본 비용을 최대 150bp(기준 포인트)까지 줄임; 2) 농부들은 P(인), K(칼륨), Ca(칼슘),

Mg(마그네슘), 질소 효율을 제공하는 비료를 공급받아 작물 운영의 헥타르당 순현재가치(NPV)를 최대 20% 개선합니다.

리더십 팀

Carbonaught는 XPRIZE 마일스톤 라운드에서 24위를 기록했으며, 9개의 암석 기반 결선 진출자 중 유일하게 암석 이동 기술을 보유하고 있습니다. Balz Kamber 교수는 지구 과학 및 지구화학 분야에서 저명한 인물로, 현재 퀸즐랜드 공과대학교(QUT) 암석학 교수로 재직 중입니다. 이전에는 더블린 트리니티 칼리지 지질학 의장을 역임했으며, 2018~2023년까지 *Chemical Geology* 저널의 편집장을 맡았습니다. 또한 NASA의 Perseverance Rover 프로그램에도 참여하고 있습니다.

앤드류 페들리 andrew@carbonaught.io / carbonaught.io

#91. 탄소광물플래그십 사업단

개요

기업명	Korea Institute of Geoscience and Mineral Resource	본사 위치	한국 대전
설립연도	2017년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	고급소재, 건축자재, 산업화학물질, 산업가스&순수 CO2, 토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	광물
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC 광물 - 채굴된 암석의 현장 외 광물화 / 광산 또는 산업폐기물의 광물화 / 현장 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	\$2,996,975	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	사모펀드, 정부, 프로젝트 금융, 기타
자본 조달 유형	기업자본, 프로젝트 자본, 정부지원		

회사 설명

2017년에 설립된 KIGAM Carbon Mineralization Flagship Center는 광물화 및 탄소 활용 분야에서 지속 가능한 솔루션을 선도합니다. 석탄재에서 희토류 추출, CSA 시멘트 생산과 같은 프로젝트를 전문으로 하며, 산업 폐기물을 유용한 응용 분야로 재활용합니다. 친환경 기술과 순환 경제 원칙에 중점을 두어 환경 문제를 해결하면서 지속 가능한 미래를 위한 산업 관행을 발전시키고 있습니다.

핵심 혁신

이 회사의 탄소 광물화 기술의 핵심 차별점은 CO2를 안정적인 광물 형태로 효율적으로 전환하는 능력에 있습니다. 또한, 확장성, 비용 효율성, 다용성, 환경적 고려 사항 및 규제 요구 사항을 충족합니다. 광물화 경로, 반응성, 확장성 및 환경적 혜택에서의 혁신은 탄소 포집 및 저장 솔루션이 빠르게 발전하는 환경에서 기술적 차별화를 가능하게 합니다.

CO2 포집

직접 공기 포집(Direct Air Capture, DAC) 시스템을 사용하여 대기에서 CO2를 직접 제거합니다. 공기가 유입되면 CO2 친화도가 높은 제올라이트를 통과하며 포집됩니다. CO2가 포집된 후에는 흡착제로부터 분리되어야 하며, 이는 온도와 압력을 변화시켜 제올라이트에서 CO2를 방출하는 방식으로 이루어집니다. 방출된 CO2는 정제 과정을 거쳐 순도를 높인 형태로 농축됩니다.

CO2 격리

CO2는 석탄 부산물에 안정적으로 격리됩니다. 가속 탄산화 기술을 활용해 석탄 부산물로부터 희토류 원소를 회수합니다. 석탄 부산물에 포함된 자유 칼슘 함량이 높기 때문에, CO2는 폐기물 내에서 지속적으로 격리될 수 있습니다.

부가 효과 또는 제품

CO2 감소를 위한 탄소 광물화는 단순히 이산화탄소를 격리하는 것을 넘어 여러 부가 효과와 잠재적인 제품을 제공합니다. 탄소 광물화 솔루션에 적용 가능한 부가 효과와 제품들은 다음과 같습니다: 1) 광물 제품 생산; 2) 알칼리 생성; 3) 폐기물 활용; 4) CO2 활용; 5) 탄소 상쇄; 6) 기후 회복력 강화

리더십 팀

KIGAM의 팀은 탄소 포집에서부터 응용까지 세계적 수준의 탄소 광물화 기술을 보유하고 있습니다. 당사의 기술은 UNFCCC에서 승인받았으며, 국내외 협업뿐만 아니라 베트남 등 다른 국가에서도 기술을 적용하고 있습니다.

안지완 ahnjw@kigam.re.kr / kigam.re.kr/english

#92. 리토스카본(LITHOS CARBON)

개요

기업명	Lithos Carbon, Inc	본사 위치	미국 캘리포니아 샌프란시스코
설립연도	2022년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	광물
CDR 방식	토양 - 농업 및 초원 CDR 광물 - 채굴된 암석의 현장 외 광물화 / 광산 또는 산업폐기물의 광물화		

조달 활동 세부사항

사업 단계	성장단계	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 설명

Lithos Carbon은 지구의 자연 탄소 순환을 가속화하여 대기 중 CO2를 영구적으로 제거합니다. 10년에 걸친 연구를 바탕으로 농업에서 향상된 암석 풍화를 적용하며, 이를 통해 농작물 수확량과 토양 건강을 동시에 개선합니다. 우리는 농부들에게 유기농 등급의 화산 현무암 분말을 제공하고, 최첨단 과학 기술을 활용하여 제거된 CO2의 양을 실증적으로 측정합니다. 전 세계 인간 활동으로 인한 온실가스 배출량의 25%를 차지하는 식품 시스템을 탈탄소화하기 위한 우리의 사명에 동참해 주세요.

핵심 혁신

Lithos는 높은 탄소 포집 잠재력과 낮은 전 과정 배출 기여도를 동시에 최적화하는 초미세 현무암 공급원을 신중히 선별했습니다. 또한 ERW(Enhanced Rock Weathering) 분야에서 전통적으로 어려운 과제로 여겨졌던 MRV(Measurement, Reporting, Verification) 접근 방식을 선도적으로 개발했습니다. Lithos의 비용 효율적인 실증적 귀속 시스템은 Yale 및 Georgia Tech의 교수 및 협력자들로 구성된 설립 팀에 의해 개발되었으며, 이를 통해 전 과정에 걸친 중복 검증이 가능해졌습니다.

CO2 포집

규산염 암석이 산성비에 노출되면 화학적 풍화 반응을 통해 용해되며, 동시에 빗속의 CO2를 안정적인 중탄산염으로 변환시킵니다. 이 느리지만 강력한 생지화학적 과정은 탄소를 수만 년 동안 효과적으로 "고정"하며, 기후 안정제로 작용합니다. Lithos는 미세 현무암 분말을 농지에 퍼뜨려 자연 풍화를 가속화합니다. 높은 모세관 물의 CO2 농도는 토양 환경이 강력한 자연 풍화 반응기로 기능하도록 돕습니다.

CO2 격리

화학적 풍화로 형성된 용해된 중탄산염은 강과 하천을 통해 연안 바다로 이동하여 수천 년 동안 유지됩니다. 시간이 지남에 따라 중탄산염은 칼슘 탄산염으로 생물광물화되며, 이는 해양 생물을 지원하고 해양 산성화를 완화합니다. 결국 칼슘 탄산염은 바다 바닥으로 가라앉아 고체 석회암으로 변합니다.

부가 효과 또는 제품

Lithos는 높은 탄소 포집 잠재력과 낮은 전 과정 배출 기여도를 최적화하는 초미세 현무암 공급원을 신중히 선별했습니다. 또한, MRV를 위한 비용 효율적인 실증적 귀속 시스템을 선도적으로 개발했습니다. 이는 전 과정에 걸쳐 중복 검증을 가능하게 하며 ERW 분야에서의 난제를 해결합니다.

리더십 팀

창립자인 Mary Yap은 글로벌 규모의 소프트웨어 배포 경험을 가진 전직 기술 기업가입니다. 그녀는 Yale University에서 지구 및 행성 과학 학사 학위를 취득했으며, 해당 학과에서 수여하는 최고 학생상을 수상했습니다. 그녀는 기후 모델 개발 및 수문학에 관한 연구를 발표했으며, 환경 지속 가능성, 폐기물 시스템, 네트워크 에너지 사용에 대한 도시 현장 연구를 수행했습니다.

메리 도 mary@lithoscarbon.com / lithoscarbon.com

#93. 마티카본(MATI CARBON)

개요

기업명	Mati Carbon	본사 위치	미국 텍사스 휴스턴
설립연도	2022년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	8	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	광물
CDR 방식	광물 - 채굴된 암석의 현장 외 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	성장단계	현재 투자 단계	기타
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 ~ \$5,000,000	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 설명

Mati Carbon은 미국 비영리 단체 Swamiti Initiative의 프로젝트 실행 기관으로, 현무암 기반의 향상된 암석 풍화(ERW)를 소규모 농농사에 적용하여 대기 중 CO2를 영구적으로 제거합니다. 이 과정은 대기 중 CO2를 제거하면서 토양에 주요 영양소를 추가하여 열악한 토양을 복원하고 소규모 농민들에게 혜택을 제공합니다. Mati는 Yale University와 협력하여 ERW를 통한 탄소 제거를 정량화하고 검증하는 탄탄한 탄소 회계 프로세스를 개발했습니다.

핵심 혁신

Mati는 인도의 외딴 지역 소규모 농민들과 협력하는 데 있어 복잡한 물류 문제를 처리할 수 있는 소프트웨어 플랫폼을 개발했습니다. 또한 Swamiti Initiative와의 관계를 통해 인도 농촌 지역의 지방 정부 및 이해관계자들과 효과적으로 협력할 수 있는 기반을 마련했습니다. Mati는 최고 수준의 ERW 모니터링, 보고 및 검증(MRV) 기술을 제공하며, 독창적인 토양 모니터링 기법과 정교한 질량 균형 및 보간 계산을 결합하여 대량 CO2 제거량을 측정합니다.

CO2 포집

향상된 암석 풍화(ERW)는 분쇄된 암석과 광물을 농지에 적용하는 방식입니다. Mati는 이 과정의 광물 공급원으로 현무암을 사용합니다. Mati의 공급원이 용해될 때, 현무암에서 방출된 염기 양이온이 빗물과 뿌리 호흡으로부터 녹아있는 탄산(CO2와 물 반응물)과 반응하여 대기 중 CO2를 중탄산염으로 변환합니다. 이 과정은 CO2가 재배출되지 않는 새로운 형태의 용존 탄소 종으로 재구성합니다.

CO2 격리

ERW 반응으로 생성된 중탄산염은 현무암 공급원이 방출한 염기 양이온과의 전하 균형을 유지해야 하기 때문에 탄산(용존 CO2)으로의 전환이 화학적으로 유리하지 않습니다. 중탄산염 이온은 하천과 강으로 스며든 후 해양으로 이동합니다. 중탄산염 이온은 토양 내 지하수에 수십 년에서 수백 년 동안 머무를 수 있으며, 해양으로의 최종 이동은 탄소를 10,000년 이상 격리합니다.

부가 효과 또는 제품

Mati의 사명은 글로벌 남반구의 수백만 소규모 농민들에게 기후 회복력을 제공하는 것입니다. 현무암 분말은 식물 구조와 성장을 위한 주요 영양소(규소, 칼슘, 마그네슘)와 작물의 효소 기능 및 질병 저항성을 위한 미량

영양소(망간, 아연)로 토양을 풍부하게 만듭니다. 초기 실험 결과에 따르면 논농사에 현무암 분말을 추가했을 때 약 20%의 생산성 향상, 질병 감소 및 물 보유 능력 증가 효과가 나타났습니다.

리더십 팀

Mati Carbon은 두 차례 기후 기술 창업자인 Shantanu Agrawal(IIT 화학 공학, Harvard MBA - 22년 경력)과 Swaniti Initiative 설립자인 Rwitwika Bhattacharya(Harvard MPP)에 의해 설립되었습니다. Mati의 과학 분야는 Yale Carbon Containment Lab과 Lithos Carbon을 포함한 여러 CDR 기관의 핵심 기술을 개발한 Jacob Jordan 박사(University of Texas at Austin 박사)가 이끌고 있습니다. 운영 부문은 30년간 현장 관리 경험을 보유한 Bhawesh Malhotra 중령이 맡고 있습니다.

산타누 아그라왈 sa@mati.earth / mati.earth

#94. MCI CARBON X CARBON COLLECT

개요

기업명	Mineral Carbonation International Pty Ltd; Carbon Collect Limited	본사 위치	호주 캔버라; 아일랜드 더블린
설립연도	2013년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	고급소재, 건축자재, 산업화학물질, 기타	엑스프라이즈 경쟁부문	광물
CDR 방식	대기 - 고체 흡착제 DAC 광물 - 채굴된 암석의 현장 외 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시리즈 B
자본 조달 목표 금액	\$30,000,000	수익 범위	\$1,000,000 ~ \$5,000,000
자본 조달 완료 금액	\$20,000,000 ~ \$50,000,000	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 정부
자본 조달 유형	기업자본, 정부지원		

회사 설명

MCI Carbon(MCI)은 호주 기반의 CCU(탄소 포집 및 활용) 기업으로, 이산화탄소(CO₂)를 영구적으로 고체 제품으로 전환하는 광물 탄산화 기술을 활용합니다. MCI는 전통적인 직접 공기 포집(DAC)의 높은 에너지 및 물 소비 문제를 해결하는 수동 CO₂ 포집 방법론을 가진 Carbon Collect(CC)와 협력하고 있습니다. CC의 포집 기술과 MCI의 활용 기술은 상호 보완적인 "플러그인" 형태로 작동하며, 이 프로젝트는 이를 기반으로 구성되었습니다.

핵심 혁신

MCI의 CCU 기술은 영속성, 확장성 및 수익성을 제공합니다. CO₂ 가스를 안정적이고 열역학적으로 안정된 고체로 전환하여 장기 모니터링의 필요성을 제거합니다. 기가톤 규모로 채굴 가능한 공급원이 확인되었으며, 이 과정을 통해 가치 있는 자재를 생성해 전체 프로세스를 수익성 있게 만듭니다.

Carbon Collect의 MechanicalTree™ 수동 포집 방법론은 강제 대류를 제거하며, DAC에 적합한 물과 에너지 효율성을 제공합니다. 바람, 주변 온도, 상대 습도와 같은 자연 환경 조건을 활용하며 다양한 기후에서 적용될 수 있습니다.

CO₂ 포집

Carbon Collect의 MechanicalTree™ 수동 DAC 기술은 바람에 의해 전달되는 CO₂를 흡수하는 수동 포집기를 포함하며, 이를 통합 재생기로 전달해 밀폐된 챔버에서 CO₂를 방출합니다. 포집기는 공기 중 CO₂를 잎 모양의 흡착 구조로 흡수하며, 시스템의 수직 기둥은 디스크 스택으로 구성되어 재생기 챔버 위에 위치합니다. 디스크 사이의 간격을 통해 바람이 자유롭게 흐르며 CO₂가 공기 흐름에서 제거됩니다.

CO₂ 격리

CC의 MechanicalTree가 대기에서 직접 포집한 CO₂는 MCI 공장으로 전달되어 활성화된 광물과 반응해 안정적인 탄산염 및 실리카를 생성합니다. 확장 가능성이 가장 높은 공급원은 광물 세르펜티나이트(Serpentinite)로, 전 세계적으로 풍부한 수산화 마그네슘 규산염입니다. 활성화된 광물은

물에서 CO₂와 반응하여 마그네슘 탄산염과 실리카 제품을 형성하며, 이는 열역학적으로 안정적이고 사람과 환경에 안전합니다.

부가 효과 또는 제품

MCI는 CO₂를 가치 있는 자재로 전환하여 CO₂를 폐기물이 아닌 자원으로 간주하는 순환 경제를 가능하게 합니다. 이는 탄소 중립으로 전환하려는 산업에 수익성 있는 탈탄소화 경로를 제공합니다. 주요 제품에는 시멘트 대체재, 탄산염 제품(미백제, 석고보드, 방화제), 및 제로 CO₂ 마그네시아가 포함됩니다. 일부 응용 분야에서는 이러한 탄산염에 저장된 CO₂가 응용 제품에서 회피된 CO₂를 통해 원래 저장된 CO₂의 두 배에서 네 배에 이를 수 있습니다.

리더십 팀

MCI는 Mark Rayson, Jason Mann, Geoff Brent를 포함해 세계적 수준의 연구자들이 참여하고 있으며, COO Sophia Hamblin-Wang은 세계경제포럼(WEF)에서 젊은 글로벌 리더로 선정되었습니다. CEO Marcus Dawe는 성공적인 연쇄 창업가입니다. Carbon Collect는 글로벌 에너지 및 화학 분야의 선도 기업들, DAC의 원조 발명가, 기계 학습 전문가 및 CCS(탄소 포집 및 저장) 분야의 선도 전문가들이 포함된 세계 최고의 DAC 혁신 팀 중 하나입니다. tinyurl.com/CCMT-Team

제프 브렌트 박사 geoff.brent@mineralcarbonation.com / mcicarbon.com & carboncollect.com

#95. METALPLANT

개요

기업명	Metalplant	본사 위치	미국 델라웨어 윌밍턴
설립연도	2021년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	기타	엑스프라이즈 경쟁부문	광물
CDR 방식	광물 - 채굴된 암석의 현장 외 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	상용화 전 파일럿	현재 투자 단계	프리시드
자본 조달 목표 금액	\$7,000,000	수익 범위	수익 이전 단계
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 ~ \$5,000,000	추구하는 투자자 유형	벤처캐피탈, 엔젤, 패밀리오피스, 사모펀드, 자선활동, 정부, 프로젝트금융
자본 조달 유형	기업자본, 정부지원, 자선기금		

회사 설명

Metalplant는 강화된 암석 풍화(ERW)와 니켈 식물 채광(phytomining)을 결합하여 탄소 제거(CDR)를 수행하는 동시에 니켈을 생산합니다. 니켈을 고농도로 축적하는 초축적 식물(nickel hyperaccumulating plants)을 본래의 세르펜틴 토양에서 사용함으로써, 올리빈 광물 사용의 한계를 극복합니다. 우리는 ERW에서 니켈의 약점을 강점으로 바꾸어, 금속의 경제적 가치를 활용하여 프로세스를 확장하고 전반적인 비용을 낮춥니다. 수직적으로 통합된 구조를 통해 기가톤 규모의 광물을 관리하며 농장을 직접 운영합니다.

핵심 혁신

ERW와 니켈 식물 채광의 시너지는 두 프로세스를 경제적으로 실행 가능하게 만듭니다. 우리는 수직 통합을 통해 자체 광물을 관리하고 농장을 운영합니다. 주요 혁신은 암석을 농장으로 옮기는 대신, 농장을 암석으로 옮기는 방식입니다. 이를 통해 높은 pH를 견딜 수 있는 전용 ERW 작물을 세계 최초로 개발하였으며, 이를 통해 이전보다 높은 적용률과 탄소 제거(CDR) 효과를 실현할 수 있습니다.

CO2 포집

대기에서 CO2는 농지에 뿌려진 초염기성 암석의 강화 풍화를 통해 제거됩니다. CO2는 비와 지하수에 녹아 탄산을 형성합니다. 이 물이 농장에 추가된 마그네슘 규산염 광물과 반응하면 산성이 제거되고 CO2는 중탄산염 음이온 형태로 고정됩니다. 이는 마그네슘 양이온과 균형을 이루며, 이러한 이온은 궁극적으로 바다로 흘러가 수천 년 동안 CO2를 포집합니다.

CO2 격리

자연적인 탄산염-규산염 지구화학적 순환을 반영하여, 마그네슘 양이온으로 균형을 이룬 중탄산염 음이온은 토양에서 육상 수계로, 궁극적으로는 바다로 이동합니다. 이 이온들은 바다의 총 알칼리도를 증가시켜, 격리된 탄소의 80% 이상이 안정적인 중탄산염 형태로 수천 년 동안 저장됩니다.

부가 효과 또는 제품

우리는 니켈 초축적 식물인 *Odontarrhena decipiens*를 사용하여 탄소 제거 전략을 통해 중간 단계 니켈 제품을 생산합니다. 이 작물은 토양에서 니켈을 적극적으로 추출하며, 수확 후 식물 바이오매스에서 고순도 니켈 염을 회수합니다. 이 회수된 니켈(톤당 약 \$20,000 가치)을 판매함으로써 CDR 비용을 크게 상쇄합니다.

특히, 이러한 탄소 네거티브 니켈은 전기차 배터리 및 풍력 터빈과 같은 중요한 구성 요소를 지원하며, 친환경 에너지 전환에 직접 기여합니다.

리더십 팀

Eric Matzner는 2017년부터 ERW와 CDR에 대해 연구해 왔으며, Climitigation이라는 싱크탱크를 설립한 뒤 해안 ERW CDR 비영리 단체인 Project Vesta를 시작했습니다. Project Vesta에서 Eric은 최초의 해안 ERW 프로젝트를 Stripe의 CDR 구매 첫 라운드에 판매하는 개발을 주도했습니다. Metalplant의 공동 창립자인 Sam Muja는 광물 탐사 및 개발 분야에서 경험이 풍부하며, 그의 가족 소유 회사들을 통해 알바니아에서 다수의 기가톤급 올리빈 매장량을 확보했습니다.

에릭 마츠너 eric@metalplant.com / metalplant.com

#96. 뉴스타크 X 카브픽스(NEUSTARK X CARBFIX)

개요

기업명	Neustark AG	본사 위치	스위스 베른
설립연도	2019년	직원 수	51~100
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	광물
CDR 방식	토양 - CO2 포집 및 저장을 통한 바이오매스의 에너지 변환 광물 - 현장 광물화		

조달 활동 세부사항

사업 단계	성장단계	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 설명

Neustark와 Carbfix는 바이오에너지 탄소 포집 및 저장(BECCS) 가치 사슬을 구축하기 위해 협력했습니다. 두 회사의 목표는 생물기원의 CO2를 포집하고(예: 지속 가능한 바이오매스를 사용하는 바이오가스 시설), 효율적인 국제 운송 네트워크를 통해 운송한 후 아이슬란드 지하에 영구적으로 광물화하여 효과적인 탄소 제거 솔루션을 제공하는 것입니다.

핵심 혁신

우리의 솔루션은 지속 가능한 바이오매스를 사용하는 바이오가스 생산 과정에서 발생하는 생물기원 CO2를 원료로 활용합니다. 이 CO2는 국경을 넘어 운송된 후 지하 광물화 과정을 통해 저장됩니다. 기존의 CO2 저장 방법과 비교했을 때, 이 접근법은 누출 방지용 암석층에 의존하지 않아 더 안전하고 비용 효율적입니다. 탄산화된 물이 높은 밀도로 인해 매우 다공성인 현무암 암석으로 가라앉기 때문입니다. 프로젝트는 2023년 가을에 처음으로 해수 주입 방식을 현장에서 시험했습니다.

CO2 포집

실증 규모에서 사용된 고순도의 생물기원 CO2는 스위스의 하수 처리장에서 바이오가스를 업그레이드하는 과정에서 발생했습니다. CO2는 흡수 과정을 통해 바이오메탄에서 분리(포집)되며, 이 작업은 Neustark가 관리 및 운영하는 액화 유닛에서 이루어집니다. 대규모 확장 단계에서는, 생물기원 CO2가 폐기물 에너지화 시설이나 목재 기반 발전소와 같은 다른 점원 배출원에서 포집될 예정입니다.

CO2 격리

자연적으로 암석에는 막대한 양의 탄소가 저장되어 있습니다. 우리의 솔루션은 이러한 자연 과정을 모방하고 가속화합니다. 물에 녹인 CO2(일종의 탄산수)를 지하에 주입하면 유리한 암석 구조와 반응하여 약 2년 안에 고체 탄산염 광물이 형성됩니다.

부가 효과 또는 제품

우리의 저장 솔루션은 지열 발전소에서 발생하는 황화수소(H₂S)를 처리하며, 이는 CO2보다 더 빠르게(주입 후 약 4개월 내) 광물화가 이루어집니다. 지열 에너지, 펄프 및 제지 생산, 화석 연료 사용에서 발생하는 H₂S

배출은 환경적 이유로 감소가 필요합니다. 또한 이 주입 방법은 이산화황(SO₂)과 같은 다양한 산성 가스를 황화 광물 형태로 동시 저장하는 데 사용될 수 있어 환경적 이점을 강화합니다.

리더십 팀

Neustark의 공동 CEO이자 창립자인 Valentin Gutknecht와 Johannes Tiefenthaler는 ETH 취리히에서 CO₂를 철거 콘크리트에 저장하는 탄소 제거 기술을 개발했습니다. 이들은 경영 관리와 공학 전문성을 결합한 배경을 가지고 있습니다. Carbfix의 최고 과학자인 Sandra Ó. Snæbjörnsdóttir는 2012년 Carbfix가 처음으로 현무암에 CO₂를 주입한 세계 최초의 프로젝트를 포함해, 이 탄소 저장 방법의 발전에 지속적으로 기여해 왔습니다.

잔느 위트베르 jeanne.wittwer@neustark.com / neustark.com & carbfix.com

#97. 규산염 탄소(SILICATE CARBON)

개요

기업명	Silicate Carbon Ltd.	본사 위치	아일랜드 더블린
설립연도	2021년	직원 수	1~10
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	광물
CDR 방식	광물 - 채굴된 암석의 현장 외 광물화 / 광산 또는 산업폐기물의 광물화 / 기타 방법		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	시드
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$1,000,000 미만
자본 조달 완료 금액	\$1,000,000 미만	추구하는 투자자 유형	기업/전략, 벤처캐피탈, 자선활동, 정부
자본 조달 유형	기업자본, 정부지원, 자선기금		

회사 설명

Silicate Carbon은 자연의 지화학적 과정을 활용하여 광물 풍화를 가속화함으로써 대기 중의 이산화탄소를 영구적으로 제거합니다. Silicate Carbon은 건설업에서 발생하는 분쇄된 잉여 콘크리트를 농경지에 적용하여 토양의 pH를 조정하고 작물 생산성을 높이며 살충제와 비료의 필요성을 줄입니다. 가장 중요한 점은 이 과정이 대기 중 과도한 이산화탄소를 영구적으로 제거한다는 것입니다.

핵심 혁신

Silicate Carbon의 기후 솔루션은 자연의 암석이 스스로 작동하도록 합니다. 광물의 화학적 풍화는 자연적인 탄소 흡수원이며, Silicate Carbon은 이 자연 과정을 가속화하여 기후 변화 완화 도구로 활용할 수 있도록 합니다. 이 과정은 세 가지 문제를 동시에 해결합니다: (i) 폐기물을 재활용하며, (ii) 식물 성장을 위한 토양 pH를 개선하고, (iii) 이산화탄소를 영구적으로 격리합니다.

CO2 포집

Silicate Carbon 팀은 분쇄된 반출 콘크리트(MRC)의 화학적 풍화를 강화하는 데 집중하고 있습니다. Silicate Carbon은 MRC를 농경지에 분산시키고 이를 풍화 과정을 통해 대기 중 이산화탄소를 흡수하여 가용성 탄산수소 이온(HCO_3^-)으로 저장합니다. 이 과정은 매일 자연적으로 발생하는 반응이며, 분쇄된 재료를 펄프링으로써 풍화에 노출되는 표면적을 늘려 이산화탄소 흡수를 가속화합니다.

CO2 격리

탄산수소 이온은 지표수와 지하수를 통해 바다로 흘러갑니다. 바다에서 탄산수소 이온의 체류 시간은 약 8만 년(출처: Berner and Berner, 1987)입니다. 이러한 해양 체류 시간이 이산화탄소가 100년 이상 영구적으로 격리될 수 있음을 보장합니다. 약 8만 년 후, 음전하를 가진 탄산수소 이온은 양전하를 가진 칼슘 이온과 결합하여 CaCO_3 (석회석)를 형성합니다.

부가 효과 또는 제품

MRC는 농업 석회 대체제로 사용될 수 있으며, 토양 pH를 증가시켜 작물 성장을 촉진하고 N_2O 방출을 줄이는 데 도움을 줍니다. MRC에 포함된 실리콘은 작물의 뿌리를 강화하고 초식성 곤충으로부터의 저항성을 높일 수 있습니다(출처: Ahmed et al., 2023). 또한, 용해된 탄산수소 이온이 바다로 이동하면 해양 산성화를 완화하는 데 기여할 수 있는 잠재적인 부가 효과를 제공합니다.

리더십 팀

Maurice Bryson(창립자)은 Breakthrough Energy Innovator's Fellow이며 에든버러 대학교 비즈니스 스쿨에서 탄소 금융 석사 학위를 받았습니다. Frank McDermott 교수(과학 책임자)는 National Centre for Isotope Geochemistry의 디렉터로서 30년 이상의 경험을 가진 지질학자이자 지화학자입니다. 그는 학술지 *Geochimica et Cosmochimica Acta*의 부편집장이며 Royal Irish Academy의 회원입니다.

모리스 브라이슨 maurice@silicatecarbon.com / Silicatecarbon.com

#98. 언도 카본(UNDO CARBON)

개요

기업명	Undo Carbon Ltd.	본사 위치	영국 런던
설립연도	2022년	직원 수	51~100
TRL(기술성숙도)	7	크레딧 판매 여부	예
물리적 제품	없음	엑스프라이즈 경쟁부문	광물
CDR 방식	광물 - 채굴된 암석의 현장 외 광물화		

조달 활동 세부사항

사업 단계	성장단계	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 설명

UNDO는 자연 기반 광물 풍화 기술을 활용하여 영구적이고 고품질의 탄소 제거 크레딧을 생성합니다. 이 과정은 추가적인 부가 효과를 제공하여 기업들이 넷제로 목표를 달성할 수 있도록 지원합니다. UNDO는 2030년까지 100만 톤의 CO₂를 제거하기 위해 충분한 양의 암석을 확산시키는 것을 목표로 하며, 이는 기가톤 규모 운영을 향한 첫걸음입니다.

핵심 혁신

UNDO는 자체 기술 플랫폼을 구축하고, 세계적인 수준의 과학적 연구개발(R&D)을 수행하며, 글로벌 네트워크를 활용하여 탄소 제거를 확장하기 위한 파트너십 전략을 개발했습니다. UNDO는 다른 ERW(Enhanced Rock Weathering) 개발사보다 더 많은 규산염 암석을 확산시켰으며, 이를 통해 운영, 과학, 상업적 지식을 바탕으로 고품질 탄소 제거의 비용을 낮추고 있습니다. 특히 다중 지표(Multi-Proxy) 접근법을 사용하여 고체, 수성, 기체 측정을 통합한 최고의 지구화학 모델을 적용하고 있습니다.

CO₂ 포집

수백만 년 동안 이산화탄소(CO₂)는 빙물과 결합하여 탄산을 형성해 왔습니다. 이 희석된 산이 떨어질 때, CO₂는 암석 및 토양과 상호작용하여 광물화되고 수십만 년 동안 안전하게 고체 탄소 형태로 저장됩니다. UNDO는 분쇄된 규산염 암석(예: 현무암)을 농경지에 확산시키는 방식으로 이러한 자연 풍화 과정을 가속화하여 암석의 표면적을 크게 증가시키고 CO₂와의 접촉을 극대화합니다.

CO₂ 격리

탄산 빙물이 분쇄된 규산염 암석과 접촉하면 풍화 과정이 발생합니다. 이 과정에서 중탄산염 이온(HCO₃⁻)을 포함한 용질이 방출되며, 이는 대기 중 CO₂를 안정적인 고체 형태로 화학적으로 광물화합니다. 생성된 중탄산염은 표면수를 따라 배출되거나 강을 통해 바다로 운송되어 수만 년 동안 안전하게 저장됩니다.

부가 효과 또는 제품

ERW는 칼슘, 마그네슘, 실리콘 및 기타 거대·미량 영양소를 토양에 방출하여 자연 비료로 작용합니다. 이로 인해 작물 수확량 증가, 해충 저항성 향상, 토양 pH 개선, CO₂ 배출을 유발하는 석회 사용량 감소 효과를 얻을 수 있습니다. UNDO는 이 제품을 농부들에게 무료로 제공하며, 농부들은 비용 절감과 수확량 증가라는 혜택을 누립니다. 영국의 봄 귀리 재배 시험에서는 수확량이 16% 증가한 결과를 확인했습니다.

리더십 팀

창립자인 Jim Mann은 4개의 회사를 창업했으며, 10개 이상의 비즈니스 및 기후 관련 팟캐스트에 출연했습니다. CFO Rachel Kentleton은 EasyJet의 전략 디렉터와 PayPoint의 재무 디렉터를 역임했습니다. CCO Ryan King은 Rocket Internet UK 및 HelloFresh UK의 공동 창립자입니다. Carbon 책임자 Simon Manley는 15년간 VCM(탄소 시장) 전문가로 활동했으며, Enhanced Weathering 책임자 Ben Westcott은 Planted의 지속 가능성 책임자를 역임했습니다.

스티븐 스펜서 채프먼 stephen.spencerchapman@un-do.com / un-do.com

#99. 베르데 농업기술(VERDE AGRITECH)

개요

기업명	Verde Agritech, Ltd.	본사 위치	브라질 상고타르두
설립연도	2005년	직원 수	101~250
TRL(기술성숙도)	5	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	토양/토양첨가제	엑스프라이즈 경쟁부문	광물
CDR 방식	광물 - 채굴된 암석의 현장 외 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	기타
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	\$20,000,000 ~ \$50,000,000
자본 조달 완료 금액	\$20,000,000 ~ \$50,000,000	추구하는 투자자 유형	지정되지 않음
자본 조달 유형	지정되지 않음		

회사 설명

Verde Agritech는 인간과 지구의 건강을 증진시키기 위해 설립된 농업 기술 기업입니다. 지속 가능하고 재생 가능한 농업을 촉진하기 위해 염분이 없는 다영양 칼륨 비료를 생산하며, 이는 농업 부문의 탈탄소화에 필수적입니다. 브라질에 위치한 이 회사는 브라질 최대의 확인된 칼륨 매장량을 바탕으로 운영되며, 연간 300만 톤의 생산 능력을 갖추고 추가적인 자본 지출 없이 운영됩니다.

핵심 혁신

Verde Agritech는 ERW(Enhanced Rock Weathering)를 활용하여 glauconitic siltstone을 이용한 최초의 탄소 포집 프로젝트를 실행합니다. 이 원재료는 높은 고정 탄소량과 우수한 풍화 속도를 자랑하며, 니켈 및 크롬과 같은 유해 오염 물질이 없어 다른 ERW 프로젝트와 차별화됩니다. 또한, 브라질 내 주요 식량 생산 지역과 가까운 전략적 위치에 있는 최대의 확인된 칼륨 매장량을 소유 및 운영하여 대규모 확장이 가능합니다.

CO2 포집

Verde의 원재료는 자연 발생하는 규산염 광물인 glauconite입니다. 제품은 식물에 칼륨을 공급하는 역할을 합니다. 내부적으로 개발된 기술을 사용하여 원재료를 미세하게 분쇄하여 풍화 과정을 강화하고 영양분 방출을 최적화합니다. 분쇄된 입자는 농지에 적용되며, 이는 대기 중 CO2를 포집하는 강화 풍화 과정을 시작합니다.

CO2 격리

원재료인 필로실리케이이트 광물은 풍화 과정에서 대기 중 CO2를 사용하여 HCO₃⁻(중탄산염 이온)으로 변환합니다. 생성된 중탄산염은 생물학적 순환에서 탄소를 제거하고 광물화하여 1,000년 이상 CO2를 안정적으로 격리합니다.

부가 효과 및 제품

Verde의 제품은 브라질에서 등록된 비화학적 칼륨 비료로, 엄격한 농업 검증을 통과했으며 정부 및 비정부 기구의 유기 인증을 받았습니다. 이 제품은 토양 건강을 보존하는 데 기여할 뿐만 아니라 토양 미생물 군집을 강화합니다. 영양분을 점진적으로 방출하여 침출로 인한 손실을 방지하며, 기존 비료와 달리 칼륨, 실리콘, 마그네슘, 망간을 공급하는 다영양 공급원으로 작용합니다.

리더십 팀

Verde의 리더십 팀은 지질학, 광업, 농업, 농학, 마케팅, 판매, 재무, 홍보 등 다양한 분야에서 수십 년간의 경험을 보유한 전문가들로 구성됩니다. 창립자 겸 CEO인 Cristiano Veloso는 지속 가능한 농업과 ESG라는 회사 핵심 가치를 기반으로 회사 경영진을 선별했습니다. Verde는 과학 연구를 이끄는 세 개의 실험실을 포함하여 박사 및 석사 학위를 보유한 10여 명의 직원으로 구성됩니다.

루카스 브라운 lb@verde.ag / verde.ag/en

#100. 위안추(YUANCHU)

개요

기업명	Yuanchi Technology Co., Ltd	본사 위치	중국 베이징
설립연도	2014년	직원 수	11~50
TRL(기술성숙도)	6	크레딧 판매 여부	없음
물리적 제품	건축자재, 기타	엑스프라이즈 경쟁부문	광물
CDR 방식	광물 - 광산 또는 산업폐기물의 광물화		

조달 활동 세부사항

상업 단계	초기 상업 시연	현재 투자 단계	공유하지 않음
자본 조달 목표 금액	공유하지 않음	수익 범위	공유하지 않음
자본 조달 완료 금액	공유하지 않음	추구하는 투자자 유형	공유하지 않음
자본 조달 유형	공유하지 않음		

회사 설명

Yuanchu는 혁신적인 직접 공기 미네랄화(DAM) 기술을 개발하는 선도적인 스타트업으로, 공기 중 CO₂를 제거하고 이를 고체 탄산화 물질로 영구적으로 저장하는 기술을 제공한다. 데모 프로젝트의 CO₂ 제거 비용은 톤당 200달러 미만(전력 소비 300kWh/t CO₂ 미만)이며, 탄산화 생성물은 1,000년 이상 안정성을 유지한다. 메가톤 규모로 확장 시 비용은 톤당 100달러 미만(전력 소비 150kWh/t CO₂)으로 추산된다.

핵심 혁신

Yuanchu의 기술은 네 가지 주요 차별점을 가진다:

1. 탄소 포집과 저장이 하나의 단계에서 완료된다.
2. 높은 반응 효율(>90%).
3. 낮은 에너지 소비량, 300kWh/t CO₂ 미만.
4. 메가톤 또는 기가톤 규모로 확장 시 톤당 100달러 미만의 낮은 자본 비용.

CO₂ 포집

공기 중의 CO₂는 YAM 미네랄화 반응기로 들어가 공급원(천연 광물 또는 산업 폐기물)에서 추출된 Ca²⁺와 반응하여 직접적으로 탄산칼슘을 형성한다. 탄소 포집과 미네랄화가 한 단계에서 이루어져 자본 비용(CapEx)과 운영 비용(OpEx)이 크게 절감된다.

CO₂ 격리

주요 반응 생성물인 탄산칼슘은 탄소의 가장 안정적인 화학 형태로, 수천 년 동안 CO₂를 안정적으로 격리할 수 있다.

부가 효과 및 제품

Yuanchu는 산업 폐기물 또는 천연 광석에서 칼슘 자원을 활용한다. 산업 폐기물을 공급원으로 사용하여 탄산염을 생성하면 이를 광산 충전재, 건축 자재 집합체 또는 도로 재료로 활용할 수 있으며, 이를 통해 산업 폐기물을 재활용하는 순환 경제를 형성할 수 있다.

리더십 팀

- Wei Wei (창립자): 텍사스 오스틴 대학교에서 환경공학 석사, 남가주 대학교에서 MBA를 취득. 2016년 EY 중국 올해의 기업가상 수상.
- Dr. Qi Wang (CTO): 텍사스 오스틴 대학교에서 화학공학 박사 학위 취득. 미중 녹색 에너지 협회(실리콘밸리) 회장.
- Guoqiang Jiang (수석 과학자): 칭화대학교 화학공학과 부교수.

왕 치 qi.wang@yuanchutech.ch / yuanchutech.com