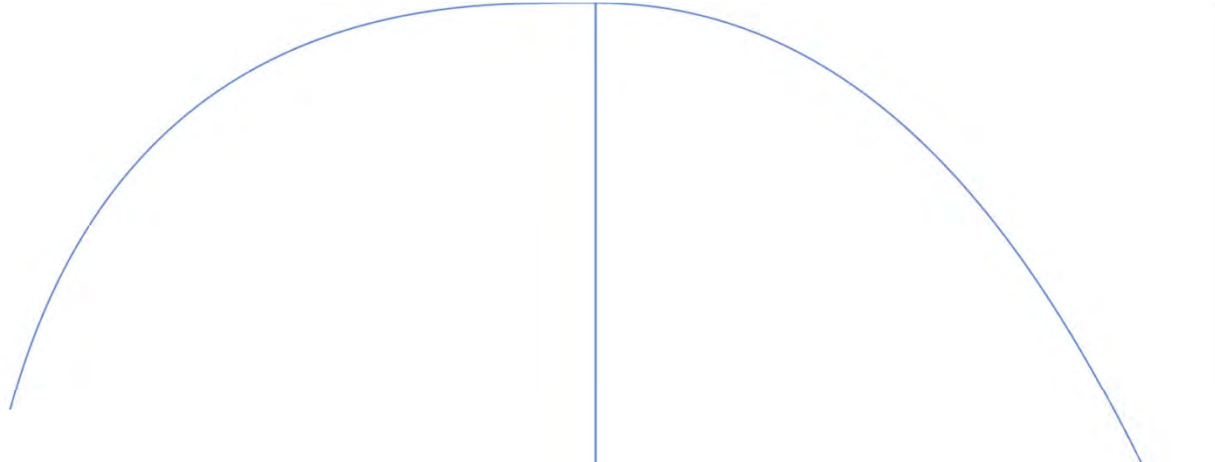




Ⅱ みどりの食料システムのKPIに係る 技術の国内外の最新動向調査

Ⅱ- 2. 研究内容に関する調査

d. 耕地面積に占める有機農業の割合拡大

d. 耕地面積に占める有機農業の割合拡大 1. 研究プログラム・予算

HORIZON EUROPEにおける関連研究公募テーマ：EU

- 2022年度のHORIZON EUROPEの枠組として公募されたプログラムのうち、有機農業の拡大に関する予算は600万ユーロ。

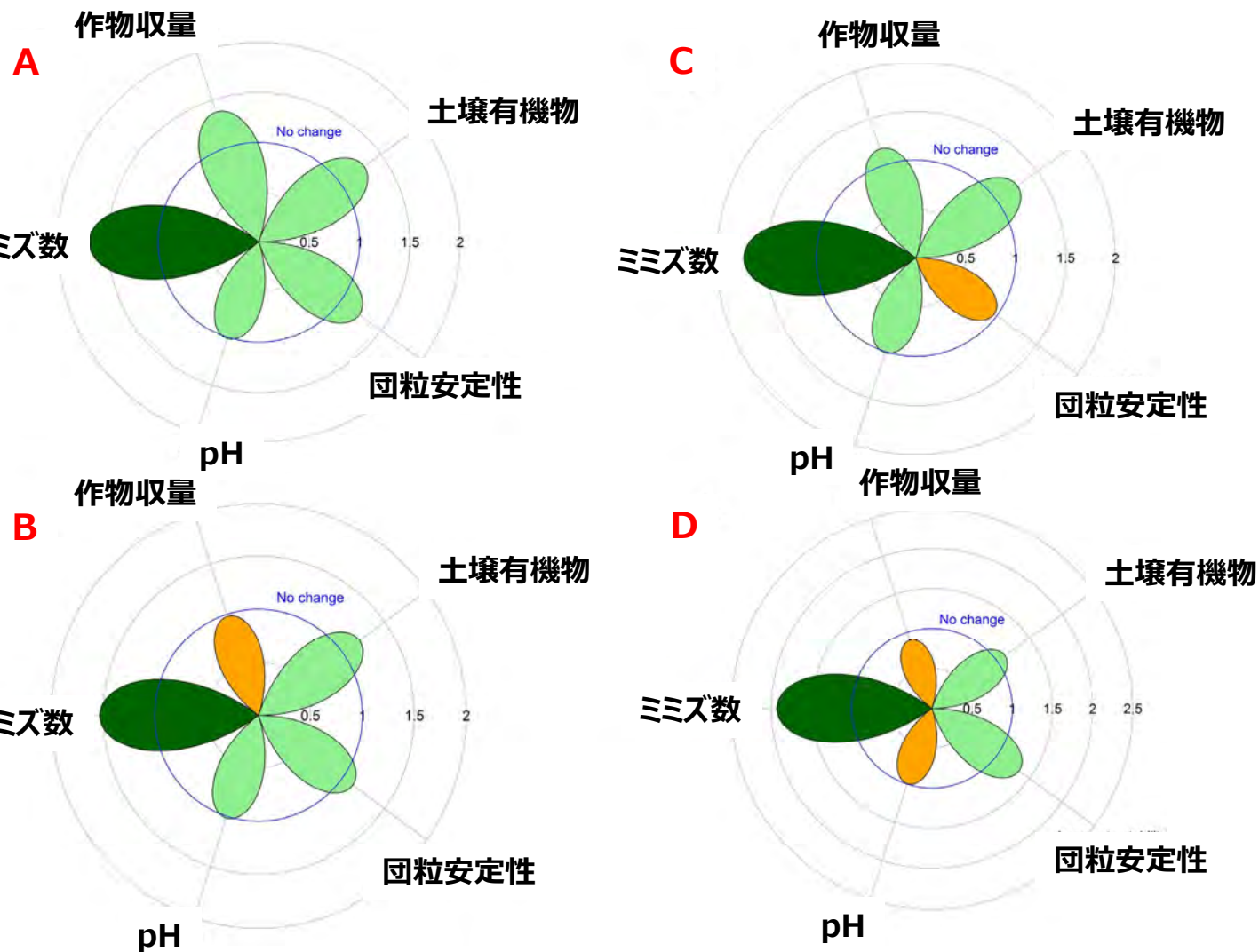
研究プログラムと予算の例

プログラムパッケージタイトル	2022年度予算（万ユーロ）
HORIZON-CL6-2021-FARM2FORK-01-01：農場からフォークまでの目標に到達する。欧州における有機農業と有機養殖を促進するためのR&Iシナリオ	400
HORIZON-CL6-2021-FARM2FORK-01-03:アグロエコロジー農法を実現するためのデジタル化	200

d. 耕地面積に占める有機農業の割合拡大 2. 慣行農法との比較

農業手法が土壌の質に及ぼす影響：中国・欧州の長期農業実験データ分析

- オランダのZhanguoらは、A～Dの農業手法と慣行手法について、5つの土壌品質指標を用いて比較。
- 有機物の添加は、土壌品質向上に効果あり。



比較パターン	実証手法	慣行手法 (1とする)
A	有機物添加	有機物無添加
B	不耕起	慣行耕起
C	輪作	単作
D	有機農業	慣行農業

<利用データ>

- 欧州・中国の長期実験データ72件 + 文献掲載データ402件を利用

出典:Zhanguo Bai , et al., Agricultural Ecosystem & Environment (2018)
 BAI, Zhanguo, et al. Effects of agricultural management practices on soil quality: A review of long-term experiments for Europe and China. Agriculture, ecosystems & environment, 2018, 265: 1-7.

d. 耕地面積に占める有機農業の割合拡大 3. 多年生作物の選抜

多年生作物 Kernza : The Land Institute (米国)

- 多年生作物は、土壌浸食・硝酸塩浸出の防止及び炭素貯留の効果があり、持続可能な食料候補として有力。
- 多年生植物であるIWG（中間ウィートグラス）の育種は、選抜世代ごとに2～5年が必要であったが、2017年からゲノム選抜（GS）が開始され、1年あたり1サイクルで完結させることが可能。
- 選抜個体の1つに、既に商品化されているKernza（カーンザ）があり、多年生作物の有力候補として期待。

- Kernzaは、1年草の冬期デュラムコムギとIWGの交配種。
- Kernzaの優良系統は、1年生コムギ品種の約50～70%の穀粒を生産。
- 9年以上生存している株も存在。

出典:Jared Crain, et al., The Plant Genome(2021)

出典:The Land Institute WEBサイト <https://landinstitute.org/>

出典:Heaps WEBサイト 2017.2.23 INTERVIEW <https://heapsmag.com/patagonia-and-HUB-the-process-of-the-creating-great-beer-longroot-ale-the-story-of-how-it-was-born-interview>

d. 耕地面積に占める有機農業の割合拡大 3. 多年生作物の選抜

多年生作物 タンパク質含有量の多い牧草：BioRefine Denmark社（デンマーク）

- デンマークの大手農業企業であるDLGやDanish Agro、種苗会社DLFによって設立されたBioRefine Denmark社は、輸入大豆の代替品として、牧草からのタンパク質抽出の研究に着手。
- 有機栽培の牧草地に隣接した工場を建設し、生産を開始。
- 牧草は多年生であるため、一年生の大豆よりも作業性に優れる上、耕起の回数を減らせるので、炭素固定にも貢献。大豆は種子を利用するのに対し、牧草は植物体全体を利用するので、コストベネフィットも期待。

単位面積当たりの収量比較

作物	収量 t/ha	タンパク質 t/ha	リジン kg/ha	メチオニン kg/ha
菜種	5	1.0	60	20
エンドウ豆	6	1.3	92	13
コムギ	9	1.0	30	16
クローバー	13	1.5	120	52
レッドクローバー	12	2.6	200	90
牧草 (eng græs)	3	0.3	25	12

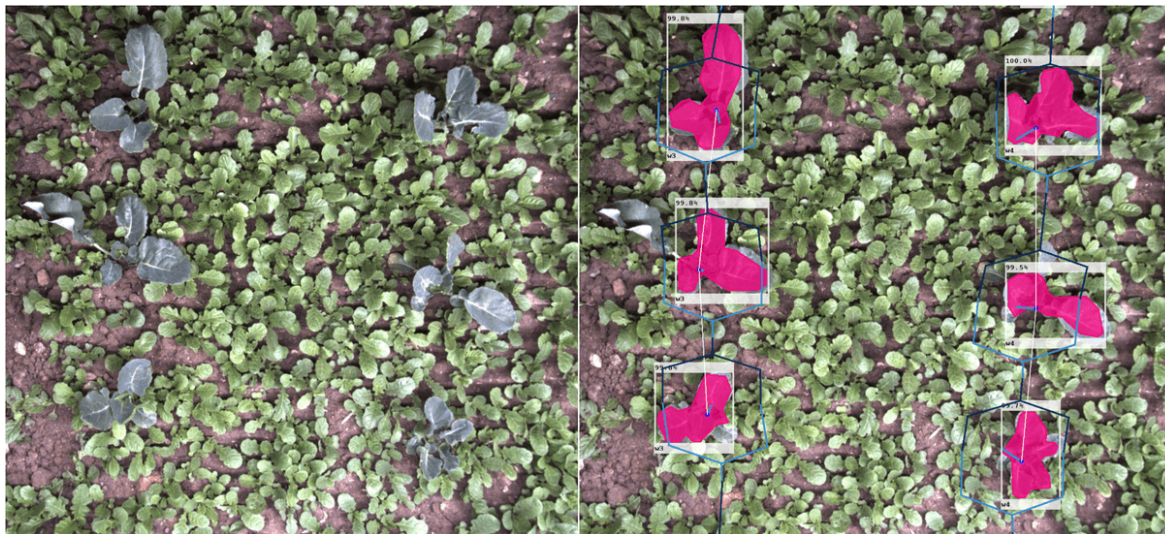
出典: BioRefine WEBサイト より仮訳
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/dansk_biomasse_til_bioenergi_og_bioraffinering.pdf
<https://biorefine.dk/p/den-groenne-loesning>

d. 耕地面積に占める有機農業の割合拡大 4. 雑草管理

自動運転除草ロボット：FarmWise社（米国）

- FarmWise システムは、1インチ未満の精度で個々の雑草を機械的に（ブレードにより）除去。
- 15,000 時間の駆動により、個々の作物の4億5,000万以上のスキャン画像で植物データベースを構築。葉物野菜、カリフラワー、ブロッコリー等、多様な作物に対応。
- 雑誌BRIDGEによると、米国の野菜栽培大手25社のうち18社が採用。2016年設立のスタートアップであるが、2022年6月にシリーズBラウンドで、4,500万ドルを調達。時価総額は1億～5億米ドル。
- SXSW 2022 Innovation Awards の「Robotics & Hardware」部門で最優秀賞。
- RAAS(Robot as a Service)で除草サービスを約500ドル/haで提供。

作物のみを認識

自動運転、雑草除去の
TITAN出典:ファームワイズ WEBサイト <https://farmwise.io/services>

出典:THE BRIDGE, Inc.WEBサイト

<https://thebridge.jp/2022/09/farmwise-develops-autonomous-weeding-robot>

d. 耕地面積に占める有機農業の割合拡大 4. 雑草管理

雑草管理における除草技術と栽培方法ごとの環境保全効果：キューホー社（日本）

- 針金を利用して雑草のみを倒す簡易耕起型の除草機を開発。
- 紙マルチによる有機栽培では慣行栽培よりもCO₂排出量が多いが、簡易耕起により排出量を抑制可能。

針金を利用した除草機

栽培法によるCO₂排出量の比較

栽培法	CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /10a)	エネルギー消費量 (MJ/10a)
有機（簡易耕起）栽培	92.5	1360.6
有機（紙マルチ）栽培	121.4	1785.7
慣 行	90.5	1331.2

出典:2022年9月28日(水) 宇都宮大学 雑草管理教育研究センター長 小林 浩幸教授 ヒアリング資料

d. 耕地面積に占める有機農業の割合拡大 5. 除草ロボット

電圧式雑草防除装置雑草防除装置：Zasso社（スイス）

- 「非選択的電気物理的作用機序」をベースとした独自特許技術により、高電圧を利用した雑草防除ソリューション「Zasso」を提供。
- 作物の新芽と雑草の新芽を自動的に見分け、通電により根まで作用するため、雑草抑制効果が持続。
- 第30回ドイツ雑草生物学及び雑草防除会議において、テンサイ発芽後の条間雑草防除の有効性を報告（2022年2月23日）。

【作用機序】

- ・高電圧の電気は、トラクター又は代替電源の機械的エネルギーから局所的に生成。
- ・高電圧は特許取得済みのパワーモジュールで変調され、安定した通電を実施。
- ・対象植物と高電圧電極との物理的接触時に、電流を流し、雑草を内側から枯死。

【有効性】

- ・2020年、「University of Applied Sciences Süd Westfalen」と共同で、テンサイの畝間除草における化学的、機械的、電氣的除草方法の効果を比較するフィールド実験を実施。
- ・XPower電気除草技術は、化学的・機械的除草方法と同等以上の効率を達成（最大95%の除草効率）。
- ・テンサイ生産では、最大75%の除草剤削減が可能。

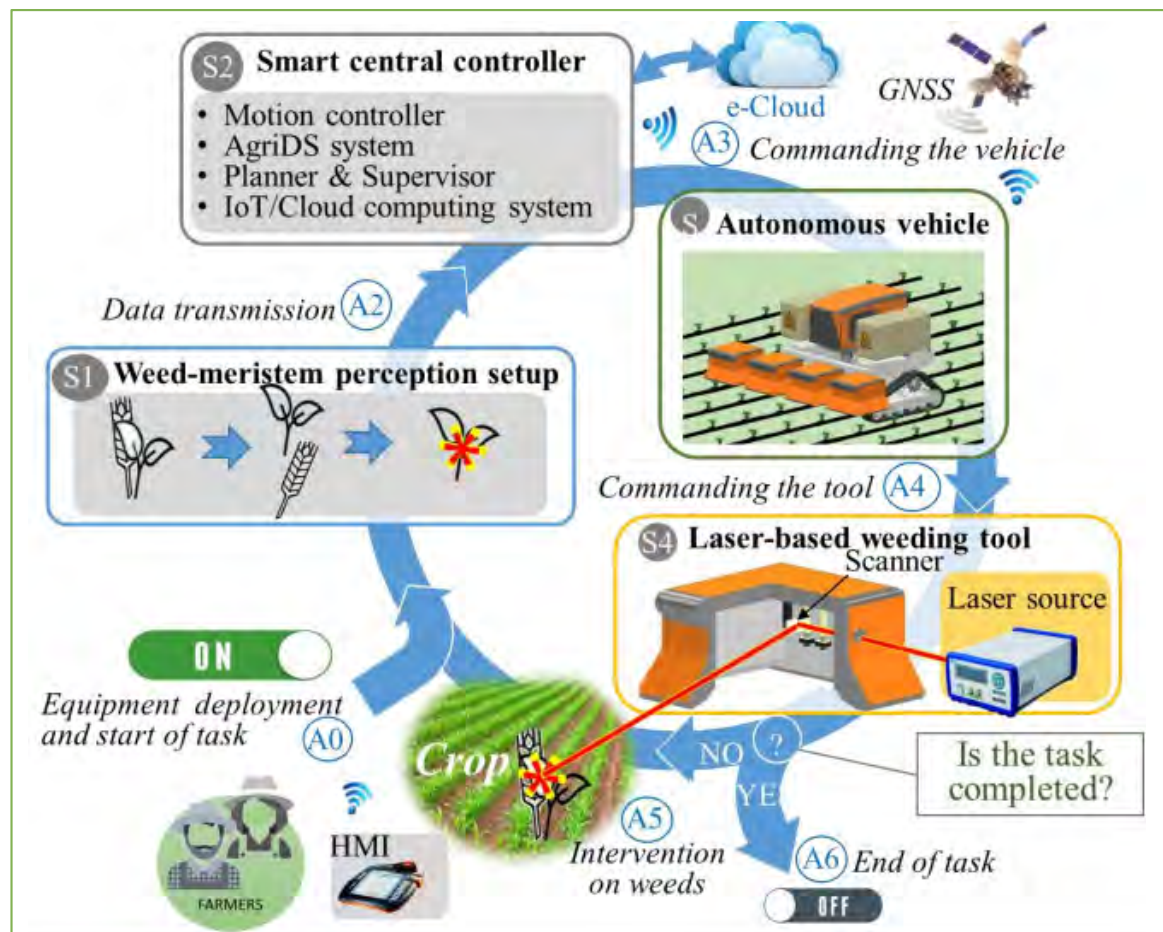
出典:ZASSO WEBサイト
<https://zasso.com/demonstrated-xpower-efficacy-of-inter-row-post-emergence-weed-control/>
<https://zasso.com/technology/>

d. 耕地面積に占める有機農業の割合拡大 5. 除草ロボット

レーザー照射で雑草の成長を抑制するロボット：Laser Center Hannover社等(ドイツ)

- レーザー光と生体物質との相互作用を応用し、レーザー照射によって雑草の成長を抑制する除草手法を開発。
- この技術をもとに、自律走行型のレーザー照射ロボットのプロトタイプ(WeLASER) を2023年までに開発予定。

WeLASERソリューションの技術プロセス



- カメラとオブジェクト認識ソフトウェアを使用して作物と雑草を区別する画像処理システムを開発
- レーザーをプログラミングして、雑草の成長点にレーザーを照射して雑草を破壊する。レーザーは農作物や土壌には影響を及ぼさず、土壌の質を保持したまま、雑草だけが枯死

出典:Laser Center Hannover プレスリリース (2021年3月25日)
プロジェクト名: WeLASEWR, H2020

d. 耕地面積に占める有機農業の割合拡大 6. 品種開発

大豆品種の選抜：ノースカロライナ州立大学（米国）

- 世界中から20,000のダイズ系統を収集した、USDA soybean germplasm collection（栽培品種）の中から、収量の改善、品質向上（栄養及び付加価値特性）、干ばつ等非生物的ストレスに対する耐性を持つ品種を選び出し、産業化することが目的。

North Carolina Soybean Production Guide



- 大豆は米国で最も多様性の低い作物の一つ。
- 従来の育種技術と、量的形質遺伝子座（QTL）分析、近同質遺伝子系統の開発及び最新のゲノミクス手法を組み合わせた技術を利用。

研究期間：2020年10月～2025年9月

出典:NC State University. WEBサイト
<https://content.ces.ncsu.edu/north-carolina-soybean-production-guide>

d. 耕地面積に占める有機農業の割合拡大 6. 品種開発

有機生産に適した豆の育種：Clemson大学（米国）

- タンパク質の品質、消化率、色、食感、風味が高く、有機生産に適したエンドウ豆とレンズ豆の育種を研究。

Clemson大学
Agricultural and Environmental
Science Department



- 非有機生産用に育種された品種の多くは有機生産に不適。
- ゲノム情報とタンパク質形質マッピングを組み合わせ、最良の遺伝子型から表現型へのマッピングが可能。
- Clemson大学のGoing Organic portal、Carolina Farm Stewardship Association、Good Food Institute及び e-Organic プラットフォームを使用して、農場での教育及び普及活動を展開。

援助額123万ドル（約1.8億円）

研究期間：2021年9月～2025年8月

出典：Clemson大学 WEBサイト

<https://www.clemson.edu/cafls/organic-breeding/orei/index.html>

d. 耕地面積に占める有機農業の割合拡大 7. センシング・データ活用

有機肥料のばらつきを施肥中にセンシング：アイオワ大豆協会（米国）

- 動物排せつ物由来肥料は、成分品質が安定せず養分の過不足が問題。
- 近赤外線肥料含有量センシング（MCS）システムが施肥中に液体肥料の養分レベルをリアルタイムで測定し、肥料養分を施用する方法を研究中。

アイオワ大豆協会 施肥機械

- 多数の試験フィールドにおいて糞尿のサンプルの試験を実施しセンサーの評価を行うとともに、3年間にわたる9回の農場での再現試験によってMCSの精度を評価。
- またMCSが窒素収支に与える影響を理解 するために9カ所のプラント分析も実施し、最後に収穫量を評価。

援助額58万ドル（約8,400万円）

研究期間：2022年8月～2025年7月

出典：アイオワ大豆協会 WEBサイト
<https://www.iasoybeans.com/newsroom/article/manure-shows-value-as-a-commercial-fertilizer-replacement>

d.有機農業（耕地面積の）25%に拡大 8. オーガニック3.0

ヨーロッパ全土の作物の多様化と低投入農業：Diverfarmingコンソーシアム（欧州）

- 土地の生産性と作物の品質を高め、機械、肥料、殺虫剤、エネルギー、水の使用を減らすことが目的。
- 農家から消費者まで、技術的、社会的、文化的、経済的な観点から、新しい生産モデルに適応した新しい組織構造を提案する。

Diverfarmingの研究エリア



- 欧州の気候や土壌条件を踏まえ、各地域に合わせた農薬、肥料、重機の使用を減らした低投入農業を研究
- 農家が最も適した作付システムと持続可能な農法を選択するためのツール開発を実施、土壌からバリューチェーンに至る様々なデータを集約・活用できるよう整備
- i)多様な作付けシステムの影響、ii)生物多様性、iii)土壌の質、iv)土壌侵食、v)炭素隔離と温室効果ガスの排出、vi)粗利益、を多面的に評価

EU HORIZON助成金プログラム
予算規模1千万ユーロ／EU負担1千万ユーロ

研究期間：2017年5月～2022年10月

出典:コーディス
https://cordis.europa.eu/docs/results/h2020/728/728003_PS/diverfarming-combinations.jpg

d.有機農業（耕地面積の）25%に拡大 8. オーガニック3.0

気候に配慮した持続可能な農業用土壌管理：EJP SOILコンソーシアム（欧州）

- 気候変動への適応と緩和、持続可能な農業生産、生態系サービスの提供、土地と土壌の劣化の防止と回復などの主要な社会的課題に対する、農地土壌の貢献を高めるための環境作りを実施。
- 社会的、科学的、政策的、及び運用上の課題に対応。

EJP SOILのプロジェクト

- 欧州の全参加国の土壌データ所有規制の分析を実施。
気候に配慮した持続可能な土壌管理に関連する
主要な課題や土壌研究の内容を共有
- 土壌管理による気候変動の緩和や適応、持続可能な農業生産と
環境への影響の理解を促進、気候変動への緩和や適応に資する
土壌管理方法の共有・普及
- 地域及び状況に固有の施肥方法 を開発し、各地域で実証

EU HORIZON助成金プログラム

予算規模

80百万ユーロ／EU負担40百万ユーロ

研究期間：2020年2月～2025年1月

出典:EJP SOIL WEBサイト
<https://ejpsoil.eu/about-ejp-soil/structure-work-packages>

EU：共通農業政策（CAP）における有機農業推進策

- EUでは、有機農家になる/転換する人や、有機農業を維持する人を対象とした有機農業推進策をCAPにより定めている。
- 有機農家への資金援助は、有機農業への転換と、有機農業の維持の両方が対象。

有機農場への転換

- 有機生産を希望する農場は、CAPに基づく「転換」と呼ばれる手続きが必要。

<転換期間>

- 多年生の果樹園：3年間。
- 豚・鶏の放牧：12ヶ月。
- 放牧する陸生反芻動物：2年間。
- 転換期間中に栽培される作物は、全て有機栽培の種子から作ることが必要。

有機農家への資金援助

- CAPの「直接支払い」制度は、有機農家への経済的支援策の1つ。
- 持続可能な土地利用（緑化）を行っている農家への支払い（グリーンング支払い）は、直接支払額の30%を割当て。
- 持続可能な土地利用（緑化）
 - ✓ 農家は、環境（特に土壌と生物多様性）に有益な以下の3つの必須事項を順守すれば、グリーン直接支払いを受け取ることが可能。
 - ◆ 作物の多様化：2作物以上
主な作物で、土地の75%以上利用不可。
 - ◆ 永久草原の維持
永久草地を耕起・転用は不可。
 - ◆ 耕作可能な土地の5%が生物多様性に有益な地域。
15ha超の農場：少なくとも5%の土地が生態系重点地域（EFA）