

衛星コンステレーション：Dragonfly Aerospace（南アフリカ）

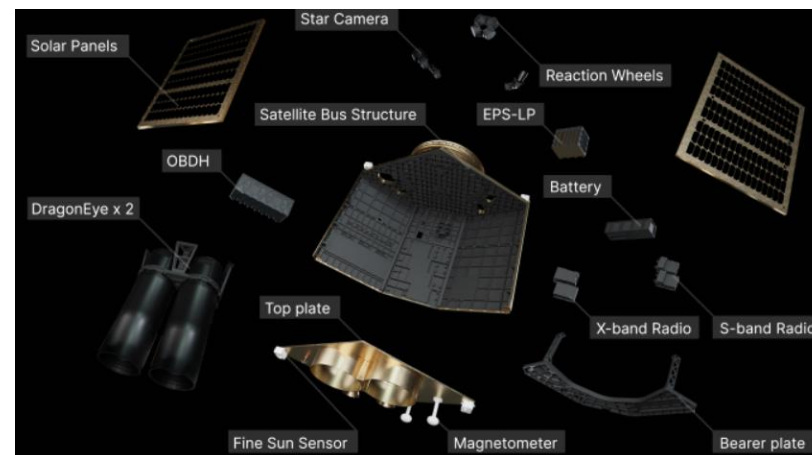
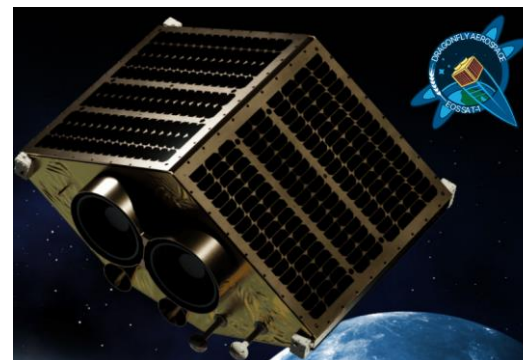
- ・ 農業・森林管理専用の小型衛星EOS SAT-1を運用。農業における各種データのモニタリングを行い、農薬や肥料の過剰使用の防止や、土壌炭素の測定を支援。

- ・ Dragonfly Aerospaceは、2017年に設立された宇宙スタートアップで小型衛星のカメラ、高精度イメージング技術を開発。
- ・ EOS SAT-1(農業に特化した衛星)は光学衛星で、1日あたり最大100万km²を監視できる最新鋭のDragonEyeカメラを2台搭載。11の異なるスペクトル帯域で高解像度の画像を撮影。
- ・ EOS SAT-1からの画像は、農地においては、土壌水分量推定、植生指標（NDVI等）推定、農作物被害評価、収穫活動のモニタリング、土壌炭素の定量（土壌有機炭素モデルを使用して計測）や、土壌炭素蓄積ポテンシャル（Rothモデルを用いた予測）の評価等が可能。
- ・ 生産者は作物の状態を正確に把握し、農薬や肥料使用の最適化が可能。将来的には、カーボンクレジットとして活用するためのデータ検証への応用を想定。

【社会実装状況】商用化

- ・ 主な顧客
 - Australian Government's Office of National Intelligence
 - EOS Data Analytics (EOSDA)
 - Loft Orbital
 - Pixxel(Indian startup)
 - NASA

EOS SAT-1の概要



出典：Dragonfly Aerospace
<https://dragonflyaerospace.com/eos-sat-1/>

土壌品質分析ツール：SQAT（EU）

- SQATは、コペルニクス衛星、土壌センサ、ロボティクスを利用した土壌品質分析ツールの開発を目的としたプロジェクト。
- 既存の精密農業ソリューションよりも精度が高く、コスト効率の良いツールの開発を目指す。

実施予定のユースケース

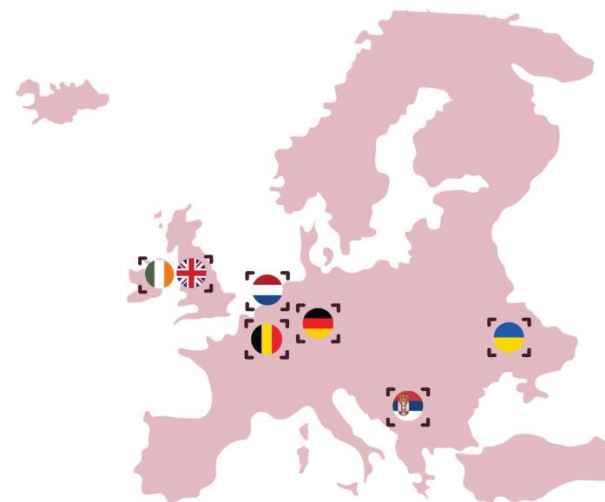
- 2024年3月13日に開始した、Soil Quality Analysis Tool PJ
- 今後研究開発していく5つのツール
 - 可変石灰散布：圃場に求められる正確な石灰散布の量を計算。
 - 可変主要栄養素施肥：圃場に求められる主要栄養素の量を計算。
 - 可変播種：収量と品質を向上させる播種密度の計算。
 - 可変深耕：燃料効率を最適化するための深耕を計算。
 - 炭素農業MRV：農場土壌の炭素量を監視。

【社会実装状況】研究段階

- 研究機関
 - ILVO、Hahn Schickard、OST
- アグリテック企業
 - ATB、FARMEYE、Exobotic Technologies、VD Borne Campas、Terra Controlling、AgriLav
- その他
 - ABE、AeroVision、Deloitte

【予算】

- 助成金額：€ 3,586,760(EU)



- ベルギー：土壌の圧縮と酸性の予防と改善。
- ドイツ：精密石灰散布による資源効率の向上と収量の最適化。
- イギリス・アイルランド：再生可能農業の実践による牛乳サプライチェーンの持続可能性プログラム。
- オランダ：ジャガイモ集約栽培の土壌管理と収益性の改善。
- セルビア：肥沃度低下の長期的傾向を逆転させる土壌管理の改善。
- スイス：スマートな土壌サンプル採取とフィールド分析。
- ウクライナ：食料安全保障を守るための資源効率と収量の回復力の向上。

「エアロポニックス技術」による垂直農業技術：LettUs GROW（英国）

- LettUs GROW社は、超音波エアロポニックス技術を活用した生産性の高い栽培システムを開発。現在はレタス等の葉物野菜を中心に栽培。

- 超音波エアロポニックスは高周波により水を振動させ、ミストを発生させることで、根へ直接水分や栄養素を散布。
- 水の使用量を最大95%削減可能。根から酸素を吸収出来るため水耕栽培と比較して最大20%収穫量が増加。
- 主たる生産品目は、レタス等の葉物野菜。トマトも試験中。
- 農産品ではなく、農産品を生産する「エアロポニックス栽培システム」を販売することによる収益モデルを確立。

【社会実装状況】商用化

- 2021年から空中栽培によるトマトの育成試験を開始。

【予算】

- 累計調達金額：713万ドル
 - 2023年：307万ドル(Parkwalk Advisors)
 - 2020年：307万ドル
(Longwall Venture, Social Tech Trust, Bethnal Green Ventures, University of Bristol Enterprise Fund, ClearlySo)
 - 2019年：36万ドル(Longwall Venture, Bethnal Green Ventures, University of Bristol Enterprise Fund, ClearlySo)
 - 2018年：60万ドル(Parkwalk Advisors, Bethnal Green Ventures)
 - 2017年：3万ドル(Bethnal Green Venture)
- 助成金(賞金含む)：34.5万ドル
 - 2019年：4.5万ドル(Vodafone UK)
 - 2019年：30万ドル(Innovate UK(英国政府系機関))

活用システム・技術



空中栽培であり、根は水に浸されていない

超音波で水を振動させ、栄養豊富なミストを発生させる



- 空中栽培システムにより、灌漑の改善、害虫被害の減少、メンテナンスに要する労力-(ノズルの詰まりへの対策等)の低減を実現し、生産性が向上。

出典：LettUs Grow Ltd, Bristol, UK
<https://www.lettusgrow.com/>

垂直型屋内農場用人工照明システム：Crocus Labs（ドイツ）

- 照明システム開発企業Crocus Labsは、垂直農場の普及に向けた課題であるエネルギーコストを解決するため、窓からの光の照度に応じて自動調整を行う高効率な照明システムを開発中。

- Crocus Labs社の垂直農場を普及する上での課題であるエネルギーコストを解決するためのプロジェクト「MiniSun」を実施。
 - 既存の照明システムと比較して50%のエネルギー使用量削減を企図。
- Crocus Labs社は独自のLEDチップ・電源設計・センサ・データ分析を活用しプロジェクトを推進。

【社会実装状況】実証段階

- ベルリンで試験農場を構築し、照明器具の競合調査を開始。
 - 2024年1月 トマトでの検証
 - 2024年2月 イチゴでの検証

【予算】Crocus Labs

- 調達金額：161万ドル
 - 2022年：125万ドル(HTGF, Brandenburg Kapital, Bacb Beteiligungsgesellschaft)
 - 2021年：36万ドル(HTGF)
- 助成金額：€ 1,902,542 (EU Innovation Council)

活用システム・技術



- ナノマテリアル技術を駆使したLED
 - 医療用途向けから屋内農場向けまで様々な波長にカスタマイズし提供。



- 電源モジュール
 - 内蔵センサを使用し照明システムの電力消費を監視。
 - ワイヤレスコントロール機能を使用して、照明システムを管理。



- 照明システム(SiriusX.3)
 - 最小限のエネルギーで最大効率の光を出力。
 - 統合センサシステムを具備し、最適な照明条件を提供。



- 測定システム(KeplerX™)
 - CO₂、波長、VOC、温度、湿度を感知。
 - スタンドアロンで運用可能。

20段建て垂直農場：中国農業科学院都市農業研究所（中国）

・ 2023年12月に運用を開始した中国の成都にある植物工場。AIを用いた管理・制御システムを実現。

- ・ 垂直型立体栽培システム、自動養液供給システム、自動調整型省エネ光源、AI管理・制御を採用した最大20段の植物工場。
- ・ AIに基づくスマート管理制御システムを導入することで、植物の生長特性に合うスペクトルへの光の設定、栄養素の調整を通じて、作物の早期開花と急速な生育を促進。
- ・ レタスは35日で栽培・収穫可能。稲は60日程度で収穫可能。（稲は本来植え付けから収穫まで120日程度要する）
- ・ レタス以外にも葉物野菜・果物・キノコ類等72品目を生産。
- ・ 年間生産量は約50トン。

【社会実装状況】実証段階

- ・ 中国の成都で使用運転中。

【予算】

- ・ 調達金額：N/A
- ・ 助成金額：N/A

出典：人民網

出典：中国農業科学院都市農業研究所 HP

活用システム・技術



- ・ 赤枠箇所は、栽培パレットをピックアップし、所定の位置に搬送させる装置。
 - 赤外線を用いた位置設定技術により、位置の精度を±1mmで制御することが可能。
 - スーパーキャパシタ技術により、高速充電と長いバッテリー寿命を実現。

出典：The world's first unmanned vertical plant factory is put into use in China

出典：中国農業科学院都市農業研究所 HP

植物工場：PlanTFarm（韓国）

- PlanTFarm社は、植物工場運営・野菜生産を主事業としており、2023年の売上高は約16億円。植物工場内においてIoTデバイスでデータを収集し、生産管理・受発注管理に適用。

- PlanTFarm社は、Farm8(生鮮野菜の生産・加工・流通に取り組む農業法人)の子会社として2004年10月設立。
- 野菜生産事業、植物工場建築事業、植物工場コンサルティング事業の3つの収益源を有しており、2023年売上高は約16億円。
- 主たる生産品目は、レタス・ニラ・キノコ・高麗ニンジン。
- 植物工場の総面積は13,191㎡、年間生産量1,800トン。
(1日1㎡あたり生産量は0.6kg)

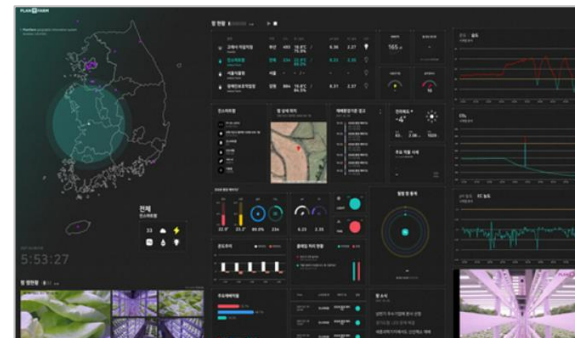
【社会実装状況】商用化

- 韓国内で25の屋内生産施設を運営。
- モンゴル、クウェート、UAEにおいて、現地パートナー(モンゴル：Premium Group、クウェート・UAE：Pure Harvest)とともに植物工場を建設・運営するJVを設立し、海外展開も実施。

【予算】

- 累計調達額：2,140万ドル(2020年時点)
 - 2014年、親会社のFarm8がIMM Investmentから1,410万ドルの資金を調達
- 助成金額：N/A

活用システム・技術



- 植物工場統合的コントロールシステム
 - 発芽・育苗・移植・定植・収穫の全栽培ステージの履歴管理による生育環境づくりで生育速度を最適化。
 - 生産状況のリアルタイムモニタリングとデータ分析による生産予測により、正確な受発注を実現。
 - 市場の需要、作物の栽培状況、植物工場の環境に応じて、収穫時期、出荷量、栽培作物の検討をサポート。

植物工場の設計・施工：グリーンプラス（韓国）

- 自社園芸施設を有することで、現場ニーズに適した植物工場の設計、資材製作、施工サービスを提供。アップダウン式栽培装置や冷暖房装置等のハードウェアを主に提供。

- 植物工場含めた温室の設計、資材製作、施工をトータルに提供。
- イチゴ農場・ウナギ養殖場も有しており、現場で把握された改善事項を植物工場・温室設計、資材製作、施工事業に反映。

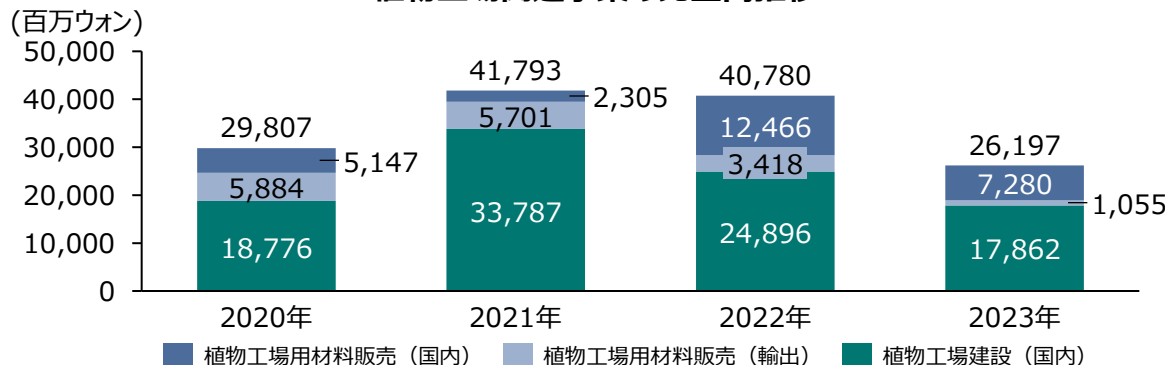
【社会実装状況】商用化

- 日本企業の大仙と20年以上提携し、日本への市場展開を推進。
- 今後は、東南アジア、豪州、中東へ拡大を模索。
- 主な提携企業：大仙(日本)、Farm4.0(豪州)

【予算】上場企業

- 調達金額：N/A(2004年Shinhan Venture Investmentより実施)
- 助成金額：N/A

植物工場関連事業の売上高推移



※各年度3月31日時点の為替レートを使用して試算

出典：Green Plus社 2023年度事業報告書

提供サービスイメージ



- アップダウン式栽培装置

- 作業通路が不要となり、栽培有効面積が2倍～10倍。



- 根元冷暖房装置

- 根元に冷水・温水を流し、最適温度を実現。
- 施設全体ではなく、根元周辺部のみを温度管理の対象とすることで消費エネルギーを大幅削減。

出典：Green Plus HP

植物工場：スプレッド（日本）

・環境制御空調システムや高度な循環型ろ過システムを備えた植物工場を開発。

- ・2024年8月に民事再生手続き開始し、現在は再建中。
- ・2022年時点売上高9.2億円、営業利益－8.5億円。
- ・屋内の温度・湿度・風向き・二酸化炭素量を一定に保つ環境制御空調システム、野菜から蒸散される水まで集める循環型ろ過システムを搭載した植物工場『Techno Farm™』を運営。
- ・主な生産品目はレタス。
- ・植物工場の総面積は11,550㎡、1日あたり生産量17トン。
(1日1㎡あたり生産量は1.5kg)

【社会実装状況】商用化

- ・生産工場は自社・パートナーシップにより拡大。
 - 自社工場：亀岡プラント(24/4～老朽化に伴う改修につき停止中)、テクノファームけいはんな
 - フランチャイズ：テクノファーム成田(ENEOSグループのJリーフにノウハウ提供)
 - JV：テクノファーム袋井(中部電力、日本エスコンとともにTSUNAGU Community Farmを設立。本企業により工場建設・運営)
- ・生産レタス『ベジタス』の取り扱い店舗は、約5,000店舗へ拡大。

【予算】

- ・2022年 40億円の資金調達
- ・助成金額：N/A

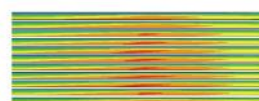
出典：スプレッド HP

活用システム・技術

栽培環境の均一化

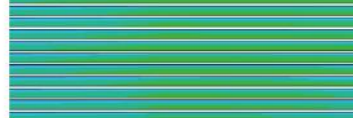
環境制御技術の向上により、栽培環境が均一化され、安定的な生産を実現

従来の植物工場 ※イメージ



棚内湿度差あり

テクノファームけいはんな ※イメージ

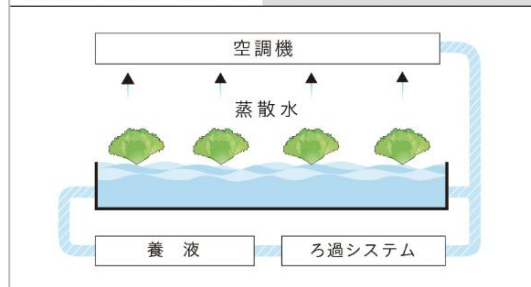


棚内湿度均一化

・環境制御空調システム

- 生産された作物のうち良品である割合を97%とすることに成功。

循環型ろ過システム 約90%のリサイクル率



・循環型ろ過システム

- 水リサイクル率80%。
- 露地栽培と比較して、水使用量を最大96%削減。

3 生産性向上 ③ 施設園芸関連

植物工場に関する比較

- 生産能力、規模では日本の植物工場が優位。
- レタスに関する植物工場は利益率が低いため、薬草等高単価作物育成に向けた取組も進行。

パフォーマンス項目		LettUs GROW 	中国農業科学院 都市農業研究所 	PlanTFarm 	Green Plus 	スプレッド 
植物工場	生産作物	・レタス、トマト(ただし販売は無し)	・レタス	・レタス・ニラ・キノコ・高麗ニンジン、ハーブ等 166種類	・レタス、イチゴ	・レタス
	生産能力 (施設数)	・ N/A	・ 0.2トン/日	・ 7.5トン/日 ・ 1日1㎡あたり生産量は0.6kg	・ N/A	・ 17トン/日 ・ 1日1㎡あたり生産量は1.5kg
	使用技術(LED・溶液制御・環境制御除く)	・ N/A	・ IoTセンサー ・ AIによる生産管理	・ IoTセンサー ・ AIによる生産・受発注管理	・ N/A	・ N/A
	水の再利用率	・ N/A	・ N/A	・ 90%	・ N/A	・ 80%
	エネルギー消費効率	・ N/A	・ N/A	・ N/A	・ N/A	・ N/A
事業	社会実装状況	・ 商用化	・ 実証	・ 商用化	・ 商用化(2019年上場)	・ 商用化
	収益規模	・ N/A	・ 実証段階のため無し	・ 16億円 (2023年、植物工場建築事業含む)	・ 29億円 (2023年、植物工場用資材販売、建築事業含む)	・ 9.2億円 (2022年)
	資金調達	・ 累計713万ドル ・ 助成金34.5万ドル	・ N/A	・ 累計2,140万ドル	・ N/A	・ 累計40億円以上
	国際展開	・ 未実施	・ 未実施	・ モンゴル ・ クウェート ・ UAE(FY24中に進出)	・ 日本 ・ タイ	・ 未実施

植物工場支援：明治大学(日本)

- 明治大学植物工場基盤技術研究センターは、ダイワハウスやクラレ等の民間企業と連携し、植物工場事業を推進。
- 国内だけでなく、アジア地域でも同様の事業を展開する予定。

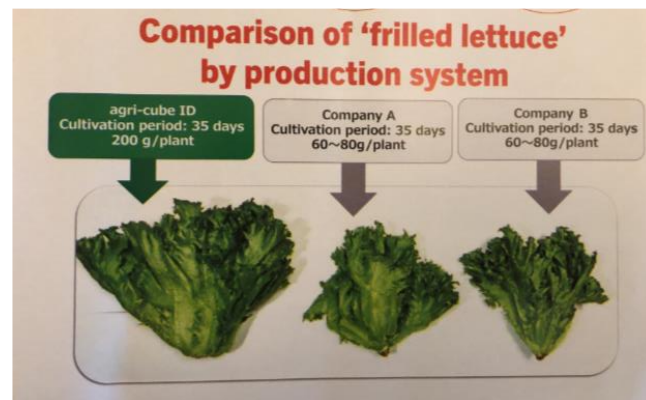
活用システム・技術

(ヒアリング結果)

- 植物工場での葉菜類の生産について、どうすれば経営的に成り立つかを研究し、民間企業の植物工場経営を支援。
- 取引先の選定、需要の聞き取り（品種、サイズ等）、市場調査等のコーディネートも含めて明治大学が支援しており、販売単価が高く、安定した販売先を確保可能。
- 今後、海外へ植物工場を展開するのであれば、農業不適地の多い東南アジアや中東に目を向けるべき。
- 日本の植物工場は、農地としてみなされず、固定資産税が高い点が課題の1つ。

【社会実装状況】商用化

- パートナー企業
 - 大和ハウス工業株式会社：空調設備を開発し、作物の収量が増加。
 - 昭和産業株式会社：人工照明を構築し、葉物野菜の生産量が増加。
 - 株式会社クラレ：水耕栽培における生産コストと水消費量を削減。
 - 扶桑化学工業株式会社：グリーンマテリアルの開発により、植物のストレス耐性が向上し成長速度が向上。



UV-LED農業応用技術「Harveterras」： 日亜化学工業株式会社(日本)

・ 波長280nmの紫外線を活用し、植物において免疫力の向上、機能性成分の増加、着色促進等を引き出す技術「ハーベテラス(=Harveterras®)」を研究開発。

- ・ 紫外線のうち、UVB（280～315nm）は、植物の様々な機能を向上させる。特に280nmにおいて強く機能誘導が発生。
- ・ 波長や、照度、照射時間で異なる応答。

①適度な量をくり返し【キュウリ】

：免疫力の向上（抗菌性、防カビ性の向上）

→農薬使用量の削減。

②強く【ブドウ】

：機能性関与成分の増量（抗酸化能の向上）

→付加価値の向上。

③弱く長く【ブドウ、さくらんぼ、すもも、赤レタス】

：着色促進（アントシアニンの増量）

※上から紫外線を当てることにより下部も着色

→温暖化による着色不良の改善。

④強く短く【いちご】

：鮮度維持（保管中の重量減少抑制、果皮硬度・

ツヤの維持）

→輸送期間を延長できる可能性。

【社会実装状況】研究開発

- ・ 試験装置をパートナー企業と開発中。
 - 栽培：電球型LED
 - 収穫後：コンベア用LEDモジュール

出典：日亜化学工業 ヒアリング情報

活用技術

①植物免疫力の向上（例：キュウリ苗の炭疽病接種試験）

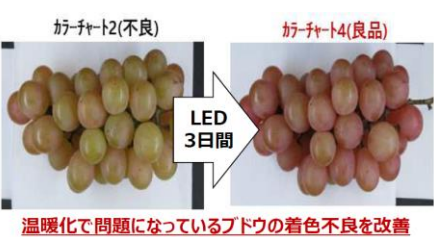


②機能性関与成分の増量（例：マスカットベリーA）

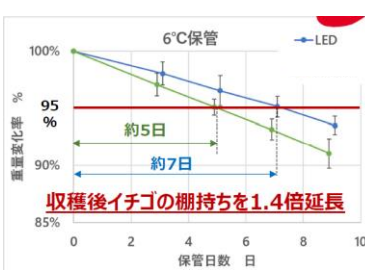
例：マスカットベリーA



③着色促進（例：赤ぶどう）



④鮮度維持（例：かおり野いちご）



出典）日亜化学工業提供資料