

農林水産業の成長産業化を推進する上では、農業分野以外の技術等を取り入れた産学官連携等によるイノベーションの創出が重要です。ゲノム編集技術の開発、活用に向けた取組、農業生産資材価格の引下げに向けた取組、AI¹、IoT²、ロボット技術等の先端技術を活用して超省力・高品質生産を可能にする「スマート農業」の実現に向けた取組により、競争力強化につなげることが重要です。スマート農業については、特集のページで取り上げています。

(1) 農業分野における新技術の開発・普及

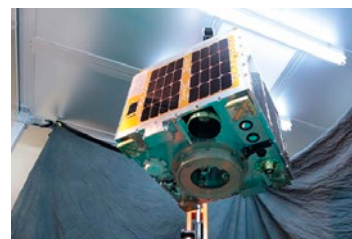
(現場実証型研究を強化)

農林水産省は、農業現場のニーズに直結した戦略的な技術開発を推進するため、農林漁業者、食品製造業者や普及組織等から現場の意見を聴取し、これら農林漁業者等のニーズを踏まえた明確な研究目標を伴う研究課題を設定した現場ニーズ対応型研究を平成30(2018)年度に創設しました。これにより、従来、技術開発を担っていた企業、大学、研究機関に加え、農林漁業者等が研究に参画し、農林漁業者等への実装までを視野に入れた技術開発を推進しています。

(大学発の産学官連携拠点による研究開発が活発化)

農林水産省は、農林水産・食品分野に様々な分野の技術等を導入してイノベーションを創出する産学官連携研究を促進するため、「知」の集積と活用場の構築に取り組んでいます。「知」の集積と活用場では、工学や医学等の農業分野以外を含めた民間企業、大学、研究機関等の多様な関係者が集まる産学官連携協議会が設置され、分野を超えて共通の研究課題に取り組む研究開発プラットフォームの形成や研究コンソーシアムにおける商品化・事業化に向けた具体的研究が進められています。

このほか、平成30(2018)年には大学が独自に主導するオープンイノベーション³拠点の設立が相次ぎました。北海道大学では、「日本フードバレーin北海道」構想の実現を目指し、農林水産業のロボスタ化⁴に貢献するためのロボスタ農林水産工学国際連携研究教育拠点を立ち上げました。同拠点では、共同研究・共同開発の立ち上げの支援を行うほか、海外との連携にも取り組み、タイ政府と、人工衛星等を活用したスマート農業について技術支援や人材育成で協力する連携協定を結び、気候の異なる地域での実証実験を進めることとしています。また、宇都宮大学では、研究成果の社会実装の加速化を目指し、ロボット実験に適した構造の建屋や実践的なものづくりが可能な実験環境を整備したロボ



北海道大学と東北大学で
共同開発した人工衛星「雷神^{らいしん}2」



宇都宮大学で開発した
いちご収穫ロボット

1、2 用語の解説3(2)を参照

3 新技術・新製品の開発に際して、組織の枠組みを越え、広く知識・技術の結集を図ること

4 環境や気候の変化等の外乱の影響による変化を防ぐ内的な強靭性を高めること

ティクス・工農技術研究所を設立しました。同研究所では、磁気誘導による自動走行や人視感覚カメラを組み合わせたいちご生産システムの商品化等のプロジェクトが進められています。

(ゲノム編集を利用した農作物等の開発が進展)

ゲノム編集は、「はさみ」となる酵素等を用い、ゲノム上の狙った箇所を切断すること等を通じて、ある生物がもともと持っている遺伝子を効率的に変化させる技術です。人間はこれまでも自然に起こる遺伝子の変化等を利用して品種改良を行ってきましたが、ゲノム編集は特定の遺伝子を狙って変化させることにより、人間に有用な性質を引き出し、品種改良をより効率的に行うことができます。

ゲノム編集といった新たな技術により、機能性成分を多く含んだトマト、天然毒素を大幅に低減したばれいしょ、超多収性等の形質を有するイネ等の開発が国家プロジェクト¹等によって進められ、特にトマトでは販売開始に向けたベンチャー企業の設立等が進められています。これらを通じて、我が国農業の競争力強化や農業者の収益向上、国民の豊かな食生活につながるなど、大きな利益を得られることが期待されています。

一方、このような新技術の普及には、消費者への丁寧な情報提供が重要です。農林水産省では、大学や研究機関等が実施する出前講座や博物館・科学館等のイベントへ研究者を講師として派遣し、科学的な観点から正確な情報提供を行うとともに技術特性や研究成果を分かりやすい言葉で伝え、消費者の理解を深める活動を進めています。

GABA高蓄積トマト



血圧抑制効果があるGABAを高蓄積したトマトを筑波大学が開発。ベンチャー企業を設立し、実用化に向けた準備が進展

超多収に向けた
シンク容量改変イネ



シンク容量（もみ数・粒サイズ）が増加したイネを農研機構が開発。平成29（2017）年度から野外ほ場での形質評価を開始

天然毒素を低減した
ばれいしょ



天然毒素（ソラニン、チャコニン等）が大幅に低減したばれいしょを大阪大学・国立研究開発法人理化学研究所等が開発。企業等とともに協議会を設立し、実用化を準備中

白いアサガオ



白いアサガオを筑波大学等が開発（写真左）。850年かかった変異を1年で達成

¹ 内閣府が推進する「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」(用語の解説3（1）を参照)

ゲノム編集技術により得られた農林水産物等の規制上の取扱いに関する検討状況

ゲノム編集技術により得られた農林水産物等の取扱いについては、平成30(2018)年から、生物多様性影響の観点からは環境省の中央環境審議会、食品安全の観点からは厚生労働省の薬事・食品衛生審議会において、それぞれ議論されてきたところです。

生物多様性への影響の観点からは、平成31(2019)年2月に、ゲノム編集技術により得られた生物のうち、細胞外で加工した核酸が含まれないものについては、カルタヘナ法*上の「遺伝子組換え生物等」には該当しないと整理されました。ただし、これらの生物を拡散防止措置を執らずに使用する場合は、使用者に事前の情報提供を求め、知見を蓄積するとともに、情報を公表することとされました。食品安全の観点からは、同年3月に、ゲノム編集技術を利用して得られた食品について、自然界又は従来品種改良の技術でも起こり得る範囲のものは安全性審査を義務付けず届出及び公表とし、それ以上の遺伝子変化により得られるものは基本的に安全性審査の対象とする等の報告書がまとめられました。今後、これを受けて消費者庁が食品への表示についての取扱いについても整理を進めていくこととしています。

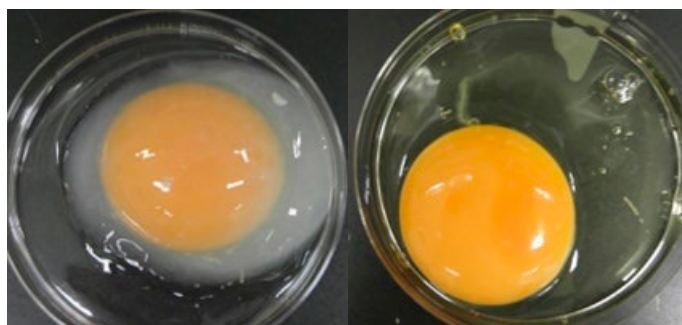
* 正式名称は、「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」

事例

鶏卵を用いて抗がん作用のあるたんぱく質の低コスト生産に成功

近年、バイオ医薬品等の組換えたんぱく質の需要は拡大している一方で、高い製造コストが課題となっています。

国立研究開発法人産業技術総合研究所は、農研機構と共同で、クリスパーキャスニン法*というゲノム編集



ヒトインターフェロンβを含む卵(左)と通常(野生型)の卵(右)
資料：国立研究開発法人産業技術総合研究所

技術により、鶏の遺伝子にヒトインターフェロンβの遺伝子を挿入することで、卵白中にヒトインターフェロンβを低コストで大量に生産する技術の開発に成功しました。

ヒトインターフェロンβは、抗がん剤としても使われているたんぱく質で、試薬製品は0.01mg当たり2万から5万円と高額ですが、今回開発した技術では卵1個で30mgから60mgのヒトインターフェロンβを生産することが可能になりました。

医学研究等に使用されるヒトインターフェロンβの製品化に向けて精製工程の研究が国内企業によって現在進められており、組換え鶏卵を原料とした安価な試薬製品の製造につながる事が期待されています。

* 標的遺伝子への案内役を果たすガイドRNAを作り替えるだけで、様々な標的遺伝子を改変することが可能。外来遺伝子を標的遺伝子に正確に挿入することも可能

コラム

躍進する農業・食品産業関係のベンチャー企業

多くのベンチャー企業が自らのアイデアや技術を活かし、人々の生活やビジネスに影響を与える今までにない新しい価値を生み出すビジネスを創出する中、近年、農業や食品産業に関連した様々なベンチャー企業が登場しています。どの企業も我が国の農業の発展や新たな未来の創出等を理念に持ち、社会課題解決型の事業を行っており、スタートアップコンテストへの参加やクラウドファンディング*等により資金調達や事業拡大を進めています。

以下ではその一部を紹介していますが、様々な企業の躍進により、我が国の農業・食品産業を魅力ある稼げる産業に盛り上げていくことが期待されます。

* 群集を意味する「crowd」と、資金調達を意味する「funding」を組み合わせた造語で、主にインターネットを通じて不特定多数の人に出資を求めること

(1) 規格外の野菜を独自の技術でのり状シートに加工し輸出

株式会社アイルでは、ペースト状にした野菜を、のりのようなシートに加工した「ベジート」という商品を開発し、現在までに、にんじん、だいこん、かぼちゃ、トマト、ほうれんそうが商品化されています。

20年の歳月をかけて商品化に成功した^{そうだけいすけ}早田圭介代表取締役は、「今まで廃棄されていた規格外の野菜を使用することで生産者への利益還元、食品ロスの削減に貢献する新たな仕組みになるとともに、常温で2年の保存が可能で、生鮮野菜の10分の1の重さになるため、保存や物流の面で輸出にも向いている」と言います。また、「クラウドファンディングにより集めた資金を基に生産設備を拡大し、保存料や着色料を使用していないことや持続可能な消費であることを売りにした欧州等の海外への輸出や野菜嫌いな子供たち向けにキャラクター弁当用の素材の開発等を進めていきたい」と語っています。



規格外野菜から製造した商品と料理例

(2) イエバエの幼虫を活用し有機廃棄物から肥料と飼料を生産

株式会社ムスカでは、昆虫の力を活用して家畜排せつ物等から有機肥料とたんぱく質飼料を1週間で作る技術を開発しました。

45年前に旧ソ連で始まったイエバエによる宇宙空間での循環システムの研究を引き継ぎ、優秀なイエバエの選別交配を繰り返し、バイオマスリサイクルシステムを確立しました。この技術により生産された肥料と飼料は、一般的な肥料や飼料よりも動植物に良い効果をもたらすことが大学の調査で確認されています。

代表取締役会長の^{くしまつたか}申間充崇さんは、「新たな家畜排せつ物等の有機排せつ物の処理技術となるとともに、環境への配慮と生産性の向上を両立する今までにない循環型農業が可能になり、今後は、オーガニック農産物の普及やより安全な養殖・畜産につながる技術として世界中に広めるとともに、栄養不足や飢餓といった課題を解決し未来の子供たちが安心して暮らせる環境を残していきたい」と語っています。



開発した循環システムのイメージ

(3) 買い物履歴から不足した栄養素を分析し、食材やレシピを提案

シルタス株式会社では、購買履歴のデータを自動で取得・栄養素変換を行い、ふだんの買い物から栄養状態を把握し、必要な栄養素を補える食材やレシピを好みに合わせて提案する栄養管理アプリを開発しました。

「好きな食事を楽しみながら健康に」をモットーとしている代表取締役の^{おほらかずき}小原一樹さんは、

ヘルスケア分野で重要な運動、睡眠、食事のうち、見える化できていない食事について、管理のための特別な行動をなくす仕組みを考えてきました。

日々の栄養状態の記録は、将来の病気リスクの判断に活用され、医療保険等のヘルスケアサービスとの連携や生活習慣病の予防等につながることから食の消費行動が大きく変わると期待されています。

小原さんは、「栄養価の高い旬の農作物や機能性野菜をアプリ上に表示させ、おいしくて体にも良い食品を消費者に知ってもらうことで、価格だけでなく、栄養という軸での選択肢を増やし、より豊かな食生活の実現や生産者の所得向上にもつなげたい」と語っています。



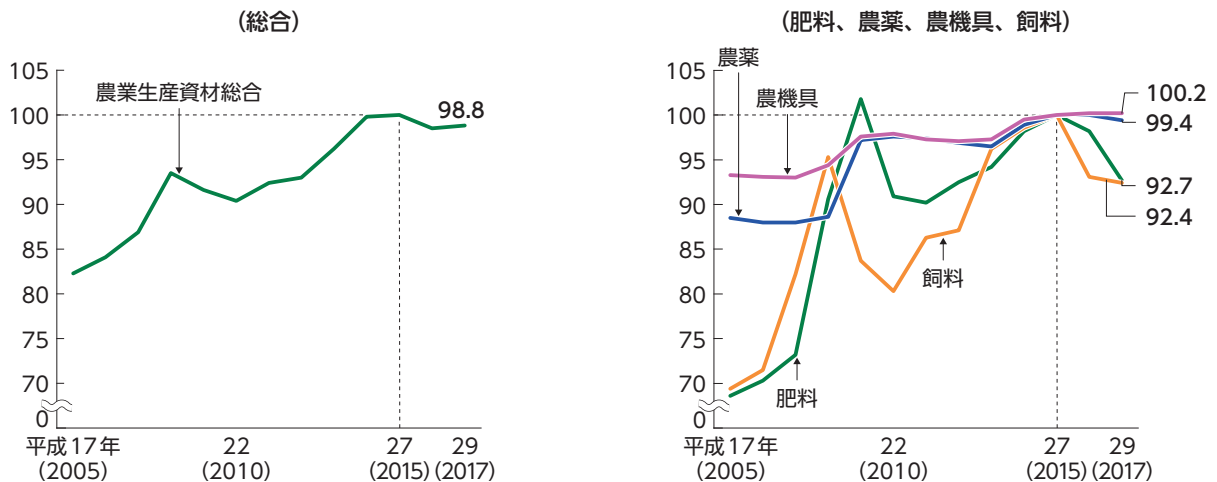
購買履歴から栄養素変換した画面

(2) 農業生産資材価格の動向と引下げに向けた動き

(農業生産資材価格は国内での価格差が大きく、海外と比べても高い)

近年の農業生産資材価格指数は全体的に上昇基調で推移してきており、平成29（2017）年は、肥料等の価格が低下したものの、光熱動力等の価格が上昇したことにより前年に比べ0.3ポイントの上昇となりました（図表2-6-1）。原材料を輸入に頼る肥料と飼料については、鉱石や穀物の国際相場や為替相場の変動等の国際情勢の影響を受け価格が変動しています。

図表2-6-1 農業生産資材価格指数（平成27（2015）年を100とする指数）



資料：農林水産省「農業物価統計」

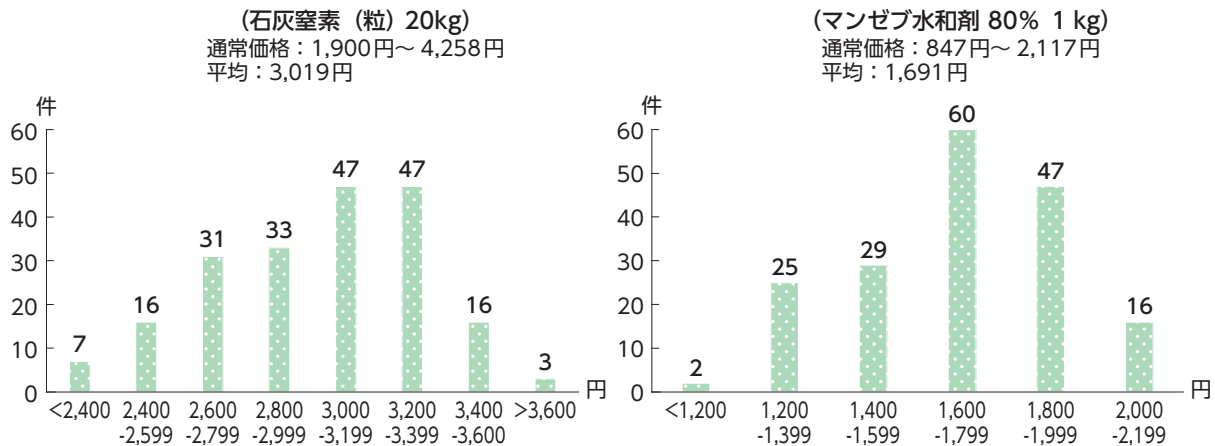
主要な農業生産資材である肥料、農薬、農機具、飼料の農業経営費に占める割合を見ると、水田作経営で4割、施設野菜作や肥育牛経営でも3割となっています¹。農業所得の向上に向けては、これら資材価格の引下げを進めていく必要があります。

平成30（2018）年8月に公表した国内外における農業資材の供給の状況に関する調査結果のうち、国内の肥料、農薬、被覆資材等については同じ成分や規格の商品でも販売価格等に大きな差が見られました（図表2-6-2）。また、海外においては、農業者の生産条件

1 農林水産省「農業経営統計調査 営農類型別経営統計（個別経営）」（平成30（2018）年公表）

や農業資材を取り巻く環境が大きく異なっているため、単純な比較は難しいものの、我が国と比較して安い傾向が見られました（図表2-6-3）。

図表2-6-2 肥料・農薬の販売価格分布



資料：農林水産省「国内外における農業資材の供給の状況に関する調査」（平成30（2018）年8月公表）
注：資材販売店約480店舗を対象として実施（回収率67%）

図表2-6-3 農業資材価格の日本との比較

	肥料	農薬	農業機械	配合飼料
米国	-2～-1割	-6～-2割	-3～-1割	-3～-1割
イタリア	-5～-2割	-7～-4割	-2～-1割	-4～-2割
韓国	-6～-4割	-7～+3割	-3割	-1割

資料：農林水産省「国内外における農業資材の供給の状況に関する調査」（平成30（2018）年8月公表）

農林水産省は、この調査結果を活用し、農業者に対しては資材調達のポイントや今後の調達方法、資材業界に対しては各メーカーにおける生産体制の合理化についての検討を進める契機としてもらえるよう広く周知していくこととしています。

（農業生産資材価格の引下げに向けた取組が進展）

農林水産省は、平成28（2016）年11月に策定された「農業競争力強化プログラム」や、平成29（2017）年8月に施行された農業競争力強化支援法に基づき、良質で低価格な資材の供給に向けた取組を推進しています。

農薬については、平成30（2018）年12月に改正された農薬取締法において、登録されている農薬と農薬原体の成分や安全性が同等であれば、登録申請時に提出すべき試験成績の一部が免除できるよう農薬の登録審査を見直しました。これにより、今後ジェネリック農薬¹の市場参入が進むことが期待されます。

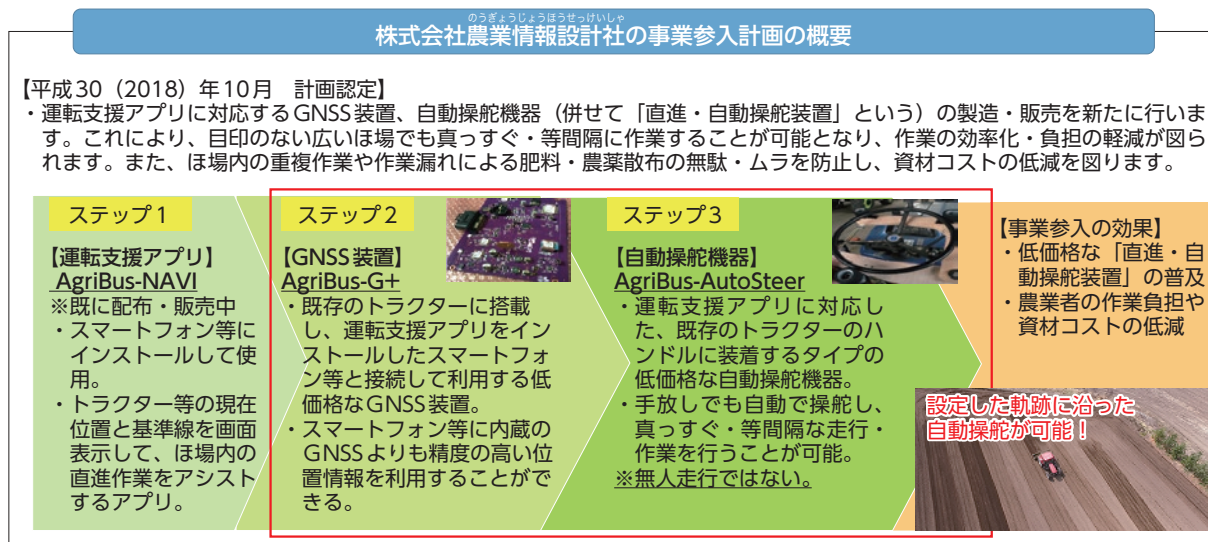
また、肥料についても、平成30（2018）年度に専門家や肥料関係者で構成される「肥料取締制度に係る意見交換会」を開催しました。本意見交換会で提案された課題や見直しの方向性を踏まえ、肥料の品質及び安全を確保しつつ、低コストな肥料の供給が進むよう、法制度の見直しも含め、検討を進めていくこととしています。

このほか、農業競争力強化支援法の事業再編スキームによる業界再編や設備投資等が進展しています。平成30（2018）年度は、高品質な商品を安価に提供するため、施設や設備の再編による製造体制の効率化及び製造方式の変更による製品の品質向上を図るなどの

¹ 当初開発した製造業者（先発メーカー）が持つ特許の有効期間が過ぎた後、異なる業者（後発メーカー）が製造する、有効成分が同等の農薬

事業再編計画を肥料会社で1件、飼料会社で2件、新たに認定し、支援を実施しました。農業機械においては、ベンチャー企業による、低価格で既存のトラクターに後付け可能なGNSS¹装置及び、自動操舵機器の製造・販売に関する事業参入計画の認定を行いました。この機械の普及により、真っすぐ、等間隔に作業をすることが可能になるため、農業者の作業の効率化が図られるだけでなく、ほ場内の重複作業や作業漏れによる肥料・農薬散布の無駄を防止し、資材コストの低減にもつながることが期待されています（図表2-6-4）。

図表2-6-4 新たに認定された事業参入計画の概要



資料：農林水産省作成

(3) 農作業安全対策の推進

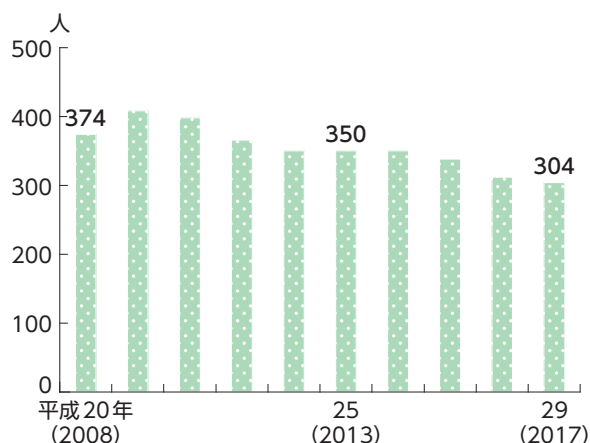
(GAPの取組による農作業事故の未然防止が重要)

農作業中の事故による死亡者数は、近年、年間300人以上に上っており、平成29（2017）年は前年に比べ8人減少の304人となりました（図表2-6-5）。同年の就業者10万人当たりの死亡者数を見ると、全産業は1.5人、建設業は6.5人であるのに対し、農業は16.7人と高い水準にあり、農作業安全対策の一層の強化が重要となっています。

農林水産省では、事故の多い高齢農業者の安全指導體制の強化のため、高齢農業者の所有する農業機械について、専門家による安全状況の確認や危険の少ない作業への配置換え等に取り組んでいる事例の情報発信を行っています。

GAP²の取組では、一つ一つの作業工程のどこにリスクが潜んでいるかを検討し、そのリスクに対して、安全に作業するためのルールづくりや注意喚起の表示、飛散防止ガード

図表2-6-5 農作業中の事故による死亡者数



資料：農林水産省「平成29年に発生した農作業死亡事故の概要」（平成31（2019）年1月公表）

1、2 用語の解説3（2）を参照

の使用等、安全に作業できる環境づくりを行うことが求められます。このような取組は、発生し得るリスクを意識して作業することにつながることから、農作業事故の未然防止にも寄与するものであり、その普及も推進しています。

また、労災保険は労働者以外でも特別に任意加入を認めており、農業者については、特定の農作業に従事する者や、指定農業機械を使用している者等、一定の要件を満たす場合には、作業中に事故に遭ったときに治療等を受けられる労災保険に特別加入することができます。平成30（2018）年度からは、農産物を市場等まで運ぶ出荷作業、出荷作業後に行われる販売作業といった作業中の災害についても、業務災害として労災保険による給付を受けることができるようになりました。万が一の事故への備えを徹底するため、特別加入者の増加に向けて周知を図っていくこととしています。

事例

トラクターに後付け可能な安全装置（青森県）

半導体検査装置の製造等の精密機器を取り扱う株式会社ジョイ・ワールド・パシフィックは、得意とする電子回路設計やセンシング技術を農業分野に活かそうと平成25（2013）年から農業関連機器の分野に参入しました。

県内の高齢農業者の3割が安全フレームや警告センサーのない旧型トラクターを使用しており、依然として農作業中にトラクターが転落・転倒して運転者が死亡する事故が多発しているという現状があります。これを改善するため、地方独立行政法人青森県産業技術センターが開発したセンサーとシステムを用いて、トラクターの左右ブレーキの連結センサー、トラクターの姿勢を検出する加速度センサー、位置情報と移動速度を検出するGPSによりそれぞれが非常時に警告する機能を備えた機器を製作しました。同機器は安価で後付けが簡便で、転倒を検出すると自動的に家族等の登録者へ位置情報を含む連絡が届く機能を備えており、事故の発生時に早期発見が可能となります。

さらに、同社では、価格が安く、消費電力の少ないLPWA*技術を採用するなど、高齢者が導入しやすい機器の実用化を進めています。

* Low Power Wide Areaの略。なるべく消費電力を抑えて遠距離通信を実現する通信方式



旧型トラクターに
後付けしたセンサー機器