

第106号

令和6年12月

生鮮EDI

- 肥料の話
- 【連載】(第3回)
物流環境変化により求められる
生鮮流通(物流)の取組み
～物流省力化技術の開発～
- 第1回先進事例見学会の概要(PFC長野)
- サプライチェーン強化実証事業に係る
先進優良事例のご紹介



生鮮取引電子化推進協議会

「生鮮EDI」第106号 目次

	ページ
● 肥料の話.....	1
生鮮取引電子化推進協議会 事務局長 佐南谷 英龍	
● 【連載】（第3回） 物流環境変化により求められる生鮮流通（物流）の取組み ～物流省力化技術の開発～.....	18
公益財団法人 流通経済研究所 農業・物流・地域部門 副部門長 主任研究員 田代 英男 氏	
● 第1回先進事例見学会の概要（PFC長野）	29
● サプライチェーン強化実証事業に係る先進優良事例のご紹介.....	32
● 巻末コラム.....	35
生鮮取引電子化推進協議会 事務局 田中 成児	
● 令和6年度 第2回先進事例見学会開催のご案内	38
● 編集後記	

肥料の話

生鮮取引電子化推進協議会
事務局長 佐南谷 英龍

はじめに

今回は、肥料について取上げたいと思います。肥料は、多収・高品質を志向する今日の農業生産にとって必要不可欠の生産資材であり、我が国はその供給の多くの部分を海外からの輸入に依存するため我が国の食料安全保障の上からも重要です。また肥料を投入する農地・土壌についても少し寄り道しようと思います。

なお、肥料については、前回の食料安全保障についてご紹介する中で少し触れておりますが、農水省のHPなど参考に肥料を巡る歴史的エピソードも含めいろいろな側面をご紹介したいと思います。

1. 肥料の基本知識

(1) 小学校で窒素、リン、カリが肥料の三要素であると習った記憶のある方も多いと思いますが、農水省HPでは、三要素と二次要素、微量元素が挙げられています（図1参照）。

(図1) 肥料について

○三要素	各成分の働き
窒素 (N)	植物（特に葉）の成長を促す。
りん酸 (P)	開花結実を促す。
加里 (K)	根の発育を促す。
○二次要素	各成分の働き
カルシウム (石灰)	植物による肥料成分の吸収を容易にする。
マグネシウム (苦土)	植物の新陳代謝を活発にする。
硫黄	葉緑素の生成に資する。
○微量元素	各成分の働き
ホウ素、マンガン、鉄、銅、亜鉛、モリブデン、塩素、ニッケル等	植物の細胞膜などの形成維持やタンパク質の生成を助けるなど植物の健全な成長に資する

(参考：農水省資料 肥料を巡る情勢 令和6年10月)

https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_hiryo/attach/pdf/index-121.pdf

(2) もう少し詳しく各要素の役割をご説明しましょう。

① 窒素 (N)

「植物（特に葉）の成長を促す」ということはどういうことでしょうか。植物に限らず

動物も含めすべての生物にとって「たんぱく質」は、細胞、酵素などを構成する最も重要な要素といわれています。窒素は、その「たんぱく質」をつくるアミノ酸の構成要素として必須のものです。また、葉緑素、DNAやRNAなど核酸の構成要素としても窒素は不可欠の存在です。この必須の要素の窒素を、空気中に豊富にある窒素分子から吸収できればよいのですが、生憎、空中窒素は極めて安定的な分子であり、水にも溶けず化学反応しにくいので植物はこれを直接吸収することができません。このため、地中に肥料として窒素成分を投入して植物に吸収させるようにするものです。なお、例外的に大豆、クローバーなどには根粒菌の働きにより、窒素分子をアンモニアに変換する空中窒素固定作用があることについて第100号の「大豆の話」でご紹介したところです。

② リン酸 (P)

「開花結実を促す」働きがあります。具体的には、リン酸はエネルギー代謝をつかさどるATP（アデノシン三リン酸）の構成要素として、またDNAやRNAなど核酸の構成要素として重要な成分です。特に、開花や果実の形成に重要で、「花肥え」や「実肥え」ともいわれています。

また、動物にとっては、カルシウムとともにリンは骨や歯の構成要素となる重要な栄養成分です。

③ 加里 (K)

「根の発育を促す」働きがあり、水分バランスの調整を行い植物体内の新陳代謝を促します。根の発達を促すので「根肥え」とも呼ばれています。

- (3) これら肥料の三要素は、植物の成長促進上、重要な養分でありかつ耕作を繰り返すうちに不足しがちなものとして、特に重視されているものです。これらに次いで重要な成分として、カルシウム（石灰）、マグネシウム（苦土）、硫黄が挙げられています。

2. 肥料を巡る世界史こぼれ話

- (1) 今日のように国際貿易が大幅に行われ肥料原料も国際的に取引され、また科学技術の発展により化学肥料の工業的生産が可能となるまでは、窒素分やリン分の農地への供給の手段は限られていました。

- (2) 古代文明はナイル川、チグリス・ユーフラテス川、インダス川、ガンジス川、黄河など大河の流域に生まれたとされていますが、河川の氾濫などにより肥沃な栄養を含む粘土、土壌が上流域から供給されたことが持続的な農業生産を支えたものと考えられます。

「ナイルの賜物」と呼ばれる古代エジプト文明の繁栄は、毎年氾濫するナイル川によってもたらされました。ナイル川の洪水を堤防などで貯水、灌漑に利用し、水が引いた後に残された土壌は栄養分に富む肥沃な農地となりました。これにより、土壌の塩類集積も防ぐことができ、持続的な耕作が行われてきたのです。この営みは、時を経て1964年にアスワンハイダムが建設されたことにより失われ、ナイル川流域の農業は肥料の投入や塩類集積という

現代的な課題に直面することになりました。

また、焼畑農業も持続性には限界がありましたが地力のある耕地を生み出す一つの工夫として行われてきました。

- (3) さらに、古代中国や中世ヨーロッパなどの地域では、大豆、クローバーなどマメ科の植物が地味を肥やすことを耕作経験により理解しており、今日、空中窒素固定作用と呼ばれる働きに着目して大豆、クローバーなどマメ科植物を組み込んだ輪作体系を作り出してきました。クローバーなどは、家畜飼料として、あるいは農地にすき込む緑肥として利用されました。ヨーロッパ農業では、二圃制（耕作／休耕）、三圃制（小麦など冬作／大麦など夏作／休耕（クローバーなど飼料作物））、四圃制（三圃制に根菜類を追加）などの工夫がなされてきました。

我が国では輪作は大々的に行われませんでした。農地が比較的希少であったことや水田農業は灌漑用水により栄養供給され連作が可能であったことがその背景にありそうです。この他、耕地外から敷藁、刈草等を農地にすき込むことで栄養分の補給も行われてきました。

窒素分やリン分を豊富に含む人や家畜の排泄物を田畑に還元して肥料とすることも広く行われてきました。我が国では、江戸時代などには人の排泄物が商業取引されるほど無駄なく活用されてきたことをご承知の方も多いのではないのでしょうか。

- (4) 以上のような様々な取組により、農業生産によって土壌から奪われる窒素分、リン分を農地に還元するサイクルが限定的とはいえ出来上がっていました。しかし、人口増大が進む中、農業生産の飛躍的な増大を目指してヨーロッパにおいて肥料の科学的分析、利用が進められていきます。

18世紀は英国に端を発する産業革命の世紀です。この産業革命の世紀は、ひとり工業生産の近代化がなされたものではなく、物理学、化学、生物学など自然科学や工学など科学技術が急速にそして幅広い分野で発展した世紀でした。

その中で生物学・農学の分野では植物がどのように養分を吸収するのかについて活発な論争が行われました。18世紀には土壌中の有機物である腐植分を植物が栄養として吸収するという学説が有力でした。その後、19世紀に入るとアンモニア、リン酸、カリウムなどの無機物を吸収するという無機栄養説が提出され、激しい論争を経て最終的には無機栄養説が正しいと決着がつかしました。これにより、後に化学工業的に窒素肥料を生産するという流れができました。

- (5) グアノを巡っての争奪戦

- ① 学術的な議論と並行して、現実世界での肥料の利用も急展開しました。無機栄養説が徐々に受け入れられるとともに、従来の有畜農業・堆肥（厩肥）生産による有機肥料投入ではなく、グアノ、チリ硝石、カリ鉍石、リン鉍石など鉍物肥料の投入が急速に普及したのです。
- ② まず、グアノについてご紹介しましょう。グアノは、カツオドリ、ウミウなどの海鳥の糞が堆積し、鉍物化したものです。今日の南米ペルー沖は、エルニーニョの出現、消滅などのニュースで世界の耳目を集めますが、これはペルー沖で深層海流が湧昇流となって上昇することに関連しています。この湧昇流は、低温で窒素やリンなど栄養分を豊富に含む

深層海流が上昇し海面上層に到達したもので、この湧昇流が弱まり海水温が上昇した場合、エルニーニョが発生したとされます。

この湧昇流は、ミネラルなど栄養分に富みますので、プランクトンが大量に発生し、これを餌とするアンチョビ（カタクチイワシ）など魚類が大量に成長します。さらにこれを餌とする海鳥が、沖合の島や断崖に営巣し糞を堆積させます。この糞は、深層海流が巡り巡ってもたらしたもので、窒素分、リン分を豊富に含んでいます。それが何千年にもわたって堆積し鉱物化したものがグアノです。グアノが肥料として役立つことをインカの人々は知っており海鳥を保護しグアノを大切に利用してきました。初めのうち、このことにヨーロッパの征服者は見向きもしませんでした。19世紀に入って鉱物肥料に関心が高まるとグアノは一躍脚光を浴びました。

- ③ 一つのきっかけは、19世紀にドイツの博物学者・地理学者のアレクサンダー・フォン・フンボルトによるヨーロッパへの紹介です。

ペルー沖を北上する寒流フンボルト海流やフンボルトペンギンにその名を残すフンボルトは、1799年～1804年に南米大陸を探検した際に、ペルーのリマ近郊で現地で肥料として使われていたグアノを分析し、窒素肥料のチリ硝石とともにグアノについてヨーロッパに報告しました。ちょうど、1798年にマルサスの人口論が出版され、有名な「人口は幾何級数的に増加する一方、食料生産は算術級数的にしか増加しないので食料は不足する」という警鐘が寄せられたこともあり、有効な肥料を求める機運が高まっていました。

- ④ このような中、グアノは19世紀の前半には欧米に盛んに輸出されました。グアノの貿易で巨利を博したのが英国のギブス商会です。ギブス商会は、もともとスペインへの英国毛織物輸出を手掛けていましたが、英国の自由貿易体制が確立されていく中で、ペルー、チリさらには北米等との貿易に重点を置くようになりました。同商会にとって最重要の取扱品目がグアノでした。

同商会は、1842年にペルー及びボリビア政府と長期の輸出代理契約を締結、やがてそれがグアノの販売権を独占した輸出に発展しました。英国、ヨーロッパからの強い需要もあって、独占的販売をしたギブス商会は現地での調達価格を抑える一方、英国、北米での販売価格を強気に設定し、同商会の大発展の基礎をグアノ貿易で築くことになりました。20世紀の戦略物資である原油権益、原油貿易の縮図が19世紀のグアノ貿易といえるかもしれません。

当時、産声をあげたばかりの米国では、地力を激しく奪うタバコ、綿花栽培プランテーションが南部で展開され、必要に迫られグアノが高価で取引されていきました。しかし、その反作用として、安価なグアノを求めるアメリカの農民の声が急速に高まっていきました。

このようなグアノの国際ビジネスの展開は、巨利を求めての国際競争を招き、ゴールドラッシュならぬグアノラッシュが引き起こされました。1856年に米国議会は「グアノ島法」を制定し、米国民が他国の主権が及んでおらず、他国民の占有していない島嶼にグア

ノを発見した場合、その島嶼は米国に属する、その権益の保護のため武力行使もできると決めました。この下で世界各地のグアノ権益を求めアメリカ企業はカリブ海に、そして太平洋に漕ぎ出しました。この法律に基づき、一説には100以上の島嶼が米国の領有下に置かれ、グアノ資源の枯渇に伴い放棄されたものの今日でも10の島嶼に対して領有権が維持されているそうです。

ただ、このようなグアノを巡っての国際的騒動は長くは続きませんでした。海鳥が何千ときには何万年もかけて積み上げたグアノ鉱石は、1860年代には良質な資源が掘り尽くされ、以後次第に生産は減少していきます。

(6) チリ硝石の争奪戦

① これに代わって登場したのがチリ硝石でした。チリ硝石は1830年代から肥料原料として着目されてきましたが、グアノ資源の枯渇に伴い1870年代にはギブス商会の戦略商品としてチリ硝石が肥料貿易の花形となりました。チリ硝石は19世紀初頭、当時のペルー領（現チリ領北部）タラパカ地方で鉱床が発見され、火薬原料として開発されました。その後、グアノ資源の枯渇に伴い肥料原料としても着目され、チリの港からヨーロッパに盛んに輸出されチリ硝石と呼ばれました（図2）。

② さらに、1867年タラパカの南に位置する当時のボリビア領アントファガスタ地方に大規模鉱床が発見され、チリ企業が中心となっ

て開発が進められました。このようなチリ資本の自国硝石産業への進出を不満としてボリビアがチリとの2国間協定に反して輸出税を賦課、その後、チリ硝石会社を接収するに及び、1879年、ボリビアは同盟国ペルーとともにチリとの戦争に突入しました。

この戦争は、「太平洋戦争」と呼ばれ1879年から1884年まで足かけ5年にわたる戦いの後、チリの勝利のうちに終結しました。この結果、ペルーはタラパカ地方をチリに割譲、ボリビアはアントファガスタ地方を割譲し太平洋を失い内陸国となりました。なお、海を失ったボリビアですが、今日でも海軍を保持しています。

③ 両国から硝石資源を獲得したチリは、アンモニアの化学的製造が実用化する第1次世界

(図2) 太平洋戦争 (Guerra del Pacífico)



(出典) Wikipedia : 太平洋戦争 (1879年-1884年)

大戦前後まで好調な硝石輸出に支えられ経済発展を続け、南米ではアルゼンチン、ブラジルと並んで主要国の一角を占めるに至りました。

余談になりますが、この戦争の背後には、チリにおける経済権益を確保しようとする英国の動きがあったといわれており、ほぼ同時期に幕末、明治維新を迎えた我が国における英国、フランスの角逐を彷彿させるものがあります。

(7) 化学肥料の時代へ

- ① さて、このようにグアノ、チリ硝石などの輸入で窒素分、リン分の肥料としての農地投入が可能となり農業生産が飛躍的に増大しました。しかし、早くも19世紀半ばのグアノ資源の枯渇に示されたように有限鉱物資源に依存する肥料生産について危機感がもたれました。

1898年、英国科学振興協会会長のクルックスは、「人口増加と資源減少の中、食料不足に対処するためには空中窒素の固定が緊急の課題であり、化学者に期待する」という趣旨の演説を行いました。空気中に無尽蔵にある窒素を植物が吸収できる形に固定する化学者の努力は、各国で進められ最終的にはドイツで実を結びました。

- ② ドイツの化学者フリッツ・ハーバー

は、高温高压の下ですが、触媒を利用することによりそれまでの各国の化学者の開発した方法より比較的低温でアンモニアを合成し空中窒素を固定することに成功しました。このハーバーの特許を独BASFが買い取り、同社のカール・ボッシュがメタンガスから水素を抽出し金属触媒の下で窒素と反応させアンモニアを工場で大量生産することに成功しました。



フリッツ・ハーバー
(1868～1934年)



カール・ボッシュ
(1874～1940年)

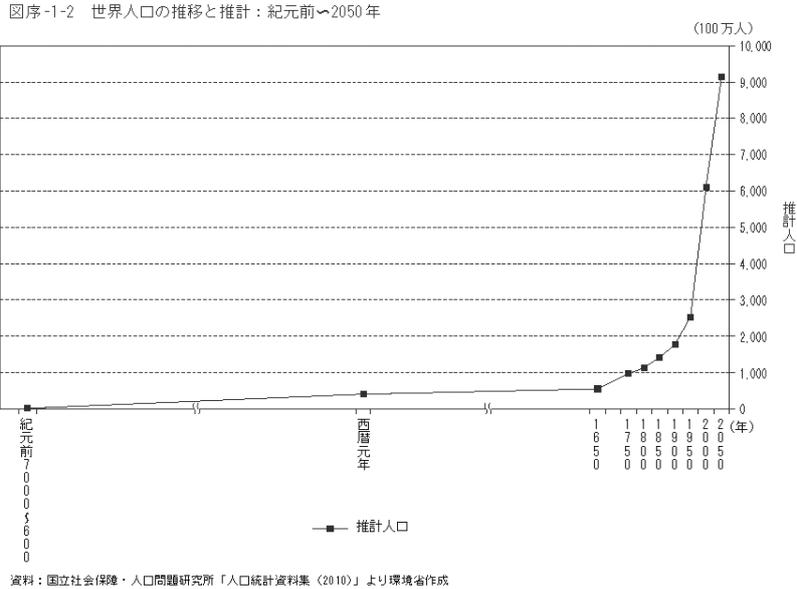
この製法は、両者の名前を取ってハーバー・ボッシュ法と呼ばれ、これ

により窒素肥料の大量生産が可能となり、その基本は現代でも活用されています。これによりハーバーは1918年に、ボッシュは1931年にノーベル化学賞を受賞しています。

なお、アンモニアの合成には、窒素肥料の大量生産という平和利用目的とは別に、火薬の生産という必要性がありました。第1次世界大戦下でドイツの大量の火薬製造を支えたのもこの技術でした。さらにハーバーは毒ガスなど化学兵器の製造にも関与しており、科学技術の負の側面を体現した悲劇的化学者でもありました。

- ③ いずれにせよ、18世紀以降急速に増大した世界人口を養うだけの食料生産を可能にしたのは化学肥料、農薬、品種改良など近代的な多収性の農業生産であったのです (図3)。

(図3) 世界人口の推移



3. 化学肥料の製造工程と化学肥料原料の輸入相手国

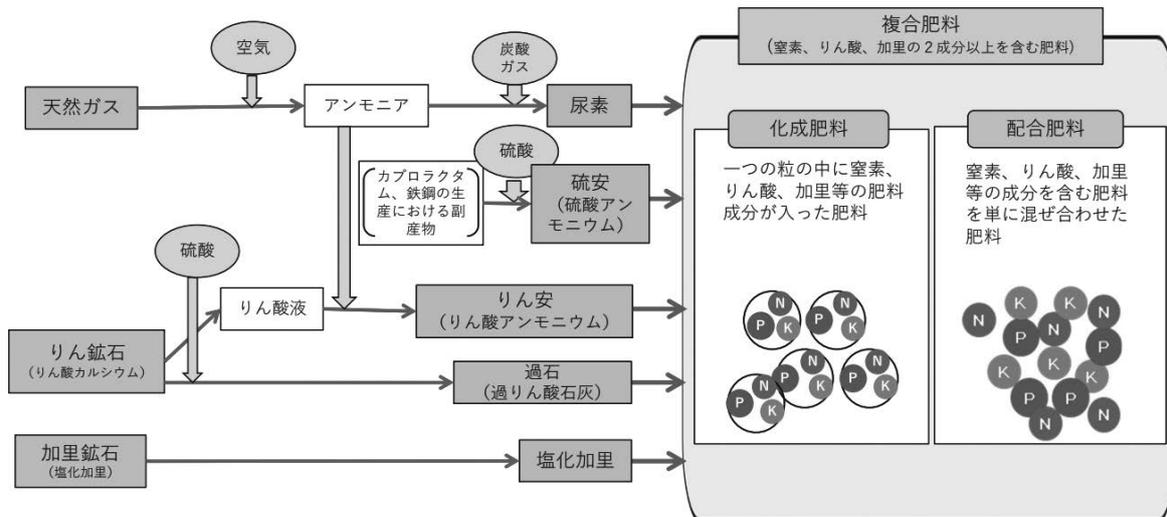
さて、寄り道が長くなってしまいましたが、現在の化学肥料の製造工程や肥料原料の輸入状況について農水省の資料に基づきご紹介いたします。

(1) 化学肥料の製造工程

化学肥料の製造過程は、その原料や製造過程がこれに限ると限定できませんが、一般的な製造工程が以下のとおり示されています（図4）。

(図4) 化学肥料の製造工程

【主な製造工程】



(参考：農水省資料 肥料を巡る情勢 令和6年10月)

窒素肥料は、天然ガスと空中窒素からアンモニアを経て、尿素か硫安（硫酸アンモニウム）として製造されます。リン酸肥料は、リン鉱石（リン酸カルシウム）に硫酸を加え過リン酸石灰（過石）とするか、アンモニアを加えてリン酸アンモニウム（リン安）として製造されています。

また、カリは、カリ鉱石を加工してそのまま使用されています。

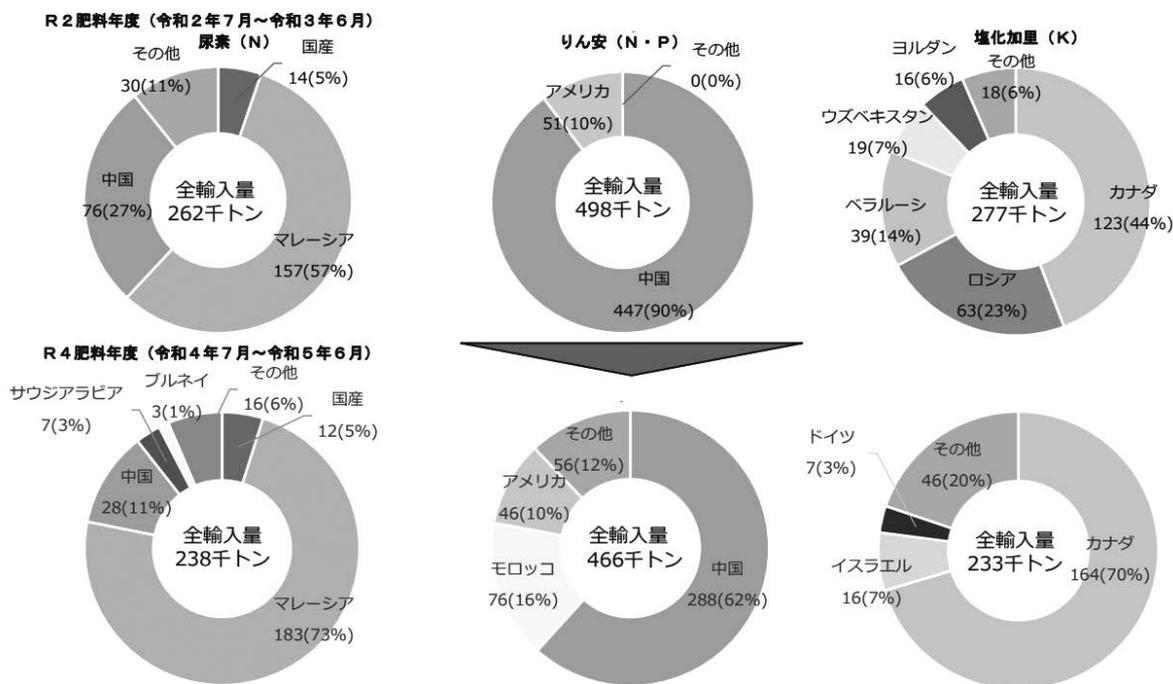
(2) 化学肥料原料の輸入相手国

図5をご覧ください。7月から翌年6月までの肥料年度で、令和2年度と4年度の推移が示されています。まず、令和2年度をみますと、主な化学肥料の原料である尿素、りん安（リン酸アンモニウム）、塩化加里（塩化カリウム）は、ほぼ全量を輸入しています。世界的に資源が偏在しているため、輸入相手国も偏在し、尿素はマレーシア及び中国、りん安は中国、塩化加里はカナダが主な輸入相手国となっています。

令和4年度をみますと、令和3年秋以降の中国による肥料原料の輸出検査の厳格化やロシアによるウクライナ侵略の影響により、我が国の肥料原料の輸入が停滞したことを受け、モロッコ、イスラエルなど代替国から調達する動きがみられます。

窒素肥料原料の尿素は、空中窒素の化学的固定によりますので、コスト面から輸入依存していても輸入先は比較的多角化しており、いざとなれば国内製造することも技術的には可能と考えられます。他方、加里肥料はロシア、ベラルーシが輸入先として安定的とはいえませ

(図5) 化学肥料原料の輸入相手国・輸入量



資料：経済安全保障推進法第48条第1項の規定に基づく調査結果をもとに作成（工業用仕向けものを除く。）。
注：1) 「その他」には、輸入割合が1%未満の国の他、財務省関税課への非公表化処理申請に基づき貿易統計上非公表とされている国を含む。
2) 全輸入量には、国産は含まれない。

(参考：農水省資料 肥料を巡る情勢 令和6年10月)

んが、カナダが安定的な大輸入先であることで一定の安心感があります。

しかし、リン安については、中国に大きく依存しており輸入先の多角化を進め安定的輸入の確保に努める必要性が高いと考えられます。

(3) リン鉱石、加里鉱石の産出量及び経済埋蔵量

世界全体での産出量と経済埋蔵量をみますと（図6参照）、リン鉱石の産出量は、中国（41%）、モロッコ（16%）及び米国（9%）と上位3ヶ国で世界の3分の2を占めています。また、埋蔵量を見るとモロッコが68%と1ヶ国で世界の3分の2を占めています。リン鉱石の資源分布の偏りは非常に大きく、政治・経済的に不安定な国も多くその安定的輸入の確保には慎重な対応が必要です。

加里鉱石の産出量は、カナダが世界の33%を占め、ロシア、中国、ベラルーシを加えた上位4ヶ国で世界の4分の3を占めます。埋蔵量を見るとカナダとベラルーシの2ヶ国で約7割を占めるなど、やはり資源分布の偏りには大きなものがあります。

経済埋蔵量と2023年産出量から可採年数を単純計算すると、リン鉱石で約330年、加里鉱石で約280年となりますので、量的には当面の心配はなさそうです。

（図6）リン鉱石・加里鉱石の産出量及び経済埋蔵量

リン鉱石の産出量及び経済埋蔵量					加里鉱石の産出量及び経済埋蔵量				
国名	産出量(2023)		経済埋蔵量		国名	産出量(2023)		経済埋蔵量	
	数量	割合	数量	割合		数量	割合	数量	割合
中国	90,000	41%	3,800,000	5%	カナダ	13,000	33%	4,500,000	41%
モロッコ	35,000	16%	50,000,000	68%	ロシア	6,500	17%	-	-
米国	20,000	9%	1,000,000	1%	中国	6,000	15%	-	-
ロシア	14,000	6%	2,400,000	3%	ベラルーシ	3,800	10%	3,300,000	30%
ヨルダン	12,000	5%	1,000,000	1%	ドイツ	2,600	7%	-	-
サウジアラビア	8,500	4%	1,400,000	2%	イスラエル	2,400	6%	-	-
ブラジル	5,300	2%	1,600,000	2%	ヨルダン	1,800	5%	-	-
エジプト	4,800	2%	2,800,000	4%	ラオス	1,400	4%	1,000,000	9%
ペルー	4,200	2%	210,000	0%	チリ	600	2%	-	-
チュニジア	3,600	2%	2,500,000	3%	米国	400	1%	970,000	9%
イスラエル	2,500	1%	60,000	0%	スペイン	250	1%	-	-
オーストラリア	2,500	1%	1,100,000	1%	ブラジル	200	1%	10,000	0%
セネガル	2,500	1%	50,000	0%	その他	400	1%	1,500,000	14%
ベトナム	2,000	1%	30,000	0%	世界計	39,000	100%	11,000,000	100%
カザフスタン	2,000	1%	260,000	0%	経済埋蔵量から推定した可採年数 $11,000\text{百万トン} \div 39\text{百万トン} \approx 280\text{年}$				
アルジェリア	1,800	1%	2,200,000	3%					
南アフリカ	1,600	1%	1,500,000	2%					
インド	1,500	1%	31,000	0%					
トーゴ	1,500	1%	30,000	0%					
フィンランド	950	0%	1,000,000	1%					
ウズベキスタン	900	0%	100,000	0%					
シリア	800	0%	250,000	0%					
トルコ	800	0%	71,000	0%					
メキシコ	500	0%	30,000	0%					
その他	800	0%	800,000	1%					
世界計	220,000	100%	74,000,000	100%	経済埋蔵量から推定した可採年数 $74,000\text{百万トン} \div 220\text{百万トン} \approx 330\text{年}$				

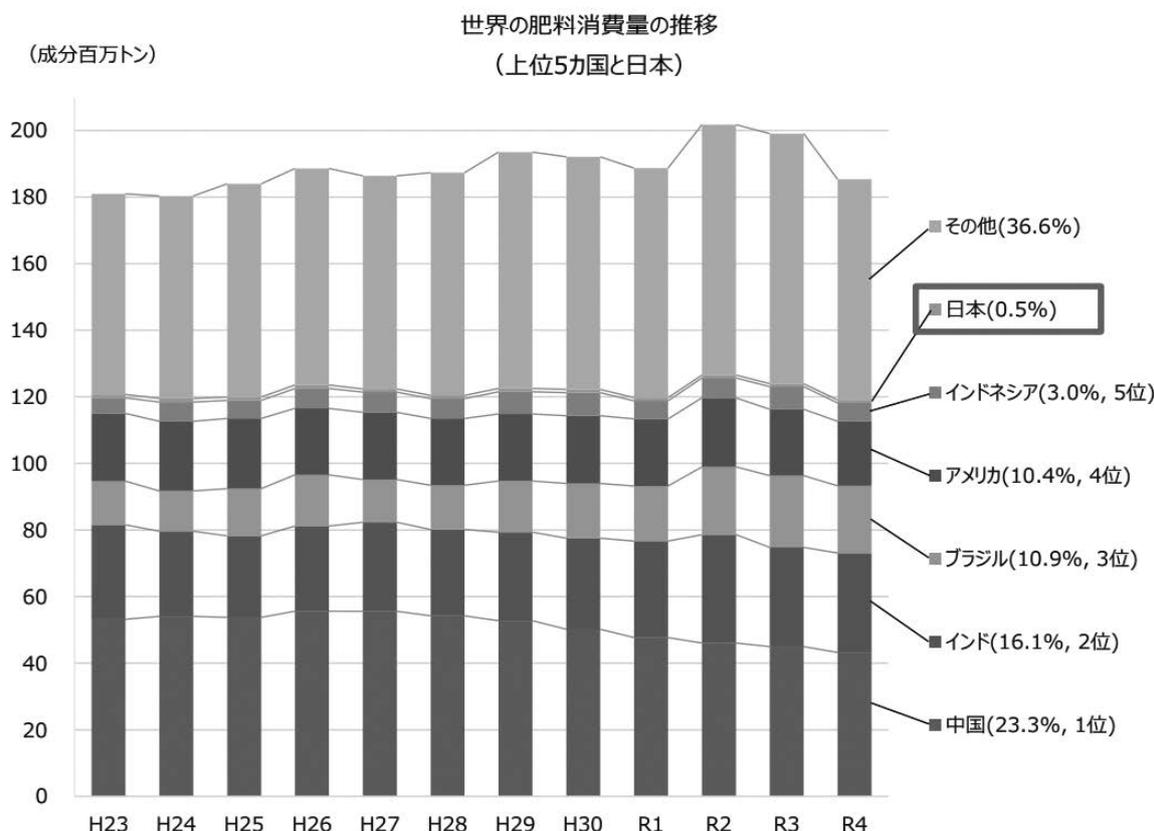
資料：USGS「Mineral Commodity Summaries」2024報告書をもとに作成。
 注：1）経済埋蔵量は、現在のコスト水準、技術レベルで採掘が可能な量。
 2）産出量、経済埋蔵量及び割合について、四捨五入の関係により、各国の合計値と世界計の数値は一致しない。

（参考：農水省資料 肥料を巡る情勢 令和6年10月）

(4) 世界における肥料の消費量の動向

図7の世界の肥料消費量の推移を、窒素、りん酸、加里の成分の合計で見ますと、緩やか

(図7) 世界における肥料の消費量の動向



資料：「FAOSTAT」を基に作成
注：数値は、窒素、りん酸、加里の成分の合計

(参考：農水省資料 肥料を巡る情勢 令和6年10月)

な増大傾向が続いています。上位5ヶ国をみると中国(23%)、インド(16%)、ブラジル(11%)、米国(10%)、インドネシア(3%)となり、これら5ヶ国で世界の約6割強を消費しています。日本は、世界の0.5%にすぎません。上位5ヶ国のうち、中国の消費量が減少傾向にあり世界消費の緩やかな伸びに繋がっているようです。

4. 食料安全保障と肥料について

(1) 「食料の安定供給に関するリスク検証(2022)」について

このような状況の下、農林水産省では、食料安全保障の観点から肥料についても検証をしてきています。

前号でもご紹介した「食料の安定供給に関するリスク検証(2022)」の肥料に関する分析・検証の結果では、「輸入依存度の高い生産資材のうち、燃油の価格高騰等のリスクについては、その起こりやすさが高まっており、燃油費の割合が高い品目(野菜、水産物等)では「重要なリスク」と評価した。肥料の価格高騰等のリスクについては、肥料は農産物の生産に必須でその影響度は大きく、ほとんどの品目で「重要なリスク」と評価した。」とされました。

以上の、検証結果概要に加え、個別の品目ごとに広範なリスク検証が行われており、肥料については以下のような検証結果となっています。

<輸入に依存する燃油・肥料・飼料穀物の価格高騰リスクは重大なリスク>

生産資材に関するリスクを見ると、燃油や肥料、飼料穀物といった原材料への輸入依存度が高い生産資材の価格高騰等のリスクは、飼料穀物では顕在化しつつあり、燃油や肥料ではその「起こりやすさ」が高まっている。影響度については、その生産資材の使用割合によって品目毎に異なり、例えば、飼料穀物や肥料は生産に必須とも言えることから総じて影響度も大きく、燃油は経営費に占める燃料費の割合が高い品目（野菜、茶、水産物、きのこ類等）において影響度が大きくなった。その結果、飼料穀物、肥料の価格高騰等のリスクは「重要なリスク」と評価し、燃油の価格高騰等のリスクについては、燃油費の割合が高い品目について「重要なリスク」と評価した。（以下略）

(2) この評価の基となる肥料に関する具体的な検証

F5. 肥料原料の輸入減少／価格高騰／品質劣化のリスクについて【肥料】

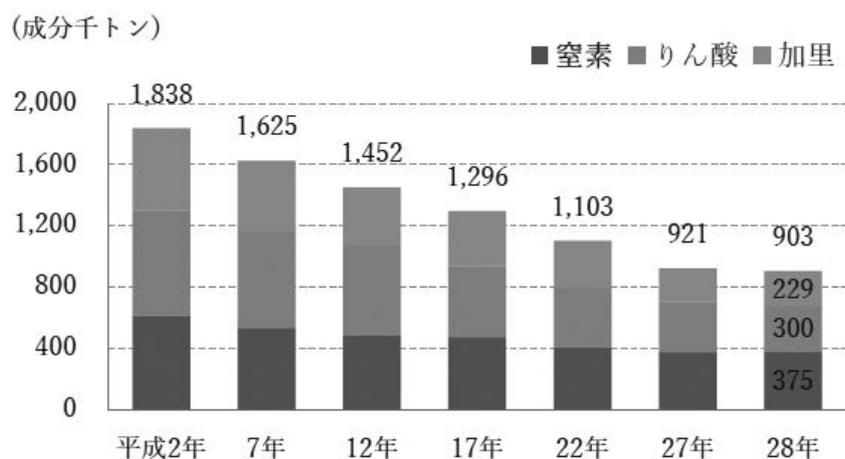
[総論]

- ・ 肥料の三要素は窒素（N）、りん酸（P）、加里（K）であり、これらは農産物の生育には不可欠な要素である。
- ・ 肥料原料としては、窒素は主に尿素とりん安、りん酸は主にりん安、加里は主に塩化加里が使用される。我が国では、肥料原料の大半を輸入に依存しており、特に、りん安、塩化加里はほぼ全量を輸入している。このため、国内の肥料原料の調達については、輸出国や海上輸送ルート近接国の政情、穀物等の国際相場の変動等の国際情勢の影響を大きく受ける可能性がある。

(1) 我が国の需要と原料調達の動向

我が国の肥料消費量は世界全体の消費量の1%未満であり、化学肥料の国内需要は減少傾向で推移している（**図1**）。世界の肥料消費量は、中国が1位で約25%、次いでインド（約15%）、米国（約11%）となっている。

世界的に資源が偏在しているため、輸入先国も偏在している。尿素はマレーシア、中国、りん安は中国、塩化加里はカナダが主な輸入相手国となっている（**図2**）。



資料：農林統計協会「ポケット肥料要覧」

注：数値は成分換算（窒素、りん酸、加里成分の合計）肥料年度（7月1日から6月30日）

図1. 化学肥料の国内需要量（肥料年度）

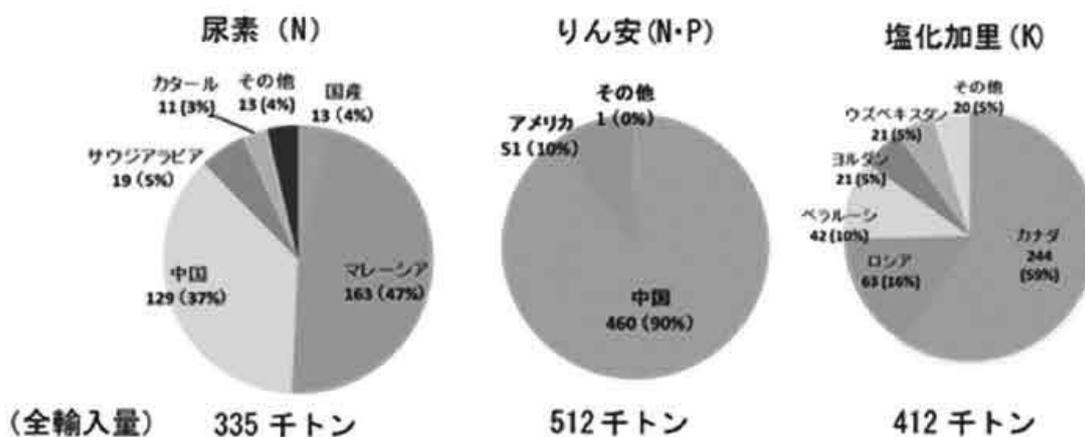


図2. 肥料原料の主な輸入先国・輸入量

(調達における特徴)

○尿素

- ・ ナフサや天然ガスを原料としているため、調達先国の選択肢は比較的広く、一部は国内でも生産している。
- ・ ただし、国産尿素は、高品質な工業製品の需要に対応した既存需要を超えて生産を行う余力が乏しいことから、尿素の輸入が途絶した場合、肥料の安定供給に支障が生じる。
- ・ なお、家畜排せつ物や下水汚泥等の国内資源の利用を拡大するためには、堆肥等の品質向上に加え、地域内での利用を拡大するための散布代行サービスや広域流通できる形態への加工施設の整備等が必要である。

○りん安・塩化加里

- ・ 経済埋蔵量は、りん安の原料となるりん鉱石は、モロッコ、中国、エジプトの3か国で世界の約8割、塩化加里の原料となる加里鉱石は、カナダ、ベラルーシの2か国で世界の約7割を占め、特定の国に偏在している。
- ・ これまで我が国はりん安の大半を中国、塩化加里の過半をカナダからの輸入に依存している。
- ・ りん安や塩化加里の輸入が途絶した場合、ただちに肥料の安定供給に支障が生じる。
- ・ なお、家畜排せつ物や下水汚泥等の国内資源の利用を拡大するために堆肥等の品質向上に加え、地域内での利用を拡大するための散布代行サービスや広域流通できる形態への加工施設の整備等必要である。

(2) 輸入減少のリスク

- ・ 令和3年半ばより、穀物需要の増加や価格の上昇等に伴い化学肥料原料の国際価格が高騰している（図3）。

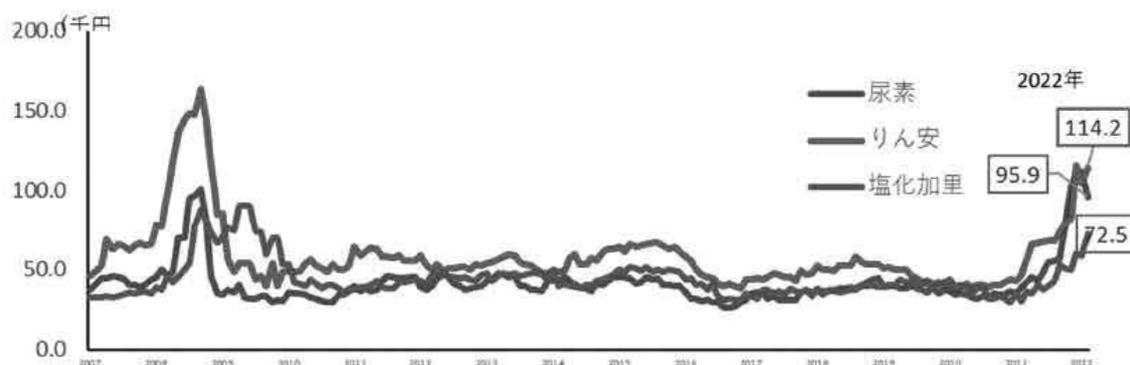


図3. 肥料原料価格の推移

- ・ こうした中、中国政府が令和3年9月に肥料の輸出検査の厳格化等を指示し、この影響により、中国からの肥料原料（尿素、りん安等）の輸出が停滞している。
- ・ また、ロシアによるウクライナ侵略により、ロシア・ベラルーシからの塩化加里の調達が困難な状況となっている。
- ・ このほか、採掘による環境負荷が大きいりん鉱石については、環境保全の観点から、中国や米国において生産量を抑制する動きがある。
- ・ 上記のとおり、輸出国や海上輸送ルート近接国の政情等によって、輸出量が大きく左右されるリスクがある。

(3) 価格高騰のリスク

- ・ 穀物需要の増大に加え、輸出国の政情不安によって供給量（貿易量）が減少した場合、国際価格が上昇するほか海上運賃の上昇や円安（為替相場）の影響等により調達コストが上昇するリスクがある。

[主な品目の状況]

- ・ 水田（水稲作）は、灌漑水から栄養分が供給されるほか、水が張られていて土壌に吸着されやすい窒素形態となるため、窒素の溶脱が少なく、畑作に比べると肥料の施用量が減少しても、収量の影響が小さい傾向がある。
- ・ 小麦は、窒素不足によって、パン用品種の品質が低下する傾向がある。
- ・ 茶は、窒素不足によって、旨味が低下する傾向がある。

5. 「みどりの食料システム戦略」について

(1) 農林水産省は、令和3年（2021年）5月に、欧米での地球環境問題、SDGsへの取組の強化を踏まえ、食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現する「みどりの食料システム戦略」を策定しました。この下で、持続可能な食料システムの構築に向け、中長期的な観点から、調達、生産、加工流通、消費の各段階の取組とカーボンニュートラル等の環境負荷軽減のイノベーションを推進することとされ、2050年までに目指す姿としてCO2ゼロエミッション化、化学農薬の使用低減、有機農業の拡大など様々な目標が示されました。

化学肥料についても、「2050年までに、輸入原料や化石燃料を原料とした化学肥料の使用量の30%低減を目指す。」とされました。

このための具体的な化学肥料の低減策として、次のような方策に取組むこととされています。

- ・ 地力維持等を考慮した輪作体系の構築
- ・ 堆肥等の有機資源を活用した施肥体系の確立と現場実証や取組の拡大
- ・ 土づくりの高度化に向けた生物性評価の確立
- ・ 肥効調整型肥料の高度化 → 作物の生育タイミングに肥料の成分溶出速度を合わせる
- ・ 有機農業の推進
- ・ 土壌微生物の機能解明と有効活用技術の開発 → 微生物機能を活用し化学肥料に頼らず増産

(2) さらに、令和4年（2022年）6月には、中間目標として2030年目標も決定され、化学肥料については20%低減を目指すこととされました。2022年の実績は81万トン（約11%低減）となっています。

	化学肥料使用量の低減
2016年 (基準年)	90万トン
2030年目標 (中間目標)	72万トン (20%低減)
2050年目標 (最終目標)	63万トン (30%低減)

6. 日本の土壌の特徴について

(1) 最後に、肥料を投入する先の土壌について少し触れてみたいと思います。まず、土壌とは、岩石が風化してできた細かな砂、粘土と動植物の死骸が分解した腐植の二つから構成されます。

肥料も農耕に適した土壌に施さなければ役に立ちません。ところが、世界で農耕に適した土壌は、意外と限られています。図8にありますように、土壌の分類については、大別して12種類に整理されています。

(図8) 世界の土壌図



(出典) 農林水産省HP (一部筆者修正)

https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_hiryo/kokunaishigen/zenkokukyougikai/attach/pdf/kaigi-36.pdf

(2) このなかで、最も肥沃な土壌は、「小麦の話」でも触れましたウクライナのチェルノーゼム（黒土）です。元はカラーの図で土壌の色もよく分かるものなのですが、白黒印刷で申し訳ありません。図8のチェルノーゼム（黒土）は、ウクライナからロシア、カザフスタンと東西に広がります。同じく、北米のプレーリー地帯、南米アルゼンチンのパンパ地帯、中国東北部の黒土地帯も肥沃な黒土土壌が広がっています。

黒土は、氷河時代に氷河が岩石を削り取り細かく砕いて土砂を作り出したのですが、そのうちの細かな粘土が氷河期の乾燥期に強風で遠くに吹き飛ばされ集積したものです。そして氷河期の温暖湿潤期には植物が繁茂し黒色の腐植層が粘土に加わったのです。この粘土と腐植が程よく混じった中性土壌が世界屈指のチェルノーゼム（黒土）となり肥沃な農業地帯を生み出しました。

(3) 反対に、農耕に適さない土壌としては、寒冷地の永久凍土、乾燥地の砂漠土のほか、南米アマゾンやアフリカのギニア湾からコンゴ川流域のジャングルやサバンナ地帯に分布するフェラルソルと呼ばれる赤褐色の痩せた土壌があります。

フェラルソルという名前は、ラテン語の鉄（*ferrum*）とアルミ（*alum*）、土のソルに由来し、鉄分とアルミニウムの酸化物が濃厚に含まれ栄養分の保持力が弱い痩せた土壌です。アフリカ大陸や南米大陸はかつての超大陸パンゲア大陸が分裂して生まれたゴンドワナ大陸を形作った極めて古い大陸で、少なくとも2億年以上の風化作用を受けてきたため、栄養分が流失し鉄とアルミ成分のみが残った、農耕には適さない土壌となっています。

(4) さて我が国の土壌はどうかということですが、大別すると森林地帯の褐色森林度、台地の黒ボク土、低地の沖積未熟土になります。黒ボク土は畑地や樹園地に、沖積未熟度は水田に利用されています。

黒ボク土は、日本を代表する土壌で、火山灰と多量の腐植からなります。腐食が多く黒色でホクホクしているため黒ボク土と呼ばれたといわれています。少し残念なことに酸性が強くリン酸分を吸着して作物のリン酸吸収を妨げるという問題があります。黒ボク土の材料である火山灰というまでもなく火山噴火によるので、一概に黒ボク土の生成時期を特定することはできません。

例えば、約2万9千年前の鹿児島島の始良カルデラの巨大噴火は南九州を火砕流で覆いつくし火山灰は九州、四国、本州まで広く降り注いでいます。関東地方でも数10cmも降り積もり、関東ローム層の中に始良Tn火山灰層と呼ばれる痕跡を残しています。

このほか、約7千年前の鹿児島島の喜界カルデラの大噴火、約9万年前の阿蘇の第4回巨大噴火などが代表的な巨大噴火ですが、今日でも111あるとされる活火山をはじめとして多くの火山が長年にわたって大小休みなく噴火を続け日本列島に火山灰を降り積もらせて黒ボク土が形作られました。しかし、地質年代的に言えば黒ボク土は大変若々しい土壌であることとなります。

ただし、火山灰に含まれる粘土は粒子が細かく保水力があり腐植を多く吸着するのはよいのですが、同時にリン酸も吸着しやすく結果として作物がリン酸不足になりかつては耕作不

適地とされてきました。今日では、リン酸肥料を投入するようになりその欠点を克服し優良な農地として利用されています。この吸着されたリン酸を自力で溶かしだし吸収できる作物がソバでした。やせ地に適した作物という位置づけは少しソバに気の毒だったかもしれません。

- (5) また、沖積未熟土は、河川が浸食した土壌が下流域に堆積してできた土壌で、上流の土壌や堆積の状況により一概にはいえませんが、上流から養分が供給され一般的には栄養分に富み水田耕作に利用されてきています。

水田を灌漑することによりカルシウムなどの栄養分が供給され酸性土壌が中和され、これに伴って土壌中のリン酸分が解放され作物が吸収できるようになります。同時に灌漑は連作障害も防ぐことができます。黒ボク土とは違う理由ですが、沖積未熟土も常に上流から土壌・養分が供給される若々しい土壌ということができそうです。

- (6) そもそも日本列島自体がユーラシア大陸の東端から分裂しだしたのが約2500万年前、約1500万年前には現在の日本列島に位置に達し、その後も4つのプレートがギシギシと鎬（しのぎ）を削って火山活動を繰り返し今日の日本の国土が形成されました。地球の歴史全体から見れば実に若々しい国土ということになります。

日本の土壌は酸性度が強いといわれています。土壌中の水分に二酸化炭素が溶解し炭酸となり、これに加えて植物の根や土中の微生物がクエン酸などの有機酸を産生させています。温暖多雨で腐植分の多い日本の土壌は、保水力も高く植物が繁茂し土壌微生物の活動も活発で土壌の酸性度が高く岩石の風化を速く進めます。これによってミネラル分に富んだ若い岩石から養分となるミネラル分が供給され、植物や土壌微生物の栄養となっていきます。このような循環作用により日本の土壌は、チェルノーゼムにはかなわないかもしれませんが、常に栄養分を補給されていく栄養に富む若々しい土壌であるといえそうです。

7. むすび

以上、肥料について様々な側面のご紹介をしてきました。穀物の収穫面積は一定の水準にとどまっている中で19世紀以降急速に増大する世界人口を養うための食料生産の増大は、単収の増大によってもたらされてきました。この単収の増大は、品種改良、農薬、灌漑とともに化学肥料の投入が支えてきました。

その化学肥料の原料となる鉱物資源は特定国に偏在しており、その安定的供給および我が国への輸入の確保は世界や日本にとって非常に重要な課題となっている状況は当面続きそうです。

しかし、我が国の土壌は、少し工夫すれば豊かな農業生産を支える豊かな土壌であり、「みどりの食料システム戦略」を推進し肥料の効率的利用、堆肥、下水汚泥の活用などに取組むことでこの問題を乗り切ることができるのではないのでしょうか。

(以上)

【連載】（第3回）

物流環境変化により求められる 生鮮流通（物流）の取組み

～物流省力化技術の開発～

公益財団法人流通経済研究所
農業・物流・地域部門 副部門長
主任研究員 田代英男

1. はじめに

前号では、農水産物・食品流通の効率化・合理化のために進めている農林水産省の「研究開発とSociety5.0との橋渡しプログラム（BRIDGE）¹」のうち「商品コード標準化・ソースマーキング技術による農水産物・食品流通の高度化」（以下、「研究開発」という。）の「個別識別番号提供システムの開発」について、進捗状況を示したうえで課題を整理した。本号では、「物流省力化技術の開発」を構成する「商流データと物流データの連携による物流生産性向上」、「物流資材のID識別における次世代LPWAタグの活用実証」、「農水産物のコンテナ等物流資材への積載方法の最適化および積載位置による品質ハザードマップ作成」を対象とする。

また、本研究開発は3カ年の取組みであり、本稿で示す内容は、2023年度の進捗状況と成果をとりまとめた結果になる。そこで、まずは3カ年のロードマップを示したうえで、具体的な取組み内容を示していきたい。

2. 「個別識別番号提供システムの開発」の3カ年のロードマップ

まず、「物流省力化技術の開発」の目標は、「ukabis²とリテール物流・商流基盤³とのシステム連携を行うとともに、個別識別番号等を物流資材（パレット・コンテナ）やトラック等と紐づけることによる検品自動化技術や物流資材回収技術を開発する。」ことである。研究開発では、目標を達成するためにそれぞれ、**図表1**に示すロードマップを定めている。

(1) 商流データと物流データの連携による物流生産性向上

2023年度にukabisとリテール物流・商流基盤の連携について「基本設計、論理モデルの構築」を行い、2カ年（2024年度、2025年度）にかけ、物流生産性を向上させる実証を実施するとともに、パレットID連携や伝票情報・物流情報のEDI化を実施予定としている。

1 <https://www8.cao.go.jp/cstp/bridge/index.html>

2 <https://www.ukabis.com/>

3 https://www.gs1jp.org/jan/pdf/wrap_v3.pdf

図表 1 「物流省力化技術の開発」の3カ年のロードマップ

課題名	2023年	2024年	2025年	2026年～
物流品質と効率を高める技術の開発	(1)商流データと物流データの連携による物流生産性向上		開発に利用	
	要件定義 基本設計	システム開発	ukabis・物流基盤 連携開発完了	
	効果確認実証	社会実装仕様検討	社会実装アプリ設計・開発・実証	テスト システム改修
				完成 社会実装
	(2)物流資材のID識別における次世代LPWAタグの活用実証			
	流通現場での活用実証	基盤連携のシステム開発 現場実証の実施	テスト システム改修	完成社会実装
(3)農水産物のコンテナ等物流資材への積載方法の最適化および積載位置による品質ハザードマップ作成				
現場でのデータ収集	分析モデル開発 ハザードマップ作成	提供システム開発	実証・テスト システム改修	完成 社会実装

図表 2 「商流データと物流データの連携による物流生産性向上」の年度目標

2023年度	2024年度～2025年度
ukabisとリテール物流・商流基盤に実装されているAPIについて、それぞれ内容やデータ項目を確認し、データ連携のための整理を行い、基本設計と論理モデルを構築。	<ul style="list-style-type: none"> ukabisとリテール物流・商流基盤の接続、商流データと物流資材データ等の連携システムを開発。開発が完了した連携システムを活用し、物流生産性を向上させる実証を実施。 パレットIDのデータ等をレンタルパレット事業者のパレット管理ソフトと連携させ、パレット位置管理を高度化。 伝票情報と物流情報をEDI化し、事業者間で送受信するソリューションを実証を通じて開発。

(2) 物流資材のID識別における次世代LPWAタグの活用実証

2023年度に「LPWA⁴タグの利用実証」を行い、2024年度に「ユースケースの検討」、2025年度に「ukabisやリテール物流・商流基盤と連携」を予定している。

図表 3 「物流資材のID識別における次世代LPWAタグの活用実証」の年度目標

2023年度	2024年度	2025年度
LPWAタグについて卸売市場での利用実証を行い、オペレーション面、技術的な面から検証。	農産物のサプライチェーン全体におけるLPWAタグの活用を視野に、実際のユースケースを想定した検討。	取得した位置データをukabisやリテール物流・商流基盤と連携。

(3) 農水産物のコンテナ等物流資材への積載方法の最適化および積載位置による品質ハザードマップ作成

2023年度に「実証（冬）と予測モデルの構築」を行い、2024年度に「実証（夏）と予測モデルのブラッシュアップ」、2025年度に「システム開発」を予定している。

図表4 「農水産物のコンテナ等物流資材への積載方法の最適化および積載位置による品質ハザードマップ作成」の年度目標

2023年度	2024年度	2025年度
農水産物をコンテナ等に積載する場合の積載場所ごとの品質劣化について実証で確認し、予測モデルの構築。	夏場の実証を行い、農産物の鮮度が落ちやすい温度条件でのデータ取得を実施するとともに、品質劣化の予測モデルのブラッシュアップ。	品質劣化の予測モデル及び、物流資材ごとの内部の保管位置等による温度特性の違いを取りまとめ、提供するシステムを開発。

「物流省力化技術の開発」では、上述のような3カ年のロードマップ及び目標を定めている。以降では、それぞれについて具体的な取組み内容を示していきたい。

3. 商流データと物流データの連携による物流生産性向上

(1) 背景

農水産物・食品流通は、その約98%をトラック輸送が占めており、2024年度からのトラックドライバーの時間外労働の上限規制(2024年問題)を受けて、効率化と合理化が急務となっている。加えて、トラックドライバーのみならず流通業者全体で労働力不足が深刻化しており、持続可能な物流の仕組みづくりが求められている。さらに、農水産物の流通には、「識別コードの標準化不足」、「産地を含めた物流データの電子化未整備」、「鮮度保持など高い品質管理が求められる特殊性」、「中間流通の多さ」といった特殊性や課題により、部分最適(例：産地の収益最大化)と全体最適(例：流通全体の効率化・合理化、有事・国際化への対応)のバランスを管理する手法が確立されていないことが問題視されている。

このような背景を踏まえ、本研究開発では、農水産物の流通効率化を実現するため、スマートフードチェーンプラットフォーム「ukabis」と、SIP2期のスマート物流サービスで開発された「リテール物流・商流基盤」の連携を進め、物流と商流の一体的な管理を可能にし、生産性向上と持続可能な流通システムの構築に取り組んでいる。

(2) 目的

上述の背景を踏まえ、本研究開発では商流データと物流データを相互接続することで、以下を達成することを目標に取組みを進めている。

- ・物流プロセスの効率化
パレット回収率の向上や検品作業の省力化
- ・トレーサビリティの強化
個体識別番号と物流資材ID、トラック番号を紐づけることで物流情報を正確に把握
- ・労働力不足への対応
物流業務全般の効率化により労働力不足を補完

(3) 具体的な取組み内容

本研究課題では、「ukabis」と「リテール物流・商流基盤」の連携のために、それぞれに必要な要件定義を実施した。

①ukabis

- ・コード変換APIのマスタ整備

物流分野で利用される複数の識別コードを統一的に管理し、相互変換を可能にするAPIの要件整備を行った。この整備により、異なる業界やシステム間でのデータ交換が円滑化され、業界全体の効率化が期待される。

- ・個体識別番号と伝票番号等の紐づけAPIの概要設計

コード変換APIの基盤を活用し、個体識別番号を基点として物流資材や伝票情報との紐づけを実現するAPI設計を行った。特に、物流現場でのリアルタイム情報管理を可能にする仕組みの構築を目指し、現場ニーズに基づいた設計を進めた。

- ・既存APIとの関係性の整理

現在運用中のAPIを網羅的に確認し、新規APIとの統合や連携方法を検討した。これにより、既存システムの適用範囲を見直すとともに、今後必要となる追加要件を明確化する基礎が構築できた。この作業は、APIの持続可能な運用のための重要なステップとなった。

- ・CO2排出量APIの実装方式の検討

環境負荷軽減を目指し、物流活動のCO2排出量を算出・可視化するAPIを設計した。このAPIは、トラック輸送のルート選定や輸送効率化のシミュレーションに活用されることを想定しており、持続可能な物流モデルの構築に寄与する。

- ・リテール物流・商流基盤連携

上述の取組みを踏まえ、リテール物流・商流基盤連携について以下を実施した。

- ✓ukabisと物流商流データ基盤との連携を可能にするukabis上の仕組みの設計

- ✓ukabis上の出荷APIのレコードに対して、伝票番号、パレット番号、トラック番号、個体識別番号を紐づける方式の設計

- ✓ukabis上のデータを、物流商流データ基盤へ送信するAPIの設計

- ✓物流商流データ基盤へ渡すデータ項目の定義書の作成

②リテール物流・商流基盤

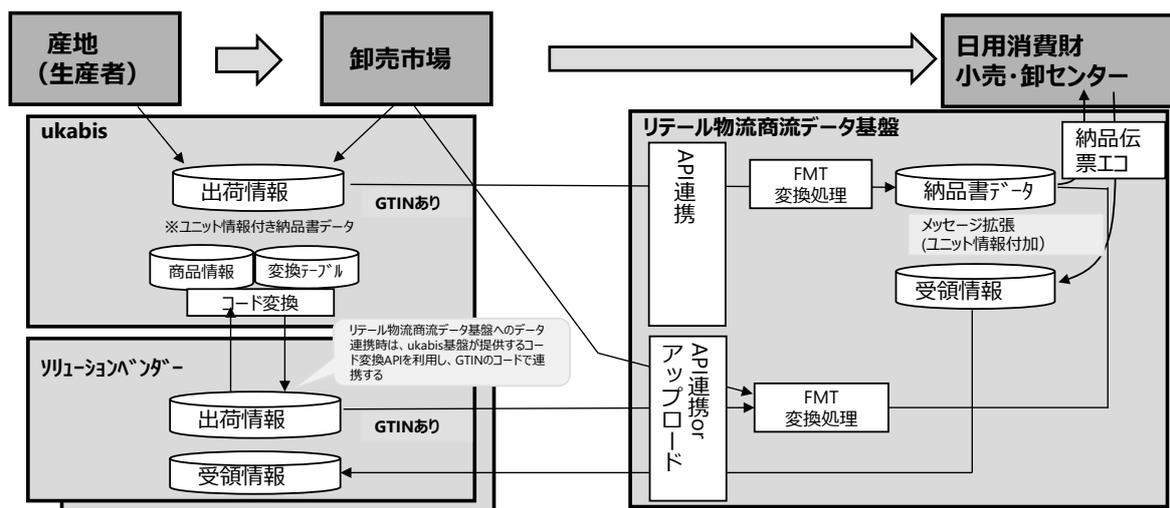
- ・ukabisとのAPI連携確認

ukabisのAPI仕様を詳細に分析し、リテール物流・商流基盤との適合性を評価した。この分析結果を基に、両基盤間でのデータ統合プロセスを設計し、円滑なデータ連携を実現するための基盤の要件整備を行った。

・連携方法の検討

ukabisとリテール物流・商流基盤の効率的な連携を実現するため、APIを活用したリアルタイムなデータ交換方法について検討を行った。これにより、両基盤の連携に必要な要件が整理され、実現可能性が大きく向上した。

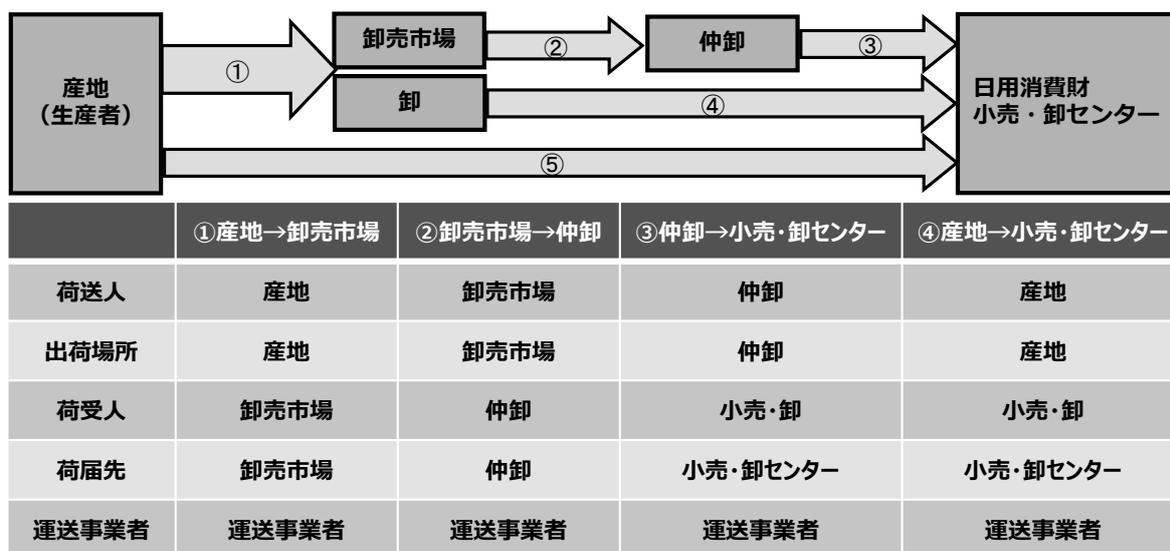
図表 5 ukabis とリテール物流・商流基盤の連携方法



・出荷データの発生パターンと項目の整理

出荷データの発生頻度や項目（例：商品カテゴリ、数量、配送先）について詳細な調査を実施した。この調査結果を基に、データ項目の標準化を進めるとともに、事業者間で共有できる共通運用ルールを策定した。このルールは、業界全体での効率的なデータ

図表 6 出荷データの発生パターンと項目



運用に向けた重要な第一歩となりえる。

以上が、「商流データと物流データの連携による物流生産性向上」についての取組み内容である。今後の展望としては、実証実験で得られた結果を基にさらなる物流プロセスの効率化と最適化を進めつつ、関連業界や自治体、企業と連携して流通データの電子化や標準化を推進し、他業界や国際物流への展開も視野に入れながら持続可能な物流システムの社会実装を目指すことである。

4. 物流資材のID識別における次世代LPWAタグの活用実証

(1) 背景

物流資材のID管理においては、従来よりバーコードやQRコード、RFIDタグといった技術が広く採用されてきた。これらは物流資材の追跡や管理に一定の成果を上げてきた一方で、運用面ではいくつかの課題が指摘されている。特に、読み取り距離や通信距離の制約が大きく、大規模な物流プロセスや広範囲にわたる輸送において十分なパフォーマンスを発揮できないケースが多いことが問題視されている。また、通信範囲を拡張するための追加コストや、複数拠点間での効率的なデータ共有の難しさも、物流業界全体の課題として挙げられる。

こうした背景を踏まえ、本研究開発では低電力かつ長距離通信を可能とするLPWA技術に注目した。この技術は、物流資材管理における通信距離の課題を克服する可能性を秘めており、さらにコスト効率や省電力性にも優れているため、次世代タグとしての導入が期待されている。これにより、物流現場での運用効率を大幅に向上させるだけでなく、広域ネットワークを活用した高度な資材管理が可能となるため、より持続可能な物流システムの実現が見込まれている。

(2) 目的

本研究開発では、物流資材のID管理において低電力長距離通信技術「LPWA」の可能性を検証し、下記の実現を検討していきたい。

- ・ LPWA技術の性能評価

読み取り距離や通信安定性を実証実験により評価し、従来のバーコード、QRコード、RFIDタグ技術との優位性を明確化。

- ・ 運用効率の向上

LPWAタグを活用した物流資材の自動認識によるオペレーション効率化を図り、特にパレット管理や入出荷確認業務における省力化と精度向上。

物流資材管理における次世代技術としてLPWAの実用化を進め、物流業務全体の効率化と持続可能性の向上に寄与することを目指していきたい。

(3) 具体的な取組み内容

本研究課題では、「農水産物流におけるLPWA技術の活用」と「LPWAの有用性検証」の2つの取組みを実施した。

① 農水産物流におけるLPWA技術の活用

・実施内容

東京、京都、川崎の卸売市場をフィールドに、入出荷確認やトラック位置情報の連動性を検証した。特に、タグと車載アンテナを組み合わせることで、物流資材の移動管理の効率化を目指した。また、通信距離の技術的検証に加え、運用コストや導入効果のビジネス検証も並行して実施した。

・実施結果

実証実験により、LPWAタグは物流資材の入出荷確認やトラック位置追跡において有効であることが確認できた。特に、車載アンテナとの連動によりトラックの位置情報追跡の精度向上が期待できる。一方で、トラックの荷室内や冷蔵庫内といった密閉空間での通信障害や、長距離通信での詳細位置特定が困難であるといった課題も浮上した。これらの成果と課題を踏まえ、さらなる技術改良とビジネスモデルの構築に向けた取組みの促進を検討する予定である。

② LPWAの有用性検証

ここでは、「JA等生産地での資材管理への有用性検証（Sigfox⁵パレット）」と「市場での検品時の有用性検証（ZETag⁶）」を実施した。

(ア) JA等生産地での資材管理への有用性検証（Sigfoxパレット）

・実施内容

Sigfoxパレットが送信する位置情報の精度を検証するため、地図上の位置情報との比較を実施した。Sigfoxの通信設定として、車両移動後の停止状態や継続的な停止状態に基づき位置情報を発信する設定を採用した。資材管理への有用性を確認するため、高精度データの割合や低精度データの影響を評価した。

・実施結果

位置情報の精度は約半分が高精度（半径100メートル以内）で、資材管理目的には十分実用可能であり資材管理には十分なポテンシャルが示された。一方で、自動検品など即時性が求められる用途では通信トリガーの最適化やWiFi精度向上が必要となる。

5 <https://www.kccs.co.jp/sigfox/service/>

6 <https://solution.toppan.co.jp/toppan-digital/service/zetag.html>

(イ) 市場での検品時の有用性検証 (ZETag)

・実施内容

市場内での検品作業効率化を目的に、ZETagの通信成功率を検証した。常温庫や冷蔵庫での通信成功率を調査し、通信環境に応じた成功率を評価した。また、段ボールや箱に囲まれた場合の通信状況を検証し、通信精度の影響を調査した。

・実施結果

常温庫では通信成功率90%以上を達成し、冷蔵庫内でも通信可能で、大幅な初期コスト削減が期待される結果となった。ただし、段ボールや金属材の影響で通信成功率が低下する場合もあった。全体的に市場内通信環境は良好であり、実用化が期待できる。

以上の結果より、農水産物流通におけるLPWA技術の実用化をさらに推進するため、農産地から市場までの物流プロセス全体での活用を検討し、資材管理や検品作業の効率化を目指していきたい。

5. 農水産物のコンテナ等物流資材への積載方法の最適化および積載位置による品質ハザードマップ作成

(1) 背景

上述の背景に加え、農水産物の流通では、輸送環境が鮮度や品質に大きく影響を及ぼし、適切な温湿度管理や振動対策が不可欠である。しかし、積載位置と品質変化の関係を科学的に予測する仕組みが欠如しており、物流資材IDや個体識別番号を活用したデータの一元管理も不十分である。このため、輸送環境ログの収集と分析を進め、品質劣化リスクを可視化するハザードマップの作成や、品種特性に基づく積載条件の最適化が求められている。

(2) 目的

農水産物の輸送品質を向上させるための積載位置の最適化と品質予測モデルの構築を目指し下記の実現を検討していきたい。

・輸送品質の改善

積載位置や物流資材の組み合わせによる品質変化の把握と最適化

・品質ハザードマップの作成

輸送中の品質劣化のリスクを可視化

・物流プロセスの標準化

効率的かつ持続可能な物流モデルの確立

上記を物流資材IDと個体識別番号を紐づけたデータを用い、輸送環境のログから品質変

化を分析し、農産物の特性を踏まえた積載位置の最適化と品質予測モデルを開発する。

(3) 具体的な取組み内容

本研究課題では、「暑熱流通環境の実態把握」と「コンピュータ予測による積荷積付法の最適化及びハザードマップ作成」の2つの取組みを実施した。

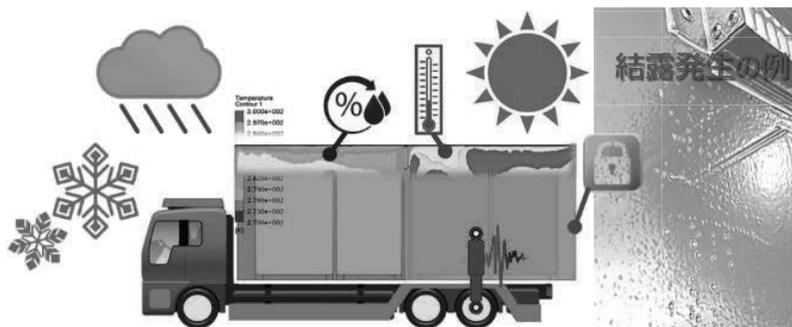
①暑熱流通環境の実態把握

・実施内容

農水産物の暑熱流通環境が品質に与える影響を評価するため、国内物流試験と船舶輸送用コンテナの定置試験を実施した。国内物流試験では、福岡→大阪間でトラック輸送およびJRコンテナ（12ft）輸送を対象に、庫内の温湿度変化、振動加速度、イチゴ「あまおう」や「ゆうべに」の品質変化を測定した。また、20ft・40ftのリーファーコンテナを想定した船舶輸送用コンテナの定置試験を冬季に実施し、満載状態での温湿度変化や外気温の影響を分析した。これらの試験では、温度や振動が輸送中にどのように変化し、青果物の品質にどのような影響を与えるかを詳細に記録し、積載位置や包装形態による違いを調査した。

図表7 暑熱流通環境の実態把握のイメージ

温湿度、振動、気象条件の庫内温度時空間分布への影響調査



・実施結果

国内物流試験では、コンテナ内の積載位置による温度差が最大5℃確認され、冷凍機付近での急激な温度低下（-0.6℃）や振動加速度のピーク（積み込み時に最大15G）も観測された。振動や温度変動によりイチゴの減量率や傷面積に差が生じ、包装形態の違いも影響することが分った。一方、船舶輸送用コンテナの定置試験では、寒波の影響で外気温が扉付近に顕著に影響を及ぼし、温湿度の変動幅が大きいことが確認された。

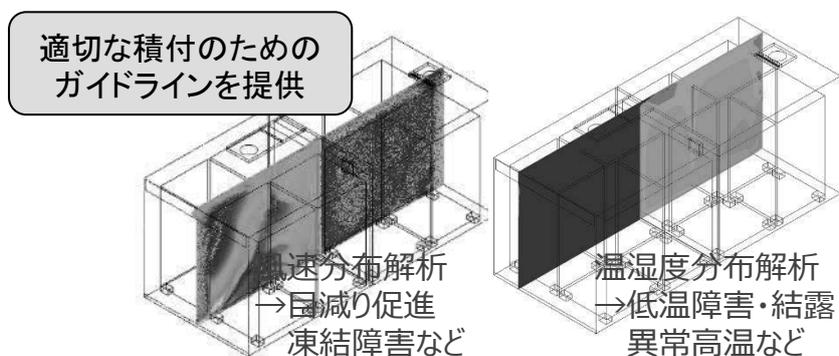
これらの結果により、輸送環境と品質劣化の関係が定量化され、積載位置の最適化や品質ハザードマップ作成に向けた重要な知見が得られた。

②コンピュータ予測による積荷積付法の最適化及びハザードマップ作成

・実施内容

コンピュータ予測を用いて、積荷積付法の最適化とハザードマップの作成を実施した。具体的には、数値流体力学（CFD）解析を活用し、リーファーコンテナ内の温湿度分布をシミュレーションし、積載位置が温湿度変動や青果物品質に与える影響を分析した。また、輸送環境（温度、湿度、振動）が冷蔵庫内環境に及ぼす影響を予測し、低温障害や蒸散による目減り、エチレン障害の発生リスクを評価した。さらに、輸送試験データを基に実際の青果物（イチゴ「あまおう」「ゆうべに」）の品質変化を調査し、コンピュータ予測の有効性を検証した。これにより、科学的根拠に基づいた積載方法の最適化と品質劣化リスクの可視化についての現実性を評価した。

図表 8 CFD 解析による積付最適化・ハザードマップ作成のイメージ



・実施結果

解析の結果、コンテナ内で冷凍機に近い場所では温度が急激に低下することが分かり、イチゴのようなデリケートな青果物に低温障害のリスクがあることが確認できた（例： -0.6°C の低温地点を特定）。また、積載位置や包装の違いが蒸散による減量率や品質劣化に影響することが明らかになり、CFD解析によるモデルが実際の輸送状況をしっかり反映していることが分かった。これを基に、リスクの高い積載場所を特定し、改善案を盛り込んだハザードマップを作成した。この成果は、より品質を保つための積載方法を提案する重要な指針となった。

以上が、「農水産物のコンテナ等物流資材への積載方法の最適化および積載位置による品質ハザードマップ作成」についての取組み内容である。今後は、異なる輸送条件下での実証試験を拡大し、季節変動を考慮したデータ収集を進めることで、品質予測モデルの精度向上を図る。また、関係者間の連携により、標準化された積載方法の普及と流通効率化を推進していく。さらに、開発した品質ハザードマップや最適化システムを社会実装し、他業界や国際物流への展開を視野に入れ、持続可能な物流モデルの構築を目指していきたい。

6. おわりに

本稿では、「物流省力化技術の開発」を構成する「商流データと物流データの連携による物流生産性向上」、「物流資材のID識別における次世代LPWAタグの活用実証」、「農水産物のコンテナ等物流資材への積載方法の最適化および積載位置による品質ハザードマップ作成」について2023年度の実践内容を示してきた。

本研究開発では一定の成果を得られたが、物流プロセスの標準化やデータ活用モデルの普及には、業界全体の連携強化が鍵となる。今後は、得られた知見を基にさらなる効率化を進め、国内外の流通課題に対応可能な持続可能な物流システムの社会実装を目指していきたい。

また、今回は研究開発のうち「農水産物・食品流通の高度化実証モデルの構築」についての具体的な取組み及び進捗状況や実施しているうえでの課題等について示していきたい。

令和6年度 第1回先進事例見学会の概要

PFC長野

【開催日：令和6年10月2日（水）／参加人数：13名】

PFC長野株式会社は、令和3年にJA全農と株式会社ファーマインドで締結された資本提携により、国産青果物の安定販売に向け、産地貯蔵を具備する新たな生産販売事業（PFC（プラットフォームセンター）事業）として立ち上げられました。事業は令和4年6月から開始しており、温度・湿度管理が可能な高機能冷蔵庫と「コールドチェーン」を基本とした、方面別の物流手配・配送機能を具備した施設を整えています。

同社の事業は、以下の4部門の業務から構成されています。

① 物販（貯蔵販売）	長野県産を中心とした全国の農産物の仕入販売
② リパック	取引先及び産地から受託した青果物の小分け包装
③ 庫内物流	貯蔵保管（取引先から受託した物流センターや店舗配送等を含む仕分け・入出庫）
④ 熟成加工	輸入青果物を中心とする追熟加工

今般、PFC長野株式会社様のご厚意により、会員向けに同社の取組概要のご説明及び施設見学をさせていただきましたので、その概要について以下にご報告します。

◆ PFC長野の概要

PFC長野株式会社（住所：長野県長野市市場3-3）は、JR長野駅から車で15分ほどの犀川に添った長野地方卸売市場内に位置し、土地面積は1,818坪、建物面積は西棟・東棟合わせて1,310坪となっております。同社は既存のファーマインド長野センターの改築により施設整備をしており、500PL収容規模の高機能冷蔵庫を保有しています。

東棟は4か所の冷蔵庫（収納規模500PL）を有しており、庫内は温度・湿度コントロールが可能となっております。西棟は温度管理された棟内に、バナナ室、ピッキング場、リパック場等を有し、入出庫口はドッグシェルターとなっており、コールドチェーン物流に対応しています。

PFC事業としては、コールドチェーンでの物流効率化・産地貯蔵機能具備による需給調整として、

- ① 鮮度重視の「コールドチェーン」を基本とした方面別の効率的な物流手配・配送実現

-
-
- ② 品目別に最適環境下の貯蔵・保管で短期的な需給コントロールを実施し、実需者への安定供給を実現
- ③ 契約販売による安定的な販路確保で生産者所得の安定化追求を目指して推進されているとのことでした。

◆ 見学会実施状況

【挨拶及び概要説明】

はじめにPFC長野株式会社センター運営部の八重樫部長から、PFC事業及びPFC長野の施設概要の説明がありました。

PFC長野を活用することによる事業効果としては、下記の様にご説明を受けました。

(1) 徹底した鮮度管理（コールドチェーン）

- ・PFC長野の産地貯蔵機能を活用した鮮度管理により、産地から売場・店頭までのコールドチェーンを確立
- ・切れ間の無いコールドチェーンは鮮度維持に加えて、フードロス削減効果（産地から店頭まで）を発揮

(2) 調達リスクの低減

- ・PFC長野は、産地貯蔵機能を具備しており、変動する生産者からの集荷数量を平準化し出荷することで、調達リスクを低減し、従来の仕入れ・値決めとPFC長野からの仕入れを併用することにより、数量・価格変動リスクを最小化
- ・値決めに関しても、長期安定価格として生産者の持続的経営にも貢献

(3) コスト低減と2024年問題への対応

- ・コンテナ集荷を拡大しており、生産者の資材コストを削減（条件によっては、粗選果による選果コスト削減も可能）
- ・選果場・市場・仲卸などを経由しない最短物流により、物流コストを削減
- ・積替輸送などによる長距離輸送問題への対応で、2024年問題の解消にも貢献

(4) バックヤード機能の委託

- ・バックヤード業務をPFC長野へ集約し、労務コストを削減

続いて、PFC長野での保管実証の結果もご説明いただき、例えば2024年3～5月に業務用キャベツを保管（1℃/湿度99%）、約1か月後に出荷したが、特段の品質クレームもなく端境期のゴールデンウィーク明けに出荷できたことで、取引先の安定供給に貢献できたとのことでした。

また、ブドウの保管に関しても、湿度の調整などを行うことで長期保管が実現する最適値を選定できたとのことでした。



【現場見学】

概要説明に続き、PFC長野の東棟→西棟の順にご案内いただきました。

東棟内は、目が細かい水蒸気のためか、じめじめした感じはなく、建物や品物にも結露がない状態でした。4棟の冷蔵庫は中央の仮置エリアの周囲に配置されており、各冷蔵庫に外気が入らない工夫がされていました。

西棟は、まずバナナ室を見学し、差圧式でバナナを熟成する方式などの説明をいただきました。続いて、ピッキングエリア及び作業中のリパックエリアへ向かい、温度管理された施設の中での人参のパック（機械を導入）やブドウのパック作業を見学しました。

【質疑応答】

概要説明、施設見学の後は、会議室に戻って見学参加者からの質問に、PFC長野の八重樫部長に加えJA全農 園芸部事業開発課 田川調査役から丁寧にご回答いただきました。

2024年問題に対応した共同輸送や配送ルートに関する質問や、人材確保、衛生面に関する対応、など幅広い質問に対しても、答えられる範囲で細かく回答いただきました。

特に、コールドチェーンを途切れなくつないだ機能であり、長期保管を可能とした施設であるPFC長野に対しては、参加者一同非常に勉強になったという声が大きかったです。

今後は茨城県坂東市にも新たに施設を建設予定とのことでした。

今回の見学会では、2024年問題に加え、地球温暖化による不安定な気候とそれに伴う生産量の急変への解決策を提示いただくことができました（今年度のキャベツ端境期に、長期保管したキャベツを引き当てることで需要に対応していったことなど）。

各地域でも、品質管理、物流管理、といった同様の課題が山積していることかと思えます。今回、新しい非常に高度なコールドチェーン機能を備えた施設を見学させていただきましたが、将来に向けた全国的な展開という面で非常に参考になりました。

なお、末筆ながら、今回の見学会にご協力いただきましたPFC長野株式会社様に対して、この紙面を借りて心より御礼申し上げます。

生鮮食料品等サプライチェーン緊急強化対策事業 サプライチェーン強化実証事業に係る先進優良事例のご紹介

「生鮮食料品等サプライチェーン緊急強化対策事業」は食流機構が昨年度に実施した農林水産省補助事業です。同事業は食品流通の合理化を進めるため、卸売市場や食品流通団体等が取り組む生鮮食料品等の安定供給機能を確保するサプライチェーンの改善・強化を支援することを目的としました。

サブメニューとして①**サプライチェーン強化実証事業**と②**設備・機器等導入支援事業**があり、①は生鮮食料品等の安定供給を継続的に行うための先進的な取組として、「**共同配送システムの実証**」「**モーダルシフトを実現するための輸送実証**」「**ラストワンマイル輸送確保のための配送実証**」「**その他サプライチェーンの強化に繋がる実証**」を行いました。②は物流改善、食料品アクセスの確保等によるサプライチェーン機能を強化するための取組として、輸配送の合理化・効率化に資する設備・機器の導入を支援しました。

ここに、①で実施した17事例のうち、以下の評価方法により評価を行った先進優良事例（4事例）をご紹介します。

◆ 評価方法

- ▶ 「取組の継続性」「取組の水平展開性」「取組の実効性」の3点に主眼をおき評価した。
- ▶ 可能な限り客観的に評価することを目的として、各評価項目の評価内容を1点または0点で採点した。
- ▶ 各評価項目がバランス良く満たされるべき観点から、優良事例になるための要件として、いずれの評価項目も2点以上であることとした。

◆ 評価項目

取組の継続性	<ul style="list-style-type: none"> ● 2024年度以降も実証や実運用に向けた行動をとる予定があるか ● 運用面の課題を認識し、その課題を解決するための方策を検討・実行できているか ● 課題提案書に記載の3年後の効果目標を達成できる見込みはあるか ● 協議会の構成組織により今後の実施体制が確立されているか
取組の水平展開性	<ul style="list-style-type: none"> ● 個社特有の課題に着目したのではなく、その業界全体の関心事に着目して計画された取組であるか ● 取組が公表された場合に、他の組織が公表結果を利用して同様の取組を実行できるか ● 協議会に今後加入、または積極的に関係しそうな組織があり、協議会が今後拡大する可能性はあるか
取組の実効性	<ul style="list-style-type: none"> ● 課題提案書に記載の効果目標の評価が協議会のなかで正しくなされているか ● 取組がターゲットとする効果以外のサプライチェーン強化につながる副次的効果はあるか ● 共同配送システム、モーダルシフト、ラストワンマイル輸送、その他サプライチェーン強化のうち、2つ以上を対象とした取組であるか

先進優良事例① 遠方に位置する複数市場間の物流効率化

「モーダルシフト」・「サプライチェーン強化」に関する実証

市場間連携SCM協議会

背景・目的

・2024年問題に対応するべく、令和4年度に北九州青果(株)と横浜丸中青果(株)との間で北九州・横須賀間フェリーを活用した市場間連携輸送の実証実験を行った結果、トラック運転手の労働基準に違反せずローコストで九州産地の商品を横浜市場へ輸送を行うことについて一定の成果をあげた。
・両社間においては、当該事業の継続実施と市場間連携のさらなる合理化、効率化を図るべく「市場間受発注システム」を開発し、市場間連携における受発注数量や価格の決定及び入荷、販売のデータ連携による省力化の実現を目指す。

取組概要

【実施内容】
市場間連携の仕組みの構築
市場間受発注システムを開発し、市場間連携や共同配送によるトラックの有効活用、市場間輸送専用パレットの活用を検討。

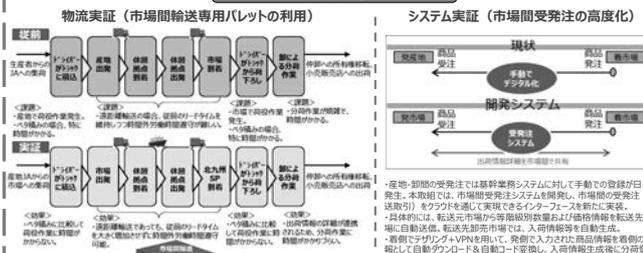
【実施方法】
システム開発および輸送実証実施
開発したシステムを用いた輸送実証の効果測定として、積み込み時間、荷下り時間、分荷時間等を計測。

実証実施時期

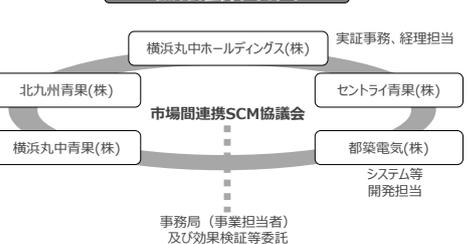
第1実証（横浜→北九州）：令和5年12月4日～7日
第2実証（北九州→横浜）：令和5年12月6日～9日



ポイント



協議会体制図



取組成果

・横浜-北九州間の輸送において、物流面（荷役・分荷）では**50%以上の作業時間削減効果**がみられ、システム面（受発注）では**95%以上の作業時間削減効果**がみられた（下表参照）。

・今後は、卸3社を中心に協議会内でシステム導入効果を高めるとともに、RFIDやGPS受信機を用いた市場間輸送専用パレットの高度化による換品効率化なども検討。

項目	従来	実証時	削減率
積込	90分	30分	66.7%
降卸	60分	25分	58.3%
総計	10:45-11:45	22:50-23:15	50.0%
削減率	33.3%	72.2%	50.0%

項目	従来	実証時	削減率
北九州→横浜	90分	30分	66.7%
横浜→北九州	1,00分	3,83分	4.83分
総計	1,00分	0,24分	0,24分
削減率	100.0%	94.7%	95.6%

先進優良事例② 生産者業務および集出荷場業務のDX化

「サプライチェーン強化」に関する実証

青果出荷販売DXコンソーシアム

背景・目的

・農業協同組合（JA）が担う青果の集出荷は、安定的な青果流通の実現のために不可欠となっている一方で、紙伝票や目視、労働力不足等による集出荷・精算業務の高い業務負荷が課題となっている。
 ・これらの課題に対して集出荷業務のDX化を通じて、JAの集出荷業務にかかる作業時間をシステム導入前と比較して50%短縮する。また、精算業務の省力化により、販売から2週間以内に確実に生産者に支払いが行われることを目指す。

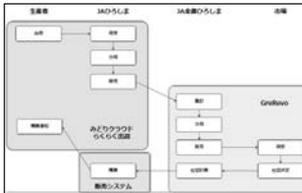
取組概要

集出荷DX化システムの構築

- 1. 青果集出荷業務に要する労力の軽減**
 生産者から受信した伝票データをもとに検品・分荷し、その後規格別の出荷量集出荷伝票を作成し、JA 全農ひろしまに自動送信を行えるよう実証試験を行う。また、集出荷場で運送事業者が行う配送先別の検品の際に、デジタル化された伝票で検品し、その結果をJA ひろしまへ自動送信する。
- 2. 精算業務に要する労力の削減と情報伝達の高速化**
 GreRevoで通知されたデータを取り込み、自動的に突合を行うことで、精算業務に要する時間を短縮し、既定の期間内で支払いできるようにする。さらに、タイムリーに農家に支払い金額を通知することで、資金繰りを支援する。

ポイント

本事業の成果によるサプライチェーンのデータ連携の全体像

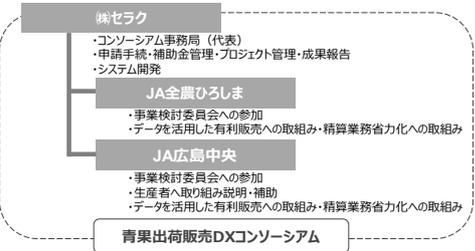


1. 青果集出荷業務に要する労力の軽減
 スマートフォン向けのアプリケーションの開発。現場の分荷作業の補助機能や伝票作成機能が実装された。



2. 精算業務に要する労力の削減と情報伝達の高速化
 各集出荷場から受信したデジタル化された伝票（荷受データ・出荷データ）とJA全農ひろしまから送信されてくる仕切価格データを連携させ、システムに取り込むことで精算業務の省力化・高速化に取り組んだ。

協議会体制図



取組成果

- 集出荷にかかる業務時間
 らくらく出荷の導入後は導入前と比較して、生産者では23.3%、営農指導員では69.2%の省力化効果があった。
 - JA全農ひろしまにおける荷物の数量・分荷確定時刻
 数量・分荷確定時刻は、らくらく出荷を導入したアグリセンターが増えるにつれて、早まる傾向が見られた。他の地域本部でも導入されることで中長期的には有利販売に寄与が期待される。
 - 精算業務に要する時間（※従来の作業をヒアリングし、効果の推定実施した）
 らくらく集荷を導入し、データ連携することで、これらの作業の大部分を無くすことが可能となる。その結果、人件費を年間10万円程度にまで圧縮できると推定される。
- 今後は、これまで対象としてきた個選共販だけでなく、共選共販形式の集出荷にも対応し、導入地域、対象品目をさらに拡大していく予定。

先進優良事例③ 集荷便と幹線便の切り分けによるトラックドライバーの拘束時間削減

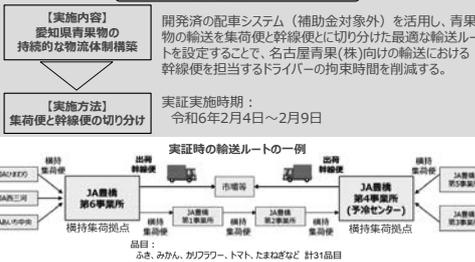
「共同配送システム」・「サプライチェーン強化」に関する実証

愛知県青果物物流改善協議会

背景・目的

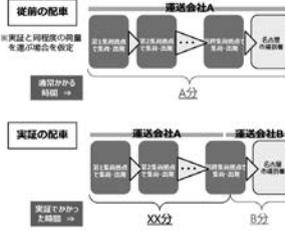
・愛知県の青果物輸送は、旧来からの商慣習によりJA毎に輸送会社が決まっている場合が多いが、出荷量は年々減少傾向を示し、単協では輸送体制維持が難しくなっている。2024年問題に向けた対応は様々あるが、今後を見据えた場合、JA全体として既存の流通体制を見直す必要がある。
 ・そこで、県下の10JAにおいて各集荷場の品目毎の配荷情報に基づき、出荷物をJA横持集荷拠点に集約する集荷便と、市場へ向かう幹線便とを切り分けることで、愛知県青果物の持続的な物流体制構築を図る。

取組概要



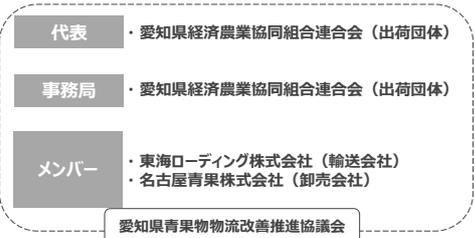
ポイント

改善効果の主な確認部分（下記イメージ）



- ① 集荷便および幹線便の両方を同一のトラックドライバーが担う従来の拘束時間（A分）と、集荷便と幹線便とで運送会社を切り分けた場合に幹線便を担うトラックドライバーの拘束時間（B分）を比較し、改善効果を確認。
 - ② 便数の削減にもつながるため、上記に加えて、名古屋青果向けの幹線便を担うトラックドライバーの総拘束時間の削減効果を確認。
- ※なお、複数市場を回る輸送が実際の配車であるため、算出の都合上、上記の時間は名古屋市場に直接的に向かない場合の時間を含む。

協議会体制図



取組成果

- ① 名古屋青果(株)向けの幹線便トラックドライバーの拘束時間を6%（=B÷A）削減できた。
 - ② 幹線便の車両台数の削減効果を含めた名古屋青果向けトラックドライバーの総拘束時間を24%（=(D+E)÷C）削減できた（下表参照）。
- ・今後は、関係するJAならびに輸送会社と共有・検討を行い、集荷便と幹線便を切り離した愛知県青果物の持続的な物流体制について令和6年度の開設期（9月～10月）における実運用を目指す。

	従前の拘束時間/台 (集荷と幹線のドライバーが同一)	集荷・幹線輸送にかかる総時間 A: 716分	従前の総拘束時間 (集荷と幹線のドライバーが同一)	集荷・幹線輸送にかかる総時間 C: 50,121分
①	実証の拘束時間/台 (集荷と幹線のドライバーが異なる)	289分	B: 673分	
②			D: 4,922分	E: 32,995分

先進優良事例④ 新潟花き中継拠点化によるトラックドライバーの拘束時間削減

「サプライチェーン強化」に関する実証

新潟花き中継拠点化検討協議会

背景・目的

- 今後とも持続可能かつ効率性の高い花き物流体制を構築する観点から、産地、卸売市場と物流事業者の連携を強化し、中継拠点（ストックポイント）を新潟に設け、東北・北陸・北海道の花きと関西以西を結ぶ長距離輸送を可能とする安定したサプライチェーンを確保する体制を整備する。
- 新潟に中継拠点を創ることによって、今までにない花きの新しい需要や取引を創出することに繋げ、花き業界の発展を目指す。

取組概要

【実施内容】
中継輸送による物流改善

関西以西（九州・沖縄を含む）の花きを備なにわ花いちばで集荷し、東北・北海道との間に位置する備新花を中継拠点として活用し、新潟向けの花きに加え、新潟以北向けの花きと併せて台車を用いて効率的に輸送する。これによってトラックドライバーの拘束時間を短縮し、花き物流の改善に取り組む。

【実施方法】
実証実施

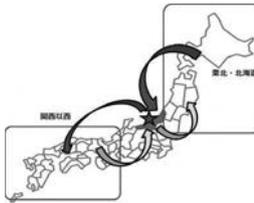
実証実施時期：令和6年1月29日～2月12日

実証時の輸送ルート



ポイント

新潟を中継拠点とした地方市場間の物流網構築（下記イメージ）

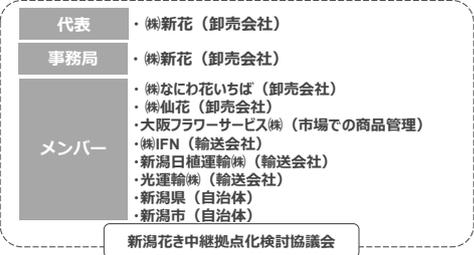


物流2024年問題を見据えて、花きの地方市場間の流通を維持・継続及び新規に拡大させるために新潟に中継拠点を置き、手荷役の効率化を図り、東北・北陸地域と関西以西の物流を滞りなくつなげる役目を目指す。

<新潟を中継拠点化とする理由>

- ① ドライバーの拘束時間の上限内で、陸路での輸送は大阪⇄新潟が1回の輸送での最大距離にあたる。
- ② 新潟に中継拠点ができることで、関西以西と東北地域を結ぶルート（日本海側）の選択肢を増やすことに繋がる。

協議会体制図



取組成果

- 中継拠点設置等により大阪から新潟経由、仙台までの輸送にかかるドライバーの延べ拘束時間を18.4%削減した。また中継拠点の新潟でドライバーを交代させることで、一人あたりの拘束時間の削減にもつながっている。（詳細下記参照）
 - 本実証はすべて台車を活用した輸送を実施し、ドライバーの手荷役時間削減に大きな効果があった。
 - 本実証関係者間においても、2024年問題を踏まえ、ドライバーの拘束時間削減のために新潟の中継拠点化の必要性を感じている。
- 現状（令和5年度）：平均15.7時間（運航時間13時間・手荷役2.7時間）
 - 目標（令和8年度）：平均11時間（削減率30%）
 - 実績値（令和5年度）：平均12.8時間（削減率18.4%）

検証方法：現状は輸送ルートがない備なにわ花いちばから備新花経由備仙花の日本海側のルートについて、試算による運行時間と手荷役時間（4tベタ積み）の合計時間と5回の実証結果の平均値を比較。

寝ながら学ぶEDI

こんにちは。事務局の田中でございます。今回もまたざっくばらんな内容となりますので、どうかお気軽に読み飛ばしてください。

さて、みなさんは荒誕（こうたん）という言葉をご存知でしょうか。出鱈目で大袈裟な様を意味します。この言葉を知ったのは、オウム真理教が引き起こした地下鉄サリン事件のとき（1995年）なので、今から30年程前になります。当時、事件現場に偶然居合わせた作家の辺見庸氏が新聞に寄稿した文章中にあったと記憶していますが、字面（じづら）と意味がかみ合っていないような違和感がありました。気になって辞書で調べてみると、「誕」の訓読みが誕る（いつわる＝偽る）だと知り、字義通りの意味なのだと納得したものでした。

こんな言葉をつい思い出したのも、先月の米国大統領選のニュースで、たびたびドナルド・トランプ候補の選挙演説を耳にしたからです。トランプ氏の演説は、政策よりも相手候補や不法移民に対する誹謗中傷が中心で、ニュースにバイアスがかかっていることを差し引いても、とても大統領候補の演説とは呼べないものでした。トランプ氏の唱える通り不法移民をすべて追い払えば人手不足になり、さらに関税を引き上げて自由貿易を否定すれば、ふつうならインフレになりそうなものです。しかし、トランプ氏はインフレまでも抑え込んでみせると豪語します。こうなると、もはやブードゥー経済学の類です。3億4千万人も人口を抱え、毎年多くのノーベル賞受賞者が輩出する国で、どうしてもっとまっとうな候補者がいないのか不思議でなりません。

それにもかかわらず、米国世論では両候補の接戦が予想されていました。結果は、接戦はおろかトランプ氏が圧勝したのは周知の通り。この背景には経済格差や移民問題など様々な要因が考えられますが、やはり現状に不満を抱いていた多くの人たちが「変化」を望んだのではないかと思います。同時に行われた上下院選もトランプ氏が所属する共和党が制し、この状況をポーカーにたとえれば、ダイヤかハートの2ペアとワイルドカード（ジョーカー）を合わせたフルハウスといったところでしょうか。これで来年早々からスタートするトランプ政権は強力な手札を握ったことになります。

なお、赤い2ペアは言うまでもなく、共和党が過半数を占める上下院の意味。ワイルドカードは何かといえば、これはもちろんイーロン・マスク氏のこと。宇宙ロケットのスペースXや電気自動車のテスラなど、先進的な企業を次々と立ち上げて資産を築いた実業家で、いまや総資産3,000億ドル超ともいわれる世界一の富豪です。今回の大統領選ではトランプ陣営に2億6千万ドルもの献金をしており（マスク氏にとって大した額ではないと思われませんが）、トランプ氏の応援演説にもたびたび登場しています。次期政権では同じく実業家のビベック・ラマスワミ氏とともに、新設の政府効率化省（DOGE : Department of Government Efficiency）を率いることになるようです。同省の任務は「政府の官僚主義を廃し、過度な規制を削減し、

無駄な支出を減らし、連邦政府機関を再構築する」とのこと。マスク氏がTwitterを買収した際は、8,000人いた社員を2,000人に削減するなど大胆なリストラを敢行しています。DOGEでも同様の手法をとるものと思われるので、政権移行後しばらくは混乱が生じるかもしれません。

マスク氏の伝記「イーロン・マスク」(ウォルター・アイザックソン著)には、彼の特異なキャラクターがよく示されています。南アフリカ共和国出身で1971年生まれのマスク氏は現在53歳。1990年代、大学留学に伴い米国に移住しています。1995年にスタンフォード大学の大学院に入学したものの、すぐに休学してZip2という電話帳と地図を組み合わせたようなインターネット上のシティガイドを開発します。1999年にそれをコンパックに売却したことで、マスク氏の懐に2,200万ドルが転がり込んできます。

私ならここで素早く手仕舞いして、あとは悠々自適に暮らすところですが、次に銀行業務の非効率性に目を付けたマスク氏は、X.comというオンライン金融サービス企業を立ち上げます。同様のサービスはピーター・ティール氏の率いるPayPalも提供しており、人気を競い合っていました。そこで無駄な競争を避けるためにX.comをPayPalと統合します。2002年にそのPayPalがeBayに買収されることになり、このときPayPalの筆頭株主だったマスク氏は1億7,580万ドルを手に入れます。そして、この資金を元手にテスラへの出資やスペースXの起業などに着手したわけです。

マスク氏の経営方針は狂ったように働くこと。本人がそのように働くのはもちろんのこと、部下たちにも同様に働くことが求められます。さらに、物理法則以外のあらゆる要件を洗い直し、(マスク氏にとって)合理性が認められない規則や制度は変更させるか、変更できなければ無視することさえあります。ウェイトトレーニングでは、限界を超えた負荷を筋肉に課すことで筋肥大を促しますが、マスク氏の経営もそれとよく似ています。到底不可能と思われる納期や生産量、コストダウンを現場に迫る「シュラバ」と呼ばれる状況をつくり、自らが先頭に立って社員を駆り立てて、次々と大きな成果をあげていくのです。

また、ASD(アスペルガー症候群)を自認するマスク氏は、情緒を差しはさむことなく、(たとえ側近の部下であっても)成果が上げられなければ直ちにクビにします。それでもインセンティブがあれば、飛び切り優秀な人材をすぐに補充できるのが米国企業の最大の強みなのだと思います。

ただウェイトトレーニングに故障がつきもののように、このような無理を重ねた経営がいつもうまくいくはずはありません。スペースXのロケットは、初号機から連続して3回打ち上げに失敗しています。このとき資金の枯渇に追い込まれたマスク氏は、PayPalの共同経営者だったピーター・ティール氏などから何とか協力を取り付け、3号機の失敗からわずか6週間後に社運をかけて4号機を打ち上げます。これを見事に成功させ、この成功がNASA(米国航空宇宙局)との大型契約につながったことで起死回生を果たしたわけです。もしこの打ち上げに失敗していたら、スペースXはおろかテスラも恐らく存在していなかったはずです。

このような綱渡りの状況を乗り切ったあと、スペースXは急成長を遂げ、今年の打ち上げ実

績は260回（1週間に5回）に及んでいます。いまや100%に近い打ち上げ成功率を誇り、2002年の設立からわずか20年程で世界一の宇宙開発企業に上り詰めたのです。スペースXのロケットでとりわけ特徴的なのはブースターを再利用すること。できれば同社のHPにある動画をご覧いただきたいのですが、打ち上げ後のブースターが発射基地に向かって垂直に着陸する様子は、まるでSF映画の特撮映像を観ているようです。

スペースXはスターリンクという低地球軌道衛星を次々と打ち上げて、地球上のどこからでもインターネットにつながる環境の構築を進めています。テスラは自動運転技術に用いるAIを援用したTesla Botという人型ロボットを開発しています。価格は一台3万ドル以下で、2026年から米国で一般販売を予定しているそうです。将来Tesla Botが普及すれば、我々が働かなくても暮らせるような世の中になるかもしれません。さらに、2016年にマスク氏が設立したニューラリンクでは、BMI（ブレイン・マシン・インタフェース）という、脳とコンピューターの接続を実現する研究にも取り組んでいます。こうした数々のリーダーシップにより世界の革新者とも呼ばれるようになったマスク氏が、トランプ政権において今後どのような役割を果たしていくのか注目されるどころです。

ちなみに、今までマスク氏は必ずしもトランプ支持ではありませんでした。かつては民主党のバラク・オバマ氏を支持していたこともあり、トランプ氏を（滅茶苦茶な）言動通りの人物と評していたこともあります。しかし、NEVER STATUS QUO（進化あるのみ）を地で行くマスク氏は、進化を妨げるあらゆる規制を拒みます。今回トランプ支持に回ったのも、減税への期待もさることながら、主眼は規制緩和にあるに違いありません。スペースXが空にロケットを打ち上げるにも、テスラが街で自動運転車を走らせるにも、種々の規制で雁字搦めになっているのですから。

両氏とも敢えて世間に波風を立てることでエネルギーを得て、自らを鼓舞しているように思われます。そのような似た者同士でお互い気脈が通じ合っているのかもしれませんが。一方、米国第一主義を前面に掲げるトランプ氏と完全合理主義者のマスク氏の間には軋轢が生じるのも時間の問題のような気がします。

世界一の超大国に荒誕を絵に描いて額に入れたような大統領が再び降誕することになり、来年は一波乱も二波乱もありそうです。世界はもちろんのこと米国じしんにとっても、今回の選択が「下手なカードを引いてしまった」などという結果にならなければよいのですが。

生鮮取引電子化推進協議会
事務局 田中 成児

令和6年度 第2回先進事例見学会開催のご案内

～ 富山市公設地方卸売市場 ～

富山市公設地方卸売市場は令和3年度からPPP（公民連携）手法による再整備を実施し、令和5年3月に青果棟、関連店舗・事務所棟が、令和6年8月に水産棟が供用開始されています。新とやまいちば創生プロジェクトチーム（代表企業 大和ハウス工業株式会社富山支店）が事業者として整備を進め、卸売市場関連部分の整備が終了しました。

卸売市場の再整備に関して、今回のPPP手法によるものは新しい整備方法として注目されており、市が所有する市場敷地全体に事業用定期借地権を設定し、事業者が市場施設と民間収益施設を一体的に整備した上で引き続き所有し、市場施設を市が賃借し運営を行うものとなっています。卸売場も閉鎖型施設となっており、衛生・品質管理の向上が図られています。

また、事業者の構成員には場内の青果卸会社（富山中央青果株式会社）も名を連ねており、場内関係者が一体となった市場整備が進められています。

今般、富山市公設地方卸売市場の開発者である富山市様のご厚意により、当該市場を見学させていただけることとなりました。また、民間資本で卸売市場内に別途整備した物流棟も併せて見学させていただけることとなりましたので、会員の皆様はこの機会に是非ご参加ください。

◆ 見学先：富山市公設地方卸売市場（富山市掛尾町500番地）

◆ 見学日程：令和7年1月28日（火）9：30～12：30

時間	内容
9：20～9：30	【集 合】富山市公設地方卸売市場 会議室 に集合
9：30～9：40	【あいさつ】あいさつ及びスケジュール等の確認
9：40～10：40	【概要説明】富山市公設地方卸売市場の概要説明他
10：40～12：00	【現場見学】富山市公設地方卸売市場の見学
12：00～12：30	【質疑応答】見学内容についての質疑応答
12：30	【閉 会】見学会終了（現地解散）

◆ 定 員：定員30名（会員限定・参加費無料・先着順）

◆ 申込方法：協議会HPの参加申込フォーム（以下のURL）からお申込みください。

<https://www.ofsi.or.jp/kyougikai/r6kengakukai-2>

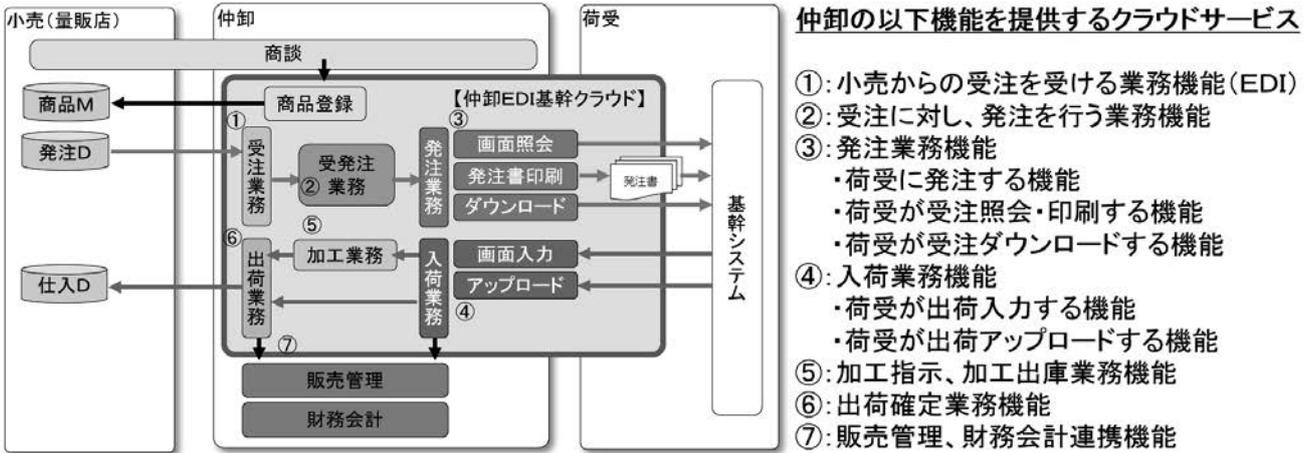
◆ 申込締切：令和7年1月22日（水）

※ 定員を超過した場合、期限前に締切る場合があります。

サイバーリンクスは、生鮮流通に必要なシステムをクラウドサービスでご提案します。

＜仲卸EDI基幹クラウドサービス＞

量販店との生鮮EDIを実現する為には、各社フォーマットに合わせたシステム開発が必要でした。仲卸EDI基幹クラウドサービスは、取引先(量販店や専門店)からのEDI受注を容易に実現します。また、受発注機能だけでなく「基幹業務機能」も備えており、必要な機能だけをご利用頂くことが可能な為、システム投資コストや維持コストを軽減します。



＜食品スーパー向け生鮮EDIサービス @rms(アームズ)生鮮＞

当社の生鮮EDIは、生鮮標準コードを活用し生鮮部門のEDI化を実現します。発注業務だけではなく、日々の利益管理が出来るシステムです。中小から大手小売業様まで抱えている問題点を生鮮業務に特化したサイバーリンクスのクラウドサービスが解決します。



導入実績 **60** 社以上
(2021年5月時点)

取引先 **2,000** 社以上

【お問い合わせ先】

株式会社サイバーリンクス 流通クラウド事業本部 営業1課 TEL:03-3453-2000 FAX:03-3453-2000



Discover 2025

人手不足対応、安全性向上、消費者への情報提供、
規制対応・どこまでもビジネスは試練の連続
生きたグローバル標準“GS1”はそんな皆様のパートナーです

これからの時代に、さらに一步先に、
私たちGS1 Japanが次世代のビジネスヒントを提供します

GS1を発見し、
そしてGS1から次のビジネスを発見してください！

DAY 1

まずは知ろう、
GS1とはなにものか？

GS1標準はここから始まった
「GTIN」と「JANコード」

ゲスト
スピーカー
独立行政法人
日本貿易振興機構(ジェトロ)

GS1の真骨頂！
「GS1識別コード」と「GS1アプリケーション識別子」

安全で効率的な医療の実現のために
ヘルスケア分野におけるGS1標準の利用動向

Ambition2027! グローバルで導入が進む
2D in Retailとは？

活用分野が一気に拡大！
EPC/RFIDの真価

ゲスト
スピーカー
株式会社ゴールドウイン
日建リース工業株式会社

DAY 2

ベンダー企業必見！
GS1標準のルールブックと使えるツール

国内標準EDI
「流通BMS」

GS1標準×WEB
「GS1 Digital Link」

GS1標準だからこそまでできる、物流可視化

ゲスト
スピーカー
味の素株式会社

グローバルに広がるGS1の商品情報データベース、その活用メリットを探る

ゲスト
スピーカー
イオン株式会社

1月20日-21日

GS1 Japan (東京メトロ
都営地下鉄各線 青山一丁目駅 直結)
Zoom Webinar のハイブリッド開催

参加無料 詳細・お申し込みはQRコードより



- ☑ 講師派遣
- ☑ ネットワーク
- ☑ 営業研修
- ☑ 事業承継
- ☑ 労務管理

青果流通業界を トータルサポートする 農経新聞社



青果物流通の週刊専門紙「農経新聞」の発行をベースに
様々なサービスの提供で青果流通業界に貢献します！



講師派遣

全国で講演実績が豊富な代表取締役社長・宮澤信一が、最新事例紹介や経営者の意識改善など、現場に即した話題を提供。
「学識経験者の講演では満足できない」「現場の社員にも聞かせたい」というニーズにお応えします。専門分野を持つ提携コンサルタントの派遣も承ります。



ネットワーク

2009年から参加者限定の会員制ネットワーク「青果流通業界経営者交流会」を主催。年4~5回の市場や産地等の視察研修により最新事例を学ぶとともに、会員同士の交流を促し、発展に寄与します。



営業研修

大手青果流通業で20年近い営業経験を持つ当社提携・青果流通コンサルタントの本田茂氏が、営業社員へのスキルアップ研修、さらには人材を育成できる体質に会社組織を変革するまでの工程を提案します。



事業承継

事業承継の専門家集団「CRC企業再建・承継コンサルタント協同組合」が、次世代への承継に悩んでいる青果流通業者に様々な事業承継手法をアドバイスするとともに、再建が必要な場合は親身にサポート。
大手コンビニエンスストア本部での経験が豊富で、青果仲卸とも接点が多い当社提携コンサルタント・吉田雅巳氏（中小企業診断士）も連携します。



労務管理

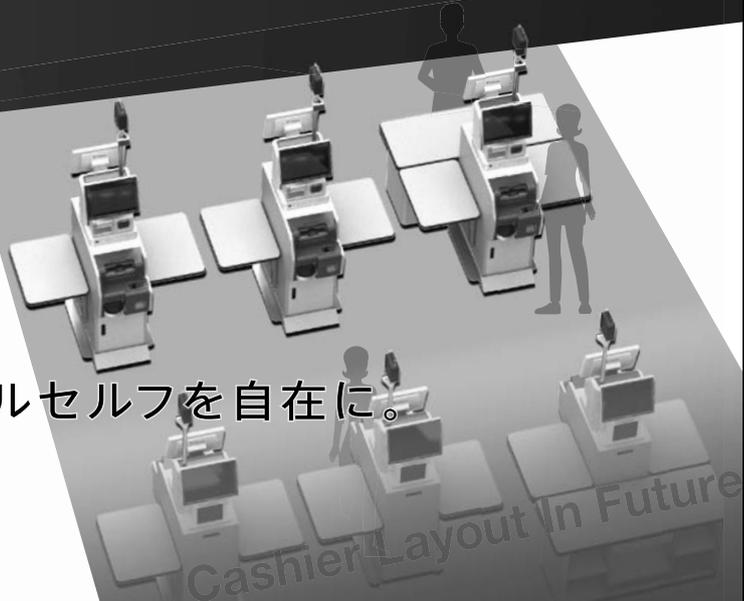
当社提携の特定社会保険労務士・内川真彩美氏（いづどり社会保険労務士事務所代表）が、中小青果流通業者がおるそかにしがちな雇用・就労など労務管理の基本をアドバイスするとともに、労働基準局からの指摘が多いポイントなども指南します。

■お問い合わせは

株式会社 農経新聞社

〒141-0031 東京都品川区西五反田 1-27-6 市原ビル 9F

TEL 03-3491-0360 <https://www.nokei.jp>



セミセルフ、フルセルフを自在に。

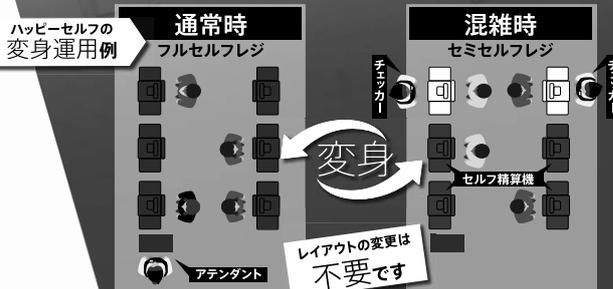
HappySelf ハッピーセルフ (Web3800)/Web3800T

セミセルフレジ・フルセルフレジ・対面セルフレジの3つの機能を搭載した、マルチセルフレジです。状況に応じて「セミ」・「フル」の機能を変えることにより、人手不足への対応やチェックアウトのさらなるスピードアップを実現。時間とスペースを効率的に使いたい店舗の抱える課題を解決します。 ※「HappySelf」は株式会社寺岡精工の登録商標です。

新しい常識を創造する

株式会社 寺岡精工

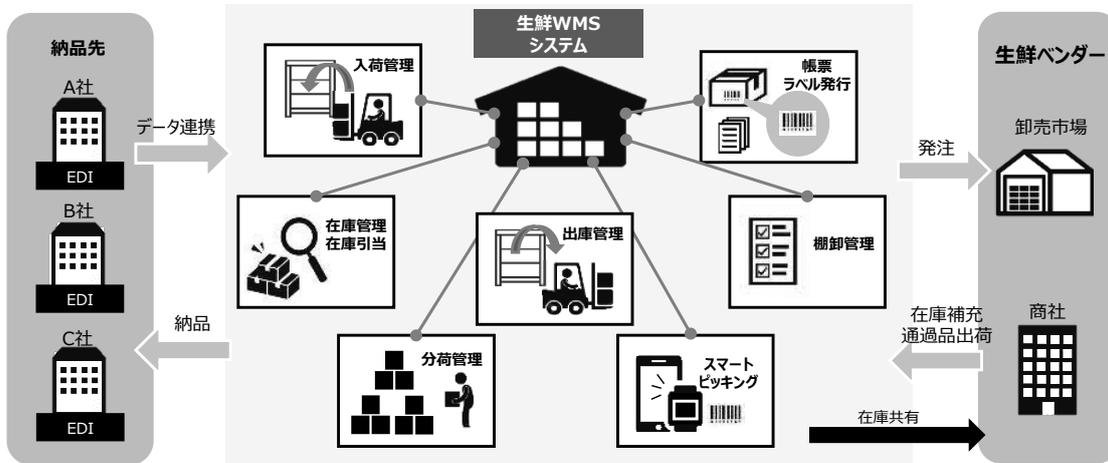
お客さま窓口 平日 9:30~17:30
0120-37-5270
www.teraokaseiko.com



生鮮WMS(倉庫管理)システム

ペーパーレス化に取り組む生鮮業界の皆様をITの力で支えます。

- 分荷支援機能
- 複数の発注EDIインターフェースに対応
- 物流器材マテハンに合わせた出荷検品
- 生鮮品特有の在庫引当発注計算ロジック



パーソナル情報システム株式会社

〒105-0001
東京都港区虎ノ門1-21-19

パーソナル情報システム

検索

www.pjs.co.jp/

お問い合わせは
03-6880-7211
marketing@pjs.co.jp



集出荷業務で、こんなお悩みありませんか？



数量確認のために荷捌きしている



数量のダブリや漏れが発生してしまう



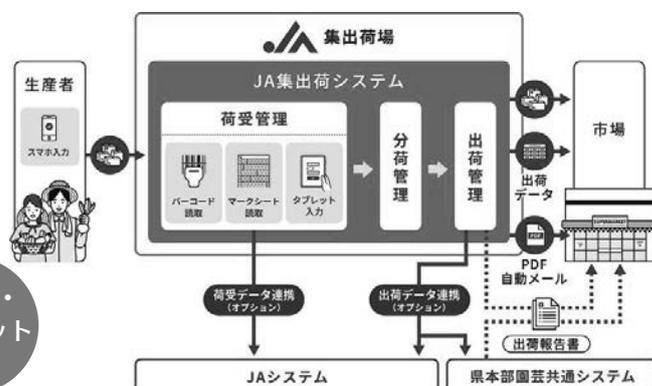
伝票入力などの手作業が大変



人手不足だが商品知識がないと難しい

JA集出荷システムで、そのお悩みを解決！

JA全農
推奨



- 1 荷受から集計まで素早く正確な計数管理
- 2 様々な荷受方式・分荷方式に対応
- 3 多重入力・繰り返し入力が不要

資料請求・お問い合わせ >> contact@agripoint.jp

まずはお気軽に
お問い合わせください。

詳しくはこちらから

全農



JFE エンジニアリング 株式会社

集出荷業務効率化クラウドシステム

JA集出荷システム
www.agripoint.jp



編集後記

- ▶ 第1回先進事例見学会をPFC長野(株)事業所で開催し、効率的なコールドチェーンを支える最新の鮮度保持技術とともに、同事業所の物流設備等を見学させていただきました。当日の概要は29Pに掲載しておりますのでご参照ください。続いて来年1月28日に、第2回先進事例見学会を富山市公設地方卸売市場で開催することとなりました。こちらも奮ってご参加願います。
- ▶ 流通経済研究所の田代主任研究員による連載「物流環境変化により求められる生鮮流通（物流）の取組み」の今回のテーマは「物流省力化技術の開発」。本稿では、商流データと物流データの連携による物流生産性向上、物流資材のID識別における次世代LPWAタグの活用実証等についてご紹介しています。大変興味深い内容なので、是非ご一読ください。
- ▶ 「全国生鮮流通フォーラム」を主催されているパーソナル情報システム(株)様に、今般、賛助会員にご入会いただきました。長年にわたり生鮮流通の合理化・効率化をサポートされてきた同社と、シナジーを発揮していければと思います。
- ▶ 今年も残すところあとわずか。来年は「昭和100年」の節目の年となります。来年も会員の皆様方のご期待に応えるべく、当協議会も事業活動に鋭意取り組んで参る所存でございますので、引き続きよろしくお願ひ申し上げます。

(トンボ)

例えば、こんなお悩みありませんか？

売上げがいつ入るのか不安だ

新しい取引先を増やしたい

取引先との繋がりを強めたい

毎月の回収業務や振り込み確認作業が手間だ

取引先の信用リスク管理が不安だ

その課題解決に、アメリカン・エクスプレスの企業間(BtoB)決済を。

アメリカン・エクスプレスの企業間決済イメージ



そう、ビジネスには、これがある。

アメリカン・エクスプレス・インターナショナル, Inc. 〒105-6920 東京都港区虎ノ門4-1-1

お問い合わせは



企業間決済の詳細は



生鮮取引電子化推進協議会会報

第106号 令和6年12月発行

発行所 生鮮取引電子化推進協議会

〒101-0032 東京都千代田区岩本町
3丁目4番5号 第1東ビル6F

(公財)食品等流通合理化促進機構内

TEL：03-5809-2867

FAX：03-5809-2183

発行責任者 事務局長 佐南谷英龍

印刷所 株式会社 キタジマ