

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	人工知能未来農業創造研究のうちAIを活用した食品における効率的な生産流通に向けた研究開発			担当開発官等名	研究統括官(生産技術)室
				連携する行政部局	大臣官房政策課技術政策室 農産局園芸作物課 新事業・食品産業部外食・食文化課
研究期間	H30～R4（5年間）			総事業費（億円）	2億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発		

研究課題の概要

人工知能（AI（※1））やICT（※2）等の先導的で高度な最新技術を農業分野に導入し、農業の競争力強化、農業の成長産業化を推進するための研究開発を実施する。

本研究開発では、食品における効率的な生産・流通の実現に向けて、AI、IoT（※3）技術により、生産に関する情報を的確に把握し、生産者間及び需要者間を繋ぐネットワークを構築、情報を共有することによって、需給マッチングを実現する。具体的には、施設栽培において、作物の生育予測モデル等による高精度な収量予測技術を基に、契約量よりも余剰に生産された農産物を早期に把握し、それらの情報を生産者、需要者間で共有することにより適正価格での販売を可能とする技術を開発する。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

①生育画像データやAIを用いて1週間後の出荷予想量を80%以上の適合率で予測し、生産者と需要者間で情報共有することが可能な需給支援システムを構築する。

②現地実証試験において、本システムの導入経費以上の収益を得るため、契約未定数量の20%以上を適正価格で販売可能であることを実証する。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R9年）

施設園芸経営体に生育・環境モニタリング装置と需給支援システムが導入されることで、過剰に生産される契約未定数量を事前に把握し、適正な価格で販売可能となることで、経営体の収益増への貢献が可能となる。これらの技術が、環境制御型の施設（約650ha）に導入されることで、その経済効果は年間約8.5億円を見込む。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義

ランク：A

（研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性について記載）

葉菜類は、生育途中での環境条件の影響による生育不良や規格外品の発生を見込んで、確実に契約数量を生産するために、契約数量よりも多く栽培することが慣例的である。特に本研究で対象としているほうれんそうは、生産量の16%が契約未定数量（=生産量-契約数量、平成28年度実績）と多く、その水準は現在も同様であり（令和2年度実績15%）、食品ロスが発生や生産コストの増加につながっている。本課題を解決するため、作物の生育状態を収穫の一定期間前に予測し、契約数量を超える農産物について追加の契約につなげるシステムの構築が重要である。本課題は養液栽培のハウレンソウを対象としているが、アウトカム目標の対象としている環境制御型の施設は研究開始当初650haだった普及面積が1134haまで増加しており、今後もさらに技術の適用範囲は拡大していくと考えられる。

・研究成果の科学的・技術的な意義

本課題では、ほうれんそうの養液栽培において植物生理に基づいた生育モデルを構築するとともに、ハウス内環境によるほうれんそうの生育状況のムラにも対応するため、AIを用いた画像解析技術による

生育予測の補正技術を開発するものである。これまで利用されてきたほうれんそうの収量予測は温度のみを使用する簡便なモデルであり、研究開始時から現在まで、本研究目標のように流通を前提として高い精度で収量を予測するモデルは国際的にも未開拓の領域である。また、本課題では、環境データと画像データを統合してより高精度な収量予測につなげることを目標としていることから、生産現場のニーズに対応するだけでなく、革新性、先導性の高い課題である。

・社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性

研究開始時からフードロス削減については、研究開始時から我が国の重要な課題であったが、2021年5月に農林水産省で策定した、「みどりの食料システム戦略」において、ムリ・ムダのない持続可能な流通・加工システムの確立のため、出荷予測に基づくマッチングによる食品ロスの削減が具体的な取り組みとして示されている。これに対して、本課題では、収量予測モデルに基づいて1週間後の出荷量をスーパーなどの実需者に提供することで契約未定数量の20%を適正価格での販売につなげるシステムの構築と実証を行っており、我が国におけるフードロス削減にも貢献することができる。また、本プロジェクトの成果はフードチェーン（※4）の効率化による農業DXの推進（2021年3月、農業DX構想）にも寄与するものである。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

（最終の到達目標に対する達成度、今後の達成可能性とその具体的な根拠について記載）

1）全国10カ所の農場から養液栽培のほうれんそうサンプル約240セットを採取し、複数の品種について、環境データを変数としたモデルを確立し、全長、乾物量ともに適合率87%の精度で予測可能であることを明らかにした。この予測精度を向上させるため、AIを用いた画像解析により草冠高（※5）から全長を測定するアルゴリズム（※6）を開発するとともに、葉数および葉面積をWatershed法（※7）により推定するアルゴリズムを構築した。さらに、農場の設備に対応し、開発した生育モデルを導入したアプリを3種類開発した。今後、アプリ実装場面での検証が残されているものの、すでに個別の予測モデルについては当初の目標精度を達成しており、最終目標は十分到達する見込みである。

2）1）で開発した予測モデルを導入し、そこから収量を一定期間前に予測するシステムを活用した需給支援システムを構築するとともに、協力機関である2つの農場へ導入し、生産者及び実需者のニーズに合わせて、品種や情報共有先選択機能の追加などの改良を行った。また、農業法人へのヒアリングにより、収量予測システムにより契約未定数量を9～20%削減し、需給支援システムにより契約未定数量の4～15%の販売につながる効果が推定された。さらに、実際の生産現場では最大で生産量の50%程度の余剰が発生することが明らかになり、さらなる契約未定数量の販売について、国内で新規の実需者を開拓する以外にも、輸出の場合も考慮し、香港やマレーシアでの輸出適応性についての調査を行った。以上より、実際に現場レベルで需給マッチングを行う環境が整い、収量予測システムと需給支援システムの導入により、導入経費以上の収益を得るための契約未定数量の削減、販売についての道筋が示されたことから、最終目標は十分到達する見込みである。

3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性

ランク：A

（アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠、研究成果の活用のために実施した具体的な取組内容の妥当性、他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度について記載）

・アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

本プロジェクトで対象としているほうれんそうなどの葉菜類は、世界的に生産量が増えている一方、国内の生産においては、契約数量を確保する観点から契約数量以上の作付けを行っていることから、収量の高精度の把握と、適正な販売の支援についての技術的なニーズは高い。本プロジェクトでは、養液栽培のほうれんそうにおいて生育環境データにより適合率87%の精度で、画像解析を組み合わせることでさらに高精度に生育を予測できることを明らかにするとともに、これらの生育モデルを組み込んだア

プリを3種類開発し、開発したシステムの利用により契約未定数量にかかるフードロスが13～35%削減できると推定された。以上より、生産者の環境や所有する設備に対応して技術導入できる状況が整いつつあり、その導入効果についても道筋が示されている。本コンソーシアムは、大学や国立研究開発法人の他、施設園芸設備の販売を手掛ける企業、流通業務を行う企業や、協力機関として大規模生産者など10社の生産者が参画して研究開発を進めており、商業的な生産現場での運用の観点から研究成果の実証をおこなっていることから、生産者・実需者のニーズを随時フィードバックさせながら推進的できる体制である。また、需給支援システムの実証を行っている協力機関の2農場はいずれも栽培面積1ha以上の大規模農場であることから、アウトカム目標で対象としている環境制御型の施設に対して、開発した成果の生産者のメリットの提示が可能であり、アウトカム目標の達成が可能と考えている。

- ・研究成果の活用のために実施した具体的な取組内容の妥当性

アウトカム目標達成に向け、展示会、シンポジウム、園芸学会や農業食料工学会などでプロジェクトの概要を紹介して成果を周知している。その他、国、県、市町村などの自治体および生産者を対象とした技術成果説明会を4年間で15回、延べ100名以上の参加者を対象に開催し、研究成果の実装に近い対象に対しても成果の周知を行っていることから、技術開発後にアウトカム目標を達成できる可能性が高い。

- ・他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

本プロジェクトでは養液栽培のほうれんそうを対象に技術開発を行ってきたが、本研究で開発した収量予測システムや画像解析アルゴリズムなどの成果は土耕栽培のほうれんそうや、他の葉菜類への展開が期待できる。また、本プロジェクトで開発した葉数および葉面積の計測アルゴリズムは、収量予測に葉面積指数を用いるようなトマト等の果菜類への展開も期待できる。葉菜類、果菜類は施設園芸での栽培面積も多く、同じく本プロジェクトで開発した需給支援システムのインターフェイスをそのまま活用することが可能である。また、NEDOプロジェクトにおいて消費者の需要予測に基づく成果の需給マッチングシステムを開発している研究コンソーシアム(代表:産業技術総合研究所)と情報交換を行い、お互いの技術を連携できることを確認しており、成果の展開も期待できる。

本プロジェクト成果の具体的な活用については、第2期内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)では、農産物の輸出実証として流通経路における鮮度保証のためのブロックチェーン(※8)を活用したトレーサビリティ技術を開発しており、そこでの研究目標の設定において、本プロジェクトで収集した実需者のニーズが活用され、大いに貢献している。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

(研究計画(的確な見直しが行われてきたか等)、研究推進体制、予算配分(研究の進捗状況を踏まえた重点配分等)の妥当性について記載)

- ・研究計画(的確な見直しが行われてきたか等)の妥当性

毎年度開催される運営委員会、研究推進会議、現地検討会、随時行う全参画機関が参加する定例研究会議等において、進捗状況の確認や研究計画の確認を行うとともに、研究推進会議等に外部有識者を招聘し意見を伺っている。これらの会議等で得られた内容は適宜研究開発へも反映しており、一部試験は前倒して実施することや、対象作物を絞るなど課題の再編による重点化を図るなど計画の見直しを行っている。

- ・研究推進体制の妥当性

外部有識者及び関連行政部局で構成する運営委員会にて、進捗状況及び次年度の研究計画の確認、研究推進上の問題点や行政ニーズの把握等を行い、着実に研究成果が得られるよう進捗管理を行っている。

また、栽培生理研究、作業技術研究、AI研究、各分野の研究実績のある公的研究機関、迅速な社会実装に不可欠な複数の民間企業および協力機関として生産者10社が参画してコンソーシアムが構成されており、研究推進体制は妥当である。

- ・予算配分(研究の進捗状況を踏まえた重点配分等)の妥当性

各課題ともに順調に進捗しており、適正な予算配分となっている。コンソーシアム構成員のパナソニックが担当していたAIを用いた画像解析による収量予測技術については当初目標を達成したことから今年度で終了とし、今後は、技術の社会実装に向けた取り組みに重点化を図る予定である。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

- ・AIを活用したフードサプライチェーンの構築のための重要な研究課題である。また、生産段階での収穫後のロスが世界的に大きな課題となっており、契約量と出荷量のアンバランスの課題解決に繋がる非常に重要な研究である。
- ・生育予測モデルの構築、需給確認の支援システムの開発については共に予定通りの進捗が確認でき、今後アプリ実装面の継承などが残っているものの、目標達成は十分可能である。
- ・アウトカム目標の達成に向けて、技術説明会等のアウトリーチ活動が非常に充実していることなど、目標達成に向けた取組を高く評価する。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・成果の普及について、全国への展開、他品目への拡大を目指していただきたい。
- ・アウトカム目標の達成や、研究成果の社会実装に向けた課題を整理するとともに、研究成果のインパクトが十分に伝わるような普及活動に取り組んでいただきたい。

〔研究課題名〕 人工知能未来農業創造研究のうち AI を活用した食品における効率的な生産流通に向けた研究開発

用 語	用 語 の 意 味	※ 番号
AI（エーアイ）	人工知能。Artificial Intelligence の略。	1
ICT（アイシーティー）	情報通信技術。Information and Communication Technology の略。	2
IoT（アイオーティー）	モノのインターネット。Internet of Things の略。コンピュータなどの通信機器だけでなく、様々なモノに通信機能を持たせ、インターネットに接続したり相互に通信したりすることによって、自動認識や遠隔計測等を行うこと。 例：果樹園に設置した日射、温度、湿度等を通信機能のある計測機器で自動的に集め、分析結果を栽培に活用する等。	3
フードチェーン	個々の事業者の役割分担にかかわらず、原料の生産段階から製品・サービスが消費者の手に届くまでの全プロセスが連鎖した一連のシステム。 例：量販店で販売される野菜の場合、畑での栽培、収穫・集荷、調製・加工（カット、パッケージング等）、輸送・配送、店舗販売のつながり。	4
草冠高	自然状態における床面から草の最高部までの垂直距離。	5
アルゴリズム	ある特定の問題を解いたり、課題を解決したりするための計算手順や処理手順のこと。アルゴリズムをソフトウェアとしてコンピュータに実装したものを、コンピュータープログラムと呼ぶ。	6
Watershed法	領域分割アルゴリズムの一つ。画像中の接触している物体の境界を分離して、認識することができる手法。	7
ブロックチェーン	取引履歴(ブロック)が暗号技術によって分散的に処理・記録され、鎖のように連結してデータを保管するデータベース技術。取引に関するデータの破壊や・改ざんが難しく、データの完全性を保証することができる。	8

③ AIを活用した食品における効率的な生産流通に向けた研究開発 【継続】

背景と目的

- 施設園芸において、葉菜類の契約栽培を行う生産者の多くは契約先へ安定供給するために、規格外品や生育不良の発生を見込んで、余裕をみた作付けをしている。しかし、経験や勘による栽培計画の場合、この余裕分については収穫直前の契約となることで販売価格の低下を招いている。
- そこで、**栽培計画を最適化すると共に、契約未定数量の販売先を事前に調整することで、適正価格での販売を支援するためのシステム等を開発**する。

研究内容

- ・ **環境データの管理や作物のセンシング技術を用いた高精度な作物の生育予測モデルを構築**する
- ・ さらに、**気象予測データや人工知能を加えた収量予測から想定される契約未定数量を早期に把握**する
- ・ 事前に把握された契約未定数量を契約栽培価格と同等の価格でスーパーやレストランに販売するための**需給支援システムを構築**し、その効果を実証する

到達目標

施設園芸における収穫予定日の1週間程度前に収量を予測することで、契約未定数量の20%以上を適正価格で販売できることを実証

【生育予測モデルの構築】



人工知能等を用いて、
契約未定数量を早期に
把握

【契約未定数量の需給支援システム構築】

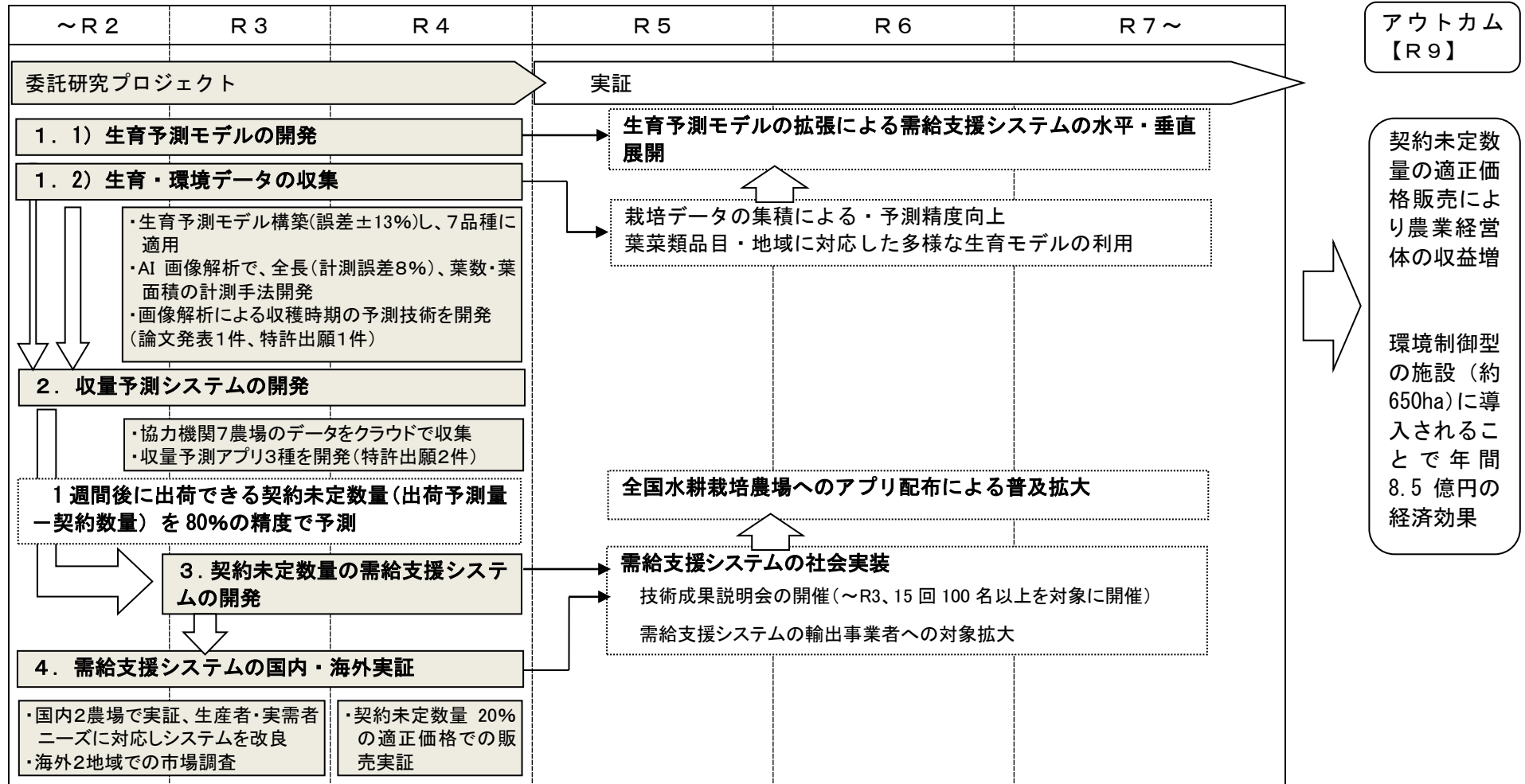


期待される効果

消費者や実需者ニーズを踏まえたマーケットイン型の農業システムの構築が実現される

【ロードマップ（終了時評価段階）】

A I を活用した食品における効率的な生産流通に向けた研究開発



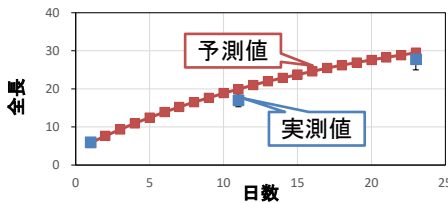
AIを活用した食品における効率的な生産流通に向けた研究開発

研究概要

施設園芸において、作物の生育予測モデル等による高精度な収量予測技術を基に、早期に出荷予測量および余剰生産物を生産者、需要者間で共有可能とし、適正価格で販売できることによって収益の向上を可能とする技術を開発する。

生育予測モデルの構築

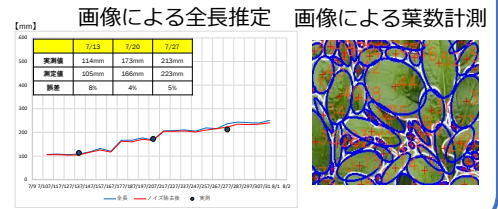
- **ホウレンソウの全長・乾物重を日射、気温、水温、日数から予測するモデルを構築(予測適合率87%以上)**



生育予測モデルの組み込み

生育・環境データの収集

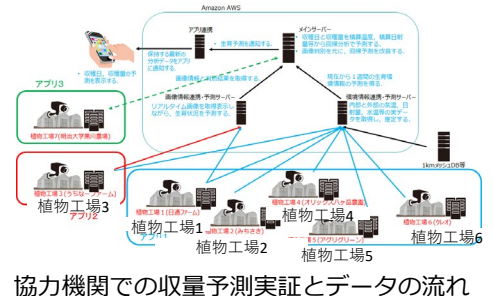
- **AIにより画像から全長や葉数・葉面積を計測するアルゴリズムを構築**



収量予測値の補正用データ

収量予測システムの開発

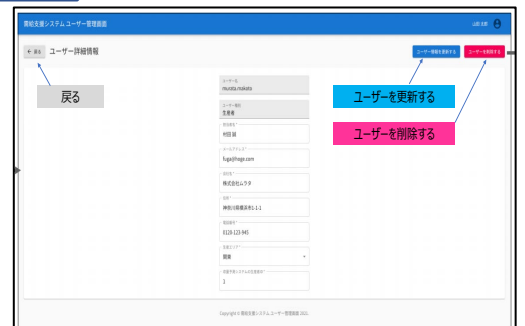
- **生育予測モデルと気象予測により 1週間後の収量予測を行うシステムを開発**
- **AIを用いた画像判別により生育環境や収穫予測時期を推定する技術を開発**
- **開発された生育予測モデル等を組み込み、農場設備の設置状況によって対応できる収量予測アプリを3種開発し、協力機関において実証試験を実施**



収量予測システムの組み込み

需給支援システムの開発と実証

- **1週間後の収量予測結果を生産者に通知し、契約未定数量を実需者へ提示できるシステムを開発**
- **協力機関における実証で70%の予測精度を確認**
- **生産者、実需者双方からヒアリングを行い、システムを改良**
- **需給マッチングによる輸出事業の検討も実施**
- **現地実証試験において、契約未定数量の20%以上を適正価格での販売を実証**



アウトカム目標

- ・ 契約未定数量を適正価格で販売できることによる、経営体の収益増への貢献
- ・ 環境制御型の施設（約650ha）において、適正価格（契約外取引価格との差額130万円/ha※）で販売可能となることにより、約8.5億円の経済効果を見込む
（※本課題中の契約外取引数量・価格の調査事例より、契約未定数量の20%を適正価格で販売するとして算出）