

北海道十勝発スマートフードチェーンプロジェクト事業化戦略会議2023
令和5年3月24日
帯広市民文化ホール(帯広市)

気象データの精緻化とAI技術による テンサイ収量予測と流通の効率化

農研機構 北海道農業研究センター
寒地畑作研究領域 領域長
辻 博之



1

テンサイを取り巻く状況

2

高精度気象データの収量予測への活用

3

現場ニーズに対応した収量予測モデルの精度向上

4

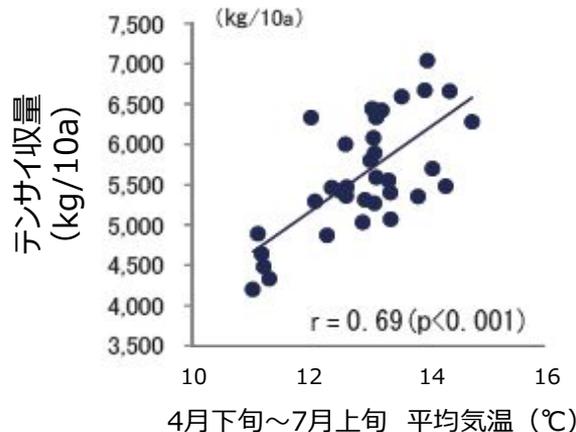
テンサイの収量予測を用いた流通の効率化

1. テンサイを取り巻く状況

- テンサイは畑作の重要な輪作作物（地力維持・収益確保）
- テンサイの収量は気象条件に大きく影響を受けるため、**気象データの精度向上が必要**
- 糖業の現場の声に対応するために**収量予測モデルの精度向上が必要**
- トラック台数は減少傾向にあり、**収量予測等を用いた集荷の効率化が必要**

<気象条件により生産が不安定>

■ テンサイの収量は、気象条件に大きく左右される

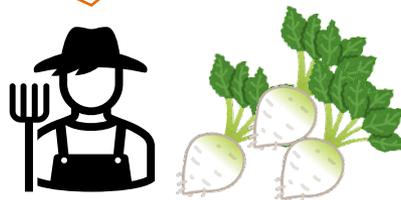


高精度気象データの収量予測への活用

<収量予測の効率化が必要>

■ 糖業の現場の声

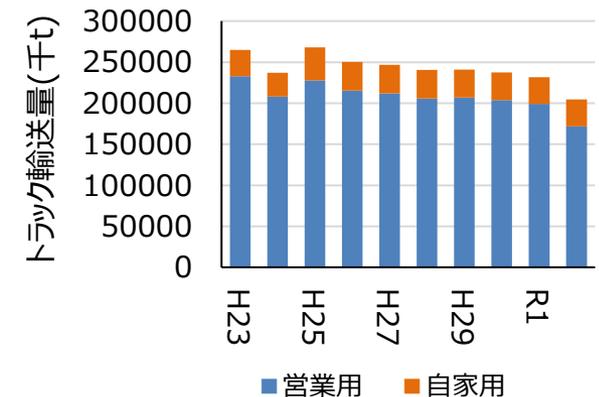
・収量予測に必要なフィールドマンの技術の継承、気象変動による予測精度の確保が難しい



テンサイの収量予測モデルの精度向上

<集荷の効率化が必要>

■ 北海道におけるトラック輸送量の推移



テンサイの生産量は多く変動もある
また近年トラック台数が減少傾向

テンサイの収量予測等を用いた集荷の効率化

1

テンサイを取り巻く状況

2

高精度気象データの収量予測への活用

3

現場ニーズに対応した収量予測モデルの精度向上

4

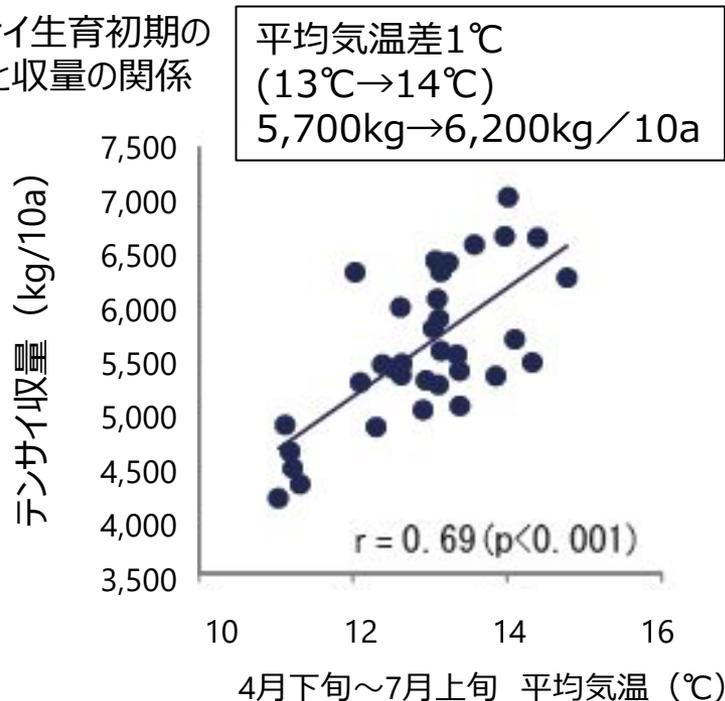
テンサイの収量予測を用いた流通の効率化

2. 高精度気象データの収量予測への活用

－気象予測精度向上の必要性－

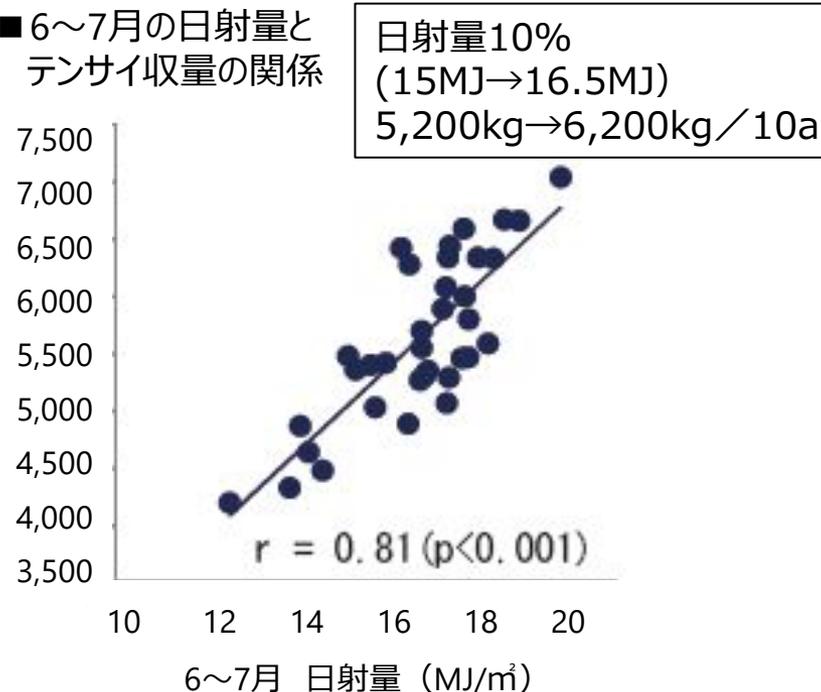
- テンサイの収量は、気象要因に大きく左右される
- テンサイ生育初期の**気温 1℃の違い**で収量が約**9%変動**
- 6～7月の**日射量が10%の差**で収量が約**19%変動**
- 精度の高い収量予測には、精密な気象情報を取得できるシステムが必要

■ テンサイ生育初期の
気温と収量の関係



気温 1℃の違いで収量が約9%変動

■ 6～7月の日射量と
テンサイ収量の関係



日射量が10%の差で収量が約19%変動

テンサイの収量は、気象要因に大きく左右されるため、気象予測の精度向上が必要

2. 高精度気象データの収量予測への活用

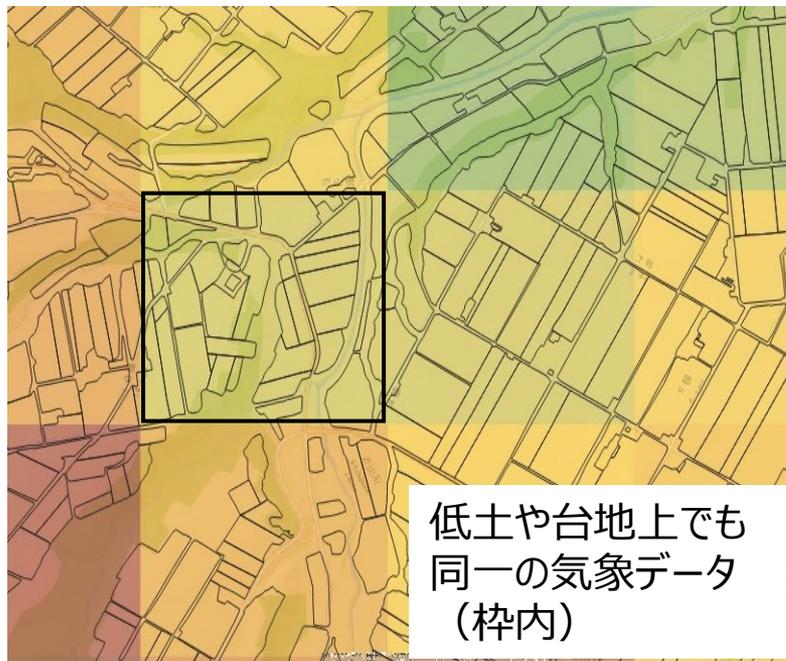
— 圃場単位で出力可能な高精細の新気象メッシュを作成 —

AIによるテンサイ収量予測精度を向上させるための気象予測の精緻化

- 農研機構メッシュ農業気象データ（1km）をもとに、50m地形データによる標高補正を行い、圃場単位で出力可能な高精細の新気象メッシュを作成
- 特許出願（特願2022-169150）（R4年10月）

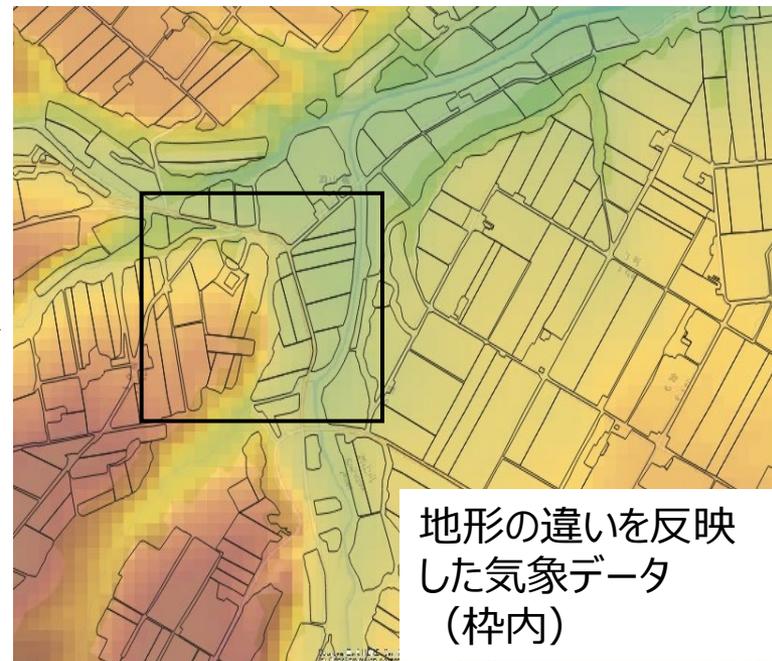
【従来技術】

1kmメッシュ気象マップ



【新規作成】

北海道向け高精細気象メッシュ（50m）



高い
低い
気温

標高の補正を行うことで、より正確な圃場の気象条件の提示が可能に

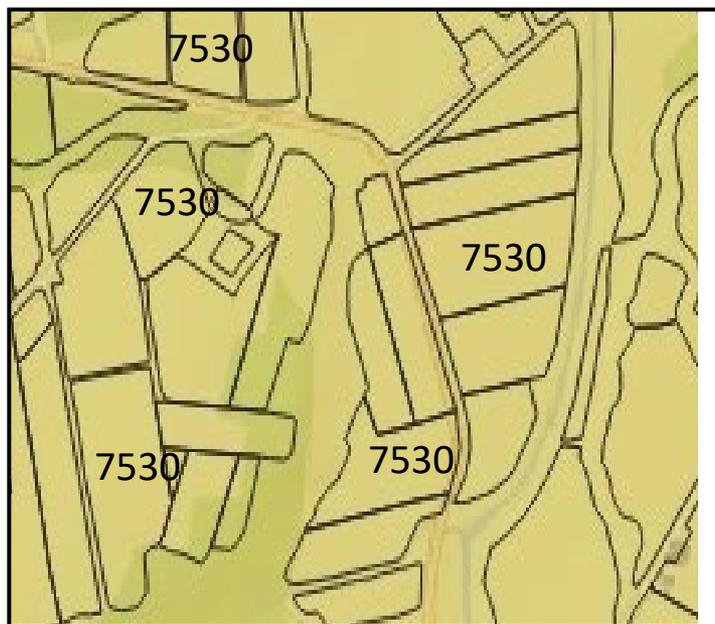
2. 高精度気象データの収量予測への活用

— 圃場単位の収量予測が可能に —

■ 高精細の気象メッシュで圃場ごとの収量予測が可能に

＜圃場単位の収量予測のイメージ＞

【従来技術】
1kmメッシュ気象マップ



予測収量 (kg/10a)

【新規作成】
北海道向け高精細気象メッシュ



予測収量 (kg/10a)

1kmメッシュ内の圃場は同一の収量と予測

圃場ごとの収量予測が可能

2. 高精度気象データの収量予測への活用

—気象データの活用（高精細化のために）—

- 農研機構及びデンソー北海道の技術を合わせることで、気象予測の**精度向上**及び気象測定**適用地帯が拡大**

→ 高精細気象メッシュ（農研機構）を用いた気象予測値

→ **廉価版観測センサー**（デンソー北海道と農研機構の共同研究）による測定

高精細気象メッシュ

（農研機構の技術）



→ 地点別、時別の**気象予測**

廉価版観測センサー

（デンソー北海道と農研機構の共同研究による技術）



デンソー北海道
センサーの開発

農研機構
実用性の評価

廉価版：既存製品との価格比70%（長期設置型）
30%（短期計測型）の2タイプ

気象予測の精度向上

気象予測適用地帯の拡大

1

テンサイを取り巻く状況

2

高精度気象データの収量予測への活用

3

現場ニーズに対応した収量予測モデルの精度向上

4

テンサイの収量予測を用いた流通の効率化

3. 現場ニーズに対応した収量予測モデルの精度向上

ー現状の糖業の問題点ー

■ 糖業は**収量予測**、**集荷計画策定**に多くの問題を抱えていて、解決が必要

< 現行のテンサイ収量予測・集荷計画策定の流れ > 糖業が抱えている問題点

生育状況観察

糖業のフィールドマンが常時栽培圃場を見周り



労力や技術を要する作業

生育状況調査(8月下旬)

実際にテンサイを掘り取り生育状況を調査



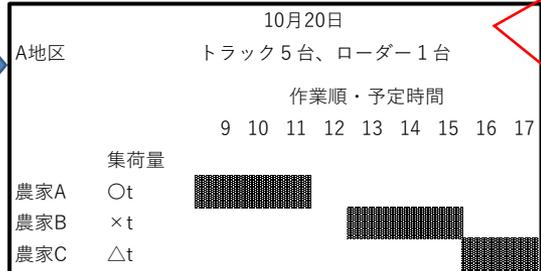
解決策

収量(根重) 収穫2カ月前の予測精度の向上

収量予測(9月上旬)、集荷計画策定

フィールドマンの経験にもとづいて収量(集荷量)を9月上旬まで(約2カ月前)に予測

集荷・トラック配送計画策定



集荷量予測に必要なフィールドマンの技術の継承、気象変動による予測精度の確保が難しい

収穫・集荷(10月中旬～11月)

収穫、集荷、トラック運搬



配車できるトラックが毎年10台程度ずつ減少(本別製糖所管内のR4実績は114台)

3. 現場ニーズに対応した収量予測モデルの精度向上 —各所と連携した予測モデルの精度向上のための取組み—

- 糖業3者や道総研からデータを収集し、農研機構が開発したAI収量予測モデルを改良
- 高精細気象情報を用いた気象メッシュ情報をモデルに反映、テンサイ収量予測精度の向上

AI収量予測モデルの開発

糖業3者

日本甜菜製糖
ホクレン
北海道糖業

集荷時根重

8月下旬の根重

調査地点

データ提供



農研機構 データ取り込み (農情研)

AI収量予測モデル

農研機構 気象メッシュ情報 (北農研)

高精細気象情報

気象予測精度の高度化 ※2-1.の技術
→圃場ごとの収量予測



収量予測モデル
改良



道総研
試験データ

テンサイ収量予測精度向上

現状

推定誤差9.1%
(R3)

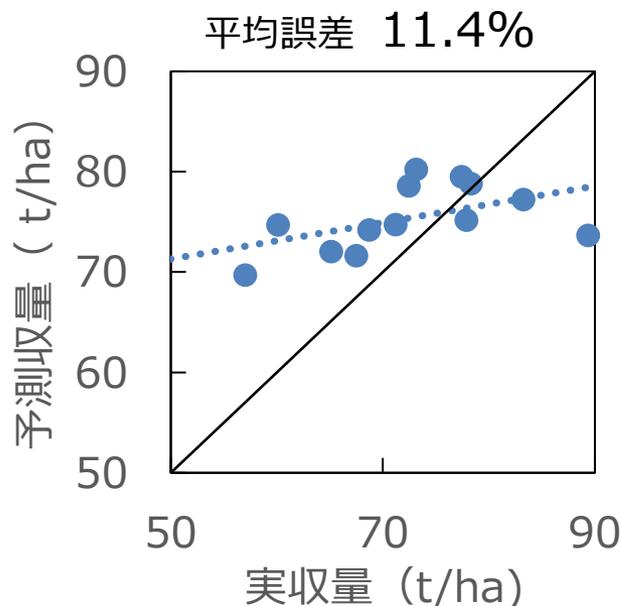
開発目標

収穫2カ月前に
誤差5%の
収量(根重)予測

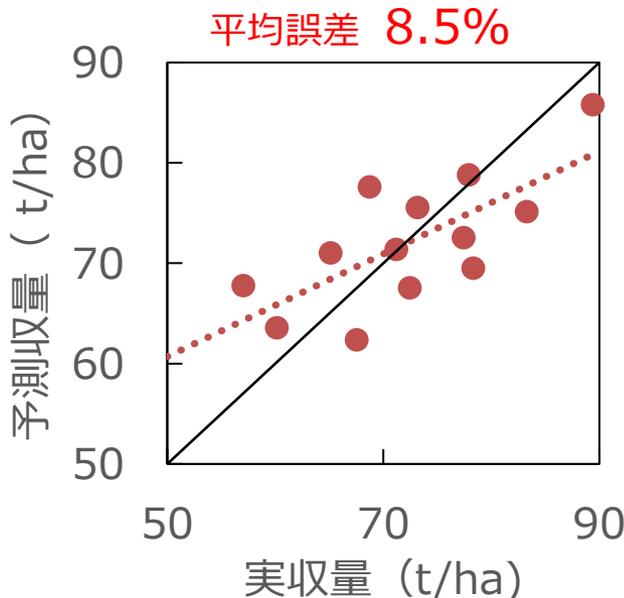
3. 現場ニーズに対応した収量予測モデルの精度向上 —AI収量予測モデルの開発—

- 道総研、糖業と連携して、テンサイ収量予測モデル開発を開始（R4）
- 糖業からデータの提供を受け、品種「ライエン」で根重予測モデルを検討
- 従来法で平均誤差11.4%、農研機構開発AI予測モデルで平均誤差8.5%に精度向上
- 今後さらなるデータ利用により、精度向上、複数品種への対応を目指す

従来法（WOFOST）



農研機構開発AI予測モデル
(提案手法)



今後の取組み
(1~3月)

さらなるデータ
利用により、
精度向上、
複数品種への
対応を実現

テンサイ根重予測精度（糖業Aの品種「ライエン」の一部データを使用）

⇒ AI収量予測モデルの実装に向けてNTT東日本／NTTアグリテクノロジーと取組中

1 テンサイを取り巻く状況

2 高精度気象データの収量予測への活用

3 現場ニーズに対応した収量予測モデルの精度向上

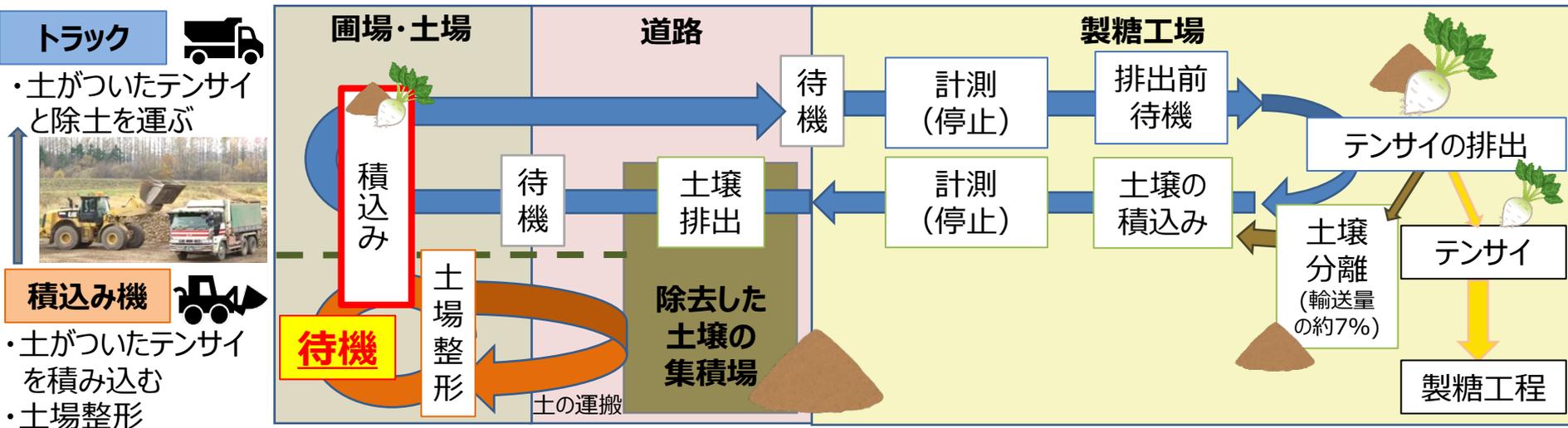
4 テンサイの収量予測を用いた流通の効率化

4. テンサイの収量予測を用いた流通の効率化

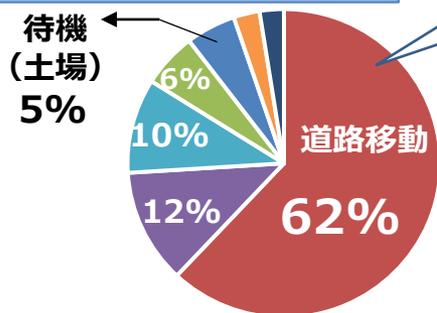
—テンサイ輸送の実態—

- テンサイの積込み作業は**積込み機 1 台**と**トラック複数台**で行われる
- 問題：トラックの回転率が低く**積込み作業の間隔が空く** (トラック:移動時間長;積込み機:待機時間長)
- 要因：トラックの**台数不足**、積込み及び運搬**オペレータの不足**
- 対策：**輸送距離(サイクル)短縮**、圃場からより近い地点での除土、トラック台数の確保

<A社B地域のトラックによるテンサイの運搬実態> (工場から片道30分強の地域)



トラック作業時間の割合



・移動時間が長い
・待機時間は短い

- **道路移動**
- 停止 (作業前点検等)
- その他移動
- 積込み
- 待機 (土場)
- 排出前待機・計測
- その他作業

積込み機作業時間の割合



・積込み時間は全体の1/3
・待機時間が長い

- **積込み作業**
- **待機 (含む休憩)**
- 土場整形
- 停止 (作業開始前点検等)
- 移動 (土場間)

4. テンサイの収量予測による流通の効率化 —現状分析から想定されるニーズと対応策—

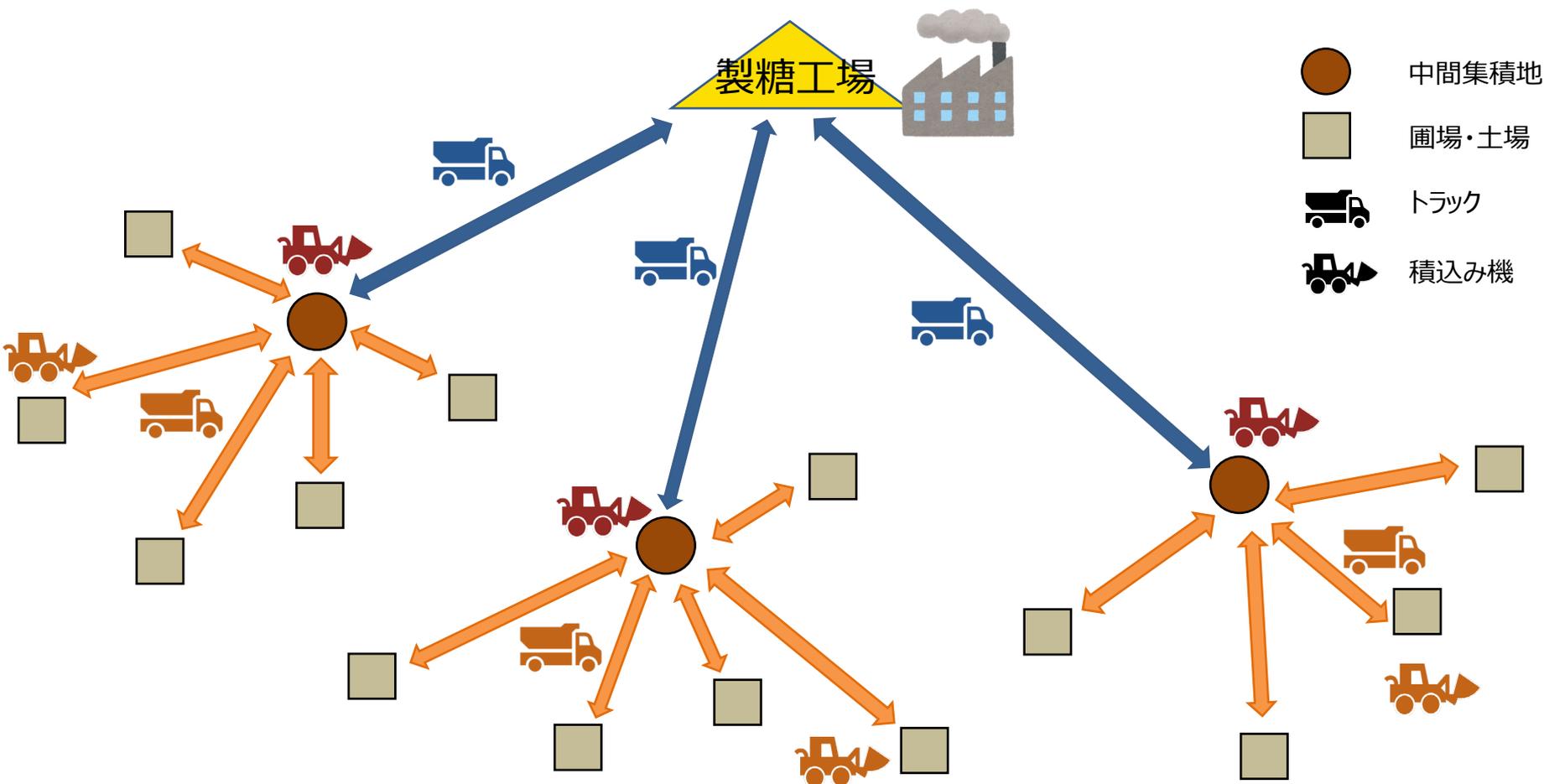
- 輸送量(収量)の見積もり：AIによる正確な見積もりの実現
- 輸送サイクルの短縮：適切な中間集積地の設置

課題	現状	ニーズ	対応
収量の見積もり	<ul style="list-style-type: none"> • 収量予測をフィールドマンが実施 • 経験の継承が困難 	<ul style="list-style-type: none"> • 予測手法の開発 	AIによる収量推定技術 (実施中)
輸送サイクルの短縮	<ul style="list-style-type: none"> • 中間集積地が廃止されたまま(機材、人件費等の問題) • トラック不足による輸送力低下を受けて中間集積地の復活も一つの対応案だが、運営可能な条件は限定的 	<ul style="list-style-type: none"> • 効率的な集積地の設置手順の確立 • 低コストの運営手段(スマート農業技術の応用) 	経路の課題解析 (実施中) 設置手順と運営法 (今後協議) <u>スマート農業技術による支援(外部と連携)</u>

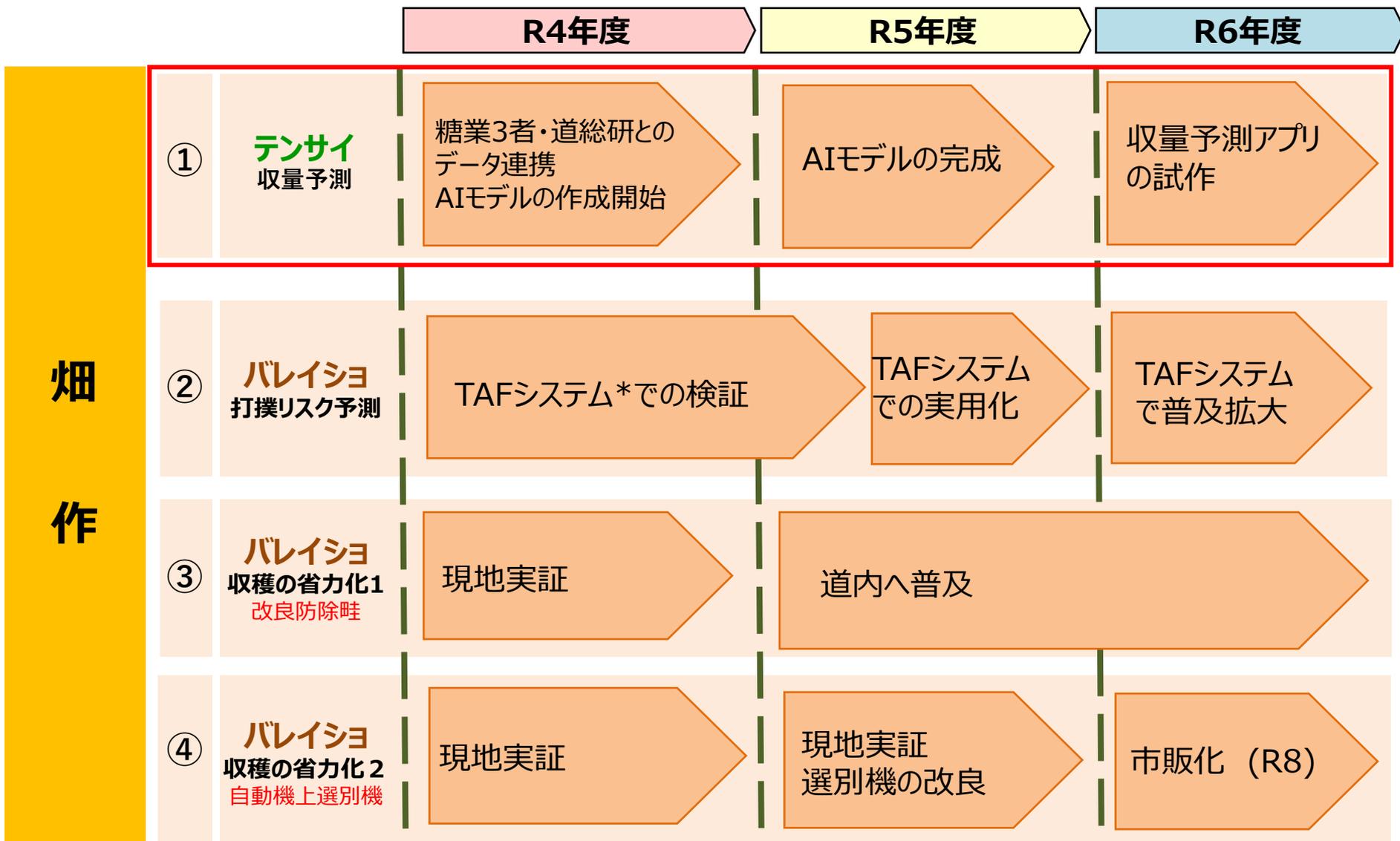
将来的には、スマート農業技術の導入にとどまらず、
地域レベルでの総合的な輸送システム構造の再構築が必要不可欠

4. テンサイの収量予測による流通の効率化 - 輸送サイクル短縮のイメージ -

- 輸送サイクル短縮のための対応が必要
- **中間集積地**の合理的設置、効率的な運営・管理が重要



地域レベルでの仕組みづくりが必要



*TAFシステム：十勝農協連が運営する組合員のための営農・支援等を含む包括情報システム



無断転載・複製・複写・
Web上へのアップロード禁止

今後の連携に向けて

ー北海道十勝発スマートフードチェーンのお問合せ先ー



北海道農業・食品産業のスマートフードチェーン構築が真価を発揮するものにするため、今後とも一層の連携をよろしくお願いいたします。

【プロジェクトに関するお問合せ窓口（北海道）】

農研機構 北海道農業研究センター

研究推進部 事業化推進室

Tel.011-857-9212・9414、Fax.011-859-2178

E-mail : hkd_tokachi_sfc@ml.affrc.go.jp