

北海道向け営農支援ITシステムの要求分析

堀 武司, 奥田 篤, 高橋 裕之, 飯島 俊匡

Requirement Analysis of Farm Management System suitable for Hokkaido-style Agriculture

Takeshi HORI, Atsushi OKUDA, Hiroyuki TAKAHASHI, Toshimasa IJIMA

抄 録

農業分野においてもIT技術を活用した作業管理・経営支援システムの普及が進みつつあるが、北海道型農業は機械化された大規模畑作が中心であるなど、他地域とは大きく特性が異なっている。そこで、「機械化作業体系計画」等の北海道特有の要素を考慮した、道内農業者向け営農支援ITシステムの要求仕様に関する検討を行った。また、農業試験場等の研究機関の研究情報をITシステム上で効率的に活用するための試みとして、出版物の形で提供されている「北海道農業生産技術体系」のXML電子文書化を行った。

キーワード：営農支援システム, クラウドサービス, 要求工学

1. はじめに

近年、農作業管理の高度化や営農ノウハウの蓄積を目的としたIT技術活用のニーズが高まっており、営農業務を支援する様々なITシステム・サービス(以下、営農支援システム)の製品開発と普及が進んでいる。

営農支援システムが具体的に備える機能は製品により様々であるが、農作業の計画や実施記録の管理、GIS(地理情報システム)による地図上での圃場の管理などを中心としたものが多い。また、最近では、スマートフォン等の通信端末経由で利用するクラウド型のサービスが主流となりつつあり、大手IT事業者においても個人農家や小規模農業法人向けにクラウド型サービスを低価格で提供する動きが見られる。

しかし、大手IT事業者による提供が中心である現在のシステム・サービスに対しては、必ずしも個人農家や小規模農業法人の業務環境に最適化されておらず使いづらいとの意見もあり、道内の農業法人では自社用システムの開発を自ら取り組んでいる事例¹⁾などが注目を集めている。

一方、道内のIT業界においては、今後新規の市場開拓が期待できる領域の一つとして、農業関連分野ビジネスへの注目が集まっている²⁾。これらの事業者による北海道型農業に

特化した新たな個人向け営農支援システム・サービス開発の推進は、本道の基幹産業である農業の高度化と、道内IT産業の振興の両方に寄与するものとして期待される。

そこで本研究では、道内IT事業者による北海道型農業向けの営農支援システム・サービスの製品開発を支援し、北海道農業におけるIT技術活用を推進することを目的とした基盤的技術開発に取り組んだ。

2. 全体コンセプト

前記の目的を実現するための具体的方策として、著者らは図1に示す全体コンセプトを作成した。本コンセプトは、民間IT事業者が行う営農支援システム開発の支援、および農業試験場の研究成果・知見の効率的活用の二つの項目から構成される。

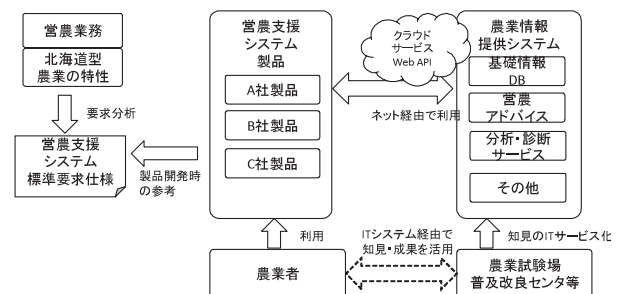


図1 営農支援システム研究の全体コンセプト

事業名：経常研究
 課題名：クラウドを活用する北海道型営農支援システムの共通基盤に関する研究

2.1 営農支援システム開発の支援

実際に農業者が導入する営農支援システム・サービス製品を開発、販売する主体は民間のIT事業者であり、様々な事業者の製品による市場競争を通じてイノベーションが進むことが望まれる。

しかし、新規参入が想定される道内IT事業者の多くは、農業や営農業務に関する専門的な業務知識を保有しておらず、また顧客となる農業者へのインタビュー等によつて的確なシステム要求抽出を行うことも容易な作業ではない。そのため、新規参入には高い障壁がある。

そこで本研究では、農業IT分野に新規参入する道内IT事業者の負担軽減を目的として、営農管理業務および営農支援システムに関する基礎的な分析を行い、システム設計・開発の上流工程において参照可能な標準的要求仕様などを含んだガイド文書を作成した。詳細については3章で説明する。

2.2 農業試験場等の研究成果・知見の効率的活用

道総研農業研究本部の傘下には9つの農業試験場があり、本道の農業に必要な様々な試験研究業務を担っている。その研究成果や知見は、直接もしくは農業普及改良センターや地域団体等を通じて間接的に道内の農業者に提供され、営農に活用されている。

これらの研究情報は、現状ではその多くが文書や出版物の形で提供されている。しかし、IT化された営農支援システム等との効率的連携を図るには、農業試験場などの支援機関からの情報発信の方式についてもIT化を前提とした改善が必要である。

そこで著者らは、営農に活用できる様々な知見や研究情報をネットワークサービスとして提供し、外部の様々な営農支援システムと連携した活用を実現する「農業情報提供システム」構想を提案している。

本研究では、構想実現に向けた最初の取組として、研究情報自体の電子データ化が最も重要と考え、農業試験場が発行する基礎的農業データの一部を対象として試験的な電子化を行った。詳細については4章で説明する。

3. 営農支援システムの要求分析と標準要求仕様の作成

2章で述べた全体コンセプトに従い、農業IT分野への新規参入を検討している道内IT事業者を支援するための資料として、「北海道型農業のためのITシステム設計ガイド」(図2)を作成した。

本ガイドは、営農管理業務の分析に基づき、一般的な営農管理システムが備えるべき標準的な要求仕様や、そこで取り扱うデータの構造などといった、システム開発の上流工程で必要となる情報を、概念レベルでモデリングしたものである。

また、北海道型農業に特化したシステム開発を促進するた

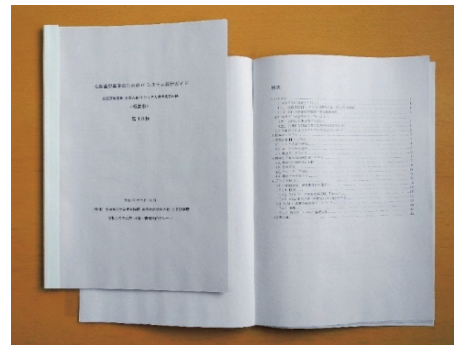


図2 「北海道型農業のためのITシステム設計ガイド」

め、本ガイドには一般的な要求仕様に加えて、機械化作業体系計画の管理機能(3.3節)など北海道型農業特有の課題に関連した要求仕様を含めた。

3.1 営農業務の分析と一般的なシステム要求のモデル化

標準要求仕様の基本部分として、一般的に営農支援システムが備えるべき機能に関する要求分析とモデル化を行った。分析作業にあたっては、道内の先進的農業法人、農業試験場等へのインタビュー、農業IT分野の先行研究事例や各種国際標準などを情報源とした。

また、営農支援システムの開発は既に様々な企業、機関によって進められているため、不必要な独自性を出すことは避け、既存製品との整合性や相互運用性を重視した。特に、(独)農業・食品産業技術総合研究機構で開発されている作業計画・管理支援システムPMS³⁾は、システム実装や関連ドキュメントが無償公開されており、国内の農業IT研究分野ではこれを基盤とするデータ形式等の標準化の動きもあることから、基本的な仕様についてはPMSに準拠することを基本方針とした。

要求仕様文書の記述には、理解の容易さと記述内容の厳密さのバランスを考慮し、UML (Unified Modeling Language)、SysML (System Modeling Language) 等の図形表現モデリング言語を使用した。これらのモデルはすべてコンピュータ設計支援ツールであるEnterprise Architect Version 12 (スパークスシステム社) 上で作成しており、将来的にはモデルデータを直接IT事業者に提供することも検討している。モデルの内容は、おおむね以下のような構成とした。

- ユーザがシステムを利用する際のシナリオ (SysML ユースケース図)
- システムが提供するべき機能群とそれらの相互関係 (SysML 要求図)
- システムが取り扱う物、概念、データと、それらの相互関係 (実体・関連モデル) (図3)

なお、これらのモデルはあくまで概念レベルでの抽象的な記述内容であり、実際のシステム開発の際に必要な詳細な要求仕様書や設計書に相当する内容は原則として含んでいない点に留意が必要である。

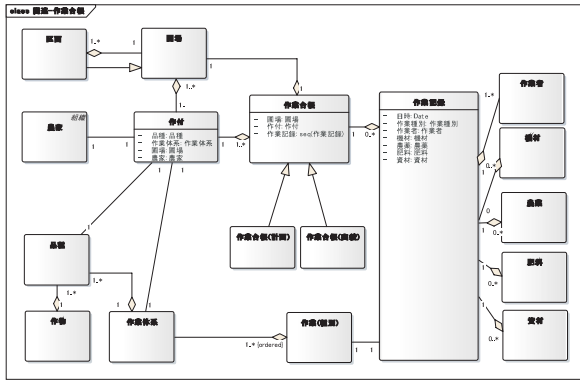


図3 営農支援システムに関する実体・関連モデル (一部)

3.2 GAP要求事項への対応

近年、農業生産の現場においては、GAP (Good Agricultural Practice) と呼ばれる規範に基づく生産工程管理が求められるようになり、個人農業者から地区農協まで様々なレベルでの取り組みが進められている。

GAPに基づく農業生産では、作業の様々な項目について文書化や記録管理が要求されており、営農支援システムによる管理業務の効率化が期待されている。著者らが行った道内先進的農業者に対するインタビュー調査でも、営農支援システム導入の主要な動機の一つとしてGAP対応が挙げられており、GAPに対応できる作業記録管理機能は今後の営農支援システムではほぼ必須の要件といえる。

そこで、GAP要求事項に対応した営農支援システム仕様を得るために、国内の代表的GAPであるJGAP⁴⁾規格文書を対象として分析を行った。その結果、JGAP規格要求事項の中から、記録・管理作業に関係する項目を合計39件抽出した(表1)。また、抽出されたJGAP項目とシステム機能要求の間の対応関係の確認を行った。

表1 JGAP要求事項に含まれる記録・管理に関連する項目

| 章 | 章見出し | 要求項目数 |
|------|---------------|-------|
| 1 | 農場運営 | 6 |
| 2 | 記録と管理 | 3 |
| 3 | 販売管理とトレーサビリティ | 6 |
| 4 | 土・水・種苗の管理 | 3 |
| 5 | 肥料等の管理 | 3 |
| 6 | 農薬の管理 | 10 |
| 7 | 収穫・輸送に関わる衛生管理 | 3 |
| 8 | 農産物取扱 | 3 |
| 9-14 | — | 0 |
| 15 | 作業者の安全 | 2 |

3.3 北海道型農業への対応と機械化作業体系計画

一口に北海道型農業と言っても、その形態は地域や作物によって様々である。本研究では、特に道外他地域との差異が大きいと思われる大規模畑作分野を主な検討対象とし、北海道型農業に特有な課題として以下のような事項に着目した。

- 他地域に比べて、営農規模が非常に大きい。
- 機械作業が中心であり、高価な大馬力トラクタや作業機械を多用する。そのため、機械利用の効率化、すなわち一定の作業をより少ない機械で効率的に実施することが求められる。
- 輪作が必須であり多数の圃場で複数作物を並行して栽培しなければならないため、作業時期、機械、要員等の競合を考慮した複雑なスケジュール調整と、機械利用の効率化を両立しなければならない。

これらの課題に対応するために、北海道における営農指導では「機械化作業体系計画」^{5,6)}の概念に基づく営農計画管理手法の指導が、昭和40年代から今日まで行われている。

機械化作業体系計画では、各作物の年間作業スケジュールと、各作業に対応するトラクタ、作業機、および要員の割当てを、一枚の計画図としてまとめて記載する(図4)。また、計画図を作成するための基礎情報として、各作業の作業効率(単位時間あたりの作業面積)データが必要であり、計算の際には農業試験場等から提供される標準値もしくは農業者自身の過去の実績値が用いられる。

機械化作業体系計画図を作成することにより、

- 並行して行われる複数作物間の作業に、機械や要員の競合がないこと
- 利用可能な機械、要員の範囲内で、予定した耕作が実施可能であること

の二点を確認することができる。前者は、日々の農作業のための具体的な作業スケジュールを作成する作業そのものである。一方、後者は、圃場面積の拡大や新規農業機械の導入などといった長期的な営農計画を検討する際に、与えられた条件下での営農可能性の判定や、経営効率の分析を行うための手法として非常に重要である。

著者らは、道内の農業関係者らとの議論の結果、大規模畑作を中心とする北海道型農業における課題解決のための知見・ノウハウは、機械化作業体系計画に基づく営農管理として体系化されており、道内農業者向けの営農支援システムにはこれらの概念に基づいた作業計画管理機能が必要であると判断した。

そこで、機械化作業体系計画に関連するシステム機能要求として、

- 作業実績記録データに基づく圃場別作業効率データの算出
- 機械化作業体系計画図の作表
- 機械や作業要員の競合を考慮した自動スケジューリング
- 圃場や機械を増減した場合のシミュレーション機能

などの項目を、標準要求仕様の一部として導入した。

| 項目 | | 月日(日単位で設定) | | | |
|-------------|-------------------|---------------------------|------------|----|-----|
| | | 5月 | 6月 | ~ | 10月 |
| 栽培区分 | 例 秋まき小麦 (20 ha) | | 追肥 | | |
| | 馬齢しよ (20 ha) | | | | ~ |
| | 牧草 (5 ha) | | | 収穫 | |
| | 飼料用とうもろこし (15 ha) | | | | |
| 基幹機械 | 1号トラクタ (PS) | 作業機名 | ブロードキャスタ | | |
| | | 実作業日数 | 7 | | |
| | | 1日作業時間 | 5.2 | | |
| | | 労働 基幹 人員 補助 | 1 | | |
| | 2号トラクタ (PS) | 作業機名 | | | |
| | | 実作業日数 | | | |
| | | 1日作業時間 | | | |
| | | 労働 基幹 人員 補助 | | | |
| | 自走式機械 | 作業機名 | フォレージハーベスタ | | |
| | | 実作業日数 | 20 | | |
| 1日作業時間 | | 5.2 | | | |
| 労働 基幹 人員 補助 | | 1 3 | | | |
| 補助臨時機械 | 作業名・機械名 (台数) | 小型動力機械 (スノーモービル、たまねぎ移植機等) | | | |
| 手作業 | 一日能率×日数×人数 | トラック・運搬車両など | | | |
| | 作業名 使用機器名 | 機械を用いない人力作業 (種草取りなど) | | | |
| | 1日作業時間 補助(作業者数) | | | | |

図4 機械化作業体系計画図の例

(1) 秋まき小麦
ア 普通畑
ア) 作業体系と生産資材 (ha当たり)

| 作業名 | 作業時期 | 栽培技術の内容 | 作業技術 | | | | | | | 所要資材 |
|-------|--------------------|---------------------------------------|-------------|----------|------|---------|------|-------|-----------|----------|
| | | | 作業機名 | 規格 | 作業人員 | 時間 | | 積算参考 | | |
| | | | | | | 機械 | 人力 | 作業幅 m | 作業速度 km/h | |
| 堆肥散布 | 8/下~9/中 | | マニファブ レッダ | 横軸ビーク | 1 | 0.7 | 0.7 | 3 | 6.0 | 堆肥 |
| | | | フロントローダ | 1 | 0.2 | 0.2 | | | | |
| 耕起 | 8/下~9/中 | 耕深20~25cm | リバーシブルプラウ | 18インチ×3連 | 1 | 1.5 | 1.5 | 1.4 | 6.0 | |
| 砕土・整地 | 9/上~9/下 | 1回掛け 砕土率70%以上 [土壌条件により機種、作業回数を適宜選択する] | ディスクロー | 20インチ×28 | 1 | 0.9 | 0.9 | 2.7 | 6.0 | |
| | | | パワーロー | 2.6m | 1 | 3.2 | 3.2 | 2.6 | 3.0 | |
| 施肥・播種 | 9/中~9/下 | ドリル密条播き(畦幅12~18cm) | グランドリル・20条 | 2.5m | 2 | 1.2 | 2.4 | 2.5 | 6.0 | 種子(消毒済み) |
| | | | トラクタ(クレーン付) | 4t | 1 | 0.1 | 0.1 | | | 肥料 |
| 除草剤散布 | 9/上~10/上 (5/上~5/中) | 播種後~麦2葉期 (または幼穂形成期) | スプレー(直装式) | 1,300% | 1 | 0.24 | 0.24 | 18 | 4.3 | 除草剤 |
| | | | トラクタ(クレーン付) | 4t | 1 | 0.1 | 0.1 | | | |
| 雪腐病防除 | 11/中~11/下 | 雪腐病防除剤散布 | スプレー(直装式) | 1,300% | 1 | 0.2 | 0.2 | 18 | 4.3 | 殺菌剤 |
| | | | トラクタ(クレーン付) | 4t | 1 | 0.1 | 0.1 | | | |
| 融雪促進 | 3/中~3/下 | 融雪材散布 | 融雪材散布機 | 自走加圧式 | 2 | 0.4 | 0.8 | 5 | 8.5 | 融雪材 |
| | | | トラクタ(クレーン付) | 1 | 0.1 | 0.1 | | | | |
| 分施肥2回 | 4/中~5/下 | 窒素分施肥(起生期~止葉期) | ブロードキャスタ | 1500% | 1 | 0.4 | 0.4 | 18 | 5 | 肥料 |
| | | | トラクタ(クレーン付) | 4t | 1 | 0.2 | 0.2 | | | |
| 病害虫防除 | 6/中~7/上 | 赤かび病 (うどんこ病、赤さび病) 3回 アブラムシ類など | スプレー(直装式) | 1,300% | 1 | 0.6 | 0.6 | 18 | 4.3 | 殺菌剤 |
| | | | トラクタ(クレーン付) | 4t | 1 | 0.3 | 0.3 | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 収穫 | 7/下~8/中 | コンバイン収穫 | 普通型コンバイン | 4.5m | 1 | 0.6 | 0.6 | 4.5 | 6 | |
| 運搬 | 7/下~8/中 | 収穫圃場から乾燥施設へ搬入 | トラクタ(クレーン付) | 4t | 2 | 1.0 | 1.0 | | | |
| 乾燥・調製 | 7/下~8/中 | 共同乾燥調製施設 (水分30%→12.5%) | | | | | | | | |
| 残さ処理 | 7/下~8/中 | 麦稈細断・鋤込み | ストロークハブ | 2.8m | 1 | 0.9 | 0.9 | 2.8 | 5.5 | |
| | | | ローリーロー | 2.6m | 1 | 1.6 | 1.6 | 2.6 | 3 | |
| 合計 | | | | | | 14.5 | 16.1 | | | |
| | | | | | | 内、外部委託分 | 0.6 | 0.6 | | |

注1. 品種は主として「きたほなみ」を対象とする。

図5 北海道農業生産技術体系の例

4. 農業関連データの電子化の試み

2章で述べた「農業情報提供システム」構想を実現するためには様々な取組が必要となるが、最も重要な事項は、展開すべき研究成果やノウハウの情報が、ITシステムで取り扱える形、すなわち機械可読な電子データとして蓄積される仕組みを整備することである。

そこで本研究では、農業試験場や行政機関が提供する各種農業情報を電子化するための試みとして、本研究では「北海道農業生産技術体系」⁷⁾を対象とした電子データ化を行った。

北海道農業生産技術体系は、道内で栽培される作物ごとに、標準的な作業工程、および作業に必要な機械、資材、人員、工数の情報を整理したものである(図5)。これらの情報は、機械化作業体系計画を作成する際の工程や作業効率データとしても用いられ、営農計画作成における最も基礎的な情報の一つとして位置付けられる。

現在、北海道農業生産技術体系は紙媒体の出版物として提供されており、電子媒体による提供は行われていない。出版物の元となる原稿データはMicrosoft Excelを用いて作成されており、一応の電子化はなされているものの、表の中に不

規則な構造を含んでいること、表記内容の意味解釈が厳密に定義されておらず曖昧さを含んでいることなどから、このままの形では機械可読の要件を満たしておらず、汎用の電子データとしての利用には不適切である。

そこで、これらのデータを、インターネット上の情報交換の標準として広く用いられており、かつ厳密な文書構造を定義できる XML (EXtensible Markup Language) 形式の電子文書への変換を検討した。

元データの意味的な構造を分析した結果から、文書構造定義 (XML Schema) を設計し (図 6)、定義された構造に従って元データの Microsoft Excel データから XML 文書の変換を行った (図 7)。

変換作業の大半は、変換プログラムにより自動化することができたが、元データに含まれる不規則な記述を正規化する作業は、当該部分の意味解釈を人間が行わなければならないため、完全な自動化は実現できなかった。問題の根本的な原因は元データに曖昧さが残っていることであり、改善のためには原稿作成時から厳密な表記ルールを設定して作業を行うなどの方策を取る必要がある。

このように XML 文書化された作業体系データは、様々な情報システム上で柔軟に活用することが可能となる。将来の利用シナリオとしては、農業試験場や普及改良センター等から配布される最新の作業体系データを、営農支援システムがネットワーク経由で自動的に取得し作業計画作成などに反映させる、といった活用を想定している。また、今回対象とした北海道農業生産技術体系以外の各種農業関連データに関しても、農業試験場等との連携により電子化を進めていきたいと考えている。

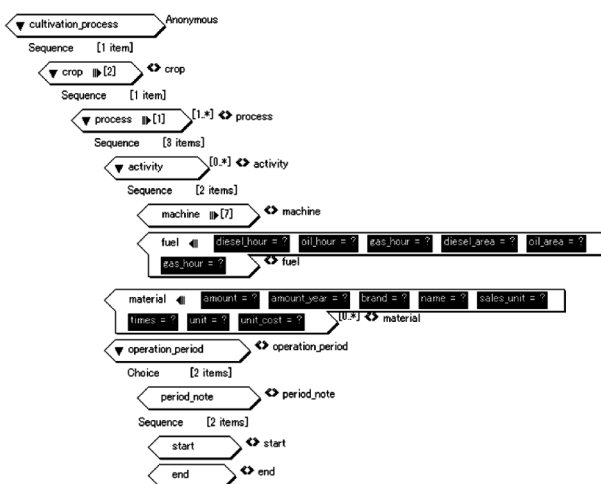


図 6 北海道農業生産技術体系の文書構造定義 (XML Schema)

```
<?xml version="1.0"?>
<cultivation_system xmlns="http://www.iri.hro.or.jp/AGR/"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.iri.hro.or.jp/AGR/asr_process_std.xsd">
  <crop kind="秋まき小麦" type="普通畑">
    <process name="堆肥散布">
      <operation_period>
        <start> 8E </start> <end> 9M </end>
      </operation_period>
      <activity>
        <machine name="マニツジ" spec="横軸"
          manpower="1" mtime="0.7" ptime="0.7" width="3" speed="8.0" />
        <material name="堆肥" brand="" times="1" amount="10" amount_per_year="10"
          sales_unit="t" unit_cost="2500" />
        <fuel diesel="8.5" oil="" gas="" />
      </activity>
      <activity>
        <machine name="刈り取り" spec=""
          manpower="1" mtime="0.2" ptime="0.2" />
        <fuel_per_unit diesel="4.57" />
      </activity>
    </process>
  </crop>
</cultivation_system>
```

図 7 XML化された北海道農業生産技術体系の例

5. まとめ

北海道型営農支援システム開発の共通基盤として、本道の地域特性を考慮した標準システム要求仕様の作成、オンライン連携を想定した農業試験場の研究データの電子化の検討を行った。

これらの成果については、「ガイド」冊子配布の形で道内 IT 事業者等への展開を開始している。しかし、現在の版の内容はまだ十分ではない点があること、また技術動向の変化に追従する必要があることから、今後も継続的に改訂を行いつつ内容の充実を図る予定である。

また、機械化作業体系計画に関する部分については、IT 技術による省力化が道内の営農指導関係者から強く求められているが、現在製品化されている営農支援システムにはこれらの作業全体をサポートするものが存在していない。そこで、今回実施した要求分析に基づく機械化作業体系計画支援システムの試作開発を著者ら自身で行い、道内 IT 事業者への技術移転を進める予定である。

引用文献

- 1) 興農社作業管理システム KSS LT, <http://kounousha.com/hp/ksslt/lt.html>, (2012)
- 2) 北海道 IT レポート 2014, 一般社団法人北海道 IT 推進協会, pp 7-8, (2014)
- 3) 吉田智一・高橋英博・寺元郁博: 圃場地図ベース作業計画管理ソフトの開発, 農業情報研究, 18巻 1号, pp41-51, (2009)
- 4) 日本 GAP 協会編: JGAP 農場用 管理点と適合記録 青果物 2010, 日本 GAP 協会, pp10-38, (2010)
- 5) 北海道農政部: 農業機械導入計画策定の手引き, (2014)
- 6) 渡辺隆: 農業機械化計画立案に関する考察, 北海道立農業試験場研究報告, 第14号, pp 4-77, (1966)
- 7) 北海道農政部編: 北海道農業生産技術体系 第 4 版, 公益社団法人北海道農業改良普及協会, (2013)