

4.3 The capability model

BUSINESS CAPABILITIES ARE THE EXPRESSION OR THE ARTICULATION OF THE CAPACITY, MATERIALS, AND EXPERTISE AN ORGANIZATION NEEDS TO PERFORM CORE FUNCTIONS.

The Manufacturer's Guide to Business Capabilities, LeanIX

Figures 8-12 below present a business capability model for performing core functions in data-driven agrifood systems (which includes smart farming). The capability model includes agricultural business capabilities but does not attempt to be a comprehensive catalogue thereof. Rather, it is more focused on capabilities pertaining to the creation, management and exchange of data.

Perhaps the most important set of capabilities in the model is the one pertaining to *reference data*. Documenting a sequence of field operations involved in producing some agricultural commodity (e.g., a crop) typically involves referencing a set of *resources* (farms, fields, machines, people) that were allocated to the operation and are specific to the producer in question. Documenting the operation also involves referencing a set of other resources that are best identified in terms that are **not** specific to the grower (e.g., products, crops, etc.) The data that describe the former are usually called master (or setup) data; the latter are called reference data.

When a document, for example, a work order describing an operation that must be performed in the field (e.g., spraying), is exchanged between two actors, such as a producer

and a custom applicator, a perfect frictionless scenario would involve all the data being machine-readable and machine-actionable, such that:

- The data contained in the work order can be accurately and automatically converted to a format that can be sent to a machine or implement that will be performing the field operation.
- The products, crops and operations involved can be automatically recognized by the receiving party's system, in order to populate regulatory (e.g., product use) reports, for example.

These things are only possible if the identifiers used in all these documents are common and can be recognized. That means that the reference data that underlies those identifiers can be standardized and shared across the different participating systems. Unfortunately, there is a lack of standards related to reference data in agriculture, to the extent that we do not even have a standardized set of codes or identifiers to denote crops.

Figure 8 below shows capabilities pertaining to reference data.

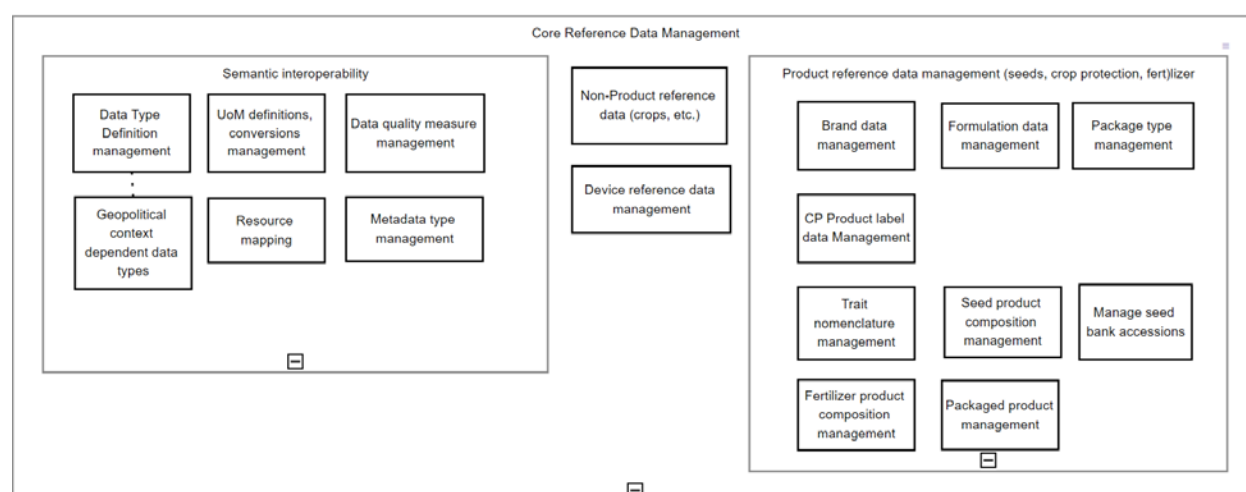


Figure 8: Reference data - specific business capabilities to enable smart farming.

The group of capabilities labelled *Semantic interoperability* in Figure 8 is also critically important for reducing friction and enabling interoperability. It pertains to representing and standardizing the *meaning* of data. For example, using the same, machine-readable codes for representing data types (i.e., variables) such as temperature, crop yield, protein content and net income. Another related problem pertains to representing data types that are geopolitical context dependent (e.g., a product registration number that only has meaning in a specific country). Yet another important problem has to do with representing units of measure ("UoMs"); this is often an afterthought in agricultural data systems, especially those created for a specific geography and specific commodities, where the units of measure are implicit and generally consistent.

Despite the industry’s best intentions and attempts at standardizing, inevitably different systems might refer to the same resource (e.g., a specific producer’s field or paddock, a specific machine, a specific product, etc.) using different identifiers. Interoperability can be enabled in these scenarios through *resource mapping* infrastructure, i.e., services that enable users to assert relationships among different identifiers. A typical scenario might be establishing the equivalence between the identifier used to denote a particular crop variety in a) the mobile implement control system on a planter and b) the producer’s farm management software, to enable the frictionless import of work records from the field.

Managing metadata and data quality are two very important capabilities required for attaining scale in data-driven agrifood systems. Fortunately, there are ISO standards for representing metadata elements (ranging from an identifier to represent the person performing a given field operation to the license under which a dataset is distributed), ISO 19115, and data quality measures (e.g., an estimate of the error with which the latitude/longitude data of a field boundary are collected), ISO 19157. Implementation standards are still needed for applying these concepts in agrifood systems and establishing the necessary semantic infrastructure for delivering the corresponding (meta)data type definitions and data quality measure definitions in machine-actionable ways.

Figure 9 below describes service infrastructure – related capabilities.

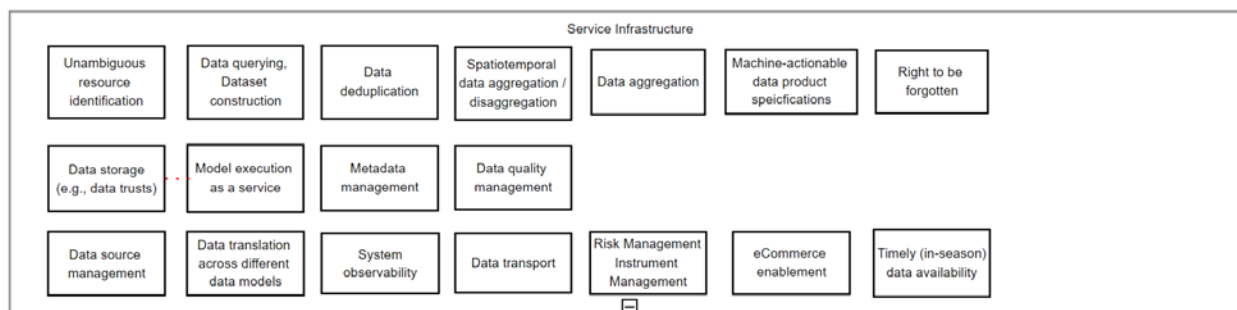


Figure 9: Service infrastructure - specific business capabilities to enable smart farming.

Some salient capabilities included in this set:

- **Unambiguous resource identification:** In the early days of precision agriculture, systems that were meant to be used by only one actor (e.g., the producer) did not need unique identifiers for resources; it was acceptable to identify a field or a product using, say, an integer number (e.g., “748”), because there was not a clear expectation that there might be data exchange with another system in which that same number might already be used to denote a different resource. It is now an industry standard best practice to use unique identifiers to denote resources, but more guidance is needed for when to use different identification options (e.g., universally unique IDs vs Universal Resource Identifiers).

- **Data deduplication:** A frequent problem in field operations agriculture is that data describing the same event (e.g., the application of a product to a field / paddock) might reach a system (e.g., the producer's farm management information system) through different paths such as a) direct data import from a machine using a USB drive, and b) importing data using the equipment manufacturer's cloud infrastructure, after a telematics system on the farm equipment uploads the data. This creates challenges for farm management information systems because activities on the farm may be recorded two (or more) times. Detecting these scenarios manually at any but the smallest scale is time-consuming and prone to error. Standardized approaches to automated de-duplication of data are needed.
- **Spatiotemporal data aggregation / disaggregation:** It is generally important in farm management to allocate geographical field operations data to the corresponding field / paddock where the operations happened. The reasons for this importance range from the need to calculate profits and losses at the field level as a mechanism to drive land allocation decisions (e.g., "This paddock is consistently not very productive—we will take it out of production and place it in a conservation program") to accurately managing active ingredient loads for regulatory compliance. When field operations are performed by machines, however, the data in an incoming dataset may require allocation over space and time. For example, it may represent more than one field (requiring allocating data over space, using field boundaries to decide what field / paddock a given piece of geographical information belongs to), and may only represent part of the field operation (the rest of which may be present in a different dataset happening later or earlier). Being able to spatially allocate incoming data to the corresponding field / paddock and grouping those data temporally into meaningful products (e.g., a yield dataset for a field that was collected over two days) is valuable, and a capability that the industry would benefit from standardizing.

Figure 10 below presents a set of core customer-facing capabilities, where "customer" refers to the user of a management information system at the farm or similar level. Note that capabilities that are not specific to agrifood systems (e.g., inventory management) are not shown.

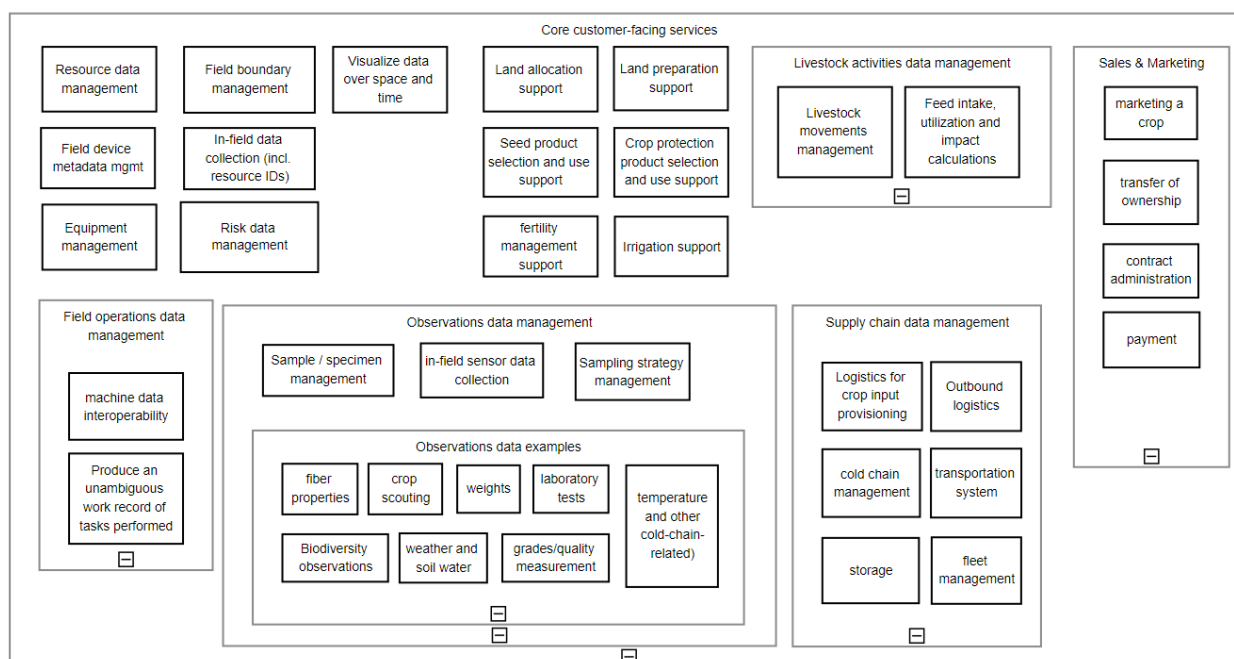


Figure 10: Core-customer-facing-services- specific business capabilities to enable smart farming.

Figure 11 below presents a set of support capabilities, meant to enable the customer-facing capabilities.

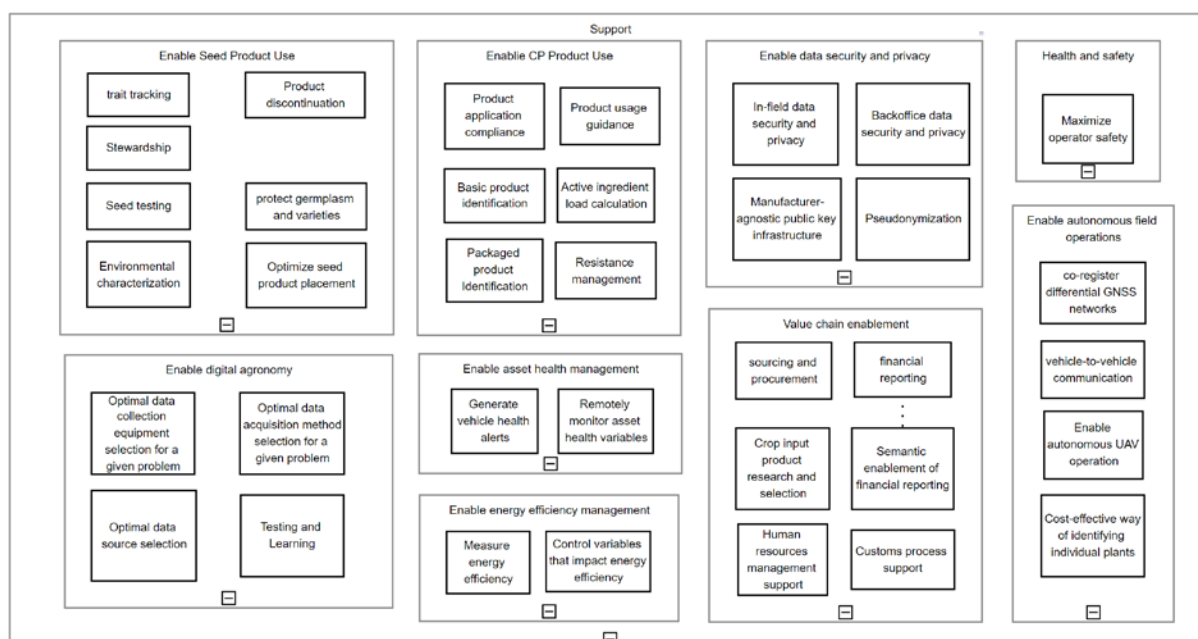


Figure 11: Support capabilities, meant to enable the customer-facing capabilities. Note that the "CP" acronym refers to crop protection; i.e., chemicals.

Some salient capabilities included in this set:

- **Enable autonomous field operations:** This is a "hot" topic in agriculture, very relevant as rural populations tend to decrease in many countries, regulatory pressure on traditional forms of crop protection tends to grow in many jurisdictions, and producers face labour shortages when harvesting and managing crops. Autonomous operation of equipment in the field involves a complex choreography of multiple interoperating systems (e.g., drones / UAVs, ground robots, smart machines and/or implements,

autonomous data collection platforms, static IoT devices, and so forth) and their corresponding data layers. This is currently not possible at scale. Several recommendations in this document (e.g., 3.4.1-3.4.9, 3.4.13, 3.4.16, 3.4.24, 3.4.27 and 3.4.29.) aim to lay a foundation for progress in this area.

- Enable energy efficiency management: Making principled use of resources is at the heart of the definition of smart farming used by the SAG-SF. Agricultural operations involve the expenditure of great amounts of energy, whether in the form of diesel fuel or electricity from a utility grid or on-farm microgrid. Enabling data capture and resource management at scale on this front requires standardization.

4.3 能力モデル

*ビジネス能力とは、ある組織がコア機能を実行するのに必要となる能力、
材料、および専門知識をさす表現または言い回しである。
メーカー向けビジネス能力ガイド、LeanIX*

以下の図 8-12 は、データ駆動型のアグリフードシステム（スマート農業を含む）で中核機能を実行するためのビジネス能力モデルを示している。能力モデルには農業ビジネス能力が含まれるが、その包括的なカタログにしようとするものではない。むしろ、データの作成、管理、交換に関連する能力に重点が置かれている。

おそらく、モデルで最も重要な能力のセットは、参照データに関連する能力である。いくつかの農産物（例えば作物）の生産に関与する一連の現場作業を文書化するには、通常、作業に割り当てられ、問題の生産者に固有の一連の資源（農場、畑、機械、人）を参照する必要がある。作業を文書化するには、生産者に固有ではない用語で最も識別される他の資源のセットを参照することも必要である（例えば、製品、作物など。）前者を記述するデータは通常、マスター（またはセットアップデータと呼ばれる。後者は参照データと呼ばれる。例えば、現場で実行しなければならない操作（例えば、散布）を記述した作業指示書が、プロデューサーとカスタムアプリケーションなどの 2 つのアクター間で交換される場合、完全な摩擦のないシナリオでは、次のような機械可読かつ機械操作可能なすべてのデータが含まれる。

- 作業指示書に含まれるデータは、正確かつ自動的に、現場操作を実行する機械または実装に送信できる形式に変換できる。

- 関連する製品、作物、および操作は、受信側のシステムによって自動的に認識され、たとえば規制(例えば製品の用途)レポートに入力することができる。

これらのことは、これらすべてのドキュメントで使用されている識別子が共通であり、認識できる場合にのみ可能である。つまり、これらの識別子の基礎となる参照データを標準化し、異なる参加システム間で共有することができる。残念なことに、農業では参照データに関連する標準が不足しており、作物を示すための標準化されたコードや識別子のセットさえない。

以下の図 8 は、参照データに関連する能力を示している。

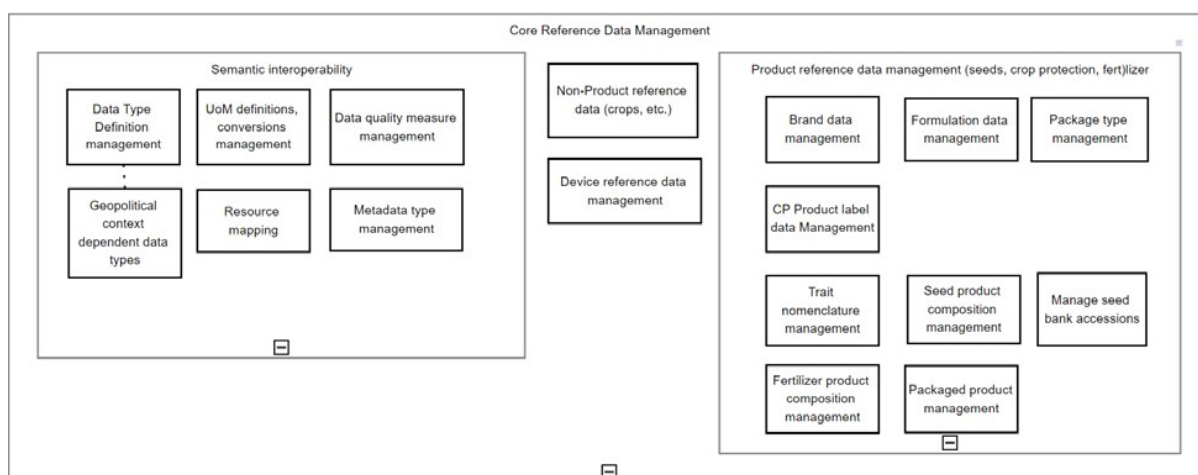


図 8：スマート農業を可能にする参照データ固有のビジネス能力。

図 8 のセマンティック相互運用性とラベル付けされた機能グループは、摩擦を減らし、相互運用性を可能にするためにも非常に重要である。それは、データの意味を表現し、標準化することに関係する。例えば、温度、収穫量、タンパク質含有量、純収入などのデータ型（すなわち変数）を表現するために、同じ機械可読コードを使用する。もう 1 つの関連する問題は、地政学的な文脈に依存するデータ型の表現に関連する（例えば、特定の国でしか意味を持たない製品登録番号）。さらにもう 1 つの重要な問題は、測定単位（「UoM」）の表現に関連する；これはしばしば、農業データシステム、特に特定の地理や特定の商品のために作成されたものでは、測定単位が暗黙的で一般的に一貫しているため、後付けである。

業界の最善の意図と標準化の試みにもかかわらず、必然的に異なるシステムが異なる識別子を使用して同じリソース（例えば、特定の生産者の畑やパドック、特定の機械、特定の製品などである。）を参照する可能性がある。これらのシナリオでは、リソースマッピングインフラストラクチャ、すなわち、異なる識別子間の関係をユーザーがアサートできるようにするサービスを通じて、相互運用性を有効にすることができる。典型的なシナリオは、a) プランター上のモバイル実装制御システムと b) 生産者の農場管理ソフトウェアにおいて、特

定の作物品種を示すために使用される識別子の間の等価性を確立し、現場からの作業記録の摩擦のないインポートを可能にすることであろう。

メタデータとデータ品質の管理は、データ駆動型農業食品システムにおいて規模を達成するために必要な 2 つの非常に重要な機能である。幸いなことに、メタデータ要素を表すための ISO 規格（例えば、フィールド境界の緯度・経度データを収集する際の誤差の推定）、ISO 19115、およびデータ品質測定、ISO 19157 がある。これらの概念をアグリフードシステムに適用し、対応する（メタ）データ型定義とデータ品質測定定義を機械で実行可能な方法で提供するために必要なセマンティック基盤を確立するための実装標準がまだ必要である。以下の図 9 は、サービスインフラに関連する能力を示している。

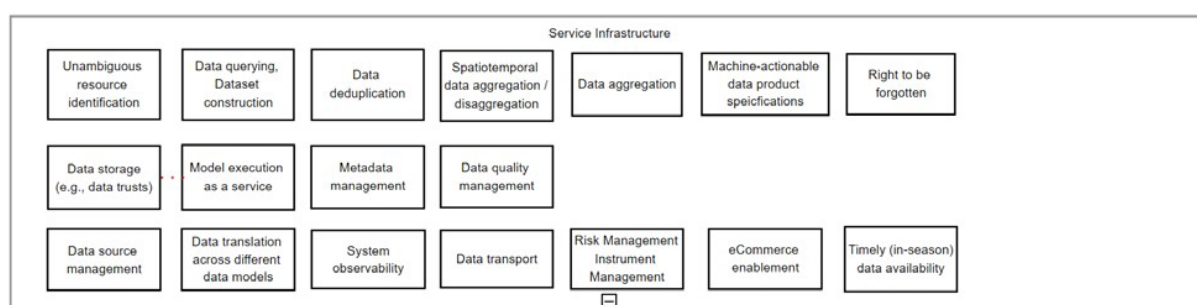


図 9：スマート農業を可能にするサービスインフラ固有のビジネス能力。

このセットに含まれるいくつかの顕著な機能:

- 明確なリソースの識別：精密農業の初期には、1 つのアクター（例えば、生産者）だけで使用されることを意図したシステムは、リソースの一意の識別子を必要としなかった。フィールドや製品を識別するには、たとえば整数（例: 「748」）を使用することが許容された。これは、同じ番号がすでに別のリソースを示すために使用されている可能性がある別のシステムとのデータ交換があるかもしれないという明確な期待がなかったためである。現在では、リソースを示すために一意の識別子を使用することが業界標準のベストプラクティスとなっているが、異なる識別オプションを使用するタイミングについては、より多くのガイダンスが必要である（例:ユニバーサルユニーク ID vs ユニバーサルリソース識別子）。
- データ重複除去:フィールドオペレーション農業で頻繁に発生する問題は、同じイベント（例えば、フィールド/パドックへの製品の適用）を記述するデータが、農機具のテレマティクスシステムによってデータがアップロードされた後、a) USB ドライブを使用してマシンから直接データをインポートする、b) 機器メーカーのクラウドインフラストラクチャを使用してデータをインポートする、などの異なるパスを介してシステム（例えば、生産者の農場管理情報システム）に到達する可能性があることである。これは、農場での活動が 2 回（またはそれ以上）記録される可能性があるため、農場管理情報システムにとって課題となる。これらのシナリオを最小規

模以外で手動で検出すると、時間がかかり、エラーが発生しやすくなる。データの重複除外を自動化するための標準化されたアプローチが必要である。

- 時空間データの集約/集約解除: ファーム管理では一般に、地理的なフィールド運用データを、運用が発生した対応するフィールド/パドックに割り当てることが重要である。この重要性の理由は、土地配分の決定を推進するメカニズムとしてフィールドレベルで損益を計算する必要性（例えば、「このパドックは一貫してあまり生産的ではない。生産を中止して保全プログラムに入れる」など。）から、規制遵守のために有効成分の負荷を正確に管理することまで多岐にわたる。ただし、フィールド操作が機械によって実行される場合、受信データセットのデータは、空間と時間にわたって割り当てが必要になることがある。たとえば、複数のフィールド（フィールド境界を使用して、特定の地理情報がどのフィールド/パドックに属するかを決定する、スペース上のデータの割り当てを必要とする）を表す場合があり、フィールド操作の一部のみを表す場合がある（残りの部分は、後でまたは以前に発生する別のデータセットに存在する場合がある）。受信データを対応するフィールド/パドックに空間的に割り当てることができ、それらのデータを時間的に意味のあるデータにグループ化することができる。
- 製品（例えば、2 日間にわたって収集されたフィールドの収量データセット）は価値があり、業界が標準化から恩恵を受ける機能である。

以下の図 10 は、コア顧客対応能力のセットを示している（ここで、「顧客」とは、農場または同様のレベルでの管理情報システムのユーザーを指す）。なお、アグリフードシステムに固有でない能力（在庫管理など）は表示されていないことに留意すること。

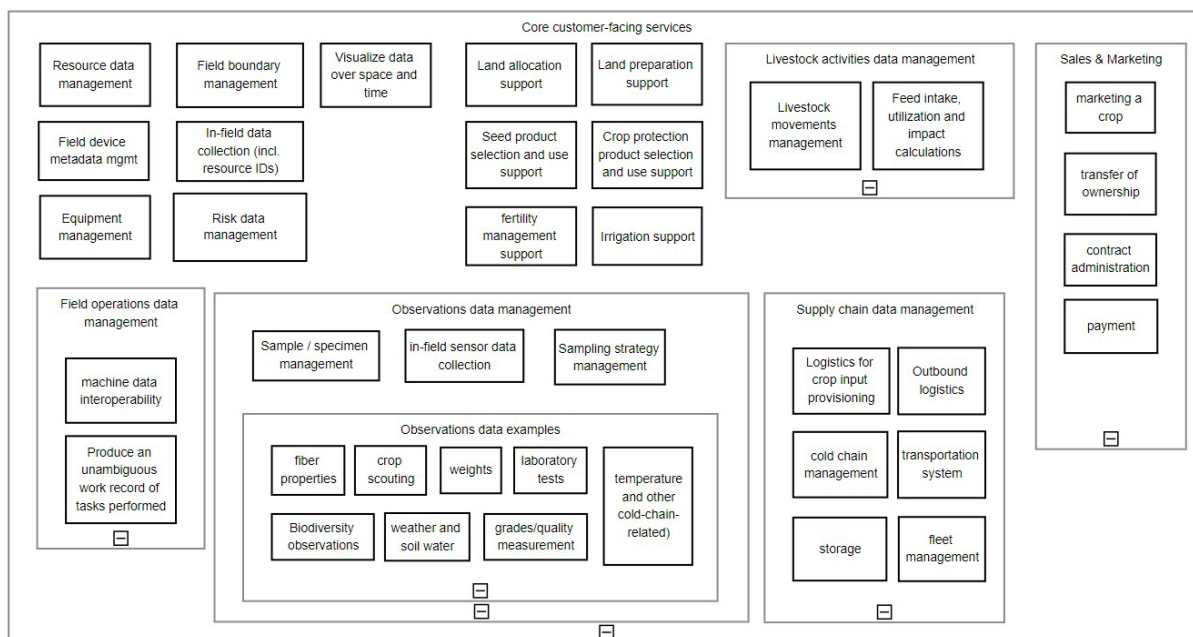


図 10：スマート農業を可能にするコア顧客向けサービス固有のビジネス能力。

以下の図 11 は、顧客対応機能を実現するための一連のサポート機能を示している。

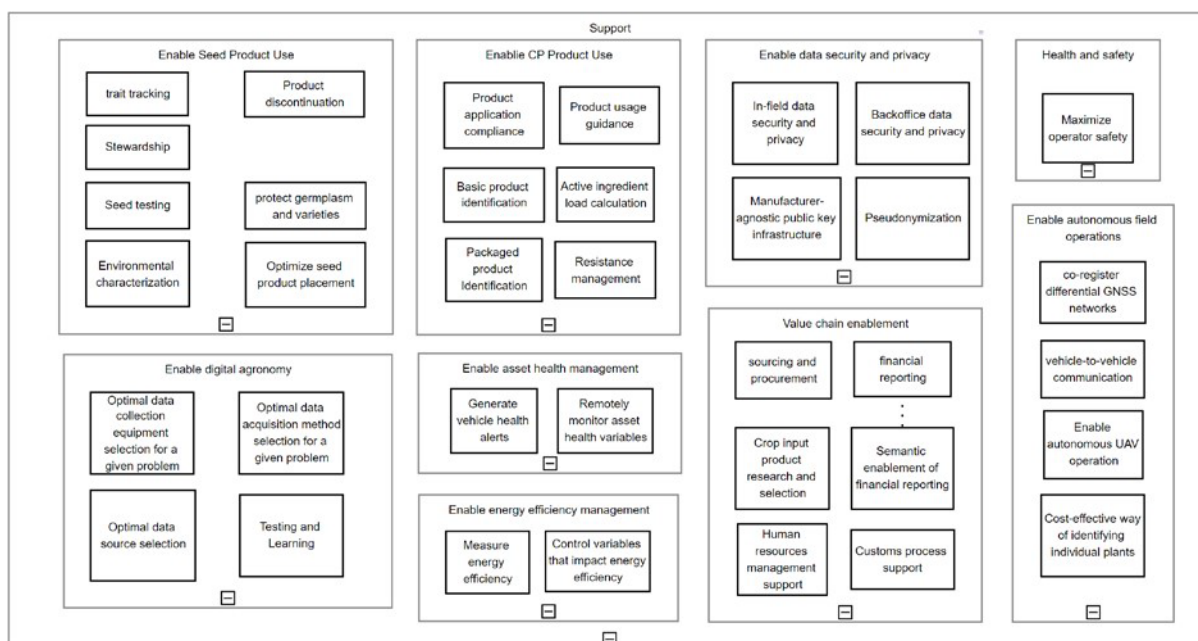


図 11：顧客対応機能を実現するためのサポート機能。「CP」の頭字語は作物保護を意味することに注意;すなわち、化学物質。

このセットに含まれるいくつかの顕著な機能:

- 自律的な圃場作業を可能にする：これは農業における「ホットな」トピックであり、多くの国で農村人口が減少する傾向があり、伝統的な形式の作物保護に対する規制圧力が多くの管轄区域で高まる傾向があり、生産者は作物の収穫と管理の際に労働力不足に直面するため、非常に関連性が高い。圃場における機器の自律的な操作には、複数の相互運用システム（例：ドローン/UAV、地上ロボット、スマートマシンおよび/または機器、自律型データ収集プラットフォーム、静的 IoT デバイスなど）とそれに対応するデータ層の複雑な振り付けが含まれる。これは現在、大規模では不可能である。この文書のいくつかの勧告（例:3.4.1-3.4.9、3.4.13、3.4.16、3.4.24、3.4.27、3.4.29。）は、この分野における進展の基礎を築くことを目的としている。
- エネルギー効率管理を可能にする:資源を原則的に利用することは、SAG-SF が使用するスマート農業の定義の中心である。農業運営には、ディーゼル燃料の形であれ、電力網や農場内のマイクログリッドからの電力の形であれ、大量のエネルギーの支出が伴う。この分野で大規模なデータキャプチャとリソース管理を可能にするには、標準化が必要である。