

ブラジル国
**持続可能なスマートアグリビジネス開発に
関わる基礎情報収集・確認調査**

ファイナルレポート（和文）

2020年3月

独立行政法人

国際協力機構（JICA）

Nippon Koei Lac do Brasil Ltda

ブラ事
JR
20-001

持続可能なスマートアグリビジネス開発に関わる
基礎情報収集・確認調査

目 次

I.	業務の目的および前提条件	I-1
I.1	業務の目的	I-1
I.2	業務の前提	I-2
I.2.1	地球規模の課題（食糧問題および地球温暖化）	I-2
I.2.2	対象域	I-3
II	農業開発によるアマゾン熱帯雨林への面的・質的な影響	II-1
II.1	ブラジル農牧業および農牧業バリューチェーンの現況	II-1
II.1.1	ブラジル農牧業	II-1
II.1.2	畜産	II-15
II.1.3	バリューチェーンの形成	II-20
II.2	主要国際機関およびブラジル公民分析機関による食料需給予測	II-22
II.2.1	国際機関予測値	II-22
II.2.2	ブラジル関連機関予測値	II-23
II.3	アマゾン法定域における農牧業の現状	II-25
II.2.1	アマゾンの現状と農牧業での位置づけ	II-25
II.2.2	畜産での位置づけ	II-27
II.4	アマゾン地域の土地利用現状および農業開発の現状	II-28
II.4.1	環境保護地区の分布	II-28
II.4.1	土地利用状況	II-29
II.4.3	土地利用基準	II-32
II.4.4	森林伐採の状況	II-32
II.5	アマゾン域における開発の現状	II-34
II.5.1	入植事業	II-34
II.5.2	輸送回廊	II-36
II.6	アマゾン熱帯雨林環境負荷軽減、伐採圧抑制とスマート農業導入の関連性	II-37
II.6.1	アマゾン熱帯雨林環境負荷軽減の条件	II-37
II.6.2	伐採圧抑制の条件	II-41
II.6.3	スマート農業導入の条件および導入による環境負荷軽減	II-41
III	持続可能な農業に向けたブラジル国の優先的取組、法的枠組み、制度改革動向	III-1
III.1	農牧業部門での公民部門の食料増のための政策に関する情報	III-1

III.1.1	農牧省推奨策.....	III-2
III.1.2	政府規制策.....	III-4
III.1.3	民間部門の役割.....	III-8
III.2	農業生産促進上での環境保全のための取り組みおよび公的機関の政策.....	III-10
IV	スマート農業分野におけるブラジル国政府方針・取組・制度改革及びスタートアップ企業を含めた民間技術動向.....	IV-1
IV.1	ブラジルにおける方針・取組・制度改革.....	IV-2
IV.2	ブラジルにおけるスマート農業の現状.....	IV-4
IV.2.1	政府の施策.....	IV-6
IV.2.2	民間部門の現状.....	V-9
IV.2.3	スマート農業を受け入れる生産者構造.....	IV-16
IV.3	スマート農牧業導入での公民部門での取り組み例.....	IV-20
IV.3.1	EMBRAPA.....	IV-20
IV.3.2	多国籍企業.....	IV-22
IV.3.3	スタートアップ企業.....	IV-27
IV.4	スマート農業導入例およびその効果.....	IV-30
IV.4.1	マトグロッソ州の例.....	IV-31
IV.4.2	企業型経営農場の例.....	IV-32
IV.5	スマート農業導入の可能性とその課題.....	IV-34
IV.5.1	スマート農業導入の可能性.....	IV-35
IV.5.2	スマート農業導入の課題.....	IV-36
V.	スマート農業導入の課題に対する対応策の考察.....	V-1
V.1	アマゾン保全および食糧増産増に資するスマート農業の方向性.....	V-1
V.2	アマゾン保全を主目的に置いた農牧業開発戦略.....	V-3
V.3	スマート農業導入での課題分析および貢献の可能性分析.....	V-4
V.3.1	技術的問題点.....	V-5
V.3.2	普及上の問題点.....	V-6
V.3.3	運営上の問題点.....	V-6
V.4	農業技術革新での課題分析および貢献の可能性分析.....	V-6
V.4.1	関連技術・資材・民間サービス等の有無.....	V-7
V.4.2	公的機関関与の必要性.....	V-9
V.5	「課題 x 原因 x 解決策」マトリックス.....	V-9
V.6	提案.....	V-11
V.6.1	ビッグデータ・AIプラットフォームの構築構想.....	V-11
V.6.2	アマゾン小規模牧畜農家スマート牧畜推進構想.....	V-14

略語

略語	ポルトガル語	日本語
ABIEC	Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes	肉輸出工業連盟
AI	Inteligência Artificial	人工知能
ANA	Agência Nacional de Águas	国家水機構
CAR	Cadastro Ambiental Rural	農村環境登録
CEBAP	Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão	ブラジルスマート農業委員会
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento	国家供給公社
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica	企業登録番号
CPF	Cadastro de Pessoas Físicas	個人登録番号
DF	Distrito Federal	連邦区
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	ブラジル農牧業研究公社
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura	世界食糧機構
GVC	Cadeia Global de Valor	グローバルバリューチェーン
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	ブラジル地理統計院
ICT	Tecnologias da Informação e da Comunicação	情報通信技術
IMEA	Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária	マトグROSS農業経済研究所
IoT	Internet das coisas	モノのインターネット
IPAM	Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia	アマゾン研究院
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária	国家農地改革院
IT	Tecnologia da informação	情報技術
OECD/	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico	経済開発協力機構
PPI	Programa de Parcerias de Investimentos	公民投資プログラム

I. 業務の目的および前提条件

I.1 業務の目的

本調査「持続可能なスマートアグリビジネス開発に関わる基礎情報収集・確認調査」の目的は、我が国のブラジル国におけるアマゾン熱帯雨林への環境負荷・伐採圧低減を目指した持続可能な農業導入に向け、当該分野における基礎的な情報収集を目的とする調査である。具体的には以下の項目について情報を収集していく。

1. 農業開発によるアマゾン熱帯雨林への面的・質的な影響の整理（現状およびスマート農業促進後）
2. アマゾン熱帯雨林への環境負荷・伐採圧抑制のための持続可能な農業実現に向けたブラジル国における優先的取組、法的枠組み、制度改革動向、及びかかる取組を進める上での課題整理（インフラ部門での取り組み、スマート農業導入に向けた官民体制の取り組み、農業技術等）
3. ブラジルの持つスマート農業の課題・原因の整理および問題解決策の取り纏め
4. 抽出された課題・原因を整理し、課題解決策を「課題 x 原因 x 解決策」としてのマトリックス取り纏め
5. スマートアグリビジネス開発に資する新規協力形成の提案

当該調査では、ブラジル農牧業の実態、世界食糧貿易におけるブラジルの役割およびアマゾン熱帯雨林の現状を把握できうる情報を収集すると共に、技術開発の期待されるスマート農業の現状およびその効果についての情報を集め、スマート農業を推進するための課題等を整理していく。当該調査においては、上記課題の整理策として、以下の方針を掲げる。

情報収集の方策

課題	情報収集の方針
1. 農業開発によるアマゾン熱帯雨林への面的・質的な影響の整理	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジル農牧業の現状（穀物生産、食肉生産）と農牧業バリューチェーンの形成 ● 主要国際機関による食料需給予測とブラジルの世界食糧市場での役割 ● 世界食糧需給緩和に向けてのブラジルの 2050 年達成目標値と必要対策 ● アマゾン農牧業の現状とアマゾン地域の農牧業生産での役割および農牧業進展による開発圧 ● アマゾン地域の土地利用現状、農業開発の現状に関する情報分析・整理 ● アマゾン保全および開発圧抑制に向けた農業開発関連機関の取り組み ● アマゾン域における開発の現状（インフラ整備） ● 今後のアマゾン地域開発促進の可能性 ● アマゾン熱帯雨林環境負荷軽減、伐採圧抑制とスマート農業導入の関連性の整理
2. 持続可能な農業に向けたブラジル国における優先的取組、法的枠組み、制度改革動向、	<ul style="list-style-type: none"> ● 農牧業部門での公民部門の食料増のための政策に関する情報収集・分析 ● 環境保全のための取り組みおよび公的機関の政策 ● 農業近代化のための公民部門の取り組みおよび農牧業促進策

及びかかる取組を進める上での課題整理	<ul style="list-style-type: none"> ● 集約農牧業導入を可能とする条件についての情報収集・分析 ● トレイサビィティによる開発抑制の可能性
3. スマート農業分野におけるブラジル国政府方針・取組・制度改革及びスタートアップ企業を含めた民間技術動向等の整理	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジルにおけるスマート農業の現状 ● スマート農業（集約農業）導入の必要性とその課題 ● 種々の分野でのスマート農牧業導入での公民部門での取り組み例に関する情報収集・分析 ● ビッグデータ、AI、ブロックチェーン等のデジタルテクノロジーを活用したスマート農業導入例 ● スマート農業導入例およびその効果（サンプル調査）
4. 抽出された課題・原因を整理し、課題解決策を「課題 x 原因 x 解決策」としてのマトリックス取り纏め	<p>アマゾン保全および食糧増産増の観点からの以下の点を分析する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● インフラ部門での課題分析および貢献の可能性分析 ● スマート農業導入での課題分析および貢献の可能性分析 ● スマート農業導入での現状制度・仕組みの課題分析および貢献の可能性分析 ● 農業技術革新での課題分析および貢献の可能性分析 ● 「課題 x 原因 x 解決策」マトリックスの提示
5. JICA ブラジル事務所、JICA ブラジリア出張所との調査内容・方針についての協議	<ul style="list-style-type: none"> ● アマゾン保全および食糧増産増に資するスマートアグリの方向性 ● アマゾン保全を主目的に置いた農牧業開発戦略 ● アマゾン保全に資するスマートアグリビジネス開発に資する新規協力形成の提案
6. 報告書提出およびセミナー開催	<ul style="list-style-type: none"> ● 報告書の作成 ● 報告書の要約とプレゼン資料の作成

出典；調査団作成

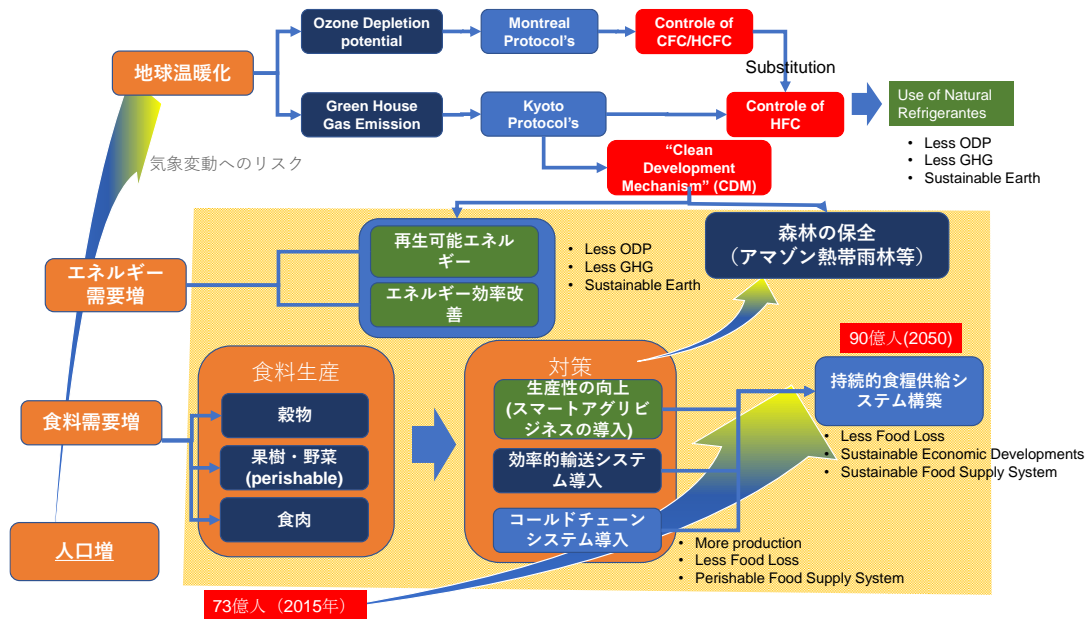
I.2 業務の前提

I.2.1 地球規模の課題（食糧問題および地球温暖化）

国連予測¹によると、世界の人口は、2050年には90億から100億人に達すると予測されており、今後、世界は、地球規模で解決すべき多岐に渡る問題に直面していくことになる。地球の資源は、限られており、この人口を支えるためには、食料需要増に対する対策、エネルギー需要増に対する対策、地球温暖化に対する対策等が必要とされている。世界食糧需要に関しては、有限の資源の中で、穀物、野菜・果樹および食肉を供給することが必要とされており、生産増と共に食品ロスを軽減することが必要とされている。また同時に地球温暖化対策としてエネルギー効率の改善および森林の保全が必要となっており、アマゾンの熱帯雨林を保存することは、地球の重要な課題となっている。次図に現在の地球が抱えている世界規模の課題を示す。

業務の前提となる世界規模課題

¹ https://www.unic.or.jp/news_press/info/33789/



出典；調査団作成

世界食糧需給の面でのブラジルの果たす役割は、今後、急激に拡大し、特に穀物生産及び肉生産での役割が拡大するであろうと OECD/FAO、米国農務省等の機関が予測している。ブラジル農牧供給省も、2028/29 年までに栽培面積を 2018/19 年度比、穀物 27%増、肉類 27%増と予測している。この予測は、同割合で 2050 年まで進むと仮定すると、穀物・肉類共に現時点の 70%程度、2050 年までに増加させる計算となる。2019 年時点の大豆栽培面積は、約 3,500 万^{ヘクタール}であり、単純に計算すると 2050 年までに約 2,400 万^{ヘクタール}の新規栽培地区を求めていく必要が生じる。この値は、2018 年度のマトグロッソ州の大豆栽培面積 (950 万^{ヘクタール}) の 2.5 倍程度の面積拡大となる計算である。この増加は、アマゾン法定域における穀物栽培と言う可能性が高まることとなり、アマゾン法定域が開発の波にさらされるリスクを有していると考えられている。この開発圧を軽減するためには、ブラジル全土において対策が必要であり、既存地における土地の有効利用 (2 毛作 3 毛作の促進) に加え、単位生産性の向上を図ることが、必要な課題であると考えられている。

地球温暖化の面からは、オゾン破壊係数の軽減、温室効果ガスの削減と共に、アマゾン熱帯雨林の保全等は、地球に課せられた重要な課題となっている。アマゾンには約 354.6 万 Km^2 の熱帯雨林が広がっていると言われているが、一方では、年間 9 千 Km^2 ぐらいの伐採が進んでいると言われている。地球温暖化対策の面からもアマゾン熱帯雨林の保全策として、アマゾン伐採を削減していくことは重要な地球上の課題となっている。

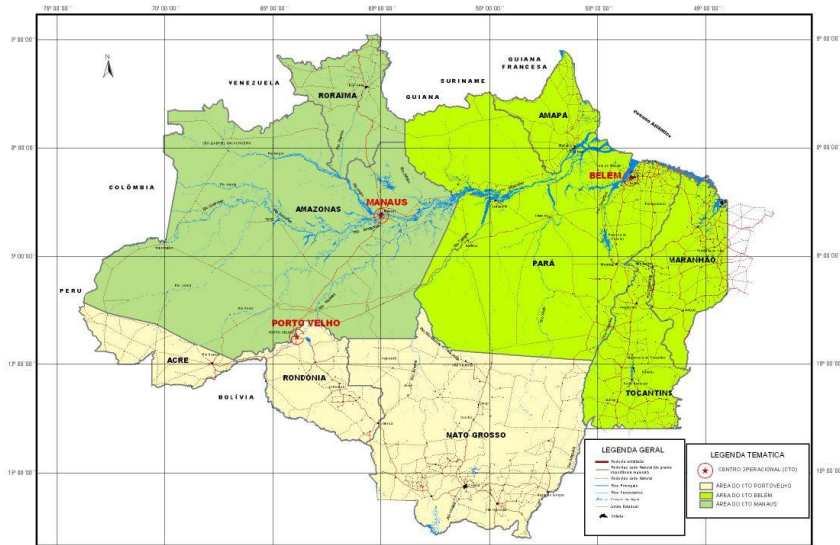
当業務では、ブラジルの農牧業の現状と課題、スマート農業導入の方向性、ブラジル農牧業でのアマゾン地域農業の位置づけ、スマート農業導入の必要性とその課題分析を行うに足る情報を収集していく。

そのため、世界食糧需給体制均衡維持に向けてのブラジルの役割、ブラジルでの農牧業開発の現状と方向性、そしてその課題、それを達成するためのスマート農業導入の効果と課題をマクロ的に分析し、スマート農業導入およびアマゾン保全に向けての公的機関の役割、民間機関の役割等を明確にできる情報を収集していく。

I.2.2 対象域

当該調査の対象域は、アマゾン法定域 9 州（ホンドニア州、アクレ州、アマゾナス州、ホライマ州、パラ州、アマパ州、トカンチンス州、マトグロッソ州、マラニョン州）である。

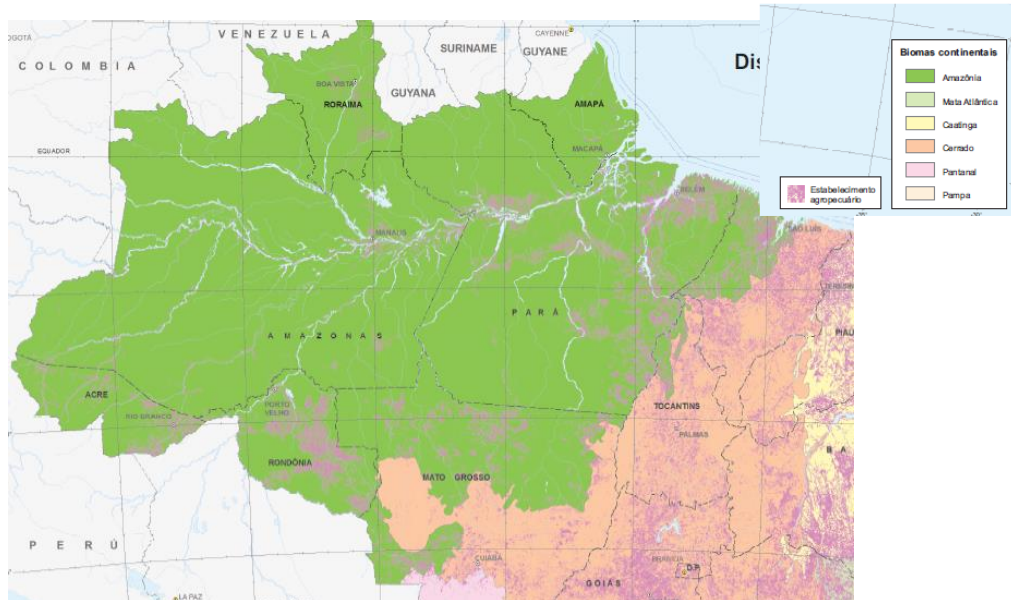
アマゾン法定域



出典 ; 調査団作成

アマゾンには種々の定義があり、アマゾン流域、アマゾン法定域およびアマゾン植生域の定義がある。アマゾン法定域の面積は、508.4 万 km²でアマゾン河流域（ブラジル 387.95 万 Km²）²、トカンチンス州（27.7 万 km²）およびマラニョン州（32.9 万 km²）で構成される地域である。その法定域は、植生的に、アマゾン植生域（419.7 万 km²）とセラード植生域（89.2 万 km²）に分かれる。

アマゾン法定域における植生区分



出典 ; https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63372_cap2.pdf

注 ; ■ : アマゾン植生域、■セラード植生域、■農用地

2 <http://www.snirh.gov.br/porta/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/regioeshidrograficas2014.pdf>

II 農業開発によるアマゾン熱帯雨林への面的・質的な影響

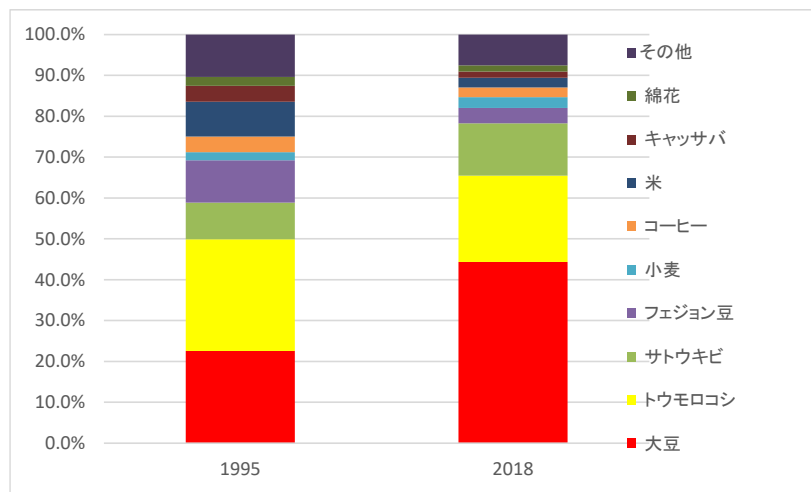
II.1 ブラジル農牧業および農牧業バリューチェーンの現況

II.1.1 ブラジル農牧業

(1) ブラジル農牧業

ブラジル農業は、大豆、トウモロコシおよびサトウキビに代表される農業で、この3品目の栽培面積は、2018年度時点、全栽培面積の約80%を占めており、これらにフェジョン豆、小麦、コーヒー、コメ、キャッサバおよび綿花の6品目を加えるとほぼ90%と、モノカルチャー的要素の強い農業形態となっている。次図に1995年と2018年度の各主要作物の栽培面積の割合を示す。

1995年と2018年度の各主要作物の栽培面積の割合



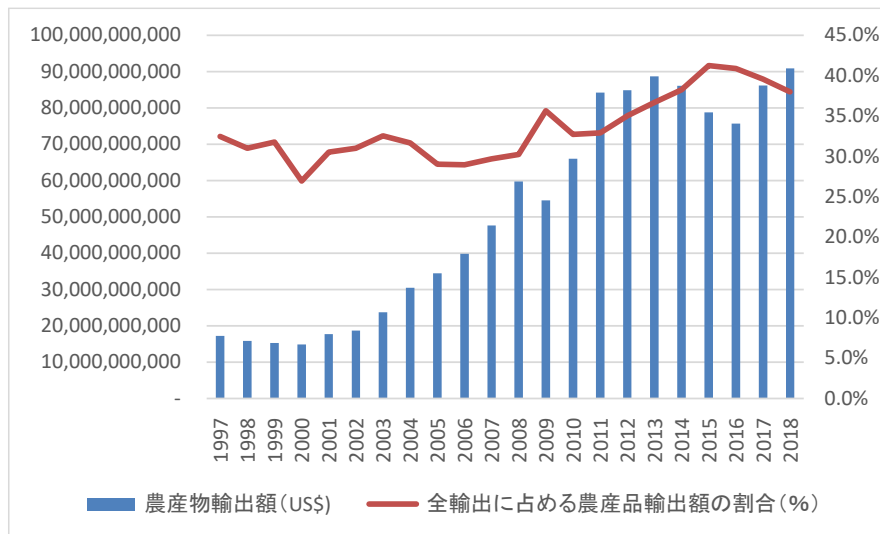
出典；IBGE,SIDRA, ACERVO, Produção Agrícola Municipal

2018年時点の大豆栽培面積は、全耕作面積の44%を占め、これにトウモロコシを加えると全栽培面積の65%程度を占めている。世界の穀物需要拡大に連れ、更にこの傾向は、強まってくると予想される。但し、この栽培面積拡大は、大豆の場合、放牧地からの作目転換、トウモロコシの場合、大豆の裏作としての栽培が主で、農用地面積が拡大した訳ではないということの特記しておく。ブラジルの穀物農業は、企業型営農形態に代表される大規模機械化による2毛作の実施、さらに一部の農家で始まった2毛作から3毛作導入と言う資源の有効活用に基いた農業に代表される。それだけに、生産者にとって資源の最大化をもたらせるスマート農業の導入は重要となっており、雨季の天水（一般的に10月から4月の7か月間）を最大限に活用できる農法導入が重要となっている。3毛作を行うためには、最低でも1作を3か月以内で行う必要がある。なお3毛作は、サイレージとしての活用目的で、生産者は、これにより、穀物栽培拡大と同時に集約的畜産導入と言う営農形態を実現しようとしており、土地資源の最大化を図れる農牧業を導入しようとしている。

1) 農産物輸出の経済への貢献

ブラジル農牧業は、ブラジル経済の中で重要な位置を占めており、経済の面では、外貨獲得で重要な位置を占めている。ブラジルの2018年度の農産物輸出額は、900億ドルに至り、ブラジル全輸出量の約39%となっている。近年のブラジル貿易は、ほぼ全輸出額の40%程度を農産品の輸出に依存している状況にある。次図に農産物輸出額(US\$)の推移およびブラジル輸出に占める割合の推移を示す。

農産物輸出額(US\$)の推移およびブラジル輸出に占める割合の推移



出典 ; EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO BRASILEIRA DADOS ATÉ OUT/2019、
<http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-externo/estatisticas-de-comercio-externo/balanca-comercial-brasileira-acumulada-do-ano>

輸出品としては、大豆、セルロース、トウモロコシ、鶏肉、牛肉、大豆粕、砂糖、コーヒー等が重要な農産品となっている。これらの農産物は、国際市場の拡大およびブラジル国際競争力の改善で生産拡大を続けている産品である。これらの産品では、国際資本も活発に参画しており、その参画により大型機械化および革新技術への投資等が活発に行われている。特にブラジル農業の中心にあるマトグロッソ州は、2000年代に入り、世界の穀倉地帯に変遷し、革新技術投入による先端農牧業導入が進んでいる地区である。

2) 栽培品目 2 極化の進行と近代化農業の進行

ブラジルの農業は、主要農産品 9 品目の中でも、2 極化が進行しており、大豆・トウモロコシ等の輸出品については拡大傾向を示し、キャッサバ、フェジョン豆等、伝統的農産品の栽培面積は減少となっている。特に伝統農産品であるキャッサバ栽培面積は、年間 5.1%の減少となっている。

大規模化が進んでいる農産物では、栽培面積の拡大、資本投入による技術革新が進んでおり、スマート農業導入も進行している。一方、中小規模農家による伝統的農産物の栽培面積は、市場競争力を失い、市場における役割も減少し、衰退する傾向となっている。

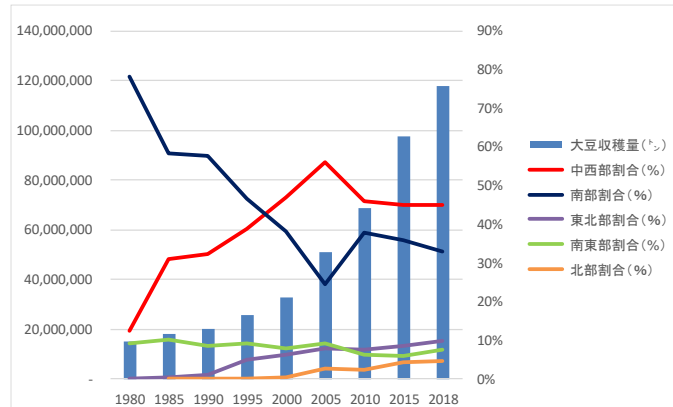
大規模化が進行している大豆、トウモロコシ等の穀物栽培については、特に中西部地区での栽培拡大が目覚ましく、それまで南西部および南部地区¹で主であった農業生産が、中西部地区に移行し、徐々にではあるが、北部地区にも生産が拡大する傾向を示している。このことはアマゾン地域に於いて徐々に農業生産が拡大し、アマゾン開発圧が始まっていることを示している。

3) 生産地の移動

大豆栽培は、2000年代に入り、南部から中西部に移転すると共に、徐々に MATOPIBA 地区と呼ばれるマラニョン州、トカンチンス州、ピアウイ州およびバイア州での生産拡大に繋がり、代わりにマトグロッソ州のシェアは、徐々に減少している。次図に大豆収穫量および各地区別生産シェア (%) 推移を示す。

¹ https://pt.wikipedia.org/wiki/Regi%C3%B5es_do_Brasil

大豆収穫量および各地区別生産シェア（%）推移

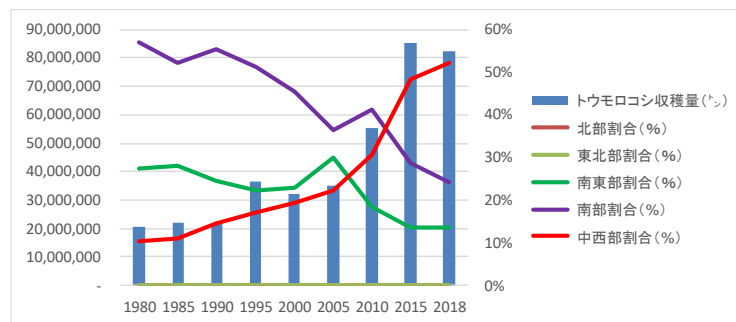


出典；IBGE、Producido Agrícola municipal データより作成

歴史的にみると、大豆の生産量は 1980 年時点、南部が約 80%を占めていたものの、徐々に中西部に移行し、2005 年時点では、中西部が大豆生産の 50%以上を担う様になってきている。然しながら、2005 年以降、徐々にそのシェアは減少しており、現在 45%程度と減少し、代わりに東北部および北部のシェアが拡大しつつある。生産量は、1980 年代は 2,000 万トであった生産量が、38 年後の 2018 年時点、ほぼ 6 倍の 1 億 2,000 万トに達している。一方、トウモロコシは 2005 年以降、急激に面積拡大が起きている。但し、これは、大豆の裏作としての栽培方法が確立したことによる拡大である。

トウモロコシの中西部地区の生産拡大の要因は、食肉産業拡大による餌需要の拡大、およびエタノール原料としてのトウモロコシ需要が発生してきたことによるものである。2019 年度、マトグロソ州では 5 か所のトウモロコシエタノール工場²への投資が行われており、今後、トウモロコシの需要は更に安定・拡大してくることとなる。次図にトウモロコシの生産量および各地区別のシェアの推移を示す。

トウモロコシ収穫量および各地区別生産シェア（%）推移



出典；IBGE、Producido Agrícola municipal データより作成、注；北部、東北部は数量が僅かで図中に殆どでてきていない。

トウモロコシも大豆同様に、南部地域の生産が、全生産量の 50%を超えていたが、徐々にそのシェアは減少し、2018 年時点、22%となっている。一方、シェアを拡大した地域は、中西部地区で、2000 年中頃より急激に拡大している。トウモロコシは大豆の裏作であり、栽培面積拡大の要因は、大型農業機械の導入により、裏作が可能になったことおよび肉産業の振興により、国内需要が生じ、生産者が安心して生産できる素地ができたことによるものである。

² <https://www.novacana.com/n/industria/investimento/usina-etanol-milho-primavera-leste-mt-receber-r-1-bi-investimento-070819#:~:targetText=A%20empresa%20deve%20instalar%20cinco,ano%20a%20partir%20de%202020>

トウモロコシに関しては、養鶏、養豚業の振興、更にはトウモロコシ源エタノール製造企業の参入³により、内需が創出され、この内需拡大により、トウモロコシ生産が拡大している。

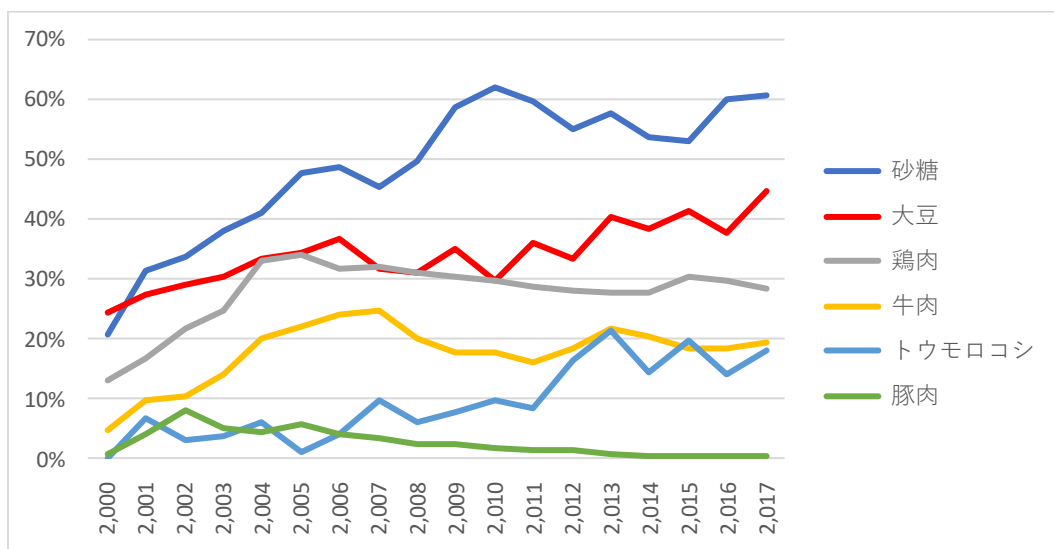
このことから推測すると、現時点、東北部、北部における生産は、まだ微々たるものであるが、肉産業の振興により、これらの地区における大豆裏作としてのトウモロコシ生産は拡大してくるものと思われる。

4) 農産品輸出

近年、ブラジルは、世界食糧需給体制の中で重要な役割を担う国になっており、大豆、トウモロコシ等の穀物、鶏肉牛肉等の食肉部分、コーヒー、砂糖等で世界貿易均衡と言う役割を果たすメインプレイヤー国となっている。

農牧業の体制も、穀物輸出主体より、食肉を加えたバリューチェーンの形成が進んでいる。2000年代頃より、ブラジルは、急激に農畜産物輸出を拡大し、穀物生産、肉生産および砂糖生産の面で世界貿易膨大量の大半をブラジルが担うようになってきている。特に、政府は、穀物（大豆、トウモロコシ）およびそれらの副産物、肉製品（牛肉、豚肉、鶏肉等）の生産・ロジ体制を種々の方策を活用し構築し、安定的生産の基礎を構築している。次図にブラジルの主力輸出農産品の世界貿易量におけるブラジル輸出シェアの推移を示す。

ブラジル輸出の世界貿易量に占める割合の推移



出典 ; FAOSTAT より抽出

ブラジル農牧業は、大豆は近年の世界貿易拡大の内の約 40%をブラジル輸出で吸収し、砂糖は 60%、鶏肉は 30%、牛肉は 20%、トウモロコシ 18%を占め、大半、そのシェアが拡大する傾向を示している。

(2) ブラジル農業の近代化

ブラジル農牧産業は、2 極化（近代化と停滞）が進行しており、近代化が可能な農作物については、大型・近代化で、伝統的作物は、徐々に衰退と言う傾向を示している。近代化が進んでいる部門は、農業のスマート化⁴も進んでおり、農業機械の大型化および自動化、ローカル情報収集

³ <https://g1.globo.com/mt/mato-grosso/maisagromt/noticia/2019/10/17/maior-produtor-de-etanol-de-milho-do-pais-mt-deve-ter-5-novas-usinas-ate-2021.ghtml>

⁴ <https://blog.aegro.com.br/agricultura-4-0/>

等活用した農法導入により単収向上および生産費用低減を行っており、更に高い競争力を有する産業に変貌しつつある。

農業の近代化は、穀物のみではなく、果樹・野菜部門、畜産においても進行しており、競争原理に基づいた農牧業が進行しつつある。そのため、徐々に、技術革新についていけない生産者は淘汰される結果となっている。これは、鶏豚飼育部門で顕著となっており、生産者は近代的飼育技術を導入できる企業生産者が中心となっている。穀物生産に関しては、トラクターの使用が一般的になった 1980 年代から進行しているが、その他の農産物・畜産物に関しても同様に、零細・小規模農家は、農業経済から徐々に疎外されつつある。今後、政府の食物衛生、トレイサビリティ等の監視政策が強化されるに連れ、これらの規制についていけない零細・小規模農家疎外の傾向は更に強くなってくると予想される。

近代化された農家は、政府の規制に見合う技術を導入し、同時に、質の向上、生産価格の低減を図り、より市場競争力を有した生産者に転じている。零細農家は、政府の規制基準（納品書発行、トレイサビリティ等）を果たすことが出来なく、市場に生産物を出すことさえ出来ないというジレンマに面しつつある。

大規模農家は、農作業の自動化、作業の効率化、フィードロット飼育方式の牛の生産、生産資材の省力等の複合経営を取り込んでおり、より、経済性の高い営農へと移りつつある。この様に、生産者は、農業のみではなく、集約畜産を入れ込んだ営農体系に移行しつつあり、零細農家との経済格差が広がっている。

これらの近代化農業の特徴として以下の項目があげられる。

- 年間 2~3 毛作の導入（高い生産量）
- 集約農牧業の導入（穀物栽培＋フィードロット形式飼育）による高い畜産
- 保護地区を順守した農牧業
- 機械化及び自動化による労働力の節約
- 作物の適正に応じた営農（高い単収）
- 高い収益率

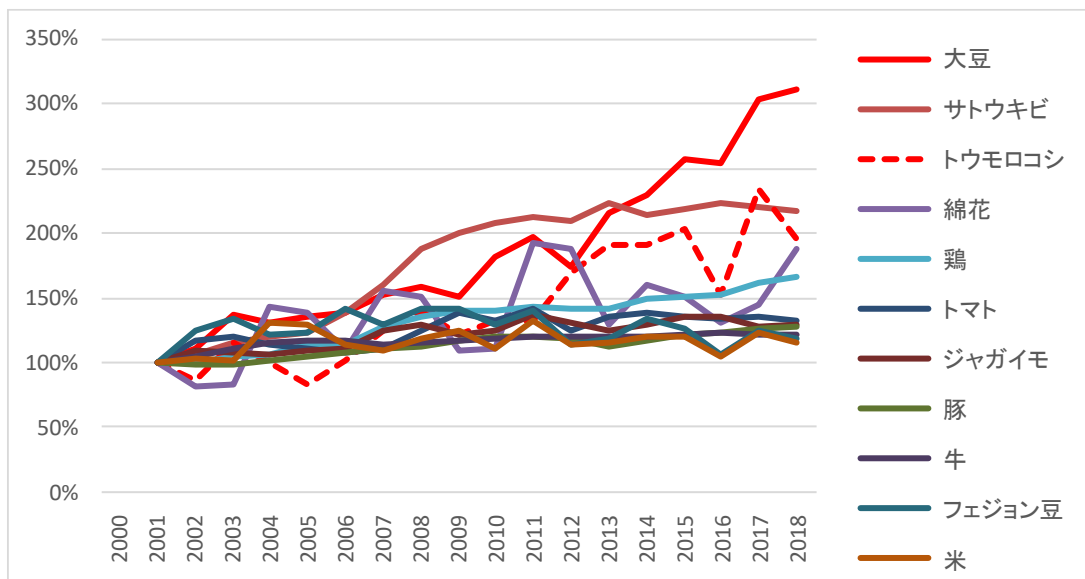
零細農家は、牛の粗放的飼育で生計を営んでいる例が多数である。その経済性は、伝統的粗放飼育の為、経済性は低く、十分な収入を得ることが出来なく、離農するか、穀物生産者への土地のレンタルへするようになっている。

地域的には、営農は、近代的営農法を主とする中西部、南東部および南部において拡大・革新が進み、伝統的営農に従事している東北部の農牧業は、停滞となっている。ブラジルの農牧業の進展は中西部の穀物栽培に牽引されており、大豆、トウモロコシへの投資拡大が直接的要因となっている。ブラジル農業の特徴は、他の国と異なり、2 毛作主体で、9 月から 10 月の雨季の開始とともに、作付けを行い、1 月から 2 月初旬までに収穫を行い、すぐに 2 毛作目としてのトウモロコシもしくは綿花の作付けを行い、その後、3 毛作目としての飼料用作物を播種するという農法を進め、土地生産性の向上を図っていることにある。そのため、降雨を如何に有効に活用できるかが生産者の経営向上策としての重要な要因となっている。生産者は、大型機械化し、大型機械化により土地の利用効率をあげ、同一の土地より、より多くの穀物を生産する方向に向かっている。然しながら、これらは生産者の資本投入を伴うため、同時に経営リスクを高めることになる。その為、生産者は、種々の災害リスクを軽減できるスマート農業導入の必要性を日々感じている。

スマート農法は、畜産部門にとっても正のインパクトを与えており、安価でかつ安定した飼料（大豆粕、トウモロコシおよびサイレージ）の供給を可能とし、鶏肉、豚肉および牛肉貿易での国際競争力強化の要因ともなっている。牛肉部門は、大豆粕、トウモロコシおよびサイレージ等活用による近代的飼育技術導入が主流になりつつあり、粗放的牧畜よりセミフィードロット方式による飼育転換が行われ、より集約的牧畜に変遷しつつある。但し、いまだに伝統的粗放的牧畜にて生計を営んでいる中小規模牧畜者も多数存在しており、今後、中小規模農家の伝統的な営農を如何にして近代的飼育方式に変えていくかもアマゾン保全の鍵となっている。

大豆トウモロコシ部門では、政府は、1980年代の搾油工場への投資促進による国内市場の創出、1996年にKANDIR策（輸出税の免税策）による輸出促進、2000年代の食肉産業促進、バイオディーゼル活用促進等により、大豆産業を育成してきた。2010年以降は、政府は、民間企業の参入を融資、研究部門でも促進し、作付け資金調達簡易化、優良種子資材の導入により大豆産業の国際競争力を高め、特に国際コモディティー化している穀物、サトウキビ、綿花および肉生産等で、結果として生産拡大を行って来ている。但し、国内消費用の基本農産物（フェジョン豆、コメ、キャッサバ）等は、市場が国内であることより、現状維持で、果樹、嗜好品、工芸作物は、輸出が徐々に拡大していることより、少しずつ拡大している。次図に2001年をベースとした農業生産量の推移を示す。

ブラジル農業生産の伸び（2001年をベース）



出典；IBGE Produção Agrícola Municipal データを活用 <https://sidra.ibge.gov.br/acervo>

2001年を基準（100）として、拡大が一番進んだのは、大豆であり、サトウキビ、トウモロコシおよび綿花となっている。サトウキビは、2000年代中頃のバイオエネルギー政策の影響および原油価格の高騰で、大きく拡大したものの、2010年以降、特に2012年以降の原油価格低迷によりサトウキビ産業が停滞している⁵。トウモロコシは、大豆の裏作の為、干ばつによる影響を受けやすく、2016年および2018年には生産量が減少している。然しながら、中長期的には肉産業の振興とともに、拡大している。

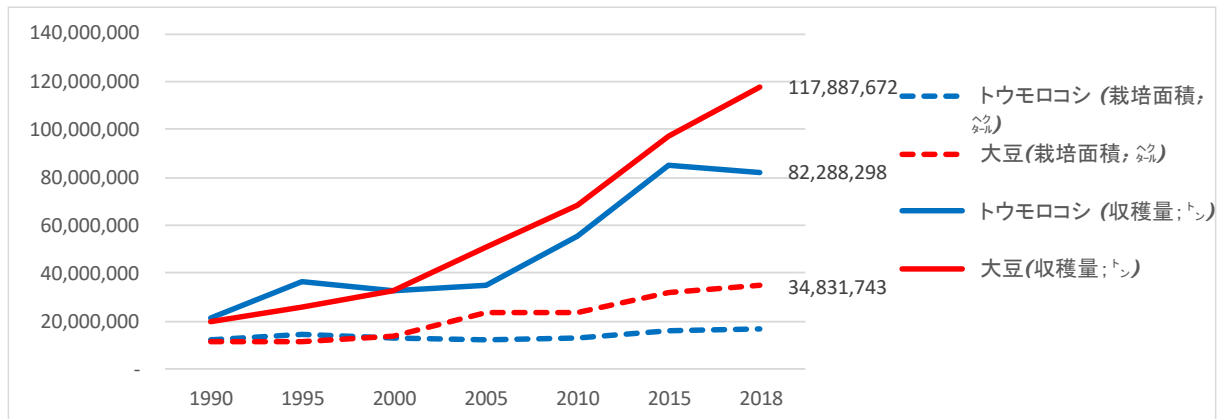
輸出農産物（大豆、砂糖、トウモロコシ、綿花、鶏肉等）の拡大は顕著であり、世界市場の拡大とともに、生産量が拡大するという傾向となっている。これは、ブラジルの持つ国際競争力が生

⁵ サトウキビから生産されるエタノールは燃料として使われるため原油価格の影響を大きく受ける。

産技術の近代化および大型機械化等の要因により生産費用の低減が可能となり、国際競争力が改善されたものによるものであると推定できる。

ブラジル農業は、国の農牧業政策により、世界農牧業市場で、高い国際競争力を確保できるような体制が構築されてきた。今後も、この政策は続いていくと予想され、国際市場での需要がある限り、ブラジル農牧業は拡大していくと予想される。大豆、トウモロコシの単収拡大および栽培面積拡大は、次図の通りであり、栽培面積拡大以上に単収の増加が、生産量拡大に大きな影響を与えている。次図に、大豆、トウモロコシの収穫量および栽培面積の推移を示す。

大豆、トウモロコシの収穫量 (ト) および栽培面積 (ヘクタール) の推移



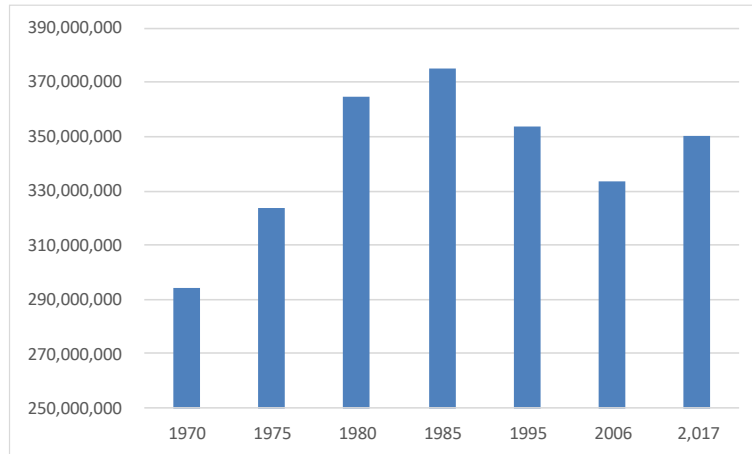
出典 ; IBGE、Produçido Agrícola municipal データより作成

大豆の生産量は、1990年時点、約2,000万トであったものが、2018年時点、1億1,788万トであり、約6倍弱となっている。一方、栽培面積は、1990年の1,158万ヘクタールが2018年には3,483万ヘクタールと3倍に拡大した。残りの3倍に関して単収増の効果により、生産量拡大を達成している。この様に単収増は、生産量増に大きく貢献している。今後も、生産者は、農業生産を維持するため、単収増は不可欠であり、各圃場の特性に合った生産技術を取り組んでいくことが、営農維持上の課題となっている。

(3) 農用地面積と栽培面積の推移 (1970~2017)

ブラジルの農牧業は、国土面積(8,51.2万 Km²)の内の41.1% (約350万 Km²) を占める農牧業用地にて行われている。この農牧業用地面積は、次図に示す様に1985年をピークとし、2006年ごろまで減少し、その後、また徐々に増加している。この増加の要因は、CAR (農村部環境登録) を通し、これまで不法であった所有者の土地を正式化したことによるものが大きいと推定される。

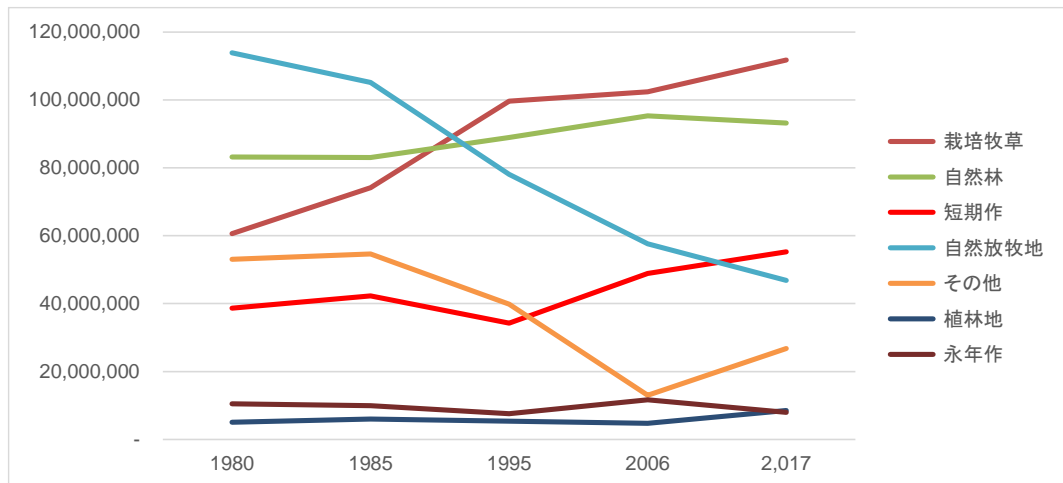
ブラジル農用地面積の推移 (㉔)



出典 ; IBGE 農業センサス 1970, 75, 80, 85, 95, 2006 および 2017

全体的傾向としては、次図に示す様に自然放牧地が減少し、徐々に牧草放牧地、耕作地への転用が進んでいる。

ブラジル国農用地活用の推移 (㉕)

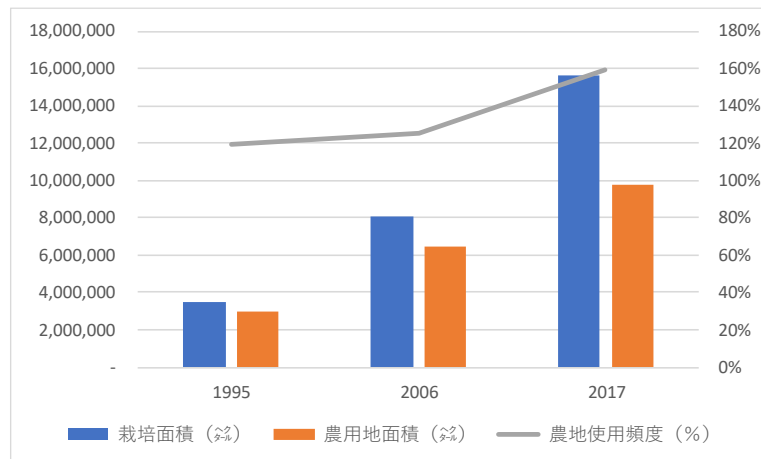


出典 ; IBGE 農業センサス 2006 および 2017

一方、農用地の森林面積部分は拡大しており、農用地全体の 33%が森林となっている。農業部門での環境対策は、2006 年以降、改善の兆しがみられ、生産者は、CAR に基づき保全活動を行っている。これは、国の政策としての CAR（農村環境登録制度；2012 年制定）が効果を呈してきた結果であると推定される。

ブラジルにおける土地利用の特筆すべき要因として、2 毛作、3 毛作の導入があり、穀物生産州であるマトグロッソ州の場合、栽培面積は、耕地面積の約 1.6 倍程度となっている。

マトグロッソ州耕作地面積（ヘクタール）および栽培面積（ヘクタール）および使用頻度の推移



出典；IBGE- SIDRA- ACREVO, 栽培面積；Produção agrícola Municipal, 農用地面積；農業センサス

この数値から読み取れるように、先進農業地帯であるマトグロッソ州では、2毛作は一般的農法となっており、それ故に雨季の期間に如何に効率的に農地を使用できるかが穀物生産拡大の鍵になっている。

(4) 穀物生産

1) 農業生産で直面している問題

生産者が営農を維持するためには、土地から生産費に見合う収入をあげる必要があり、単位面積当たりの収量増（単収増+2毛作3毛作）および放牧地における集約的土地利用を行う事は、穀物生産者にとっては欠かせないものとなっている。農業における単位生産性向上、牧畜での粗放的放牧より集約的牧畜への移行は、農業経営上必要であり、そのことが、生産性向上、ひいては国際競争力強化へと繋がっている。民間部門も、既にそれに向けて動き始めており、資材企業は、より生産性の高い技術導入を図り、生産者の必要に応じた製品を提供しようとしている。公的部門もそれに向けての支援体制を検討しており、農牧業の管轄機関である農牧供給省は、気象リスク軽減策としての各地区の降雨予測状況に基づく各作物栽培スケジュール提示、農業保険等の強化によりリスクを軽減しようとしている。民間部門による単位生産性向上策、政府の気象リスク軽減支援策の改善は、全体的な底上げを行うことより、アマゾン森林開発圧への軽減要因となっている。次図に一般的、作付けカレンダーを示す。

ブラジルの一般的作付けカレンダー



出典；CONAB データを基に調査団作成

ブラジルは災害の少ない国であるが、この降雨時期の期間にベラニコと呼ばれる無降雨期間が発生することがあり、天水農業に依存する穀物栽培では大きな被害を受けることがある。

「INFLUÊNCIA DO FENÔMENO VERANICO NA PRODUTIVIDADE DA SOJA NA MESORREGIÃO TRIÂNGULO MINEIRO/ALTO PARANAÍBA-MG」ではミナス州 TRIANGLOMINERO 地区におけるベラニコの発生確率を以下の様に分析している。

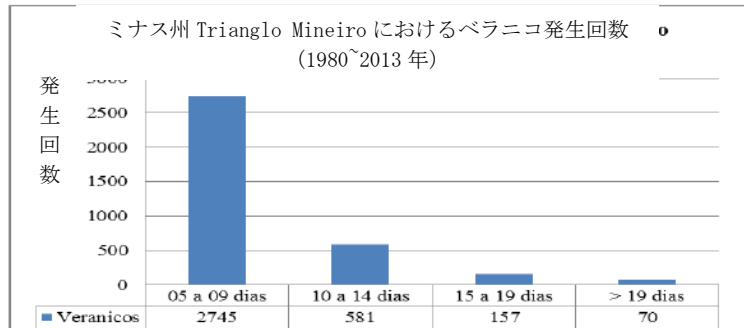


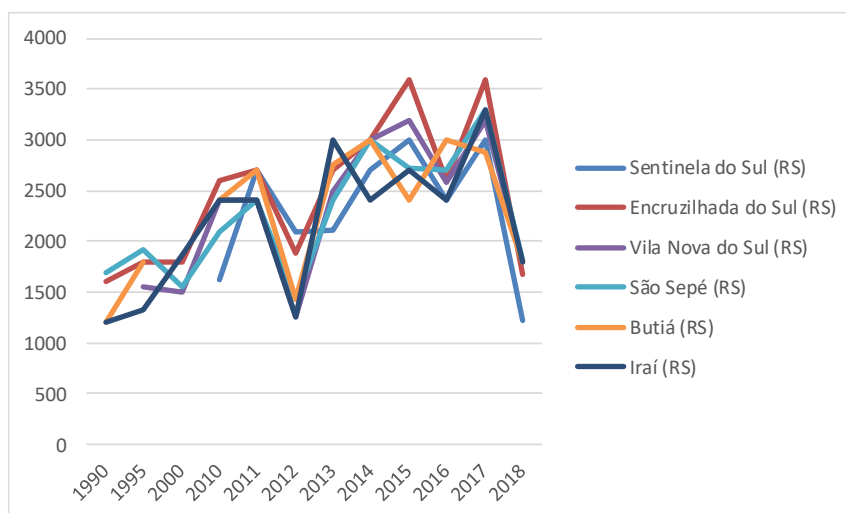
Gráfico 1 – Ocorrência de veranicos na Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba-MG (1980-2013).
Org.: Roldão, A. F. (2014).

出典 ; INFLUÊNCIA DO FENÔMENO VERANICO NA PRODUTIVIDADE DA SOJA NA MESORREGIÃO TRIÂNGULO MINEIRO/ALTO PARANAÍBA-MG

上図は、ミナス州パライバナ地区における 2008 年から 2013 年までの間のベラニコ発生回数である。5 日から 9 日のベラニコは、33 年間で 2,745 回発生しており、10 日から 14 日が 581 回、15 日から 19 日が 157 回、19 日以上が 70 回発生している。19 日以上のベラニコ発生回数は年 2 回程度となっている。このベラニコは、穀物栽培に大きな被害を与えている。

2018 年度にブラジル南部地区で発生した干ばつは、大豆、トウモロコシの単収に大きく影響し、大豆の場合、通常単収 3 トン/ヘクタールが 2018 年度は 1.5 トン/ヘクタールとほぼ半減となっている。次図にベラニコの影響を大きく受けた市の単収の推移を示す。

2018 年度干ばつの影響を大きく受けた市の大豆単収 (kg/ha) の推移



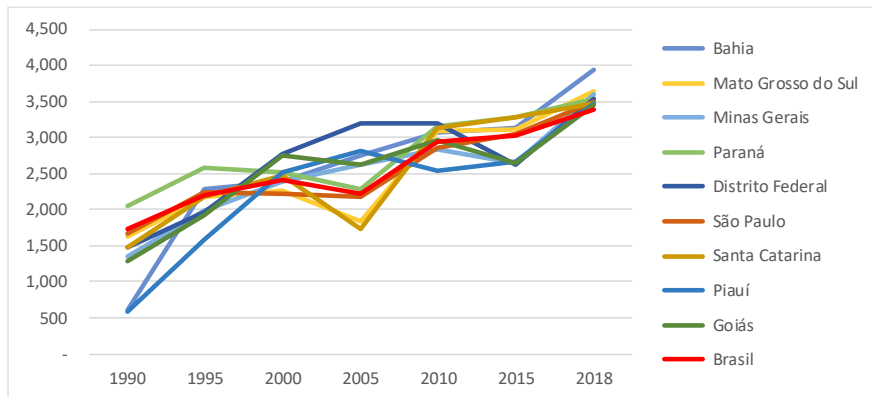
出典 ; IBGE, SIDRA, ACERVO, Produção Agrícola Municipal

上図が示す様に、干ばつの年は単収が大きく下がるようになっており、ベラニコのリスクを軽減できる気象予測は、農業生産にとって重要な役割を果たす情報となっている。

a. 大豆

穀物生産技術は、大豆、トウモロコシとも急激に改善しており、州平均でも次表の様に改善している。大豆の単位収量は、順調に増加しており、平均的単収は、次図に示す様に大きく改善している。

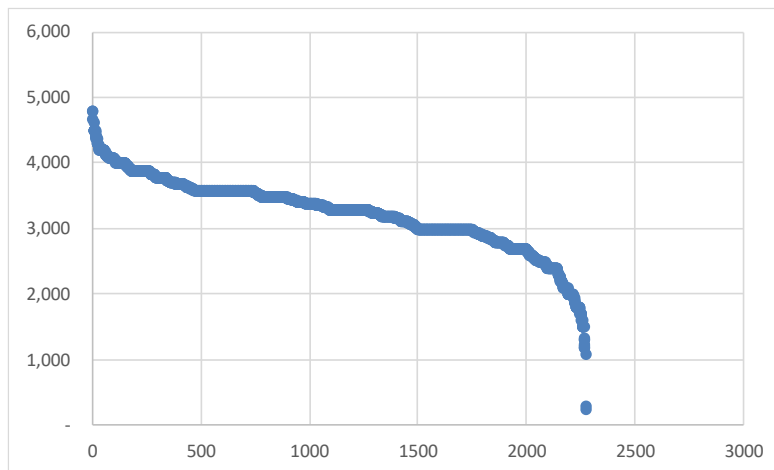
大豆単位収量の推移(kg/ha)



出典 ; IBGE データ (Produção Agrícola Municipal)
<https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/S/PA/A/25/T/Q> を基に作成

2018 年度の大豆生産市の単収の分布は次図に示す通りである。大豆は、ブラジルでは約 2,300 の市にて栽培されており、3 トン/ヘクタールを下回る市は、2018 年度の干ばつの影響を大きく受けた市である。干ばつの影響を受けなかった市の単収は 4 トン/ヘクタールから 5 トン/ヘクタールとなっている。

2018 年各市別大豆単収 (kg/ha) の分布



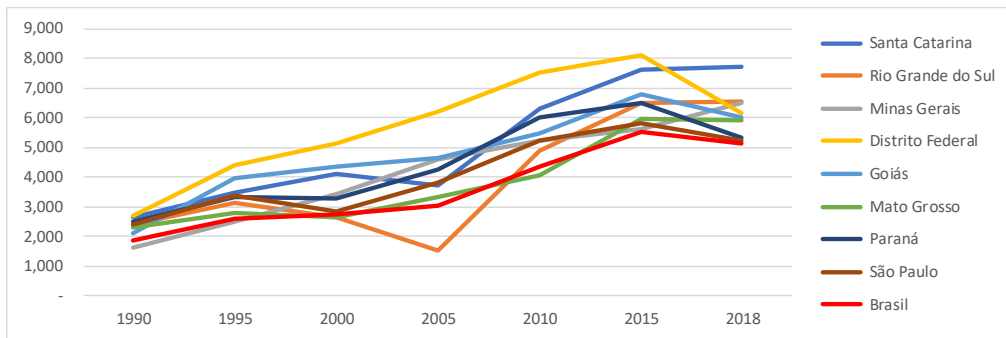
出典 ; IBGE データ (Produção Agrícola Municipal)
<https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/S/PA/A/25/T/Q> を基に作成、注 ; ブラジル全体で大豆栽培を行っている市は約 2300 市である。

上図は、大豆を栽培している市の 2018 年度の大豆単収の分布である。2018 年度の全国大豆単収平均値は、3.39 トン/ヘクタールであり、1,000 程度の市がこの平均値を超え、残りの 1,300 市が平均値以下となっている。最大値を示す市では、約 5 トン/ヘクタール近くの単収をあげている。農業生産資材の投入度、気象等により単収が大きく影響を受け、大豆の単収は、4.5 トン/ヘクタールから 2 トン/ヘクタールと大きく差が出ている。

b. トウモロコシ

トウモロコシは、ブラジルにおける 2 番目に多く栽培されている作物であるが、大半は、大豆の裏作として栽培されている作物である。トウモロコシにとって、栽培上重要なことは、単収向上および播種時期の要素が重要な点となっている。大豆同様に、単収は大きく改善しており、ブラジル平均は約 5 トン/ヘクタール程度となっている。然しながら、先進州での単収は、既に州平均 7 トン/ヘクタール近くである。次図に主要生産州のトウモロコシの単収の推移を示す。

トウモロコシ単収の推移(kg/ha)

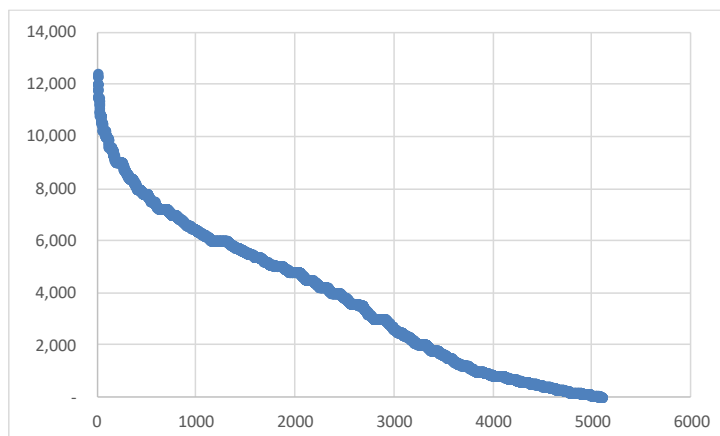


出典 ; IBGE データ (Produção Agrícola Municipal)
<https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/S/PA/A/25/T/Q> を基に作成

トウモロコシの単収が一番高い州は、灌漑施設整備率の一番高いブラジリア (DF) であったが、2016 年 10 月に灌漑水利用制限⁶が課せられ、DF におけるトウモロコシ単収は 2015 年の 8 トン/ヘクタールから 6 トン/ヘクタールに減少している。この様に灌漑水の有無も、単収の面で重要な項目となっている。全体的な傾向としては、単収は、上図に示す様に増加傾向にある。

トウモロコシは、ほぼブラジル全土で栽培されており、単収も 1 トン/ヘクタール程度の所から 12 トン/ヘクタール以上生産している市も存在し、その投入技術により、単収が大きく変化する作物である。一般的に、大豆の裏作として栽培している地区では、技術投入が行われ、単収は高く、伝統的農法に従事する地区の生産性は、無肥料、生産性の低い種子を使っているため、非常に低い生産性となっている。

2018 年度ブラジル各市のトウモロコシ単収の分布 (kg/ヘクタール)



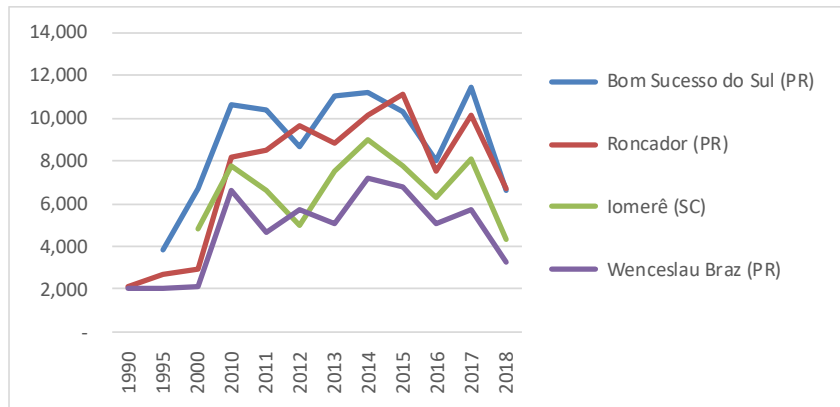
出典 ; IBGE データ (Produção Agrícola Municipal)
<https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/S/PA/A/25/T/Q> を基に作成、注 ; トウモロコシはほぼすべての市で生産されている。但し、単収 1 トン/ヘクタールにも満たない市が 1000 市程度ある。

⁶ http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/8Legislacao/Res_ADASA/Resolucao19_AS_Lava_jato_e_postos_versaofinal.pdf

トウモロコシはほぼ全土で栽培されており、それだけに伝統的農法にて栽培してる地区と、先進地区では単収に大きな隔りがある。先進地区では、単収 12 トン/ヘクタールに至っているところもあり、一方、伝統的農法を営む地区では、1 トン/ヘクタールにも満たないところがある。一般的に高収量の地域は、大規模栽培で、低収量の地域は、零細栽培である。

大豆同様に、トウモロコシも干ばつの影響を大きく受け、干ばつが発生した 2018 年度の単収は次図の様に大きく減少している。

トウモロコシの単収の推移 (kg/ヘクタール)



出典 ; IBGE データ (Produção Agrícola Municipal)
<https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/S/PA/A/25/T/Q> を基に作成

c. 単収の向上策

種々の情報を基に推定すると、大規模農家は、近代的技術投入での大豆は 5 トン/ヘクタール、トウモロコシは 12 トン/ヘクタールの生産技術がある。生産者は、より高い単収を得るため、より生産性の高い種子の活用、より効率の高い生産資材の活用、大型機械化および気象予測等に基づいた営農技術を導入し、農家営農を改善しようとしている。

「Fatores e técnicas de produção e sua influência na produtividade e qualidade da soja Aryelen Caroliny Santos, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão」⁷では、生産に関わる要素として以下の項目があると提示している。

- ❖ 遺伝子に関わる要素
- ❖ 環境に関わる要素
- ❖ 気象に関わる要素
- ❖ 土壌に関わる要素
- ❖ 生産技術
- ❖ 種子の選択
- ❖ 播種時期の選択
- ❖ 播種密度の選択
- ❖ 不耕起栽培を行うかどうか
- ❖ 施肥
- ❖ 土壌管理
- ❖ ローテーションの導入
- ❖ 雑草管理

⁷ http://anais.unespar.edu.br/xi_eepa/data/uploads/artigos/1/1-10.pdf

- ❖ 害虫・病気の管理
- ❖ 収穫技術

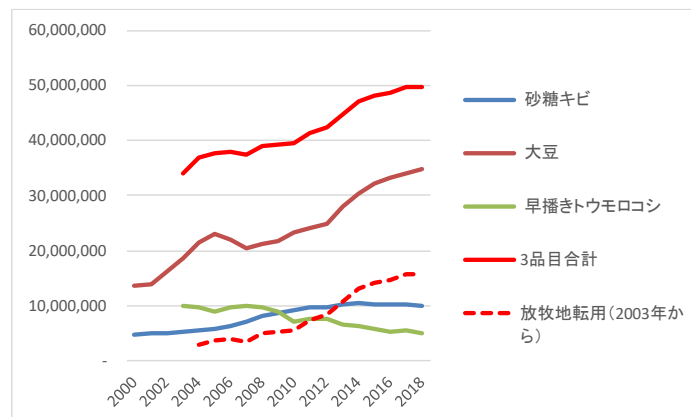
出典 ; http://anais.unespar.edu.br/xi_eepa/data/uploads/artigos/1/1-10.pdf

今後、単収を向上させていくためには、大規模生産者は、これらの要素について最大化していく必要があり、そのため、大規模生産者にとっては、スマート農業の導入は欠かせないものとなっている。

c. 栽培面積の拡大

ブラジルが今後、生産量を拡大していくためには、単位生産性の向上に加え、栽培面積の拡大が必要となってくる。栽培面積の拡大は、一般的に土地使用頻度(2毛作、3毛作の導入)の向上と放牧地の農地への転用が一般的である。放牧地の耕作地への転用は大豆栽培面積の拡大として現れ、土地使用頻度の拡大は、遅まきトウモロコシの拡大として現れている。一般的傾向としては、放牧地から大豆への転用、大豆からサトウキビへの転用が一般的である。データが既存する 2003 年度からのデータでは、約 1,580 万^{ヘクタール}が放牧地より、耕作地に転用されたと推定される。次図にサトウキビ、大豆および早播きトウモロコシの栽培面積およびこの 3 品目による合計栽培面積の推移を示す。

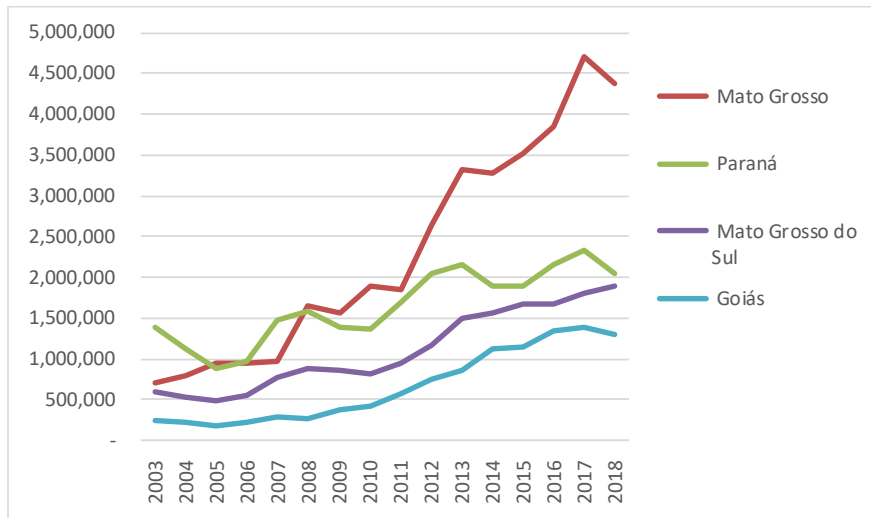
サトウキビ、大豆および早播きトウモロコシの栽培面積およびこの 3 品目による合計栽培面積の推移



出典 ; IBGE データ (Produção Agrícola Municipal) <https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/S/PA/A/25/T/Q> を基に作成

大豆の裏作としての遅まきトウモロコシは、トウモロコシ需要の拡大に伴い、栽培面積を拡大し、特にマト Grosso 州で活性化している。次図に遅まきトウモロコシの栽培面積の推移を示す。

遅まきトウモロコシ (2毛作) 栽培面積推移 (ヘクタール)



出典； IBGE データ（Produção Agrícola Municipal）
<https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/S/PA/A/25/T/Q> を基に作成

大豆の裏作としてのトウモロコシは、食肉輸出が拡大し始めた 2000 年代前半より拡大し始めている。2019 年度は、CONAB の報告⁸によると、次表の様に 3 毛作としてのトウモロコシも統計に出てきている。

トウモロコシおよび大豆栽培面積予測（^{ヘクタール}）

	2017/18	2018/2019	2019/2020
トウモロコシ	16616.4	17,496.2	17,534.8
早播きトウモロコシ	5,082.1	4,103.9	4,142.6
2 毛作トウモロコシ	11,534.3	12,878.0	12,878.0
3 毛作トウモロコシ		514.3	514.3
大豆	35,149.2	35,874.1	36,714.7

出典； V. 7 - SAFRA 2019/20- N. 2 - Segundo levantamento | NOVEMBRO 2019

2018/2019 作年の 3 毛作としてのトウモロコシ面積は、僅か 514 ^{ヘクタール}であるが、今後、スマート農業の進行に伴い拡大してくると予想される。

遅まきトウモロコシおよび綿花は、大豆の裏作として栽培されており、この動向が食料生産上、重要なファクターとなっている。但し、そのためにはスマート農業の導入、農業機械の大型化、より効率の高い投入資材等の改善技術の導入が必要となっている。一般的な技術改善の方策は主に以下の方法があげられる。

- ❖ 種子会社参入による高収量種子の導入とその種子にあった生産資材の投入
- ❖ 不耕起栽培から土地肥沃度向上策導入による単収増
- ❖ リスク軽減策としての多品種導入(早生から晩生まで)
- ❖ 大型機械化による降雨の最大限活用（降雨後の短期間播種）-二毛作から三毛作の導入

穀物生産は、規模の拡大に加え、単位生産性を追求する高度な技術を駆使した農業に徐々に移行しつつある。農家の生産技術は、民間農業生産資材企業の参入により、急激に革新し、単位面積

⁸ <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-gaos>

当たりの穀物生産量(大豆+トウモロコシ)は、格段に改善している。今後もこの傾向は続くと予想される。なお、生産拡大の観点からでは、2017年度のデータによると大豆栽培面積 3,400 万^{ヘクタール}に対し、裏作としてのトウモロコシ栽培面積は 1,221 万^{ヘクタール}で、大豆栽培面積の 34%である。今後、トウモロコシ市場の高まりとともに、このトウモロコシ生産量は拡大するポテンシャルを有していると思われる。但し、大豆・トウモロコシと言う作付けスケジュール効率の改善のためには、よりの確な気象予報と作業効率の高い農業機械の導入が重要になっている。(雨季の期間に 2 毛作 3 毛作を可能にするため)

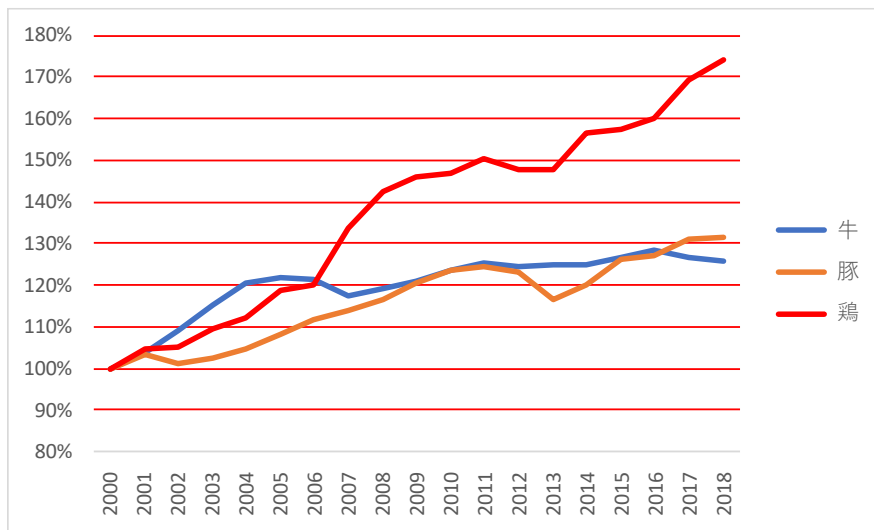
II.1.2 畜産

ブラジル畜産は、大豆トウモロコシの生産拡大とともに、家畜飼料供給体制が構築された結果、牛主体の畜産に加え、飼料活用による鶏豚による畜産が拡大している。飼育頭数は、牛に関しては、鶏豚に比べ僅かな増加となっており、鶏は、世界貿易が拡大し始めた 2006 年ごろを契機とし、拡大し始め、衛生上の種々の問題が発覚後、停滞し、その解決後、また回復するという傾向を示している。豚は、2018 年以降、アジアを中心に発生した豚コレラが契機となり、急激に拡大している。

特に中国は、2019 年度、ブラジル肉輸入拡大のため、豚肉工場 5 か所、牛肉工場 5 か所、鶏肉工場 3 か所を輸入対象工場として追加認証し、豚肉工場 16 か所、鶏肉工場 46 か所、牛肉工場 39 か所、ロバ肉工場 1 か所の合計 102 か所の食肉工場が輸出認証を受けている。⁹ それまでの工場数は 89 か所であったことから、対象工場数は、約 15%増加したことになる。

この様にブラジル畜産は、世界の種々の問題に対し、即座に、世界需要の変化に対応できる体制を構築している。次図に 2000 年をベースとした鶏、豚、牛の飼育頭数を示す。

2000 年をベースとした鶏、豚、牛の飼育頭数の推移 (2000 年 = 100%)



出典 ; IBGE SIDRA Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho

鶏飼育羽数は、2000 年に比べ、74%拡大し、豚は 31%拡大している。これらの拡大は、大規模養鶏・養豚企業によるものであり、大規模生産者が、世界市場の動向を見極め拡大するという形態となっている。鶏豚生産は、衛生基準および価格競争が厳しいため、この生産拡大に関与するのはインテグレーターと呼ばれる食肉企業および周辺の契約飼育農家のみである。この体制が構築

⁹ <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/11/12/china-autoriza-13-frigorificos-brasileiros-a-exportar-carne-ovina-suina-e-de-aves.ghtml>

されているため、食肉企業は、自国で生産される安価な飼料を活用し、世界市場の動向に対応し得る体制を構築している。牛に関しては、このような体制は、現時点、僅かで、いまだに中小規模農家が参入する体制となっている。

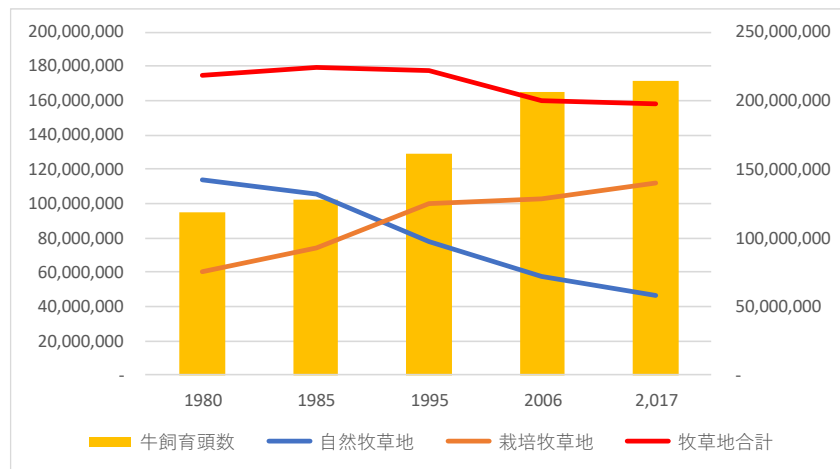
ブラジルの畜産は、大豆、トウモロコシの生産拡大により、飼料の源となる大豆粕が大量かつ安価に供給されるようになったことより、大豆、トウモロコシ生産拡大地域に畜産が拡大している。牛肉、豚肉および鶏肉の生産は、順調に拡大しており、2018年度は、鶏肉 800 万ト、牛肉 1,350 万ト、豚肉 400 万トが生産され、そのうち、鶏肉 350 万ト、牛肉 120 万ト、豚肉 50 万ト¹⁰が輸出に向けられている。飼育方法も近代化しており、鶏肉・豚肉に関しては、旧来のインテグレーション方式から、垂直統合型（トウモロコシ生産、餌生産、鶏生産から鶏肉販売まで一括して、1社の企業にて行う方式）に移行しつつあり、生産の超大規模化が進行している。

(1) 牛飼育

牛に関しては、牛肉生産（肥育）形態は、旧来の粗放的放牧から第1段階；牧草飼育を伴う放牧、さらに第2段階；セミフィードロット形式を取り込んだ牛飼育、第3段階；フィードロット形式での牛飼育へと移行している。段階が上がるごとに営農の経済性も改善することより、農家は第2、第3段階の飼育方法に移行しようとしている。

放牧地は、大豆・トウモロコシ等の穀物栽培の進展により、徐々に面積は減少しているものの、飼育頭数は拡大しており、徐々に自然放牧形態から、餌を与える放牧形態に移行しつつある。次図に飼育頭数および農牧地の面積の推移を示す。

飼育頭数および農牧地の面積（ km^2 ）の推移

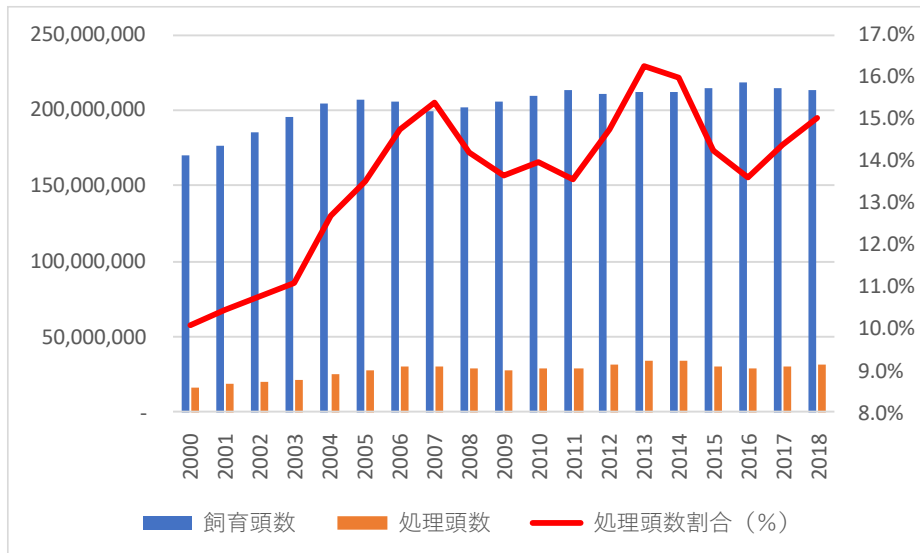


出典；IBGE SIDRA 農業センサス 1980、1990、1995、2006、2017、Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho

牛飼育の内、年間牛肉用牛処理頭数割合は、徐々に拡大しているものの、鶏豚と異なり、市場の動向に合わせ出荷する形態が主である。次図に飼育頭数、処理頭数およびその割合の推移を示す。

飼育頭数、処理頭数およびその割合

¹⁰ <http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/balanca-comercial-brasileira-acumulado-do-ano>



出典 ; IBGE, SDRA, Pesquisa Trimestral do Abate de Animais

なお、処理されていない牛は、乳牛用、肥育過程の牛である。2018 年度の数値は以下の通りである。

飼育頭数、処理頭数およびその割合

	2000	2010	2015	2018
飼育頭数	169,875,524	209,541,109	215,220,508	213,523,056
処理頭数	17,085,581	29,278,095	30,651,802	32,042,688
処理頭数割合 (%)	10.1%	14.0%	14.2%	15.0%

出典 ; IBGE, SDRA, Pesquisa Trimestral do Abate de Animais

1) 飼育形態

ブラジルの牛肉業界の現状は、「ABIEC Beef REPORT Perfil da Pecuária no Brasil」¹¹により以下の様に報告されてる。

飼育頭数 ; 215 百万頭
 放牧地面積 ; 162 百万ヘクタール
 肉処理頭数 ; 44 百万頭
 牛肉生産量 ; 11 百万トン
 国内消費 ; 8.75 百万トン (生産量の 79.64%)
 輸出 ; 2.21 百万トン (170 万トン ; 牛肉、26 万トン ; 加工肉、18.5 万トン ; その他)

出典 ; <http://www.abiec.com.br/control/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>

ABIEC は、ブラジルにおける牛の予測を行っており、以下の様に推定している。

ABIEC による 2028 年までの予測

項目	単位	1998	2003	2008	2013	2018	2023	2028
飼育頭数	千頭	163,154	195,552	202,307	211,764	214,686	214,947	220,567
牛肉生産量	千トン	5,794	7,726	9,325	10,227	10,959	11,797	12,528
輸出	千トン	400	1,280	1,990	2,007	2,205	2,593	2,673
輸入	千トン	-	66	32	57	47	46	44

¹¹ <http://www.abiec.com.br/control/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>

国内消費	千トン	5,394	6,513	7,368	8,277	8,812	9,249	9,898
一人当たり消費 量	Kg/人/年	26	29	31	33	34	34	36
処理頭数	千頭	25,418	33,600	40,421	43,094	44,231	45,822	47,697
放牧地面積	千ヘクタール	186,335	185,405	182,240	169,171	162,188	154,970	153,802
単位飼育頭数	頭/ヘクタール	0.88	1.05	1.11	1.25	1.32	1.39	1.43
平均肉重量	kg/処理頭	227.95	229.95	230.71	237.32	244.77	257.45	262.65

出典 ; <http://www.abiec.com.br/controle/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>

この予測では、放牧地は、9百万ヘクタール程度減少し、飼育頭数は、約6百万頭増加し、肉生産量は150万トン増加し、輸出量は、47万トン拡大すると予測している。

パラナ州は、今後、飼育の改善を図り、単位面積当たりの牛の処理肉重量を現在の137Kg/ヘクタール/年から210から480Kg/ヘクタール/年に改善しようとしている。次図にパラナ州の目標値を示す。

パラナ州の目標値

Índice	現況*	パラナ州目標 2025	上位20%目標
最初の妊娠までの期間 (meses)	Nd	30	<24
妊娠間のインターバル (meses)	Nd	15	12
妊娠率(%)	Nd	75	>90
出生率(%)	65*	75*	>90
修正後の死亡率(%)	Nd	2	<1
離乳時重量(kg)	Nd	200	>250
乳児期間死亡率(%)	Nd	2	<1
一日あたり体重増加(kg)	Nd	>0,4	>0,8
ローテーション率(UA/ha)	1,4*	2	>3,5
処理年時(meses)	37*	30*	<18
生産率 kg/carcaça/ha/ano	137*	210*	480
優良雄牛使用率(%)	Nd	80	90
人口受精率(%)	10**	30	80

<https://sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2015/11/sistema-faep-Plano-Integrado-de-Desenvolvimento-da-Bovinocultura-de-Corte-no-Parana2.pdf>

但し、このためには、牛飼育においても、種々の技術導入が必要となっている。牛飼育改善に関する種々の報告書が存在するが、「CONFINAMENTO DE BOVINOS DE CORTE - ENGº AGRº DANILO GUSMÃO DE QUADROS」¹²では、牛の生産率向上策として以下の物をあげている。

牛の生産率向上策

場所 必要インフラ 牛の種類 処理年齢 飼育牛の性別 施飼料の方法 飼育管理方法 病気の対策 牧須管理

出典 ; CONFINAMENTO DE BOVINOS DE CORTE - ENGº AGRº DANILO GUSMÃO DE QUADROS

¹² http://www.almanaquedocampo.com.br/imagens/files/confinamento_bovinos_corte.pdf

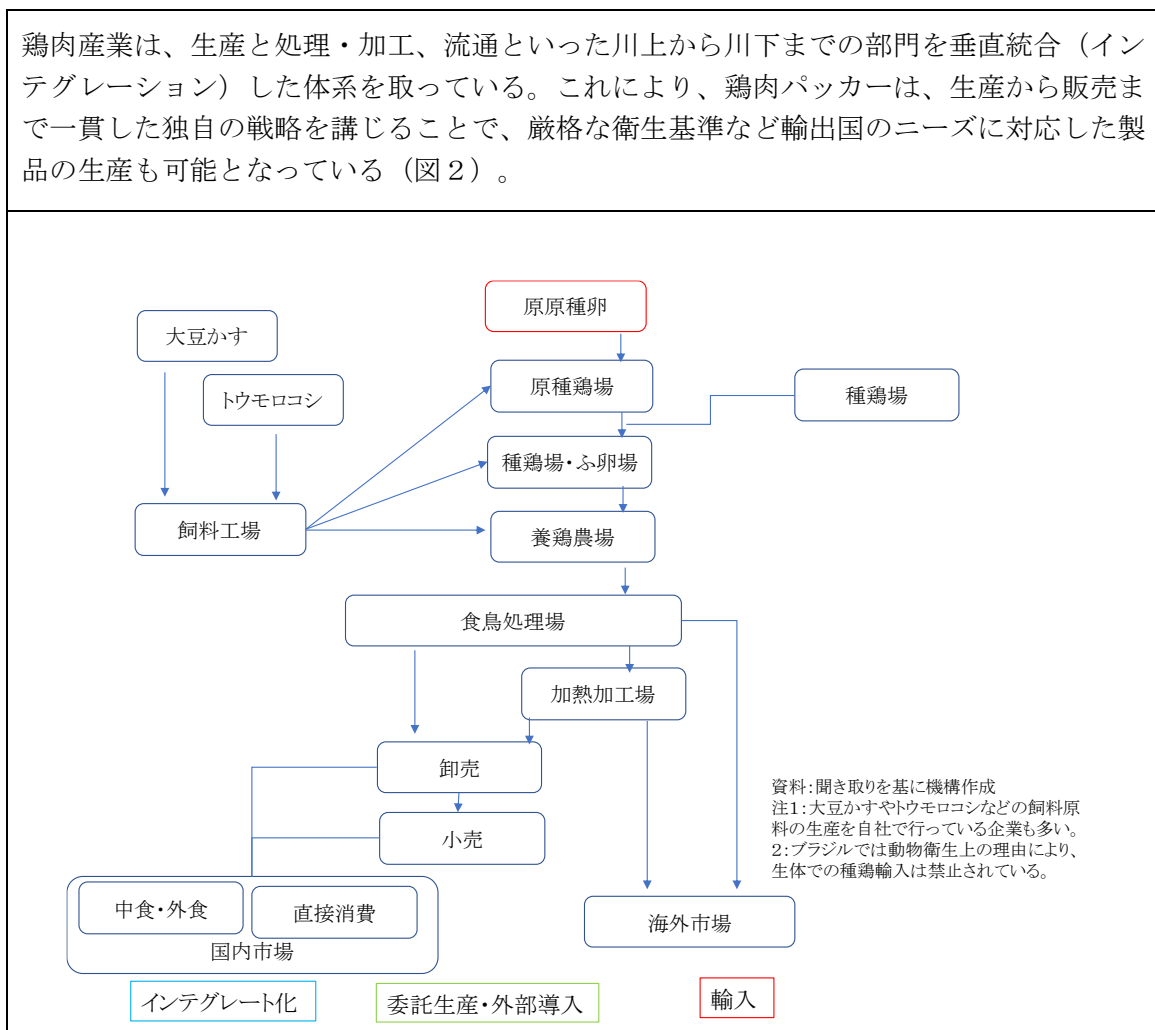
穀物生産拡大および搾油工場等の進出により、生産者は、飼料入手が容易になり、牛に関しても、徐々に鶏と同様に大豆・トウモロコシ拡大の正のインパクトを受け、生産拡大する傾向となっている。現在、進行中の第3毛作のトウモロコシは、サイレージ化される傾向が強く、牛飼育拡大の要素となっていると考えられる。

(2) 鶏肉生産

ブラジルの鶏肉生産は、非常に高度化された生産システムを取っており、近代化された飼育施設の下、生産され、飼育日数は僅か28.7日にまで短縮され、処理され、年間、8.58回収穫される形態となっている。一般的な鶏舎の面積は、1,200m²から2,400m²で餌与は自動化されており、人とのコンタクトはごく限られたものとなっている。

農畜産業振興機構は、「ブラジルの鶏肉生産・輸出動向～A Iフリーという強みを生かした輸出の優位性と今後の見通し」¹³にて以下の様に述べている。

鶏肉生産の流れ



出典； <https://www.alic.go.jp/content/000144738.pdf>

ブラジルの鶏飼育の大部分は「インテグレーション生産」と呼ばれる食肉メーカーによる生産の垂直統合によって行われており、養鶏農家が自己資本を生産に投資してそれを食肉メーカーに出

¹³ <https://www.alic.go.jp/content/000144738.pdf>

荷するのではなく、食肉メーカーがヒナ、飼料、ワクチン、技術指導を提供して生産者に飼育を委託、肥育後それを引き取るというシステムとなっている。そのため、生産者は、先進技術駆使の飼育を行っている。鶏飼育の競争力は、如何に安価に鶏肉を生産できるかにかかっており、特に生産価格の70%を占める餌価格に大きく左右される構造となっている。

鶏肉生産は、鶏の餌となる、大豆粕、トウモロコシ等を如何に安定・安価に入手できるかにかかっており、大豆・トウモロコシの生産拡大に左右されることとなる。

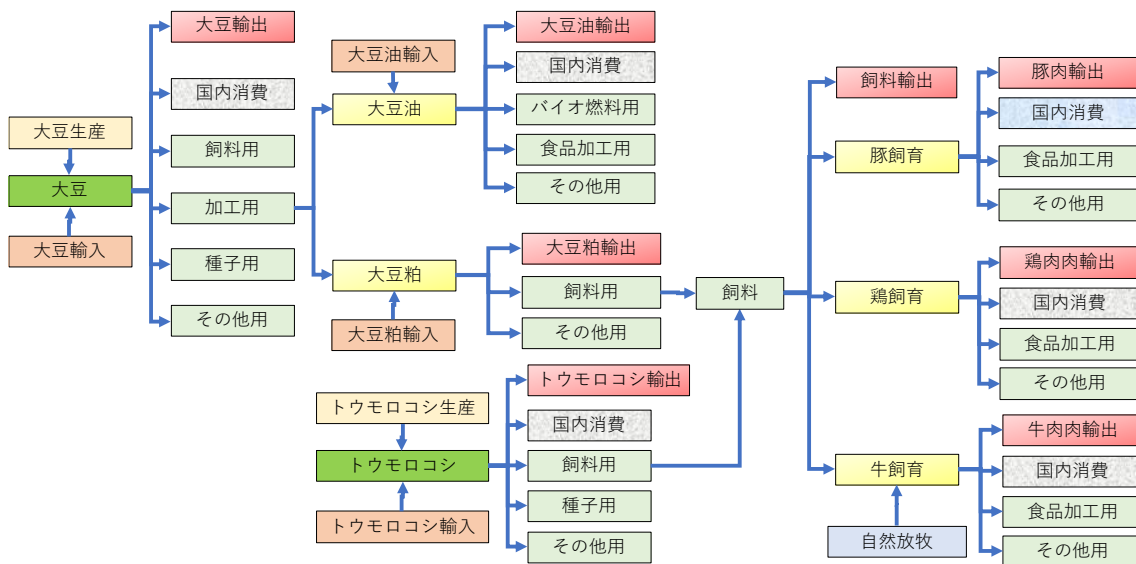
(3) 豚肉生産

豚生産の構図は、鶏生産と類似しており、ブラジルにおける豚生産も、企業家による生産が大半で、農家が庭先で飼育する形態はほぼなくなっている。これに関しては鶏以上に徹底した構造となっている。豚生産も鶏生産同様に、大豆・トウモロコシの生産動向が豚生産の競争力に大きく左右する状況となっている。

II.1.3 バリューチェーンの形成

近年の農牧業は、バリューチェーンの形成により、種々の業務が関連するようになっており、大豆・トウモロコシに関連する品目は、そのまま消費・輸出される形態、一次加工を経て油として消費・輸出される形態、二次加工を経てバイオ燃料として消費される形態、飼料として活用され、鶏豚および牛の飼育に利用され、肉として消費・輸出される形態に分けられる。これ等の一環の流れは、次図のバリューチェーン図に要約される通りである。

大豆を起点としたバリューチェーンの流れ



出典；調査団作成

大豆・トウモロコシを起源とするバリューチェーンは段々進化しており、現時点、農業生産と食肉生産は、分離された形態となっているが、加工過程が必要でないトウモロコシに関しては、鶏肉・養鶏企業が、自社生産することも起きており、徐々に、食肉生産は、自社のみで完結する垂直型統合生産に移行しつつある。

大豆・トウモロコシ等は、中長期的には、穀粒としての輸出から、より費用効果の高い肉生産用

の飼料および油生産のための加工部門へと変わってくる予想される。次表に現在、民間部門で進められているインフラ整備における方向性を示す。

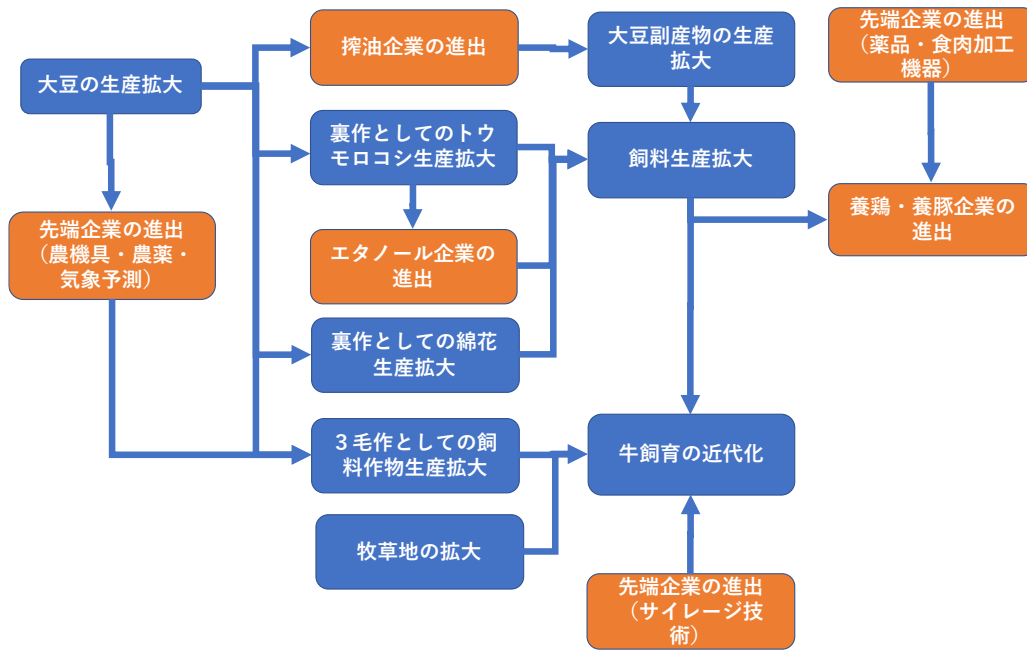
現在ブラジルで進められている各生産チェーンでのインフラ整備の方向性

	穀物・砂糖生産	畜産品
一次生産	<ul style="list-style-type: none"> 農業機械（トラクター、散布機、収穫機等の効率的運用及び自動化） 低コスト高収量を可能とする農業生産投入財導入（種子、肥料、農薬） 技術支援（高収量生産を可能とする先端農業技術導入） 気象状況に見合う作付け計画を可能とするインフラ整備 	<ul style="list-style-type: none"> 高生産性家畜飼育を可能とするインフラ整備 低コスト高収量を可能とする家畜飼育投入財（導入品種、餌、薬品、管理器材） 技術支援（低コスト、高収量を可能とする技術） 衛生およびトレーサビリティ等の管理を徹底化するための器材
輸送	<ul style="list-style-type: none"> トラック輸送を可能とする道路整備（産地より工場もしくは港湾に繋ぐ経路） 大量輸送を可能とする鉄道および水運・内陸港 	<ul style="list-style-type: none"> 家畜運搬を可能とする道路整備（飼育場から肉処理工場）
加工	<ul style="list-style-type: none"> 搾油工場、餌工場（エネルギーおよび労働効率） 製糖工場（エネルギー・労働効率および発電） 	<ul style="list-style-type: none"> 鶏、豚、牛等の肉処理施設（自動化） 気象変動に優しい冷凍冷蔵施設（自然冷媒の活用） 衛生の徹底を可能とするインフラ整備
加工品輸送	<ul style="list-style-type: none"> 一次産品と同様 	<ul style="list-style-type: none"> 冷凍冷蔵機能を持つ道路・鉄道・水運インフラ（自然冷媒の活用）
輸出	<ul style="list-style-type: none"> 輸出の効率化を図るインフラ整備（搬入出、必要書類作成の円滑化） 	<ul style="list-style-type: none">

出典；調査団作成

大豆の生産拡大は、直接的に搾油企業の進出、裏作としてのトウモロコシ生産拡大に繋がり、これをビジネスチャンスとみなした養鶏・養豚企業の進出、バイオディーゼル企業進出へと繋がり、更にエタノール企業の進出と言う連鎖に繋がっていつている。これにより、市場が安定し、生産者は、大豆トウモロコシ生産へ安心して生産できるようになり、よりリスクの高い3毛作導入でも行おうという機運になってきている。この様に、穀物生産バリューチェーンでは、種々の連鎖により、プラスの要素が生じ、生産拡大の様相がみられる。牛に関しても同様に、大豆粕および植物残差、サイレージにより乾季の飼料が確保され、フィードロット方式が可能となり、より生産性の高い畜産に徐々に移行しつつある。次図にこれまでブラジルで起きている構図を示す。

大豆生産導入後、ブラジルにて起きているバリューチェーン構造



出典；調査団作成

II.2 主要国際機関およびブラジル公民分析機関による食料需給予測

II.2.1 国際機関予測値

(1) OECD/FAO 予測値

国際機関穀物需要予測としては、OECD/FAO により「Dataset: OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027」がある。この報告書では、ブラジルが関係する品目の世界貿易量を以下の様に予測している。

OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027 による世界貿易量予測（千ト）

品目	2017	2027	期間増	年平均増加率(%/年)
大豆	147,686.96	174,935.23	27,248.27	1.55%
トウモロコシ	142,055.39	157,226.87	15,171.48	0.93%
砂糖	58,856.60	66,761.51	7,904.91	1.15%
鶏肉(rtc)	12,711.48	15,820.06	3,108.57	2.01%
牛肉(cwe)	11,038.25	12,764.67	1,726.43	1.33%
綿花	8,106.20	9,387.32	1,281.12	1.34%

出典；Dataset: OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027

世界貿易量に関しては、大豆が、2017年より2027年の期間に、年率1.55%で増加し、2027年までに2,724.8万ト増加すると予測しており、トウモロコシが1,517.1万ト、鶏肉が310.8万ト、牛肉が172.6万ト、綿花が128.1万ト増加すると予測している。ブラジルに関する予測値は次表の通りである。

OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027 によるブラジル貿易量予測（千ト）

品目	2017	2027	期間増	年平均増加率(%/年)
大豆	61,813.10	73,202.20	11,389.10	1.55%
トウモロコシ	30,000.00	36,099.13	6,099.13	1.70%

砂糖	25,000.00	29,907.39	4,907.39	1.64%
鶏肉(rtc)	4,221.00	5,298.92	1,077.92	2.09%
牛肉(cwe)	1,800.00	2,681.17	881.17	3.69%
綿花	705.00	1,203.27	498.27	4.98%

出典 ; Dataset: OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027

ブラジル国貿易量に関しては、大豆が、2017年より2027年の期間に、年率1.55%で増加し、2027年までに1,138.9万トンの増加すると予測しており、トウモロコシが609.9万トン、鶏肉が107.8万トン、牛肉が88.1万トン、綿花が49.8万トン増加すると予測している。

(2) USDA 予測値

USDAは、「USDA Long-term Projections, March 2019」¹⁴にて世界の貿易量を推定し、ブラジルについては以下の推定を行っている。

USDA Long-term Projections, March 2019による世界輸入量およびブラジル輸出予測

	世界輸入量 (千トン)			ブラジル輸出量(千トン)			世界輸入量増に占めるブラジルの割合
	2017/2018	2028/29	期間増	2017/2018	2028/29	期間増	
大豆	153,100	196,300	43,200	76,200	96,100	19,900	46.1%
トウモロコシ	147,100	195,000	47,900	22,000	42,300	20,300	42.4%
鶏肉(rtc)	11,663	15,755	4,092	3,943	5,882	1,939	47.4%
牛肉(cwe)	8,116	10,465	2,349	1,856	2,900	1,044	44.4%
豚肉	7,803	10,181	2,378	786	1,007	221	9.3%
綿花	40,700	62,100	21,400	4,200	14,800	10,600	49.5%

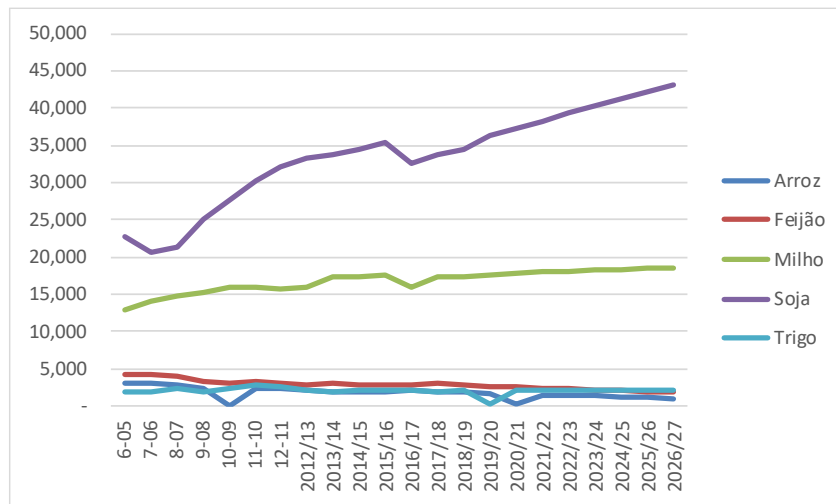
出典 ; <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/92600/oce-2019-1.pdf?v=3630.9>

II.2.2 ブラジル関連機関予測値

ブラジルにおける農業生産予測値としては、農牧供給省による予測と、EMBRAPAに予測がある。農牧供給省は、「PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO Brasil 2016/17 a 2026/27 Projeções de Longo Prazo」にて主要穀物の予測を行っており、次表の様な数値を発表している。

¹⁴ <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/92600/oce-2019-1.pdf?v=3630.9>

農牧供給省発表の栽培面積予測 (千ヘクタール)



出典 ; PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO Brasil 2016/17 a 2026/27 Projeções de Longo Prazo
この予測では、大豆年率 2.5% 成長、トウモロコシ 0.8% 成長と予測されている。

農牧供給省予測穀物生産量 (千トン)

作物	2017/18	2026/27	2007/2027 期間 年増減面積	2007/2027 期 間年増減率 (%)
米	1,961	969	-992	-6.8%
フェジヨン 豆	3,094	1,826	-1,268	-5.1%
トウモロコ シ	17,244	18,588	1,344	0.8%
大豆	33,856	43,158	9,302	2.5%
小麦	1,954	2,175	221	1.1%
全体	58,109	66,716	8,607	1.4%

出典 ; PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO Brasil 2016/17 a 2026/27 Projeções de Longo Prazo
農牧供給省 2019 年発行の「PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO Brasil 2018/19 a 2028/29 Projeções de Longo Prazo」¹⁵では、大豆の今後の予測値を以下の様に発表している。

ブラジル農牧供給省予測大豆生産量、消費量および輸出量予測

	生産量(千トン)		消費量(千トン)		輸出量(千トン)	
	平均	最良	平均	最良	平均	最良
2018/19	114,314	-	44,000	-	68,000	-
2019/20	120,620	131,992	45,806	49,875	72,926	82,979
2028/29	151,873	182,491	53,946	61,595	96,430	128,222

出典 ; PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO Brasil 2018/19 a 2028/29 Projeções de Longo Prazo

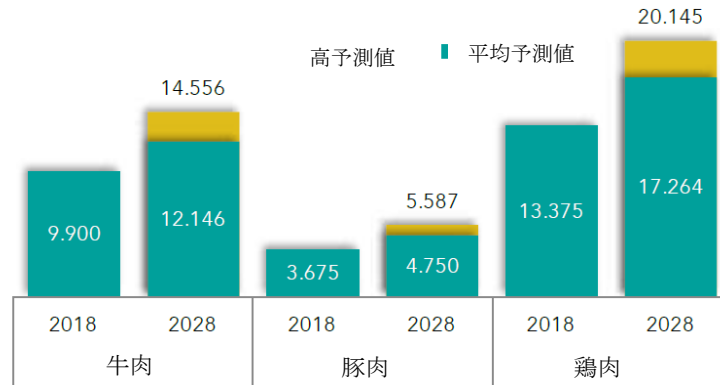
なお、これらの予測値は、OECD/FAO の予測値を上回る値となっている。

肉に関しては、2018 年から 2028 年までの 10 年間で、牛肉が 225 万トンから 465 万トン、豚肉が 107.5 万トンから 191 万トン、鶏肉が約 390 万トンから 677 万トン増えると予想している。次図に農牧供

¹⁵ <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2018-2019-2028-2029>

給省の食肉に関する予測値を示す。

農牧供給省による肉生産予測



Fonte: CGEA/DCEE/SPA/Mapa e SIRE/Embrapa

出典；農牧供給省；PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO Brasil 2017/18 a 2027/28
Projeções de Longo Prazo

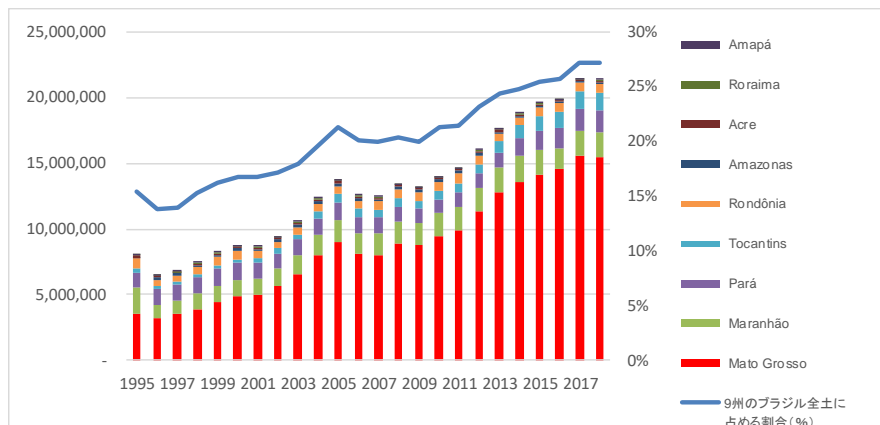
II.3 アマゾン法定域における農牧業の現状

II.3.1 アマゾンの現状と農牧業での位置づけ

(1) 農業での位置づけ

アマゾン法定域¹⁶における農業は、マトグロッソ州を中心に拡大しており、栽培面積は、1995年時点、ブラジル全体の15%程度であった栽培面積シェアが2018年時点、ブラジル全体の28%と拡大している。特にマトグロッソ州の伸びは大きく、マトグロッソ州のアグロビジネスにおける重要性は非常に高まっている。

アマゾン法定域9州における栽培面積の推移（％）



出典；IBGE,SIDRA、Produção Agrícola Municipal

当該地域に於ける大豆生産は、ブラジル全栽培面積のほぼ30~40%で推移している。トウモロコシ生産も拡大しており、現在、ブラジル全体の38%程度を生産している。キャッサバも同様に拡大しており、綿花はブラジル全生産の約70%を担っている。

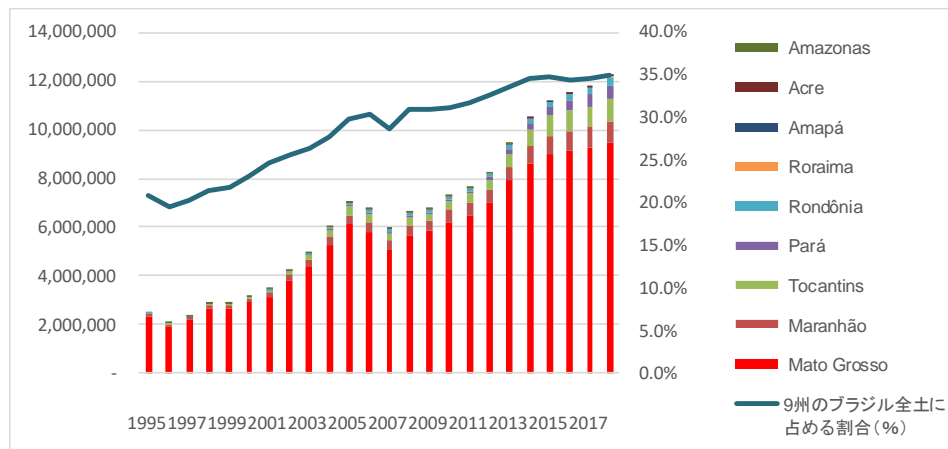
1) 大豆

大豆生産は、2007年頃まで、アマゾン法定域内では、ほぼマトグロッソ州のみで行われていた

¹⁶ アマゾン法定域に関しては1章参照

が、それ以降は、それ以外のマラニョン州、トカンチンス州およびパラ州等で拡大の予兆を示し始めている。

アマゾン法定域における大豆栽培面積の推移（ ヘクタール ）およびその面積割合（％）



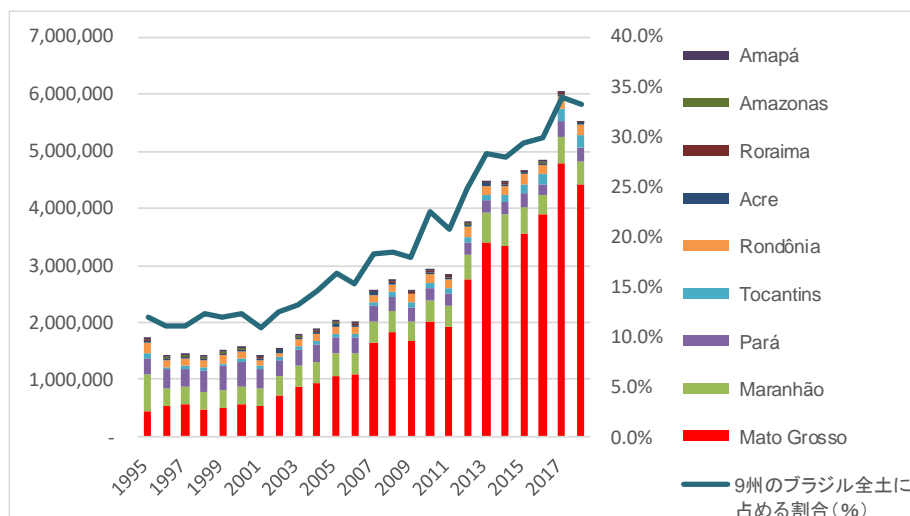
出典；IBGE,SIDRA、Produção Agrícola Municipal

この大豆栽培の拡大は、搾油工場の進出を伴っており、対象地区では、マトグロッソ州にブラジル全能力の 21.7%が設置されている。近年、トカンチンス州、アマゾナス州およびマラニョン州にも徐々に搾油工場が設置されつつあり、アマゾン法定域の大豆栽培面積は徐々に拡大してくると予想される。

2) トウモロコシ生産

トウモロコシ生産拡大は、近年、養鶏産業の拡大と共に、生じる事象となっている。当初は、大豆の裏作（緑肥）として栽培されていたものが、大豆搾油工場の進出により、大豆粕が生産され、養鶏産業の基礎が築かれ、緑肥より飼料生産としてのトウモロコシ栽培に転じている。トウモロコシ栽培は、養鶏産業が拡大したマトグロッソ州を中心として拡大してきたが、近年は、搾油工場の進出した地域周辺で養鶏豚産業が進出してきている。この搾油工場の進出に伴い、養鶏産業が構築されていくことより、搾油工場が進出してきた地域では、トウモロコシ栽培が、大きく拡大してくるものと予想される。

アマゾン法定域におけるトウモロコシ栽培面積の推移（ ヘクタール ）およびその面積割合（％）

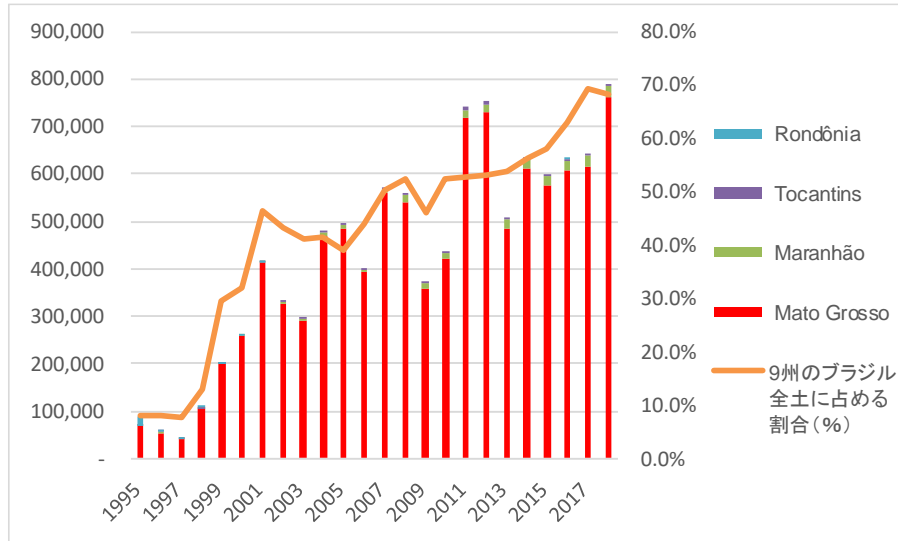


出典；IBGE,SIDRA、Produção Agrícola Municipal

4) 綿花

ブラジルにおける綿花栽培の大半は現在、マトグROSS州に集中している。当初は、大豆の裏作として始まったものであるが、大規模農家経済の好転、規模の大規模化に伴い、現在はブラジル全生産のほぼ70%程度を生産している。

アマゾン法定域における綿花栽培面積の推移（ ha ）およびその面積割合（%）



出典；IBGE,SIDRA、Produção Agrícola Municipal

綿花栽培は、他の作物に比べ、大規模な収穫機械、施設等を要する作物であり、その栽培は、大規模農家が主体となっている。他の作物に比べ多額の投資を必要とし、生産者は、より高度化された農業導入が必要となっている。

綿花収穫状況

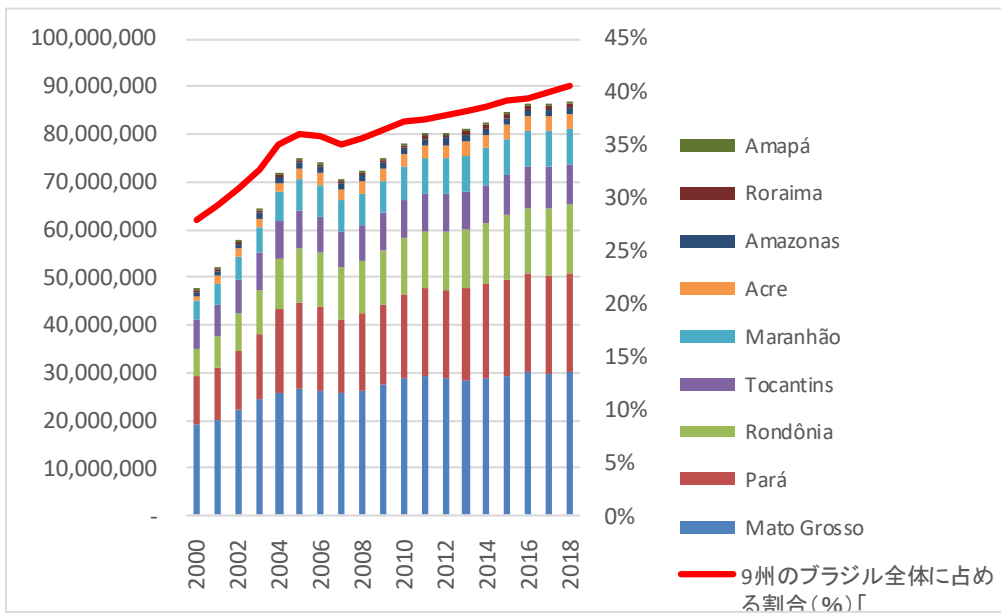


<https://www.grupocultivar.com.br/noticias/parceria-entre-ampa-imamt-john-deere-e-concessionarias-em-mato-grosso-visa-a-qualificacao-de-mao-de-obra>

II3.2 畜産の位置づけ

2000年以降、アマゾン法定域9州における牛の飼育頭数は、拡大しており、2000年にはブラジル全体の28%程度であったものが、2018年度は約40%に拡大し、飼育頭数も、8,660万頭に増加している。次図に各州の牛の飼育頭数とアマゾン法定域9州の占める割合（%）を示す。

牛の飼育頭数とアマゾン法定域9州の占める割合 (%)



出典 ; IBGE,SIDRA、Pesquisa Trimestral do Abate de Animais

飼育頭数は、ブラジル全体の 40%程度を占めているものの、牛肉生産量では全体の 21.5%である。このことは、牛の飼育年数の長さ、生体として他州へ輸出事等が影響しており、大半が伝統的飼育方法に従事していることも一因である。今後、北部港湾の改善により、牛肉生産量も、北部に変遷していくものと予想される。特に、近代的食肉処理工場が稼働してるマトグロッソ州での牛肉生産量は大幅に伸びていくと思われる。

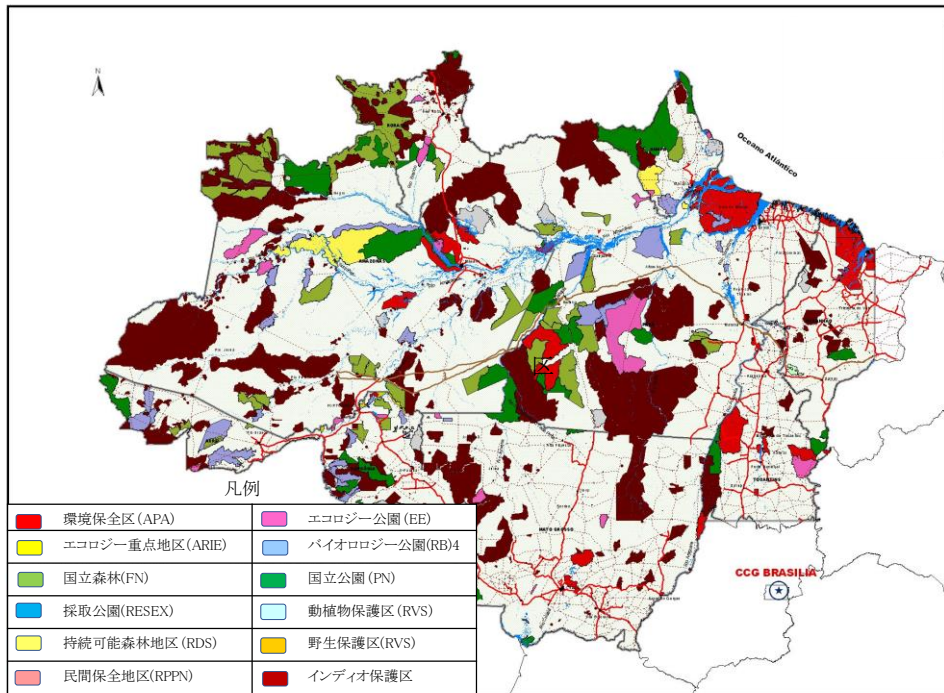
II.4 アマゾン地域の土地利用および農業開発の現状

II.4.1 環境保護地区の分布

アマゾン法定域と呼ばれる所は、508.4 万 km² あり、そのうち、2017 年農業センサスに依ると、農業用地 26.2%、インディオ保護区 22.4%、環境保護地区 23.5%、その他（水域および土地所有のない地区）27.9%となっており、農用地と区分される地区は 26.2%で、その区分は耕作地 2.9%、放牧地 12.1%、森林 10.3%、その他の農用地¹⁷0.9%であり、農業の土地利用に占める割合は低いものとなっている。次図にアマゾン植生域にて保護されている。

¹⁷ 農用地の中の水域等

インディオ保護区、国立公園、州立公園

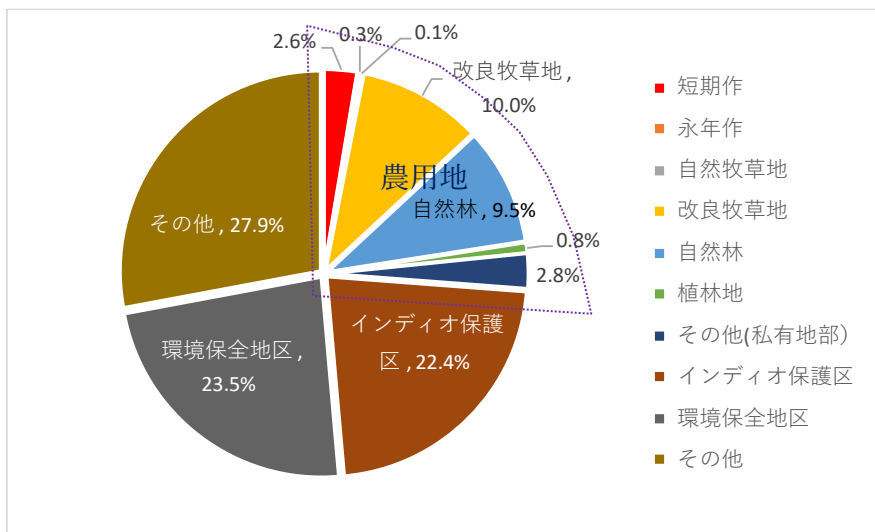


出典；種々のデータを取り込み調査団作成

II.4.2 土地利用状況

アマゾン法定域の土地利用は、私有地面積 26.2%、インディオ保護区 22.4%、環境保護区 23.5%、その他国有地 27.9%からなっており、耕作地面積は全体の 2.6%である。次図にアマゾン法定域における土地利用分布を示す。

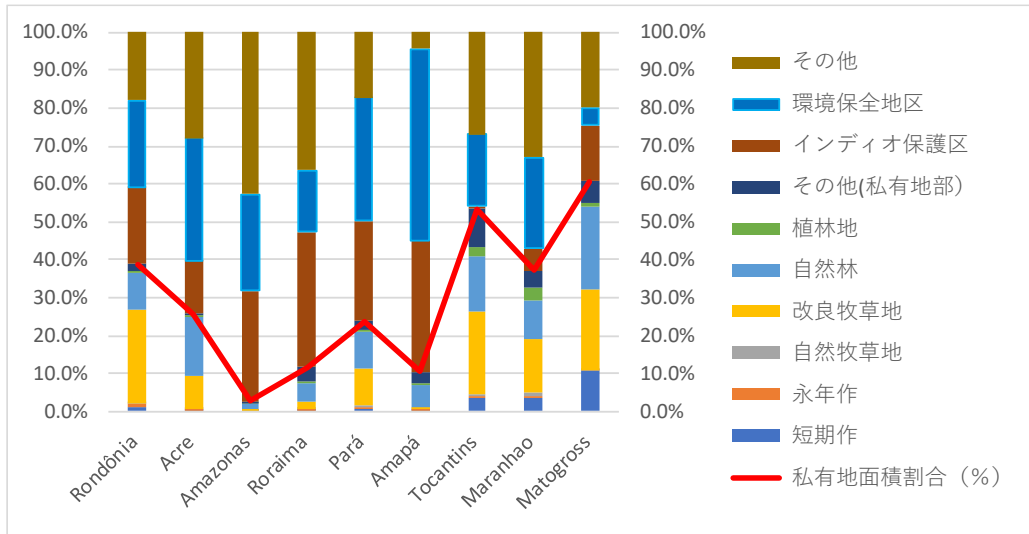
アマゾン法定域土地利用分布



出典；IBGE、農業センサス 2017,注；その他は国有地、水域、都市域が入ってくる。

更にこれを州別にみると次図の様になる。私有地の割合は、マトグロソ、トカンチンス、マラニョンおよびホンディアで高く、その他の州における私有地占有率は非常に低く、アマゾナス州の私有地率は、2.6%にも満たない面積である。次図に各州別の土地利用分布を示す。

各州別の土地利用分布



出典 ; IBGE、農業センサス 2017

対象域の土地利用は次表の通りである。

北部 9 州の土地利用 (Km2)

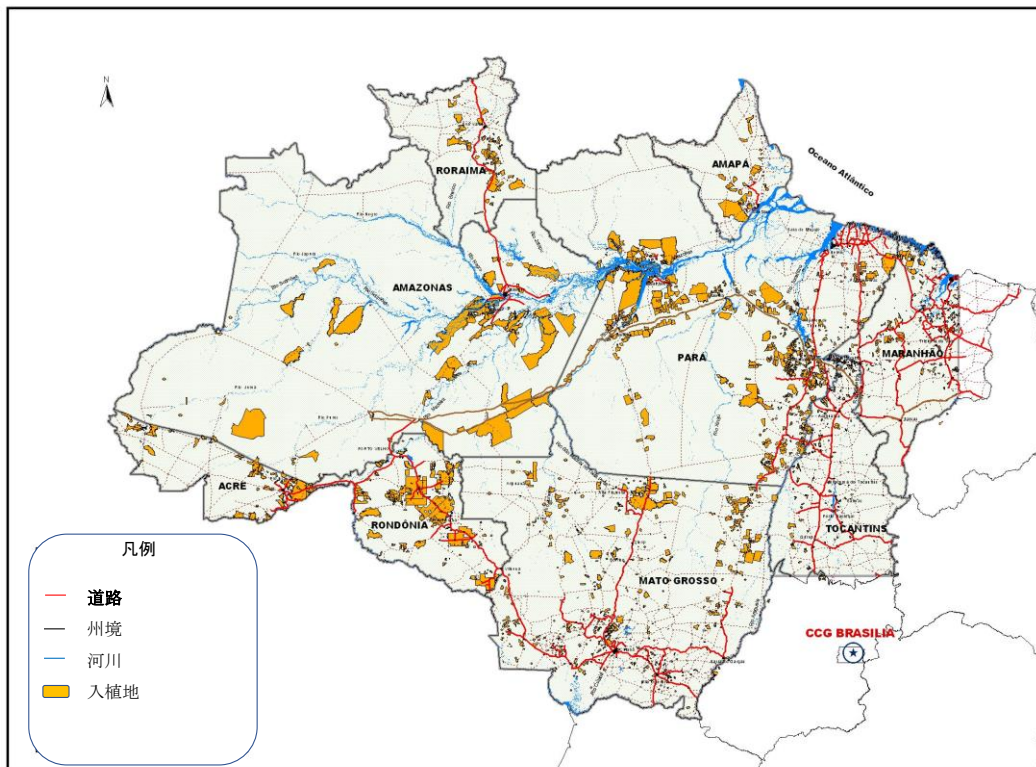
州	面積	所有地 (2017)					インデ イオ保 護区	環境保 全地区	その他
		私有地 面積	耕作地	放牧地	森林	その 他(水 域)			
Rondônia	237,765	92,199	4,511	60,893	24,453	1,511	48,575	54,072	42,919
Acre	164,123	42,302	809	14,703	25,945	457	23,219	52,844	45,758
Amazonas	1,559,168	40,423	2,316	11,424	25,314	1,153	454,235	399,051	665,459
Roraima	224,273	26,249	1,067	11,106	12,673	1,202	79,830	36,410	81,784
Pará	1,245,759	296,777	16,710	145,097	123,538	7,289	329,607	404,320	215,055
Amapá	142,470	15,063	646.49	623	9,531	805	49,325	71,910	6,172
Tocantins	277,720	148,574	11,794	83,981	47,879	6,850	2,048	52,485	74,613
Mato Grosso	903,206	548,308	97,899	230,346	208,787	10,880	132,975	42,404	179,519
Maranhão	329,642	122,336	13,601	57,022	46,009	5,703	19,057	79,049	109,200
合計	5,084,126	1,332,232	149,353	615,195	524,130	43,553	1,138,871	1,192,545	1,420,478
割合	100.00%	26.20%	2.94%	12.10%	10.31%	0.86%	22.40%	23.46%	27.94%

出典 ; IBGE , 農業センサス 2017、

ブラジルの農用地面積は、1985 年をピークとして 2000 年ごろまで減少を続け、ルーラ大統領およびジルマ政権時代 (2002 年から 2016 年) の貧困対策としての入植事業¹⁸により農用地が拡大した。特にパラ州、マトグロッソ州、ホライマ州、アクレ州で増加している。現在は、土地を求めて活動している土地なし農民の活動は、一時期に比べ下火になっている。次図にアマゾン法定域に位置する入植地の分布を示す。

¹⁸ 土地なし農民による活動で、特にアマゾン法定域で活発であった。

アマゾン法定域における入植地の分布

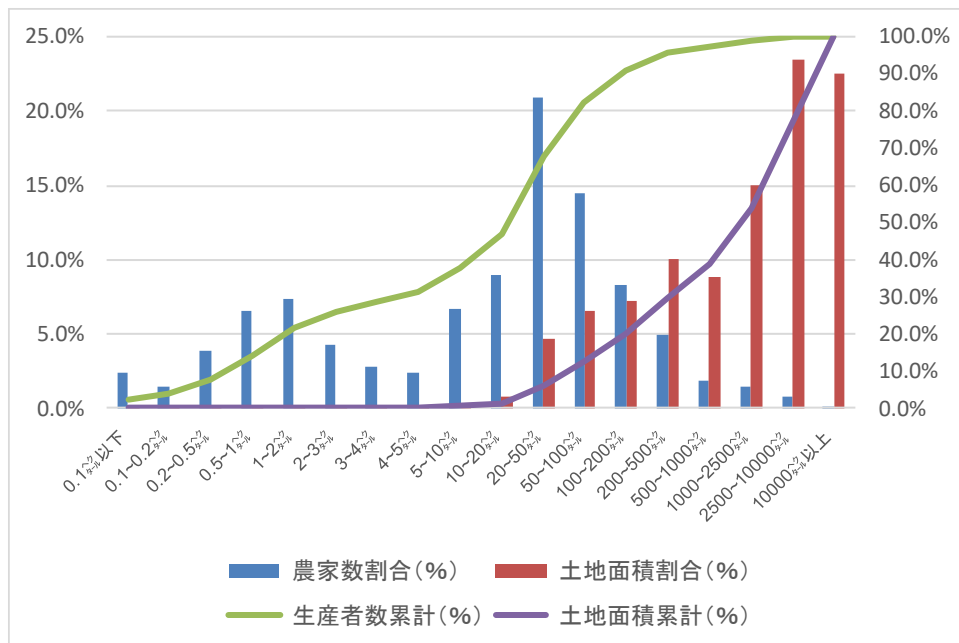


出典 ; IN CRA のデータを基に策定

入植地は、一般的に幹線道路沿いまたは河川沿いに面しており、大半の入植者の所有面積は、50%未満であり、保全地区を80%とすると実際の利用可能面積は10%未満となっている。

次図にアマゾン9州の生産者の土地所有面積別の生産者数割合および土地所有面積割合を示す。

アマゾン9州の生産者の土地所有面積別の生産者数割合および土地所有面積割合



出典 ; IBGE、2017年農業センサス

左軸は、各層の割合で、右軸は累計地である。生産者の大半は、50 畝未満の土地所有者で、生産者数では、全体の 69.7%を占めている。一方、2500 畝以上の土地を有する生産者は、全体の 0.9%である。

これらの零細小規模農家の地区での市場流通は発達しておらず、放牧に依存することが唯一の生計維持の方法となっている。更に入植者の飼育形態は、粗放的飼育であるため、近隣の土地に放牧する形態となっており、野焼き発生の原因ともなっている。¹⁹ 今後、これらの野焼きを軽減するためには、これらの入植者が、自分の土地にて十分な飼育ができるシステム導入が必要となっている。

II.4.3 土地利用基準

ブラジルの土地利用に関する法律として、2012 年に改定された森林法²⁰がベースとなっており、生産者はその法に基づき土地利用を行うことが義務付けられている。2012 年に制定された森林法で農業私有地の保全部分として「農地のアマゾン植生部分 80%、セラード植生部分 35%、カンポスジェライス植生²¹20%保全」と改定し、2012 年以前の森林法「全地域保全域 80%と規定」に比べ保全が軽減された法律となっている。これらの保護地にあたる部分においては、農地所有者は、保護地区に相当する面積の植生を再生させることが義務付けられている。

生産者は、政府の支援策を得、生産物を販売するためには法律順守が必要となっている。農牧業生産活動の最初のステップは土地登記であり、その土地登記では土地所有者は、CAR(農村部環境登録；所有土地のデジタル化および保全地区の明示)を行うことが義務付けられている。土地所有者が生産販売を行うためには、土地所有者は、CAR をベースとした土地登記書を作成する必要がある、生産者はそれを基に生産者登録を行うことも義務付けられている。この様に、土地の売買、農業融資、生産資材購入、販売等の活動において、生産者は CAR をベースとした土地登記書を提示する必要がある。その為、CAR デジタル化が進むと同時に、土地所有者は、土地の保護地区に相当する部分の保護を義務として課せられるシステムとなっている。

II.4.4 森林伐採の状況

現在、大豆・トウモロコシ栽培は、トカンチンス州、パラ州、マラニオン州に伸びており、中長期単位では、その他の州にも穀物栽培の波が伸びていく可能性が高いと思われる。更にブラジル北部港湾の整備、輸送網の整備等により、地理的利便性が高まることにより、アマゾン域において放牧地から穀物生産地への変更の可能性は高まってくると想像される。

アマゾン森林への開発圧のリスクが高い所は、トカンチンス州、マトグロッソ州、マラニオン州、パラ州およびロンドニア州となる。このアマゾン法定域で、アマゾン森林植生として規定されている所はマトグロッソ州、パラ州およびロンドニア州であり、アマゾン森林保全への開発圧と言う観点からは、この 3 州での農牧業の動きが重要になってくる。またアマゾン保全と言う観点からは、アマゾン法定域の 22.4%を占めるインディオ保護区、23.4%を占める環境保護地区、更に土地所有が明確でない地区等の管轄機関の政策等が重要になってくる。

アマゾン法定域における伐採は、常に進行しており、アマゾン法定域全体で、2019 年度、年間 9 千 Km²/年 程度²²で伐採されている現状にある。特に牧畜業拡大の大きいマトグロッソ州および

¹⁹ https://brasil.elpais.com/brasil/2019/08/27/politica/1566864699_526443.html

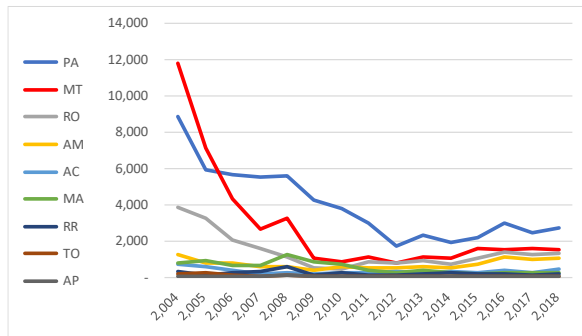
²⁰ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm

²¹ 雑草のみが生える植生で、樹木がほとんどない植生地域

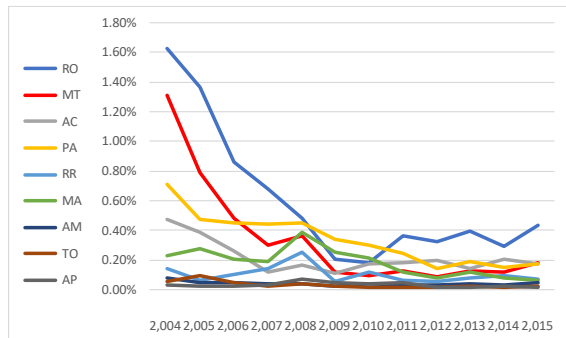
²² <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>

パラ州で顕著となっている。次表にアマゾン法定域における伐採面積の推移を示す。

アマゾン法定域 9 州の伐採面積 (km²)



アマゾン法定域 9 州の州面積に占める年間伐採面積割合 (%)

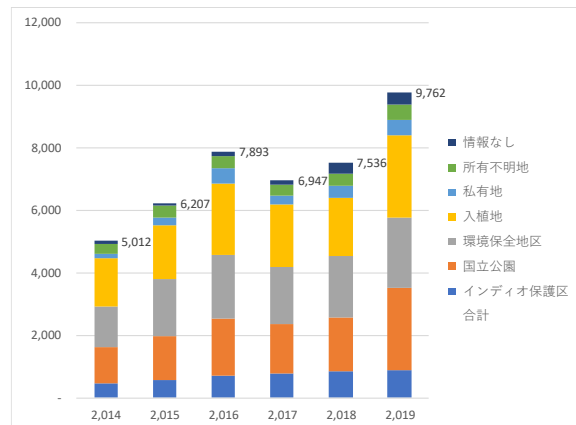


出典 ; http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5138

割合からみると、国境の州であるホライマ州、アクレ州、農牧業開発が盛んなマトグロッソ州で伐採が行われている。

Congresso Em Foco²³は、2018 年 8 月から 2019 年 7 月までのアマゾンにおける伐採はアマゾン研究院 (IPAM) の報告によると約 35%がこのグリラーゼン²⁴と呼ばれる違法伐採者によって起こされていると報告している。次図に各土地利用区別の伐採面積の推移を示す。

アマゾン法定域 9 州の土地所有別伐採面積(km²/年)



出典 ; <https://congressoemfoco.uol.com.br/meio-ambiente/35-do-desmatamento-da-amazonia-e-grilagem-de-terras/>

2019 年の違法伐採は以下の通りである。

1. 不明 ; 9%
2. 所有が決まっていない地区 ; 27%
3. 所有地 ; 23%
4. 入植地 ; 27%
5. 環境保護地区 ; 5%

²³ <https://congressoemfoco.uol.com.br/meio-ambiente/35-do-desmatamento-da-amazonia-e-grilagem-de-terras/>

²⁴ グリラーゼンとは、1970 年代に行われた農地改革による土地権利書を基に、土地の所有権を主張し、開発・伐採を行っている業者である。実際は、土地権利書が不明確なうえ、境界も明確でなく、所有者も不明確である。アマゾン地域にはそういう地区が多く存在しており、国立公園等も公園設定後、土地収用が行われていないため、このグリラーゼンで大きな問題となっている。

https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/amazonia1/ameacas_riscos_amazonia/desmatamento_na_amazonia/grilagem_na_amazonia/

- 6. 国立公園；5%
- 7. インディオ保護区；4%

環境保護区、国立公園、インディオ保護区における伐採は、木材伐採を目的とした伐採と考えられ、不明な地区および所有者が決まっていない地区での伐採がグリラージェンと考えられている。

アマゾン法定域の 48.5%を占める環境保全地区、インディオ保護地区等は、法律上、既に保全されている地区であるが、グリラージェンと呼ばれる違法伐採者により、被害を受けている状況にある。その他の地区に関しては、今後、農地改革等の土地拡大への需要増大に伴い、開発圧が高まってくることは予想される。特に所有の明確でない土地における違法伐採は今後も続いていくと予想される。

今後、アマゾン法定域において将来、入植事業が実施される場合は、入植者が十分な生産活動を得られるための土地選定および政策支援（資金および技術）が必要になってくる。更に、アマゾン保全の総合的観点からは、今後、以下の方策が必要となってくると思われる。

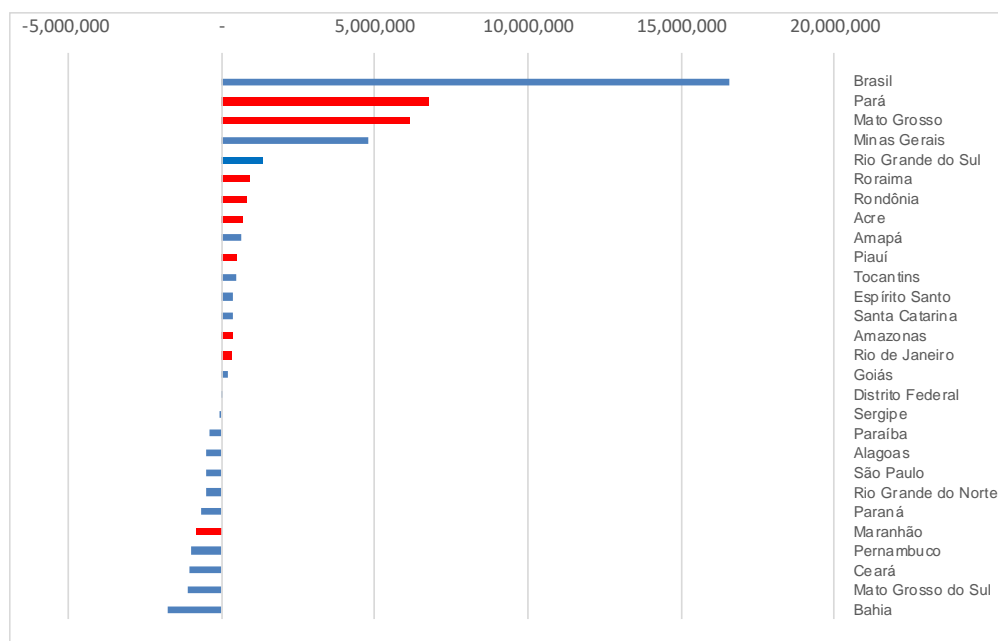
- 的確かつ効率的な環境・経済ゾーニング計画の促進
- 環境・経済ゾーニング計画に基づいた入植計画
- 集約的営農を可能とする技術資金支援（スマート農業の促進）
- アグロフォーレストリーへの積極支援（農牧林業統合システム）
- 用地内保全地区遵守のためのモニタリング

II.5 アマゾン域における開発の現状

II.5.1 入植事業

2006 年～2017 年間のブラジル農用地の拡大は、主にアマゾン法定域にて拡大しており、主にパラ州およびマトグロッソ州にて拡大している。一方、大半の東北伯地域の農用地面積は減少している。アマゾン法定域における農用地面積は拡大しており、2006 年以降、農牧業の開発圧がアマゾン法定域に進行している。次図に 2006 年から 2017 年の間の各州別農用地面積の増減を示す。

2006 年から 2017 年の間の各州別農用地面積の増減（^千ヘクタール）



出典；IBGE 農業センサス 2006 および 2017、注；青はアマゾン法定域 9 州以外、赤は

アマゾン法定域州

2006年から2017年間の農用地面積は、ブラジル全体では、1,657.3万 ha 拡大しており、その拡大面積の大半(90.3%)は、アマゾン法定域によるものであり、上図に示す様に、アマゾン法定域では、ブラジルの他の地区に比べ農牧業開発圧が押し寄せている現状にある。特にパラ州およびマトグロッソ州が顕著となっている。マトグロッソ州の例を見ると、農家数は、全体で5,689農家増加し、面積は614万 ha 増加している。この増加面積の大半は、1000 ha 以上の農家に対し分割されたもので、増加した1農家あたりの平均面積は、7,925 ha (5,967,641 ha /753農家)となっている。次表にマトグロッソ州の農業センサスに依る農家数および占有面積を示す。

マトグロッソ州の農業センサスに依る農家数および占有面積

	農家数			農地面積		
	2006	2,017	増減	2006	2,017	増減
Total	112,987	118,676	5,689	48,688,711	54,830,819	6,142,108
100 ha 以下	76,770	81,523	4,753	2,641,168	2,751,366	110,198
100~1000 ha	26,457	27,374	917	8,102,689	8,166,958	64,269
1000 ha 以上	8,744	9,497	753	37,944,854	43,912,495	5,967,641

出典；IBGE 農業センサス 2006および2017

今後、この開発圧を抑制するためには、土地からの規制強化とともに、それら地域の農業特性にあった農法導入にて生産性を高めていく必要が生じている。特に100 ha 未満の土地を所有する農家に対する対策が重要になってくる。

土地の利用に関しては、種々の規制と優遇策が敷かれているものの、種々の抜け穴が存在している。この点について、「後藤健志(筑波大学大学院 人文社会科学研究所)」は、「土地占有者たちにとっての自由ブラジル、マト・グロッソ州における農地改革を事例として」にてマトグロッソ州における農地の拡大を以下の様に記述している。

- 入植地は、(1) INCRA や民間企業の立案によって建設されたもの、(2) 占有者 (posseiro) たちによって非公式に占有されていた入植地を INCRA 側が公認する形で成立したものに大別できる。
- 入植地の形成過程が、このような混沌とした経路をたどる要因の一つとして、ブラジルの土地法体系の特質が挙げられる。ブラジル共和国憲法や民法にも規定されているように、あらゆる占有者には、一定期間にわたって継続的に活用している場合において、占有権 (direito de posse) が付与され、それはやがて所有権 (propriedade) へと昇格していく可能性を持っている (Holston 1991)。つまり、アマゾン各地でのフロンティアの発展とは、統治が欠如した空間が占有という既成事実の公式化を通じて統治の対象へと編成されていく過程であると言える。その一方で、多くの占有者たちは、他の占有者たちとの競合が比較的少なく、より優位な条件の占有地を求めて、未だ統治の及んでいない奥地へと移り住んでいくといった行動様式を取る。
- 土地取得者たちにとって、入植地の土地とは、遊動生活を営んでいくうえで不可欠な(1)居住の選択肢の一つであり、また、非公式に(2)売買可能な財産でもある。彼らは長い年月をかけて土地を獲得したとしても、土地取得者の大多数はある一定期間占有した後、他者へと転売する。農地改革では、原則として一生のうち一

人につき一度だけ土地を獲得できることになっているが、実際、近縁者などを代理人に立てることで土地を取得する可能性は何度でもあると言える。

- 入植者たちは、農地改革による恩恵を利用する一方で、政策によって課された諸規定から自由を保ち、土地の占有という自らのプロジェクトを実行に移し生活を営んでいる。

出典；土地占有者たちにとっての自由ブラジル、マト・グロソ州における農地改革を事例として；後藤健志（筑波大学大学院 人文社会科学研究所）；
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jasca/2016/0/2016_F13/_pdf/-char/ja

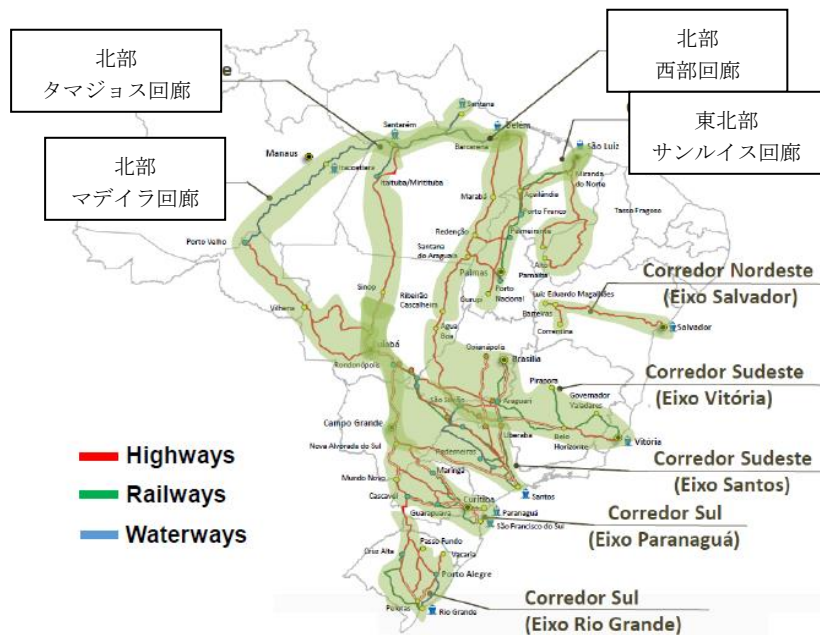
このような同様な傾向は、今後、土地所有がはっきりしていない面積の多いパラ州、アマゾナス州でも発生してくるリスクは高いと思われる。

II.5.2 輸送回廊

穀物生産の北部への移転に伴い、アマゾン河活用舟運を主体とした北部輸送回廊計画が進行しつつある。2017年運輸省は、「Corredores Logísticos Estratégicos」²⁵を発表し、北部地区の輸送回廊として道路、鉄道、水上運輸を含む輸送回廊構想を発表している。北部地区で関連してくるものとしては、マデイラ河輸送回廊、タパジヨ河輸送回廊、サンルイス回廊等が提案されている。

次図に主な穀物輸出回廊を示す。

穀物輸出回廊



出典； INVESTIMENTOS Para um agro ainda mais forte
https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/3_agro_investimentos.pdf

北部地区は、マデイラ回廊、北部回廊、タパジヨス回廊、サンルイス回廊等の改善に伴い、その影響圏における開発圧は高まってくる。

西部回廊は、連邦道路 BR150, BR158, BR153 を通し、トカンチンス州、マトグロソ州東部、パ

²⁵ http://transportes.gov.br/images/2017/05/Relatorio_Corredores_Logisticos_Volumel_VersaoI_Soja_Milho.pdf

パラ州中央部にて生産される穀物を、パラ州ベレン港およびバルカレナ港に搬出するルートで、道路輸送、アラグアイア河水運計画、トカンチンス河水運計画、南北鉄道（ベレンに至る部分）新設にて構成される輸送網である。この回廊周辺地区は既に牧場として開発が進んだ地区が大半で、今後は、当回廊周辺地区では、放牧地からの耕作地への転換が大きく進んで来る地区と思われる。

タパジヨス回廊は、連邦道路 BR163、穀物鉄道（Ferrogrão）を通し、マトグロッソ州中央部の穀物をミリチバ港に搬出するルートである。BR163 に関しては、道路工事はほぼ完成し、今後、同道路のコンセッション化により民間による道路管理が行われることになる。輸送道路の改善に加え、今後は輸送鉄道整備も計画されている。これらの事業完成の暁には、インフラ影響圏における農牧業開発は格段に進行してくると予想される。特にタパジヨス回廊域は、BR163 道路コンセッション事業、穀物鉄道コンセッション事業が開始される予定で、穀物鉄道は、投資額 127 億リアルで、マトグロッソ州 SINOP から Mirituba 港まで延長 933 km敷設される予定である。BR163 道路のコンセッション事業は、2019 年に建設された道路のコンセッション化を通し、民間に維持管理が委託されることとなる。これらのコンセッション入札は、2020 年度後半に実施される予定である。これらの事業実施により、マトグロッソ北部地区の輸送コスト低減が図られることとなり、この影響圏での穀物栽培拡大に拍車がかかることとなると予想される。今後、この周辺地区は、農牧業道路開発圧を大きく受けるリスクの高い地区と想像される。道路周辺地区には、国立公園、インディオ保護区が広がっており、本来なら保護される地域であるが、保全監視が十分でない場合、今後、伐採等のリスクが大きくなってくると予想される。

マデイラ回廊は、マトグロッソ州西部の穀物を連邦道路 BR374、BR174 を通し、ホンドニア州ポルトベリョに搬出し、そこからマデイラ河、アマゾン河を通し、搬出する回廊で、主な事業としては、BR374、BR174 のコンセッション事業、民間港湾の整備、マデイラ河の浚渫事業からなる。当回廊の主な影響地区となる場所は、ロンドニア州である。ロンドニア州は既に入植は 80 年代に終了しており、今後は、当該地区においては、放牧地から作物栽培地への転換が大きく進んで来る地域と思われる。

サンルイス回廊は、カラジャス鉄道、南北鉄道、BR153 道路を通じて、トカンチンス州、パラ州中央部、マトグロッソ州東部の穀物をマラニョン州イタキ港に搬出するルートである。主な事業としては、カラジャス鉄道複線化、イタキ港穀物ターミナルの拡充等がある。この回廊の周辺地区は、既に北部回廊と同じように放牧地から耕作地への転換が大きく進んで来る地域である。

アマゾン流域においては、民間部門の港湾投資が活性化しており、公共部門においては、コンセッション事業としての道路整備、鉄道整備が加速している。この計画においては、インフラの現状を踏まえて、緊急を有する課題、短期での課題、中期課題、および長期課題として分類し、短期・中期に関しては、2020 年 PPI 入札が以下の事業において行われることになっている。

- 鉄道 PPI 事業 ; Ferrogrão SINOP/MT – MIRITIBA/PA、FICOS Mara Rosa/GO – Agua Boa/MT、EFC 等
- 道路 PPI 事業 ; BR163、BR153 等
- 道路調査
- 港湾 PPI 事業 ; イタキ港穀粒輸出施設
- 民間事業 ; 河川港建設

II.6 アマゾン熱帯雨林環境負荷軽減、伐採抑制とスマート農業導入の関連性

II.6.1 アマゾン熱帯雨林環境負荷軽減の条件

現在、ブラジルでは、ブラジルアグロビジネスがビジネスチャンスと捉えられ、国レベルにて、栽培面積を拡大する機運が高まっている。アマゾン熱帯雨林地域に於いても同様に、開発を進めようと機運は高まってきている。ブラジルが輸出している大豆、トウモロコシ、綿花、鶏肉、豚肉及び牛肉は、その生産の為に、広大な土地が必要で、新規の土地を求める必要がある。世界の食料需要は農牧供給省の予測では、大豆が今後 10 年間で 4 千万トンを輸出拡大するとみており、これに対応するためには、概算で約 1,200 万ヘクタールの農地拡大を行うか、単収を今の 3.4 トン/ヘクタールから 4.3 トン/ヘクタール程度の向上させる努力が必要になる。大豆は 2005 年から 2018 年までの 13 年間で 1.1 トン/ヘクタールの改善があったことから判断すると、単収向上策も不可能ではないと思われるが、そのためには、資源の有効活用と作物の生産能力を最大限に引き出すことを可能とする方策導入が必要である。現在のスマート農業の導入は、その方策に合ったものと思われる。

さらに世界食糧需給体制では、肉部門の市場拡大もある。鶏豚部門は、超集約型生産が進んでおり、民間部門で十分対応可能と思われるが、放牧を必要とする牛肉部門は、今後も市場拡大と共にアマゾン域での飼育も拡大してくると思われる。今後、アマゾン植生は、放牧面積の拡大と言う開発圧にさらされる危険性がある。現在の、アマゾン伐採の要因も牛飼育拡大にもあることより、粗放的な放牧より集約的放牧に誘導していくことが、アマゾン伐採抑制の鍵になると思われる。またアマゾン森林伐採の一要因であるグリラージェン（違法伐採の 35%²⁶）は、1974 年に実施された POLOAMAZONIA 計画²⁷の際の農地改革での入植（土地登記だけ行い実際は入植しなかったもの）に源を発するもの、単に占有者として伐採するものと多様にある様で、そのコントロールは、実際、難しい課題が控えている。

伐採の原因の一つとしては、対象地区には私有地、環境保護地区、インディオ保護区および所有形態が明確でない土地が広がっており、それぞれ異なった環境の開発リスクに直面することになるとと思われる。私有地に関しては、森林法に基づく保護林の設定（既存開発地；20%、セラード植生地 35%、アマゾン植生域 80%）が課せられている。インディオ保護区および環境保護区は規定では保護されているもの、現実には違法伐採が行われていると報告されている。一般的にこれらの地区の問題は、保護地区（州公園、国立公園、インディオ保護区等）が、POLOAMAZON 計画による入植事業より後で設置されたにも関わらず、いまだに土地収用がなされていないこと²⁸に起因している。まず、この違法伐採を規制するためには、国立公園における土地収用の問題を解決する必要もあるように感じられる。

私有地では、土地の生産効率を高めるための方策が必要であり、環境保護地区、インディオ保護区では違法伐採が行われないような監視体制を強化することが必要となる。問題はどこにも所有権のない準国有地である。アマゾン研究院（IPAM）の報告によると、2019 年度のこれまでの伐採面積は約百万ヘクタールあり、その内訳は、インディオ保護区；4%、国立公園；5%、環境保護区；5%、入植地 27%、一般私有地；23%、土地所有の明確でない地区；27%、情報不明地区 9%である。

インディオ保護区、国立公園、環境保護区は、各地区の管轄省の責任となり、ある程度監視が可能であるが、土地所有情報が明確でない地区においては、伐採に対する監視が難しいと推定される。この地区が、伐採されるリスクは、非常に大きいことより、対策が必要である。

²⁶ <https://www.oeco.org.br/noticias/grilagem-de-terra-e-responsavel-por-35-do-desmatamento-na-amazonia-diz-ipam/>

²⁷ <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-74607-25-setembro-1974-423225-publicacaooriginal-1-pe.html>

²⁸ <http://www.icmbio.gov.br/portal/consolidacaoterritorial>

(1) ブラジル全体の農業生産からの条件

ブラジルの穀物生産拡大は、面積拡大に関わる要素、単位面積当たりの生産量に関わる要素の両面により支えられている。

1) 単位面積当たりの生産量に関わる要素

面積当たりの生産量に関わる要素としては、単収増および農地使用頻度増がある。主要な穀物生産地域は、大半、雨季(10月から5月)の雨量は1,000~1,400mm程度であり、一般的に二毛作は可能である。これまではトウモロコシ市場がなかったことより、低生産性のトウモロコシが主体であったが、需要の拡大によりトウモロコシの市場性が認識される様になり、資材投入型トウモロコシ栽培に移行しつつある。生産者は、大豆収穫後、すぐにトウモロコシもしくは綿花を栽培するという営農に移行しつつある。

単収増に関しては、篤農家では既に土壌の改良を進めるとともに、各地区の降雨特性に見合う品種の導入、一日単位の栽培スケジュールの管理がなされている。今後の市場価格の動向にもよるが、生産者の単収向上のための投資が活性化し、単収が更に改善するのではないかと予想される。但し、そのためには、より多額の生産財投入を余儀なくされることとなり、より確実な生産スケジュールを立てることが重要となっている。つまり、雨季の期間が短いことより、雨季の最大活用が重要項目となっており、天水の最大活用、つまり気象予測が重要な項目となりつつある。

a. 生産量改善での脆弱性

穀物生産の脆弱性は、面積拡大に関するもの、気候に関するもの、生産資材に関するものとインフラに関するものがあると予想される。

a.1 面積拡大に関するもの

農家の穀物栽培拡大は1農家あたり100畝から数百畝のレベルで行われるため、それに対応する農業機械の導入が必要になってくる。また短期間で収穫&植え付けを行う必要があるため、必要以上の農業機械能力を備えていく必要があり、農業機械の過大投資となるリスクが非常に高い。またブラジルの労働法では、夜間勤務は制限されており、1台当たりの農業機械の稼働時間は約8時間程度となる可能性がある。過大投資のリスクを避けるためには、機械の自動化等が必要になっている。企業経営型生産者(1万畝)以上の場合、無人化は進んでいるものの、中規模農家ではそのインフラを導入できない状況にある。

a.2 気候に関する脆弱性

ブラジルの穀物生産拡大は主に天水農業により担われており、雨季の雨量に大きく依存していることより、時々発生するベラニコ(雨季の期間の寡雨)に対して脆弱な構造となっている。(2018年度、アルゼンチンで発生した干ばつ被害はこのベラニコによるものであり、最終的にアルゼンチン経済危機に至った経緯がある。²⁹⁾ ブラジルの農業研究機関である EMBRAPA は、その脆弱性対策として各地区に適した農業カレンダーを作成し、そのリスクを軽減する方策を取っている。然しながら、先端技術を導入し、生産性を高めていくことにより、生産費用の拡大となり、リスクが高まってくることとなる。そのためには、リスクを軽減するためのスマート農業の導入が必要になってくると思われる。

a.3 生産資材入手による脆弱性

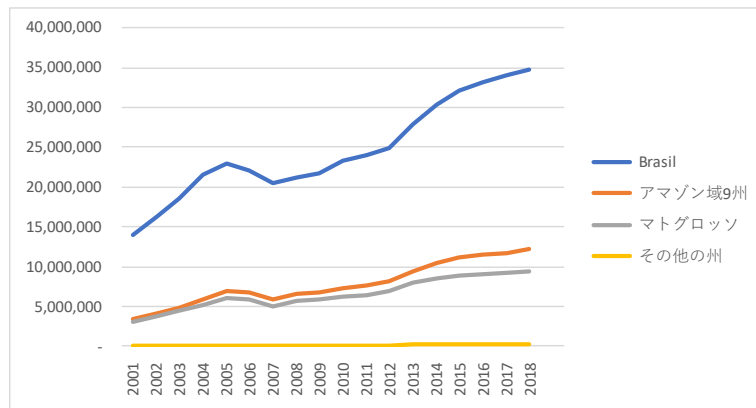
²⁹⁾ <https://www.infobae.com/economia/2018/02/28/los-7-efectos-que-generara-en-la-economia-la-peor-sequia-de-los-ultimos-44-anos-en-la-argentina/>

高度化農業の導入により、生産者は、質の高い生産資材投入を余儀なくされてくる。特にそれらは、多国籍種子メーカーの生産する生産資材であり、特定の生産資材に対応するようにできており、技術パッケージを活用して、その導入種子の能力が発揮できるように設計されている。気象条件にあった適宜・適量な資材投入が必要なことより、高収量を達成するためには、気象予測、病虫害発生予測、それに伴う対策（灌漑、防虫、防除等）導入が必要となっている。

2) 面積拡大に関わる要素

面積拡大は、一般的に放牧地の耕作地への転換が主体となっており、大豆の栽培面積は次図の様に大きく伸びている。ブラジル全体では、2018年度の栽培面積は3,500万 ha となっており、マト Grosso州が全体の27%を占め、アマゾン法定域9州全体では35%程度である。

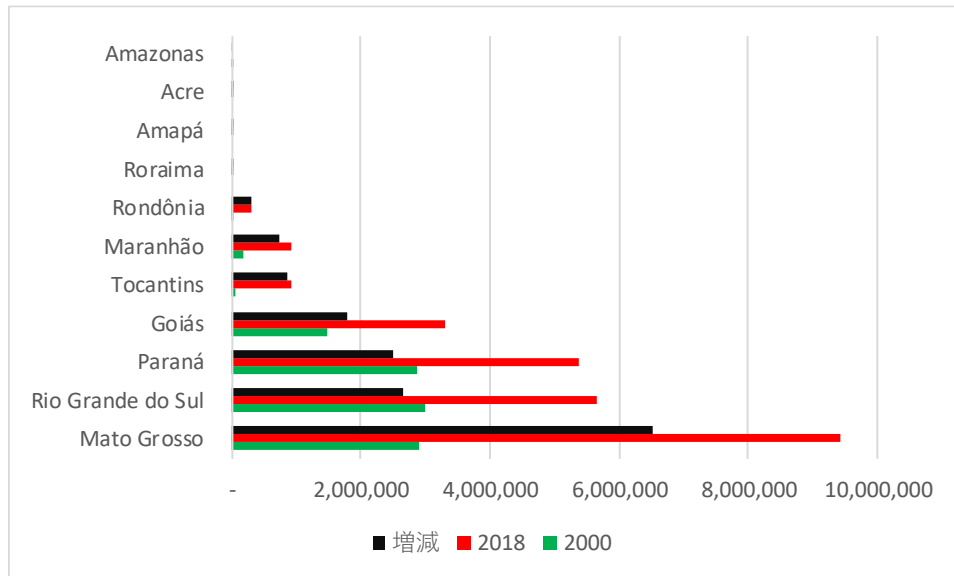
大豆栽培面積の推移 (㌔)



出典 ; IBGE 市農業生産データを

大豆の栽培面積の拡大は、一般的に、放牧地からの転換に依っており、大豆栽培面積拡大＝放牧地面積減少と言う構図になっている。但し、牛飼育頭数も同時に拡大しており、放牧の集約化も徐々に進行している。2000年から2018年までに約2000万㌔程度の大豆栽培面積が拡大し、同時に、放牧地が同程度、減少していると推定される。

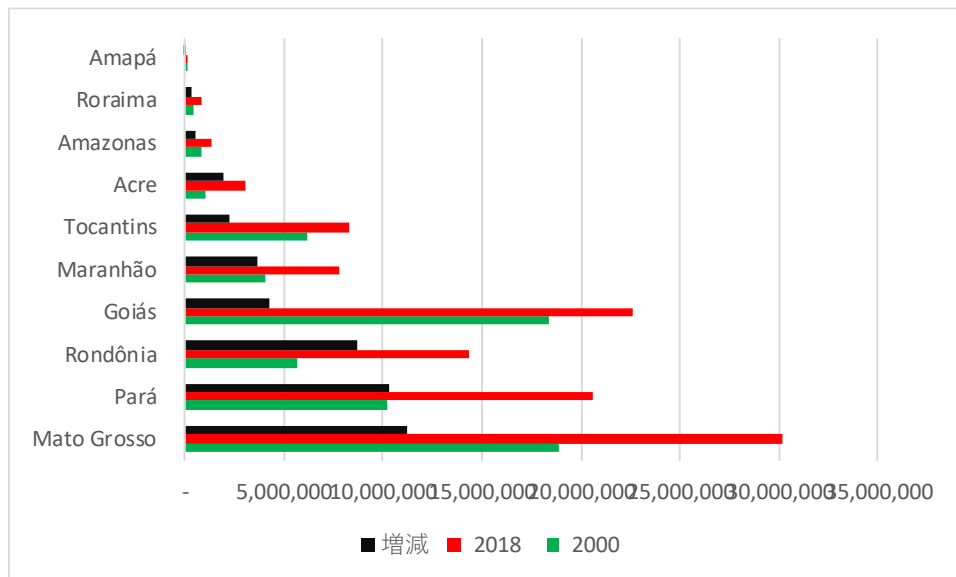
ブラジル主要大豆生産州およびアマゾン法定域の大豆栽培面積の動向 (2000~2018)



出典 ; I B G Eデータを基に策定

ブラジルには広大な放牧地が広がっており、アマゾン法定域においても、約5,000万㌔の放牧地が広がっていると予想され、今後、これらの地区で農地への転換が加速していくと思われる。特に輸送インフラ整備が行われているトカンチンス州、マラニョン州、ホンドニア州では、耕作地拡大の機運が高まっており、新規の開発（放牧地より耕作地への転換）が進んでいる。

ブラジル主要牛飼育州およびアマゾン法定域における牛飼育頭数の推移（頭）



出典；IBGEデータを基に策定

牛飼育は、大豆生産拡大地帯と同様の傾向を示しており、放牧地の耕作地への移転がなされたにも関わらず牛飼育頭数が増加するという傾向を示している。これは、大豆栽培の進展により、家畜飼料（トウモロコシ+大豆粕）の入手が容易になり、これまでの粗放的放牧よりセミフィードロットと言う準集約的家畜飼育が可能になったことによるものである。一般的に、穀物栽培の進展は、家畜生産の拡大に繋がっており、家畜飼育に対する競合ではなく、互恵関係が成立する傾向にある。

II.6.2 伐採圧抑制の条件

伐採圧抑制の条件は、農牧部門では、当該地区にて生産する2種類の生産者に対し、それぞれに条件に合った促進策を実施していくことではないかと思われる。

- ❖ 中西部地区における近代化促進による穀物・食肉生産性の向上
- ❖ 大規模生産者の生産性の向上（単収の向上と2毛作、3毛作の導入）および飼料活用に易よるフィードロット方式牛飼育の促進
- ❖ 地区内にて活動している小規模生産者約74万農家に対する収入向上策の導入
- ❖ CARの徹底と保全林設置の徹底

またアマゾン地区には1970年代に推進したPOPLOAMAZONIA計画の際の農地化改革による地権が設定されている土地が多くあり、その土地の地権を主張し、グリラージェンとして森林伐採および農地への転換を行っているところもある。アマゾン法定域内には、環境保護区とインディオ保護区が設定されているが、公園法に基づいた土地収用が行われておらず、地権の問題が生じている地区が多くある。³⁰

II.6.3 スマート農業導入の条件および導入による環境負荷軽減

開発圧軽減の方策として考えられる対策は以下の項目があげられる。

- 既存開発地区における単収の向上および土地利用効率の向上により土地への需

³⁰ <http://www.icmbio.gov.br/portal/noticias1/icmbio-5-anos/3296-instituto-desapropriacao-138-mil-hectares-e-acelera-regularizacao-fundiaria-das-ucs>

要を減らす。(スマート農業の促進)

- 小規模生産者の収入改善の方策導入
- 私有地における土地使用規制を強化する。(CAR とトレイサビリティの組み合わせ)

世界の食料供給基地となりつつあるブラジル国における農牧業生産が、今後、進む世界の人口増と食料増に対応しつつ、同時に世界最大の熱帯雨林であるアマゾン森林の保全への開発リスクをすこしでも軽減するためには、単位面積当たりの収量増は欠かせないものとなっている。

民間部門による単位生産性向上策、政府の気象リスク軽減支援策の改善は、全体的な底上げを行うことより、アマゾン森林開発圧への軽減要因となっている。

現在、ブラジル農牧業部門で起きている方向性は次表の通りである。

項目	現在ブラジルで進められている方向性
農業生産	<ul style="list-style-type: none"> ● より単収の高い品種開発導入（農業生産および畜産） ● 農業生産技術における民間農業生産資材企業の進出 ● 気象予測精度の向上と気象リスクへの影響の少ない品種導入 ● 労働生産性の高い機械導入（ドローン、機械大型化、自動農機具等） ● 土地生産性を高めるための情報導入（1毛作から2毛作、3毛作を可能とする営農スケジュール）と作業の効率化 ● 生産物トレイサビリティの強化
畜産	<ul style="list-style-type: none"> ● 粗放的放牧より、農畜混合経営への移行（牧畜部門はセミコンフィナード経営方式に移行している。） ● 小規模飼育より、大規模な飼育団地における生産に変更 ● 投入効率の高い飼育技術導入（肥料、飼料、雛、子豚、小牛等） ● 畜産生産技術における民間企業の台頭 ● 施飼料の自動化 ● 生産物トレイサビリティの強化

出典；調査団作成

アマゾンの開発圧を軽減するためには、これらの方策導入により、穀物部門では、単収増と、土地利用向上策の導入が必要となり、これを可能とする技術としてスマート農業の導入が必要になってくると判断される。

III 持続可能な農業に向けたブラジル国の優先的取組、法的枠組み、制度改革動向

III.1 農牧業部門での公民部門の食料増のための政策に関する情報

ブラジル政府は、小さな政府、開かれた政府を目指し、国の関与を直接関与より、施策決定および、その施策モニタリングの方向に軸足を動かしている。更にグローバル・バリュー・チェーン（GVC）を通し、民間の活力をベースに経済成長を図ろうとしている。

農牧業部門においても同様に、政府は、輸出促進に重点を置き、国際食品基準でのトレイサビリティ体制づくりを行い、世界の消費者の信頼を勝ち得、更なる、ブラジルアグリビジネス輸出拡大を図ろうとしている。スマート農牧業の促進にも力を置き、スマート農牧業促進のための環境づくりを行い、生産者のスマート農業導入促進を進めている。

この路線では、農業生産投入財としての農薬肥料の使用、畜産生産財としての飼料の品質、投入薬品、衛生管理等に関するトレイサビリティが重要となり、国の役割としては、それらの投入財の許認可制度構築およびモニタリング強化を進めている。

2018年2月制定されたトレイサビリティに関する省令¹では、果樹・野菜等にも農産物流通に関する規定を公表しており、生産者はこれらの規定に基づき流通させることが必要となっており、各生産者の農産物販売・流通に関する情報が、この省令により国にて管理されることとなる。

農牧供給省の政策としては、消費者に対して安全で且つ安定的な農産物を提供できるように以下の7本の基本方針で構成された政策を掲げている。

1. ペットに対する規定
2. 農薬使用に関する規定
3. 口蹄疫に対する規定
4. 統合（Integridade）
5. 農業生産に関する支援
6. 農牧業衛生支援統合システム
7. 連邦衛生監視サービス

これは、環境面にも繋がっており、土地使用に関しては、CAR（農用地環境登録）により、各生産者所有土地における保全地区の確保、違法でない土地における生産等を確保するための規制を確立し、更に、水利権の確立により、安定した水供給体制構築を図るため水利権取得と登録を義務としている。これらのシステムは将来的にはトレイサビリティ制度と連結し、政府は、土地・水・農薬等の違法使用でない生産物販売による安定的かつ衛生的な農産物を国内外マーケットに流通させ、国内外消費者の安心を獲得し、マーケット拡大、国際競争力確保を視野においている。

然しながら、情報インフラ網構築は遅れており、特に農村部での通信インフラ普及率は、法定アマゾン域では、電話が25.9%、インターネットが16.1%と低い普及率でトレイサビリティ以前の問題となっている。なお、トレイサビリティでは、生産者が情報をデジタル化する必要がある、生産者がインターネットにアクセスでき、コンピューターの知識があることが、トレイサビリティ実施の上で最低限の条件である。インターネットの普及率は16.1%であり、100以上の土地所有者も17%程度であることより、小規模生産者はほぼインターネットに接続できていな

¹ <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta-destaques-dipov/norma-para-a-rastreabilidade-de-frutas-e-hortalicas>

い状況にある。

III.1.1 農牧省推奨策

(1) 穀物生産拡大のために取られてきた政策

ブラジルは、穀物生産拡大のため、種々の支援策をとってきている。これまでの主な支援策として以下があげられる。

1. EMBRAPA の強化および技術支援体制の強化（1970 年代）
2. 鶏肉生産促進（1960 年代）
3. PRODECER 計画等の投入（1980~2000 年）
4. 搾油企業設置促進（1970 年代から）
5. 外国資本投資活性化策（1990 年代後半）
6. KANDIR 政策導入；1996 年
7. 債務交渉（SECURITIZACAO；2000 年当初）
8. 農業融資政策改革（2004）
9. バイオディーゼル活用促進（2006 年）
10. 輸送インフラの整備促進（2000 年後半）
11. 民間へのインフラ整備認可（港湾の民営化）

大豆は、当初 1980 年代まで、ブラジル南部地域のみで作られ、セラード地区では栽培が困難と考えられていたが、EMBRAPA の努力でセラード地域に適した種子の研究が進み、これに日本の技術協力である PRODECER 計画が加わり、セラード各地における栽培試験が開始され、セラードにおける穀物栽培の基礎が構築された経緯がある。

同時にブラジル政府は、搾油企業の投資促進および鶏肉生産企業の投資促進を図り、市場の安定化を図る方策を導入し、生産者が安心して栽培できる素地を徐々に構築することにより、穀物生産を促進してきた。その後、生産の拡大につれ、1990 年代以降、穀物メジャーの参入が活性化し、さらに輸出拡大の為、輸出税を無税にする KANDIR 法が施行され、輸出を拡大する素地が作られ、急激に市場が拡大することとなった。然しながら、生産者は 1980 年代のインフレの影響を大きく受け、生産者の大半が債務不履行者になってしまい、その救済措置として、政府は、セクリティザソンと呼ばれる債務交渉を可能とする農家救済を行うと共に、青田買いと呼ばれる先物買いを正式化し、生産者債権（CPR）と言うシステムを一般化させ、民間からの資金融資を正式化する政策を導入した。さらに市場を拡大するためバイオディーゼル活用促進策を投入し、段階的に燃料への BDF²混入率を高める方策により、さらに大豆市場の安定化を図るようにした。さらに外国資本の投資を活性化させる政策を導入し、アグロビジネスにおける外国企業の投資を活性化させ、先端技術を持つ種子企業、農薬企業、薬品企業、農業機械企業の投資促進を行い、農牧業生産の基礎産業を構築してきた。

これらの投入策が功を奏し、ブラジルの穀物、食肉、綿花生産の国際競争力は非常に高いものとなっている。さらに、農牧業を支えている農業生産資材企業（種子、農薬、肥料、農機具、サイロ等）の技術能力が向上し、資金能力も高まったことにより、企業による技術革新の基礎作りが行われ、民間企業により、先進国並み技術水準が構築されるようになった。同時に世界のグローバル化もこの技術改善に大きく貢献している。

問題は、やはりブラジルの持つ土地の広大さおよび生産農家の教育レベルの差、故に、2 極化が

² バイオディーゼル燃料

進行しており、先進企業型生産者と伝統的生産者に分けられることになったことにある。一般的に、大規模生産者の教育レベルは高く、その企業が営農管理を行っている地域での情報通信網も整備されているため、政府の規制を容易に達成でき、スマート農業技術を比較的容易に吸収できる体制となっている。一方、零細・小規模農家の教育レベルは低い水準にあり、農村部の情報・通信網も整備されていない環境にあるため、政府の規制を達成することは不可能であり、ひいては、農産物を販売できなくなるリスクが生じつつある。これにより、更に2極化に拍車がかかる状況となっている。

(2) 現政権の支援策

政府の農業者への直接的支援は、農業生産者への以下の資金支援³で行われている。

1. 農業融資
2. 中小規模農家支援
3. 農業保険
4. 民間金融支援
5. 投資
6. 適正作付けプログラムの活用； **Aplicativo Plantio Certo**

主な特徴は、これまでの政権では、中小規模農家への対策が農牧供給省以外の機関で行われたいたものが、今度の政権では、一括して農牧供給省管轄の下、行われるようになったことである。農業融資メニューとしては、農業融資策として、作付け資金および流通資金への貸し付け（3～8%）、投資資金への貸付、最低価格制度を設けており、生産者が投資しやすい環境となっている。

中小農家への支援策としては、家族農業支援策として家屋建設および生産物保証制度を設け、中規模農家に対しては、Pronamp (Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural) という融資制度を設け、低利の融資を行おうとしている。農業保険に関しては、気象災害による被害の軽減策を行おうとしている。

民間金融支援では、アグロビジネス証券の発行 (Letra de Crédito do Agronegócio；LCA)⁴、ドルベース農産物証券 (Cédula do Produto Rural；CPR)、担保基金の設置、家屋の保証制度を設け、民間資金の活用促進を図るとともに、生産者の住の保証を行おうとしている。

投資においては、農業の近代化および自然資源の保全 (Modernização da Agricultura e Conservação dos Recursos Naturais；Moderagro) および灌漑施設促進プログラム (Programa de Incentivo à Irrigação e à Produção em Ambiente Protegido；Moderinfra) を行おうとしている。

適正作付けプログラムの活用； **Aplicativo Plantio Certo** では、気象災害リスクを軽減できるプログラムの活用促進を行おうとしている。

(3) 資金支援の方策

現在の資金支援の方策は、国の融資制度に加え、民間資金活用の方策として種々のメニューが存在する。生産者が発行する CPR (農業生産物債権)、CDA (農産物保管証明；Certificado de Depósito Agropecuário)、NPR (農村保証券；Nota Promissória Rural)、CCR (農村融資債権＋Cédula de Crédito Rural)に加え、銀行、加工業者、トレーダーが発行する ICA (Letra de Crédito do

³ <http://www.agricultura.gov.br/plano-safra>

⁴ <http://www.agricultura.gov.br/plano-safra/financiamento>

Agronegócio)、CDCA (Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio)、CRA (Certificado de Recebíveis do Agronegócio) 等がある。更に投資ファンドとして種々の投資ファンドが存在するシステムになっている。これらは一般的に、コモディティー作物に適応されており、生産者は、これらのシステムを使い、作付時の生産資材を調達し、収穫後、農協、資材販売業者、仲介業者、トレーダー、搾油業者に、生産物を渡すシステムとなっている。仲介業者は、LCA、CDCA、CRA 等を発行し、投資家から資金を調達する仕組みになっている。

これらは、FIDCs (約束手形、クレジット権利証券) と言う制度が基となっている。FIDCs は、2000 年初頭に、農家の債務救済策として制定された制度で、農家および債務者間にて、農業生産資材および投資に必要な資金を現物にて納入する契約を締結することを可能にした制度である。この制度は、外国からの投資についても適用でき、投資額に相当する現物を輸出することも可能である。

FIDCs では、仲介業者が、農産物販売時に受け取る販売先の約束手形を担保として起債できる仕組みのもので、利点としては、協同組合は、自身の信用リスクを販売先の信用で軽減することができるため、資金調達が容易になるほか、組合の販売先にとっても購入商品の資金化までの金融が可能となる。

これらに加え、国の融資制度として以下の融資ライン⁵が設けられている。

1. 作付け資金融資
2. 投資資金融資
3. 流通資金融資
4. 加工業融資
5. 家族農業者融資

投資資金融資に関しては、CNA(農業者連盟)は、以下の融資ラインでの融資条件の緩和を設け、生産者の近代化を図ろうとしている。

1. 農業部門における温暖化ガス低減プログラム
2. 農牧業革新促進プログラム
3. 自然保全および農業近代化プログラム
4. 収穫機、トラクター近代化プログラム
5. 灌漑・サイロ建設促進プログラム
6. 倉庫拡充プログラム
7. 中規模農家支援プログラム

これらの支援策は、生産者が近代化することを容易にしておき、農業機械近代化、農業生産インフラ近代化のベースとなっている。

III.1.2 政府規制策

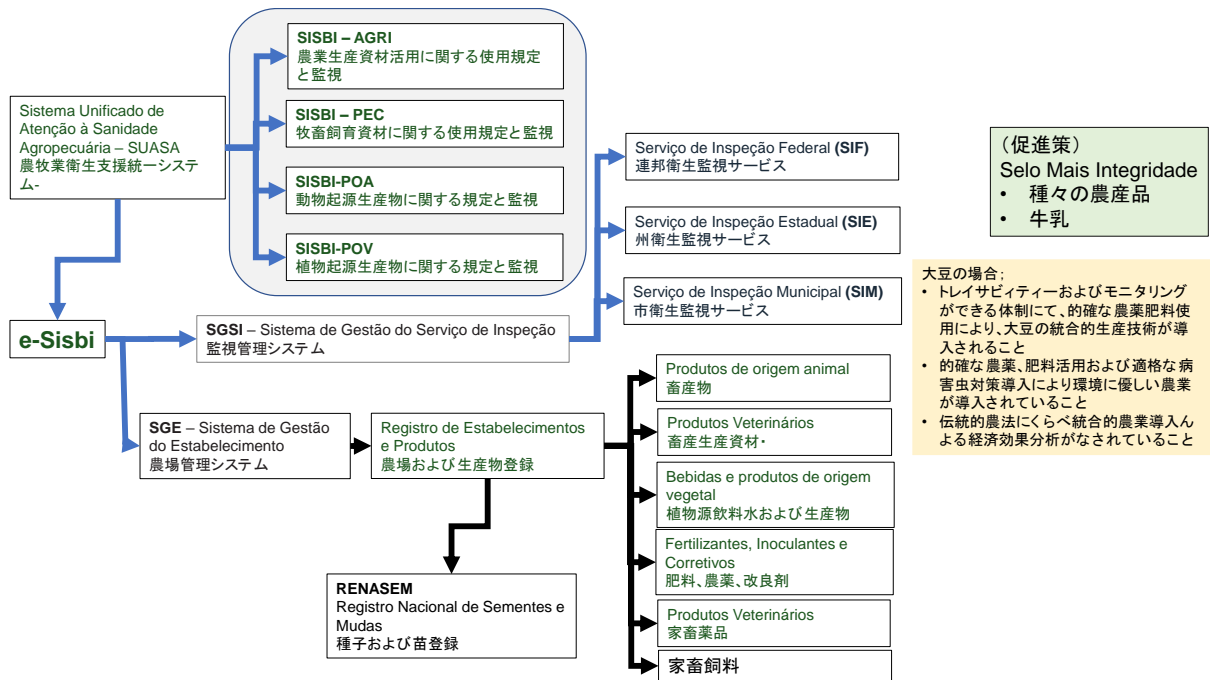
農牧供給省のホームページより概観すると、種々の項目に関する規定と監視体制が構築されており、「SUASA ; 農牧業衛生支援統一システム」の下、生産資材、生産物に関する規定が設けられており、そのモニタリング体制として E-SISBI (動植物、生産資材監視情報システム) が設けられ、全ての情報が開示できる体制となっている。

政府は、食料品衛生上に関するもの、土地に関するもの、生産の工程に関するものと多岐に渡っ

⁵ <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/creditorural>

た情報が公開されるシステム構築を目指している。次図に農牧供給省のホームページを基にした監視体制および促進策を示す。促進策としては **SELO BRASIL** ブラジル認証の確立策として各農作物の統合生産（**PI**）と言うものを基に、環境に優しい農牧生産を目指そうとしている。

農牧供給省の農牧業衛生支援システム



出典；農牧供給省ホームページ

規定としては、SISBI – AGRI；農業生産資材活用に関する使用規定と監視、SISBI – PEC；牧畜飼育資材に関する使用規定と監視、SISBI-POA；動物起源生産物に関する規定と監視、SISBI-POV；植物起源生産物に関する規定と監視の4セクターにおける規定を定めている。この規定に基づき、Esisbi という監視システムが設置されており、衛生管理に関するもの、土地管理に関するシステムが設置されている。

衛生管理は、衛生基準により連邦政府レベル監視（SIF）、州政府レベル監視（SIE）、市政府レベル監視（SIM）が設けられており、SIFは輸出入に関する規定で、SIEは、州内での流通に関する規定で、SIMは、市内での流通に関する規定である。

土地に関するものは、SGE（圃場管理システム）の下に、農場および生産物管理システムを設け、政府は、農場主に対し、土地登記書、生産者に関する証明書、CAR（農村環境登録書）等の生産者を証明する書類にて生産者登録を行うことを義務付けている。生産物は、法律で、それぞれの詳細が決められており、畜産物、畜産生産資材、植物源飲料水および生産物、肥料・農薬・土壌改良剤、家畜薬品、家畜飼料に関する規定が設けられており、生産者は、流通の際には、これらの基準を満たすことが必要となっている。

農牧業部門での環境保全の取り組みとして考えられるものは、規制による環境保全で、特に、全ての農牧業支援策を得るためのベースとなる土地管理システム構築およびトレイサビリティの構築が主のもので、消費者に安全かつ衛生的な農産物が提供できるようにトレイサビリティを強化しようとしている。

1. 森林法に基づいた土地使用（農用地における環境保全の確保）；CAR
2. 違法でない地区における農業生産
3. 衛生基準に基づいた農産物の流通
4. 農薬使用基準に基づいた生産

現在の法律では、生産者は、農産物を販売する条件として、REGISTRO DE ESTABLECIMENTO E PRODUTO（生産者登記および生産物登記）を行う必要がある。生産者登記は、正式な土地登記、CARが必要で、更に、デジタル認証システムを経て、請求書発行が認められ、市場に流通できるというシステムである。この過程を通し、生産者から消費者に届くまでの全ての流通経路は、明確な経路が示され、今後は、更に、各種の詳細な規定を盛り込み、使用生産資材、苗・種子の取得先、病害虫発生の種類等が消費者に公開されるシステムになる予定である。

食料に関しては、厚生省の下部機関である「衛生管理機構- Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA」が管轄しており、「RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 24, DE 08 DE JUNHO DE 2015」⁶にて農産物、飲料、ミネラル水について、その原料、添加物、生産技術、パッケージの方法、食料品とコンタクトのある材料等についての基準を規定し、政府は、生産者・流通業者に対し、生産から販売に至る全ての工程での流通経路を明確にする情報、生産物の栄養内容等を生産物に盛り込んだ情報等を記すことを義務付けている。

(1) トレイサビリティー

トレイサビリティーは、種々の法律・規定が設けられており、農牧供給省の規定およびANVISAの規定を満たす必要がある、主なものとしては、冷凍食肉、農産物および牛の起源に関するものがある。

1) 牛

牛のトレイサビリティーは、2011年の法律（art. 7º do Decreto nº 7.623, de 22 de novembro de 2011）にて強制を持たない制度として発行され、2018年、牛のトレイサビリティーを要求するEU諸国の要望に対し、2018年10月1日農牧省令（nº 51, de 1 de outubro de 2018）として「Serviço Brasileiro de Rastreabilidade da Cadeia Produtiva de Bovinos e Bubalinos (Sisbov) ; 牛・バファロー生産チェーントレイサビリティー」⁷として発令されている。これらのシステムの認証は、民間機関に委託されており、政府より認可された民間機関が認証を行うことになっている。ブラジルの個体認証企業である Allflex は、この手続きを以下の様に説明している。

第1段階；MAPAが承認している認証企業の選択

第2段階；土地登記書の準備

第3段階；認証企業より以下の書類提出

- 生産者登録フォーマット
- 土地登記フォーマットの提出
- 牛インベントリーフォーマット（この数は、州家畜衛生機関の数値と同数である必要あり）
- SISBOV規定への了解書
- 生産申請フォーム

⁶ http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2968795/RDC_24_2015_COMP.pdf/d0d99450-1152-4f7a-91b9-1130fcb17fa2

⁷ <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/SISBOV.html>

- 第4段階；認証された個体数での個体認証用機器の申請
- 第5段階；個体認証機器の取り付けとフォームの提出
- 第6段階；認証企業への現地視察依頼

出典；<http://www.allflex.com.br/institucional/sobre/>

この制度は、まだ十分に機能しておらず、「RASTREABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DA CARNE BOVINA: situação atual, dificuldades e perspectivas para o Brasil」 Leticia Curti Rodrigues-José Flávio Diniz Nantes」では、以下の問題点を指摘している。

- MAPA が認証した機関は、MAPA 認可で、国際的に知られている INMETRO（国家工業品質規定機関）等の認可ではない事
- 農村部での教育水準は低く、このシステム導入は困難
- 実施費用が高価なこと
- 農村部における情報システムは完備されていなく、インターネットシステムが完備されていない事
- このシステムは生産者のみでなく食肉業者、認証企業を巻き込んだものとなり、その整合性を取るためには更に高額になること
- ブラジルは広大な土地であり、小規模生産者がこのシステムを活用するには難があること

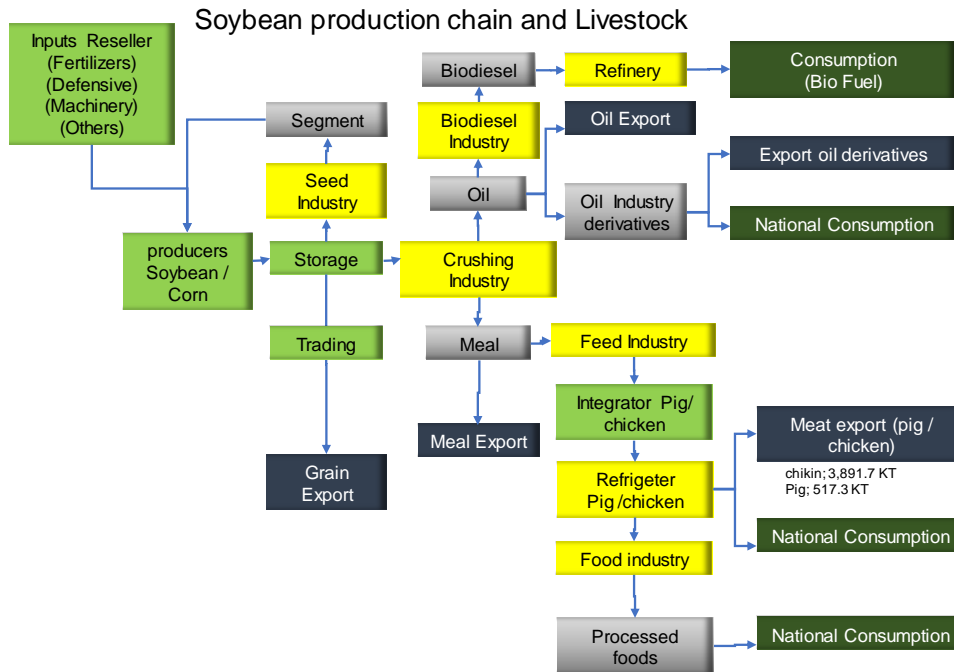
出典；RASTREABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DA CARNE BOVINA: situação atual, dificuldades e perspectivas para o Brasil」 Leticia Curti Rodrigues- José Flávio Diniz Nantes、<http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/ie/2010/tec3-0610.pdf>

GROBO RURAL によるとこのシステムで飼育されている頭数は 400 万頭程度で、ブラジル全体の飼育頭数 2 億 1540 万頭に比べ、ごく僅かな頭数がこのシステムで稼働していると指摘している。⁸

2) 穀物

穀物は、複雑なバリューチェーン過程を経て、消費者に届けられるため、複雑な構造となる。次図に穀物バリューチェーンの工程を示す。

⁸ <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2017/05/o-que-e-rastreabilidade-no-campo.html>



出典；調査団作成

これらの食品の原料は多くの生産者の生産物が混合しており、各段階でのトレイサビリティが完結して次の段階のトレイサビリティが可能となる。但し、大豆、トウモロコシは、穀粒自体は、大半が、輸出もしくは加工原料であるため、ANVISAの管轄外である。

(2) 環境ライセンス

ブラジルでは、全ての活動に環境ライセンス所得が義務付けられており、農業部門では、取水を必要とする灌漑施設、道路・排水路等の施設を必要とする施設を建設する場合、事業主は、環境ライセンス取得が必要となっている。また植林に関して在来種でない植林をする場合、同様に、事業主は、環境ライセンスを取得することが義務づけられている。

環境ライセンシングプロセスには、3段階があり、各段階で環境面からみたプロジェクトの実現可能性が評価・分析され、条件を満たした場合にライセンスが発行される様になっている。環境ライセンスが定める条件には、環境影響に対する予防措置、緩和措置、補償措置等の配慮の有無などが含まれる。

1. 事前許可 (LP - Licença prévia) ; プロジェクトの計画段階において、基本条件を満たし、環境面の実現可能性を確認した場合に発給され、立地・設計を承認する。
2. 設置許可 (LI - Licença de instalação) ; 環境対策他すべての要求条件を満たした場合に発給され、プロジェクトの設置を承認する。
3. 操業許可 (LO - Licença de operação) ; ②の設置許可の付帯条件を遵守していることが確認された後に発給され、プロジェクトの操業を承認する。

重大な環境被害を引き起こす可能性のあるプロジェクトについては事前の環境影響調査が行われ、環境省の環境・再生可能天然資源院 (IBAMA) がライセンスを発給する。それ以外は、州がライセンスの発給元になる。工場の建設予定地は、施設の環境ライセンス付与に直接影響するため、企業は特に細心の注意が必要である。水源の近くや特殊な動植物の生息地などでは環境ライセンスの取得が複雑・長期化する。また場合によっては事後であっても環境補償の請求が生じることもあるので注意を要する。

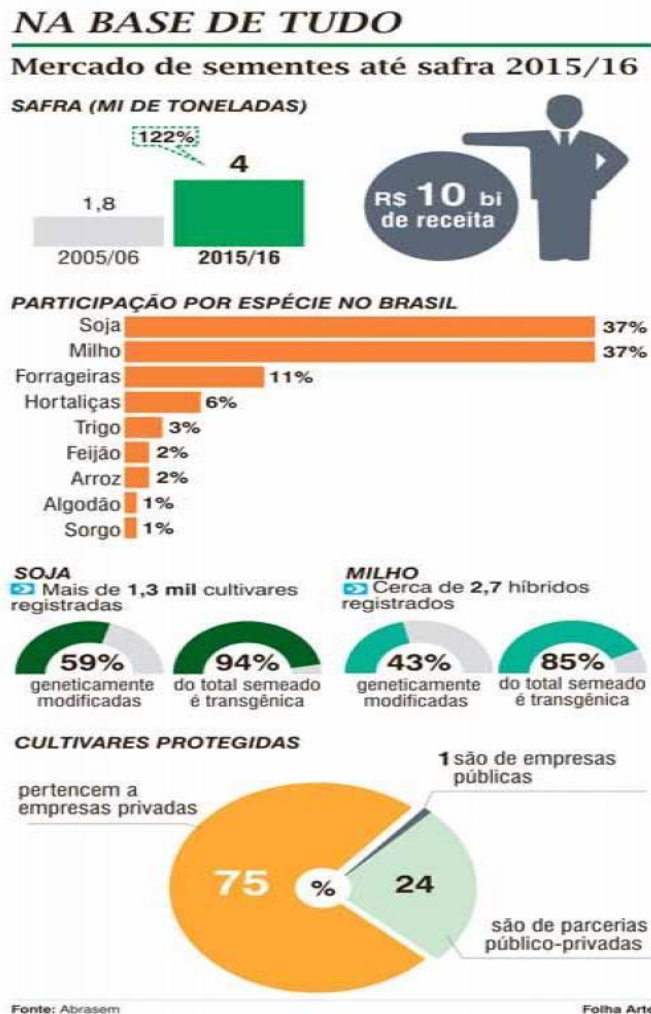
III.1.3 民間部門の役割

ブラジル農牧業生産における民間部門の役割は大きく、民間が行う農業融資制度に加え、農業生産性向上の為に資材導入、改良種子の研究・導入、農業普及、土地登録、CAR、生産者登録、生産者デジタル認証システム導入、農業融資、トレイサビリティ認証等と、役割は全て民間企業が担っている。

(1) 種子部門

種子部門は、「ABRATES – Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes」によると75%が民間部門で、公民部門24%、公的部門1%と大半が民間部門に依存した状況となっている。

種子研究の現状



出典 ; <https://www.abrates.org.br/noticia/mercado-de-sementes-movimenta-r-10-bi-ao-ano-no-brasil>

この報告書によると、種子ビジネスは、2005/2006 から 2015/2016 の期間に 122%程度拡大すると共に、2015/2016 のビジネスは、100 億レアルに拡大している。このうち、大豆・トウモロコシが各 37%となっており、この 2 品目で全体の 74%を占めている。大豆の品種は、1,300 品種ぐらいあり、品種としてはその 59%が遺伝子組み換えであるが、実際栽培されている品種の 94%が遺伝子組み換えである。トウモロコシは 2,700 品種で、43%が遺伝子組み換えであるが、実際、栽培されているものの 85%は遺伝子組み換えである。また種子の 75%が民間開発、24%が公民協力に依るものの、1%が公的機関によるものとなっている。

(2) 農業生産資材・技術支援

農業生産資材部門のアグロビジネスは、穀物生産拡大と共に急激に拡大している。同時に連邦政府の認可が必要な農薬等については、販売業者は、生産者登録を行っている正式な生産者にしか、販売できないようなシステムになっている。

販売業者も、営業ライセンスが必要で、ANVAV- 農畜産資材配分連盟が農薬を販売する企業のライセンスを与える機関となっている。ライセンスを取得するためには下記のプロセスにて、登録する必要がある。

1. 環境ライセンスの取得
2. 消防署による検証
3. 使用済み農薬容器受け入れの約束
4. 技術責任履行約束

ブラジルに於ける農業生産単収増、近代化は、先端技術を有する肥料、農薬、種子および農業機械メーカー等の技術支援により大幅に改善されている。

農業技術支援に関しても、農業生産資材企業が自社製品販売促進のため実施しており、徐々に公的機関の技術支援の役割は減少しつつある。最近では、スマート農業と言うコンセプトが広がり、技術支援においても民間企業の役割が拡大している。

(3) 農業融資

これまで農業融資は公的機関の役割であったが、民間投資機関の参入により様相が大きく変わり、種々の投資機関が参入するようになってきている。自社の製品販売促進でも種々の融資ラインが使える、製品販売促進のベースとなっている。

(4) トレイサビリティー認証企業、

トレイサビリティー実施で、実際、トレイサビリティーで認証を行うのは民間企業で、各分野、民間企業が活躍している。

III.2 農業生産促進上での環境保全のための取り組みおよび公的機関の政策

ブラジル政府は、1988年に制定された憲法 第 225 条において「国民すべては、生態学的にバランスの取れた環境を享受でき、健康的な生活を送れる環境への権利を有し、政府・集団に対し現在および次の世代に伝えられる様に、保全を行う義務を果たすことを要求出来る。」と決め、憲法において以下の規定を定めている。

1. 種および生態系の生態学的管理（規制）
2. 国の遺伝遺産の多様性・統合性維持の為の遺伝物質の研究・操作機関への監督（規制）
3. 環境保全地区の設定とその地区での規制（規制）
4. 環境影響調査の義務化（規制）
5. 生命、生活の質、環境にリスクをもたらす技術、方法、物質の生産、マーケティング、使用への管理（規制）
6. 環境教育促進
7. 生態学的機能を危険にさらす行為、種の絶滅を引き起こす行為、または動物を虐待する行為への禁止（規制）

更に、憲法において、以下の項目を定めている。

1. 鉱山開発における植生再生義務
2. 環境への有害行為・活動への行政制裁
3. アマゾン森林、大西洋岸森林、沿岸山脈、パンタナール（湿地帯）および沿岸地帯の保全と使用する場合の規制（規制）
4. 自然生態系の保護のため設置された地区での利用不可
5. 原子炉の設置規制

農業部門では、ブラジル農業に向けた厳しい目が世界中にあるため、ブラジル政府は、環境保全に向けた取り組みとして種々の方策を発表している。

1. 森林法の改定
2. 環境ゾーニングの施行
3. 環境ライセンス取得の義務化
4. 環境を重視した融資制度の創設
5. 農村部環境登録（CAR）の徹底
6. 農産物すべてでのトレイサビリティの施行
7. 環境重視型営農促進

(1) 森林法の改定

森林法（LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012.）⁹は、土地に関する全ての基準を制定したもので、2012年5月に改訂されている。この法律は、農村部における環境保全義務付けに関する法律で、農村部環境登録（CAR）ではこれを順守した登録を義務化し、融資を得る場合には、このCARがベースとなり、融資が得られる様になり、流通制度に於いても、CARが義務化されている。この様な方策で、政府は、農村部での環境保全体制を監視して行こうとしている。

森林法での、民間土地所有地における環境保全の割合は以下の様に設定されている。

I - 法定アマゾン域:

- a) アマゾン植生域；80%
- b) セラード植生域；35
- c) カンポスジェライス植生域；20

II - その他の地区: 20%

ブラジルでは全農地に対し、所有地の20%を保全することを義務づけ、アマゾン植生域のみ更に厳しい80%保全を課している。更に種々の規制が設けられており、50%以上の開発に関しては、環境基準に基づいた環境ライセンスを取得することを義務づけている。

(2) 環境ゾーニングの施行

州は、それぞれの経済環境ゾーニングを行うことを義務付け、土地所有者はそのゾーニングに基づき活動を行うことが義務付けられている。これらは以下の法律にて規定されている。

Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981

Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002

Decreto nº 5.300, de 7 de dezembro de 2004

Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012

Lei nº 6.938は、1981年8月に制定され、国家環境システム(Sisnama)を設立し、連邦政府、州政府、市政府に対し、社会経済開発にあたり、環境ゾーニングの実施を義務付けた法律である。Decreto nº 4.297は、環境エコロジーゾーニングの詳細な規定を策定したものである。地方政府、特に州政府の社会経済ゾーニング実施の規定を設定した法律である。Lei nº 12.651は、在来植生の保全に関する規定を設定した法律である。

これらの法律は、環境ライセンス取得のベースとなっており、連邦政府、地方自治体は、環境ゾーニングを行ない、そのゾーニングを順守した開発計画を行う事が義務付けられている。連邦政

⁹ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/12651.htm

府、州政府は、この法律に基づき、州公園、環境保全地区を設定している。灌漑事業、道路事業等のインフラ事業実施の際には、この設定された環境ゾーニング順守することが必要になっている。この環境ゾーニングに対しては、全ての州がこの環境ゾーニングを既に設定している。

アマゾンに関しては、既にアマゾン法定域社会経済ゾーニング¹⁰が、環境省主導の下、2010年に制定され、法令 N° 7.378 にて、国会にて認定されている。

(3) 農村部環境登録 (CAR) の徹底

CAR は、全ての土地所有者に義務付けられるもので、これがベースとなり土地利権所が有効となり、担保として保障されることにより、政府の農業融資制度を受けられることになる。更に今後は、流通に関しても CAR の義務化を課していく予定となっている。

(4) 環境を重視した融資制度の創設

森林法により、所有土地の環境保全が義務付けられ、保全地となる部分の植生再生を行う必要がある。これは全ての土地に対するものであるが、植生再生を行うためには、資金が必要である。現在、これらの資金が入手できる様なシステムが CAN (国家農業連盟) を中心として検討されている。

(5) 農産物すべてでのトレイサビリティ施行

農産物に対するトレイサビリティ法は、農牧供給省令「Instrução Normativa Conjunta (INC) n°2, de 07 de fevereiro de 2018」¹¹として、2018年2月に発令され、流通する野菜・果樹は以下の基準を満たすことが必要となっている。

- 1) ラベルの提示
- 2) バーコードの提示
- 3) QR コード提示
- 4) もしくは、間違いのない形で生産物の安全性を証明できる書類等。

トレイサビリティが行われるものは、流通の過程（生産者から消費者に届くまでの過程）、生産工程、農薬の使用品目、日付等に関する情報が記載されることになっている、但し今後、一部、改定が行われることともなっている。

(6) 環境重視型営農促進

環境重視型営農促進としては、EMBRAPA を中心として検討が進められており、以下の検討がなされている。

- 触らない植生再生 ; Regeneração Natural sem manejo
- 人工的な植生再生 ; Regeneração Natural com manejo
- 植林 ; Plantio em Área Total
- 農林統合システム促進 ; Sistemas Agroflorestais (SAFs)

¹⁰ https://seplan.ma.gov.br/files/2014/02/macrozoneamento_ecologico_economico_da_amazonia_legal-parcial.pdf

¹¹ <http://www.agricultura.gov.br/noticias/comeca-a-valer-em-agosto-sistema-de-rastreabilidade-de-vegetais-frescos/InstruoNormativaConjuntaINC02MAPAANVISA07022018.pdf>

現在 EMBRAPA で進められている ILPF- integração lavoura-pecuária- floresta（農牧林営農統合）と言うコンセプトがある。

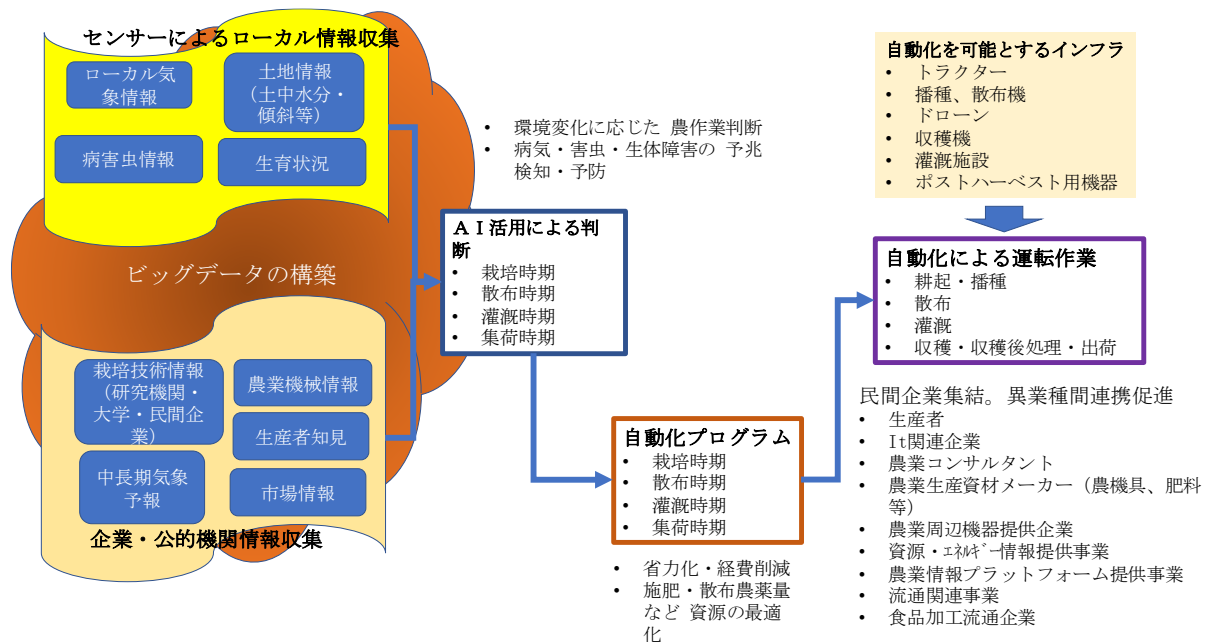
IV スマート農業分野におけるブラジル国政府方針・取組・制度改革及びスタートアップ企業を含めた民間技術動向

スマート農業構想は、IT 技術の普及と共に農業先進国で進められており、ロボット技術や ICT 技術を活用し、農作業の作業効率向上、品質の高い生産物生産を行おうとしている。ブラジルでもスマート農業導入は、積極的に進められており、特に大規模穀物生産者およびサトウキビ生産者を中心に行われている。

情報収集に関しては、民間企業では、センサー活用によるローカル情報収集に加え、衛星情報活用のマクロ的な情報、市場に関する統計情報等を活用し、生産活動のリスク・チャンス等に関する分析を、AI を通じて分析を行い、生産者に情報を提供するマネージメントサービス企業も現れている。

ドローン活用による情報収集・農薬散布、農業機械の自動制御化（IT, IoT の活用）、AI システム活用のための情報収集システム構築によるデータの取り込みおよび意思決定等と多岐に渡る技術は、ブラジル先進企業農家では既に導入されている。次図にスマート農業の構図を示す。

スマート農業の構図



出典；調査団作成

スマート農業導入を可能とするためには、まず情報伝達のインフラ整備、農牧業生産技術に対する知見の集約、IT を含む先端技術の研究開発の促進、普及およびその技術を活用する人員の訓練が必要となっている。ブラジル政府は、スマート農業の構築に向け、種々の制度を整備すると共に、情報伝達のインフラ整備、スマート農業普及体制の構築を図ろうとしている。スマート農業の最先端技術を有する民間多国籍企業は、それぞれの企業の製品販売拡大に向け、IT 技術を駆使した新商品の技術開発を行っており、IoT 技術活用の農業として複数農業機械による同時稼働作業に関する研究も進められている。例えば、企業農家では、2 毛作に向けた収穫・播種同時作業として、収穫機、穀物運搬用トラクター、トラック、播種用トラクター等の農業機械を同時に自動化にて操作するという例もある。

IV.1 ブラジルにおける方針・取組・制度改革

ボルソナロ政権は経済自由主義を掲げ、市場の役割を重視したいわゆる「小さな政府」への政策転換を表明し、2019年1月に誕生した政権である。具体的な政策は、省庁削減、ゼロベースの予算査定、民営化の推進、社会保障制度改革の実現、関税・非関税障壁の低減と新たな通商協定の締結、生産性の向上、ビジネス環境改善などである。民営化の推進により、国の債務削減を目指しており、大統領府は、具体的に、以下の経済策を掲げている。¹

1. 民営化および官僚制の廃止プログラムによる公的機関支出の削減と種々の税制の簡素化による税軽減
2. 税制の簡素化
3. 社会をベースとした税収拡大に向けて地方分権化及び市の権限拡大等

根幹となっているのは、産業の GVC（グローバルバリューチェーン）化であり、農業部門から石油ガス電力に至る全ての分野での GVC 化を図ろうとしており、大統領府は、産業の強化策として以下の点を掲げている。

1. 投資マーケットの強化と開発
2. スマート産業への移行とそのため新規技術投資促進
3. スマート産業に向けての人的資源の育成
4. 投資市場における投資家とスタートアップ企業との協調促進

具体的には、大統領府は、IoT に関わる法令「Decreto n° 9.854」² を発令し、この法律により以下の目的を達成しようとしている。

I – IoT 促進によるサービスの向上と生活の質の向上

II – IoT 開発に関する技術者の育成とデジタル産業における雇用の創出

III – IoT によるブラジル革新企業の競争力向上およびエコシステムの向上

IV – IoT 実施における公民協力手法の模索

V – IoT を既に実施している先進国との協力の下、国際協力、基準化等に参加し、国際シナリオにおける国の立場を堅固にする。

この法令は、科学技術省の管轄の下、国家 IoT 計画実施のため、以下の事業を実施する計画である。

1. 革新 IoT プラットフォームの設置
2. IoT 技術者能力強化センター
3. デジタル変換モニタリングセンター

これらのモニタリング、計画促進については、IoT 審議会を設け、国家 IoT 計画を実施していく計画になっている。

農牧供給省も、この方針に基づき、スマート農業推進を謳って、農業での近代化を図ろうとして

¹ https://flaviobolsonaro.com/PLANO_DE_GOVERNO_JAIR_BOLSONARO_2018.pdf

² <https://www.tecmundo.com.br/mobilidade-urbana-smart-cities/143072-bolsonaro-institui-plano-nacional-internet-coisas.htm>

おり、この一環として、以下の方策を掲げている。

1. 農村部における通信状況の改善
2. 農業革新技術の普及
3. スマート農業促進のためのスタートアップ企業支援

農村部における通信状況改善は、科学技術省と協力し、農村でもインターネットに接続できる環境づくりを目指している。具体的には、科学技術省と防衛省協力による衛星「防衛通信衛星；Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC)」活用による通信状況改善、地方部でのアンテナ設置によりデジタル普及を進めようとしている。³

農業革新技術の普及に関しては、スタートアップ企業団地の促進、「Polo de inovação agropecuária；農牧業革新センター」等設け、スマート農業推進を行っていく予定である。最初の農牧業革新センターはパラナ州ロンドリーナで昨年 11 月に発表されている。当計画の予定としては、ブラジル 16 州で、スタートアップ企業団地を創設して行く計画である。⁴ 農牧供給省の情報によると、これらの候補地として挙げられている個所は下記の地点である。

- ❖ パラナ州 (Londrina)
- ❖ パラナ州 (Cascavel および Pato Branco)
- ❖ ミナス州 (Lavras 周辺)
- ❖ サンパウロ州 (Piracicaba、Campinas および São Carlos)
- ❖ リオデジャネイロ州 (Rio de Janeiro)
- ❖ ペルナンブコ州(Recife、Juazeiro/Petrolina)
- ❖ セアラ州 (Icapui)
- ❖ 北リオグランデ州 (Mossoro)
- ❖ 南リオグランデ州 (Santa Maria)
- ❖ 南マトグロソ州(Campo Grande および M r a c a j u)
- ❖ マトグロソ州 (S o r r i s s o, S i n o p および Lucas do Rio Verde)
- ❖ ゴイアス州(Goiania および Rio Verde)
- ❖ バイア州 (Ilheus、L E M および Salvado/Cimatec)
- ❖ パラ州 (Belem)
- ❖ サンタカリーナ州 (Florianopolis)
- ❖ ロンドニア州 (Porto Velho および Cacoal/Alto alegre dos Parecis)

3

https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/comunicacao/SETEL/inclusao_digital/internet_para_todos/paginas/internet_para_todos.html?searchRef=internet%20para%20todos&tipoBusca=expressaoExata

⁴ <https://conexaoagro.com.br/2019/11/12/ministra-lanca-em-londrina-primeiro-polo-de-tecnologia-do-agro-do-pais/>

IV.2 ブラジルにおけるスマート農業の現状

ブラジルは、1996年 KANDIR 令⁵による輸出品への流通税の免除策、政府のオープン化政策、農業融資策等により穀物生産の基礎を構築してきた。更にブラジルのアグロビジネスのポテンシャルに引き寄せられた穀物メジャー、多国籍農業機器メーカー、農業生産資材企業、種子企業、食肉処理企業等が参入することとなりアグロビジネスが活発化してきた。この様に、ブラジルアグロビジネスは、政府及び多国籍企業の努力により、競争力のある産業としての基礎作りがなされてきた。外国参入企業も、ブラジルでの活動を、マーケットとしての視点ではなく、製造拠点として捉え、製造・研究活動を強化しており、農業部門での先端技術導入の素地が構築されつつある。ブラジルの農業分野は一大産業として様々な企業でも研究開発が行われ、民間企業により、農業機械の自動化、生産活動の自動化、IoTによる複数の農業機械の同時運転、ドローンや衛星画像を使ったデータ分析など様々な注目を集めるサービスが提供される様になっている。

ブラジルにおけるスマート農業は、農業機械メーカー、機器製造企業、肥料・農薬企業、IT企業、スタートアップ企業、生産者による投資等により、既に種々の分野で開始されており、特に農業機械メーカー、農薬メーカーによる種々の革新技術製品が、生産者に提供され、それを有効に活用できる体制としてスタートアップ企業が生産者に対し農業支援サービスを提供し、スマート農業を促進している。世界の投資家も、ブラジルアグロビジネスのポテンシャルに注目し、スタートアップ企業、生産者への投資を活性化させている。大規模生産者・企業は、作業の効率化として取り入れており、生産企業自体による研究体制も整備されつつあり、スマート農業は、急激に、先進企業農家で導入されている。またIT環境も急激に革新を遂げており、世界中の先進IT技術が農業分野でも適用されつつある。

更に、EMBRAPAの基礎研究は、より効率的な機械・資材能力向上のベースとなり、スマート農業促進に大きく貢献し、研究機関、資材・機器製造企業、生産者、スタートアップ企業および投資家による体制が出来上がっている。

ブラジルにおける大型機械化・近代化は、2000年代のサトウキビ産業近代化から、大豆、トウモロコシ、綿花等の大規模機械化・近代化に繋がると共に、IT技術を駆使したスマート農業が普及し、単収向上の為の情報の収集、ひいては農業生産費用の低減の為の技術導入が行われる様になり、アグロビジネスは、世界でも高い競争力を持つ産業に変遷して行っている。

既に土地情報収集、農業機械自動化による作業（農薬散布、播種、収穫）等は、大規模企業農家により実用化されており、現在は、IoTとして、複数の農業機器同士の連絡による作業能率向上の分野で実用化が進んでいる。収穫時の各地点収量情報のデータ化等も進んでおり、収穫データが地図化され、次年度の資材投入量算定のベースとして利用されている。これらの技術投入により、単収は大幅に改善すると共に、作業時間節減による2毛作の拡大、投入資材の経費節減策へと繋がっている。特筆されるべきことは、2015/2016作年より、これらの技術導入により、世界でも稀な3毛作導入が始まったことにある。ブラジルの穀物栽培は、雨季（一般的に10月から3月の6か月間）に行われるが、この6か月の間に3毛作を導入するためには、気象予測を基に収穫・播種作業を効率的に行う作業スケジュールを決定する必要がある。気象状況、登熟状況を的確に分析し、収穫・播種が同時にできる様にするためには、情報分析が重要であり、更に同時に単収向上、費用節減、土地の最大活用の効果に繋げるようにするためには、生産者にとってツールとしてのスマート農業導入が必要となっている。

5 http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp87.htm

InovAtiva Brasil は、CEBAP（ブラジルスマート農業審議会）による報告をベースに、穀物生産者の 67%は既に何がしかのスマート農業を導入していると報告している。⁶ この様にブラジルにおけるスマート農業導入は急速に進んでおり、生産者は、単収向上、2 毛作作付け面積拡大に向けた投資を活性化させている。

中小規模生産者レベルのスマート農業の活用に関しても、IT 機器が容易に入手できるようになった結果、初期の段階ではあるが、生産者がスマート農業の導入を積極的に行いつつあり、自動化された農業機械の導入、灌漑の自動化、収穫の機械化等が開始されている。

また農産品に関する世界需要の安定的拡大、更に政府の農業融資政策により安価な投資資金が得られる素地が作られたことより、中小規模農家も安心して投資できる環境が整いつつある。

農業生産者も、大学卒の若い世代の参入が活性化しており、自分の圃場で生産を行うと共に、スタートアップ企業として近隣農家にサービスを提供する生産者も出てきており、新しいデジタル農業導入の素地は大きく広がっている。特に、大規模企業農家には、技術者チームが勤務しており、革新技術の導入が急速に進んでいる。

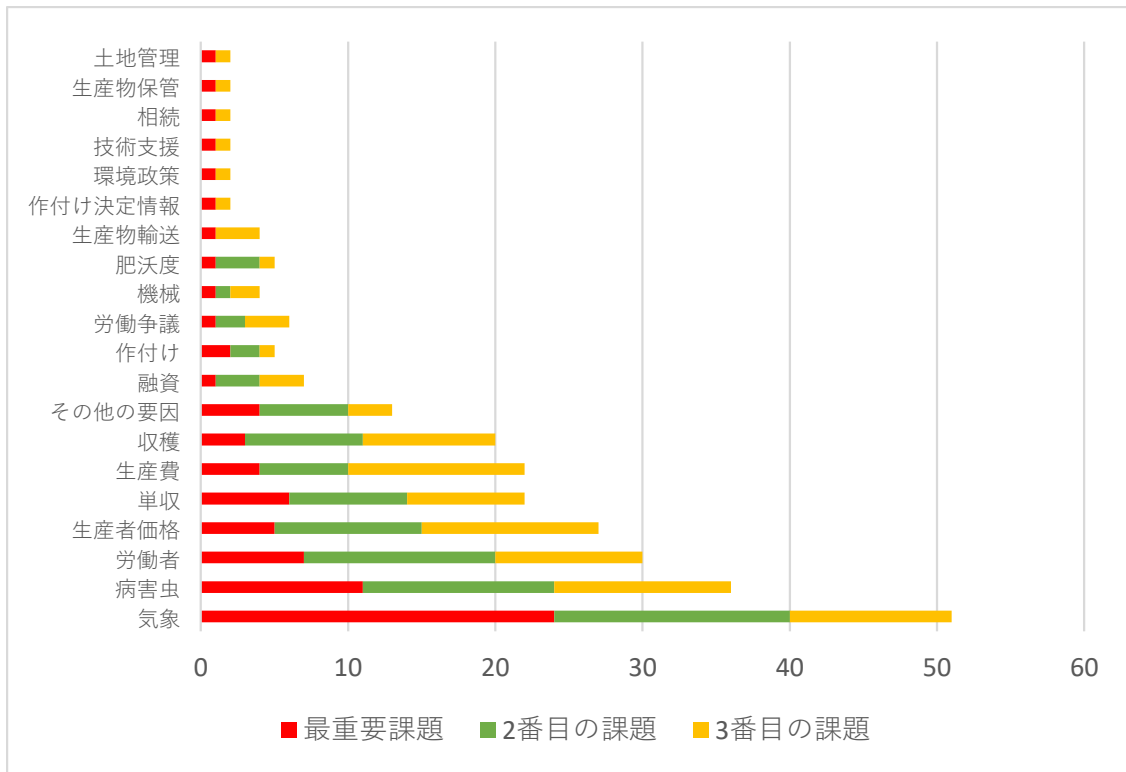
また ANA（国家水機構）のデータによると高度化農業の導入のベースとなる灌漑農業用地も約 6.95 百万⁷存在している。この様にスマート農業の素地は、企業、生産者の受け入れ態勢等でも構築されており、如何に生産者の持つ資源を有効に活用できるか、生産者の問題とする点に対する解決策を提示できるかが鍵となっている。

ABMRA（ブラジル農村・農業マーケット協会）は、「ブラジル農家の概要；Perfil do Prpductor Rural Brasileiro」にて、生産者が求めている課題を以下の様に提示している。

⁶ <https://www.inovativabrasil.com.br/startup-agronegocio/>

⁷ <http://atlasirrigacao.ana.gov.br/>

生産者が要望している対策



出典；ABMRA、Perfil do Prpductor Rural Brasileiro

上図では、生産者は、生産上の問題点として、気象予測、病害虫、労働者、生産者価格等が課題であると認識していることを示している。この図から察せられるように、今後、スマート農業は、これらへの対策を提示できうる方向に進んでいくと思われる。例えば気候に関する情報は、雨季のベラニコ予測によるリスク軽減、農作業の効率化、2毛作3毛作の可能性に繋がり、直接的に作業機会の効率化と言うことに繋がってくる。病害虫は、ピンポイント散布が可能となることにより、農薬使用量の削減、ひいてはコスト削減、収量拡大に繋がってきている。労働問題では、先端技術駆使の機器運転ができる労働者の不足と言う問題も起きている。また、あまりにも農業生産資材の革新が速いため、生産者は、如何にその器材の持つ能力を最大限に活用できるかということ学習する必要があることも一つの問題になっている。

IV.2.1 政府の施策

(1) 農牧供給省の施策

ブラジルのスマート農業導入の施策としては、政府は、スマート農業導入促進とスマート農業導入後、種々の問題が発生しないような基準作りを目指しており、農牧供給省は、「ブラジル・スマート農業委員会調整室（Coordenação da Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão；CBAP）」⁸を設けスマート農業導入促進に関する以下の業務を行おうとしている。

1. 農業機械機器工業団地の育成
2. スマート農業導入に向けての公報およびプロモーション
3. 農業生産資材の最大活用と収穫ロス、品質モニタリング、地籍境界の明確化

⁸ <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/tecnologia-agropecuaria/agricultura-de-precisao-1>

4. スマート畜産・林業・灌漑・その他等の導入

今後のロードマップとしては、農牧供給省は、「2014 – 2030 AGRICULTURA DE PRECISÃO」⁹にて2014年、以下の方針を掲げている。

農牧供給省のスマート農業に関する方針

	方針	アクション計画
管理	<ul style="list-style-type: none"> 理論的かつ透明性のあるシステム作りを目指す。 今後も永続的に生じてくる生産チェーン間の情報交換を行う 質の高いスマート農業になる様に、政策面から導いていく 	<ul style="list-style-type: none"> セクターを代表する市民団体の設立 国の予算の中にスマート農業導入に関するものを入れ込む 業界の課題を議論する常設フォーラムを設置する
研究・技術革新	<ul style="list-style-type: none"> 研究・技術革新は、技術革新を伴う技術開発に視点をあてる 全ての生産者および社会経済インパクトを考慮にいたれた農業革新を進める。 公民相互協力による研究・技術革新を進める。 	<ul style="list-style-type: none"> 各生産チェーンの要望する研究テーマに関する情報入手ができる体制を構築する。 CBAPに研究・技術革新の情報が入手できるネットワークを構築する。 より効率の高い肥料・農薬、機器での研究・技術革新が促される様に資金調達をしていく。 予算の確保
セクターの分析	<ul style="list-style-type: none"> スマート農業導入に必要な精度の高いデータ入手の為にシステム構築を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 資材供給会社のデータ入手手段の構築 使用者データの入手手段の構築 参加要員（研究員、支援技術者、開発技術者、革新技術者および普及員等）のデータ入手手段を構築する。
法および規定	<ul style="list-style-type: none"> スマート農業セクターの競争力を高めると共に、近代化できる政策を提案する。 	<ul style="list-style-type: none"> 先進農業での課税に関する分析を行う。 セクターの法・規定等を提案する。 決められた手順で農業政策セクターの開発ポリシーを提示する。 スマート農業が環境に優しい農業になるようにフレーム化していく。 法制化をフォローすると共に、スマート農業がもたらすインパクト等について報告していく。 土壌検査試薬の調達に関する法的枠組みを改訂する。

出典 ; <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/tecnologia-agropecuaria/agricultura-de-precisao-1/arquivos-de-agricultura-de-precisao/agenda-estrategica-do-setor-de-agricultura-de-precisao.pdf>、注；現時点では、誰が何をするという具体的アクションプランは見当たらない。

これらの計画の詳細については、CBAPにて会議が行われ、上述の方針に基づき、種々のイベント、法制度化、EMBRAPAによる研究等が行われている。

法制度化もその一環で、2019年度には、「PROJETO DE LEI N.º 355, DE 2019- Art.3º」¹⁰にて以下

⁹ <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/tecnologia-agropecuaria/agricultura-de-precisao-1/arquivos-de-agricultura-de-precisao/agenda-estrategica-do-setor-de-agricultura-de-precisao.pdf>

¹⁰

https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=B5BCD4B01D8627F8F3E2AC7D8C55E6AF.proposicoesWebExterno1?codteor=1709916&filename=Avulso+-PL+355/2019

の項目具現化の為の法制度化が提案された。

1. 公民協力関係の構築
2. スマート農業活用に関する投資促進
3. 全ての情報網を活用し、植え付けから収穫までの全ての作業活動をモニタリングおよび、その情報共有化できる体制を構築する。
4. スマート農業技術開発研究への支援
5. 中小規模農家のスマート農業導入に向けた研究・改善・開発網の構築
6. 温暖化ガス軽減に寄与する技術への支援
7. 大学教育におけるスマート農業教育の導入
8. プログラム振興のための技術者教育促進
9. スマート農業導入に必要な輸入機器に対する融資ラインの設定
10. スマート農業用輸入財に関する資金の為の課税措置に関する法制度の整備
11. スマート農業を農業保険のコスト削減策として認知させる。
12. 農村部のインターネットカバー範囲の拡大

この内、上記の9~12を除く項目が「PROJETO DE LEI Nº , DE 2019 (Do Sr. MARRECA FILHO) - Institui a Política Nacional de Incentivo à Agricultura de Precisão.」¹¹として2019年10月発令されている。具体策として、上記3の農村部における情報の共有化促進策として全国に5600か所のアンテナを設置する予定である。

この施策実現のため、科学技術通信革新省 MCTIC と農牧供給省 MAPA は、「4.0 農業審議会； Câmara do Agro 4.0」を設立し、具体的施策を ANATEL¹²省令「Lei nº 13.116,2015年4月」¹³に基づき、実施する予定である。この省令においては、ANATEL は、ロット別の入札を行い、アンテナ設置業者を決定し、その決定業者に全ての業務（資金調達、設置、維持管理）を委託することとなる。この方式は、資産リースと言う方法で運用されており、落札企業は、アンテナの設置を行い、利用者（プロバイダー）からリース料を徴収するという仕組みである。

(2) EMBRAPA の掲げるスマート農業

EMBRAPA は、「農牧供給省のスマート農業に関する方針」に基づき、EMBRAPA Instrumento (サンカルロス)を中心に、スマート農業の導入に向け、民間企業、組合組織と協力し、研究を行っている。EMBRAPA は、2014年「AGRICULTURA DE PRECISAO; RESULTADO DE UM NOVO OLHAR」にてスマート農業の現状について発表し、主な研究分野を以下の様に提示している。

1. 土壌調査をベースとしたスマート農業の導入
2. 土壌電導度の研究
3. スマート農業導入に関わるリモートセンシング促進

¹¹

https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=10B23605FE9596948B3EF990ED2B4DC0.proposicoesWebExterno1?codteor=1790642&filename=Tramitacao-PL+4538/2019

¹² ANATEL は通信部門の管轄機関である。

¹³ <https://www.anatel.gov.br/legislacao/leis/807-lei-13116>

4. スマート農業での地質統計の活用
5. スマート農業への GIS 活用
6. スマート農業での ITI および通信技術の活用
7. 無人飛行機の活用
8. 雑草管理
9. 種々の作物分析の為の航空写真モザイクの活用
10. 農業機械自動化にむけての情報自動収集システム化促進

EMBRAPA は、これまでの作物栽培研究の大半は民間企業に移管し、活動の主体を以下の様な業務に移行している。

1. 各農作物のスマート農業活用化のためのシステム作り（ハッカソン活用）
2. スマート農業導入を可能とする多テーマ図の作成
3. 熱帯雨林管理システム
4. AI活用による土壌分析システムの構築
5. オンラインによる低炭素農業導入への技術支援
6. 農業情報統合システム
7. ブラジル農業モニタリングシステム
8. 農業用堆肥生産

EMBRAPA は、「EMBRAPA EM NÚMEROS」にてスマート農業の実態を以下の様に述べている。

EMBRAPA は、1990 年よりスマート農業の研究を進めており、2009 年に設置されたスマート農業網を通し、EMBRAPA の 26 か所の研究所にて 55 の協力機関（大学関係者及び民間）と総勢 216 名の研究員にてスマート農業導入研究を行っている。目的は、民間部門が知識を早く吸収できるように IoT ビッグデータ、ロボット、ドローン等についての技術を研究し、その成果を提供することにより、民間企業技術の革新を導いていくことにある。これまでに以下のソフト等が開発されてきている。

- AGLIBS 1.0 ; 広範囲の土壌分析の為レーザー及び AI を活用した分析を行う革新技術
- Controlador Lógico Programável (CLP) ; 豚の集約飼育における汚水処理管理プロセスの自動化および監視に関するシステム
- WebAgritec ; 農牧業関係者が、農牧業生産に関するリスクを軽減し、生産者が、早く作業スケジュールを決定できるようにするシステムである。このシステムでは、施肥、作目、分析、ゾーニング等のモデルを有しており、インターネットを通し、圃場の生産モニタリングおよび予測、計画等ができるようになっている。
- モニタリング用衛星ウェブサイト ; 農業および環境部門で使われるリモートセンシングおよび衛星に関するデータベース。
- パンタナルモニタリングシステム(Sismopan) ; TERRA 衛星イメージを使った浸水状況の地図作成およびモニタリングを行えるシステム
- Uzum ; ブドウの病害虫、栄養状態についての利用者からの質問に対し、病害虫に関する状況分析を行う。
- SOMABRASIL ; ブラジルの農牧業監視により政策提言を行うソフト。
- ARAquá ; 水質汚染管理支援サービス
- Agritempo ; 気象監視システム
- Sensores ; 土中水分測定
- Photon Citrus ; 柑橘類病気への対策

出典；EMBRAPA EM NÚMEROS

IV.2.2 民間部門の現状

(1) 民間の活動

スマート農業導入に関する民間部門の活動は、活発で、各企業とも多岐に渡った研究を行い、生産者に直接普及している。特に、ブラジルに活動拠点を置いている世界の名だたる穀物メジャー、農薬・肥料企業、種子企業、農業機械製造企業は、それぞれの分野で、先端技術導入の研究を進めると共に、大規模農家への製品の販売を進めている。流通の面でも、穀物メジャーは、ブロックチェーンを活用した売買契約を確立しようとしており、急激なスマート産業推進が行われている。

生産者・企業が所属する団体もスマート農業導入に向けて活動を開始しており、生産者から組織連合まで、スマート農業の導入に向けて活動している。ブラジルの農牧業生産構造は、生産者、資材供給企業、企業の所属する協会、更にはその組織を束ねる連合組織があり、以下のような組織構造となっている。

1. 生産者；スマート農業への投資および利用
2. 企業（融資機関、資材販売企業、農業機械メーカー、農薬種子メーカー、支援サービス企業、トレーダー、農産加工企業等）；スマート農業のベース造り
3. 企業の所属する連合・組織；スマート農業の推進
4. 組織連合を束ねる組織；スマート農業推進のロビー活動、情報の整理および規定造り（ABAG、CNA等）

上記の3は一般的に各団体の情報を整備すると共に、政府に対し、各団体の直面する問題等を提起し、各団体の基準作り、またその認証機関となる例も多々ある。

1) 組織・組合

組織組合は、それぞれ分野別に組織されており、主な組織として以下の組織が存在する。

生産に関連する主な組織（国レベル）

分野	関連組織
アグロビジネス	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジル農業ビジネス連盟；ABAG - Associação Brasileira do Agronegócio ● ブラジル農牧業連盟；CNA- Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
スマート農業	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジルス마트農業審議会；CBAP- Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão ● ブラジルス마트農業連合；AsBraAP – Associação Brasileira de Agricultura de Precisão ● ブラジルス마트農業支援者協会；ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRESTADORES DE SERVIÇO DE AGRICULTURA DE PRESCISÃO ● ブラジル持続可能農業資材協会；INPAS – Associação Brasileira de Insumos para Agricultura Sustentável
スタートアップ企業	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジルスタートアップ協会；ABStartup-Associação Brasileira de Startups
情報通信	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジルIoT協会；ABINC – Associação Brasileira de Internet das Coisas ● ブラジル規格協会；ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジルソフトウェア協会；ABES - Associação Brasileira das Empresas de Software
農業生産資材（機械・農薬・肥料）	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジル機械器材工業協会；ABIMAQ - Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamento ● 農業生産資材販売協会；ANDAV- Associação Nacional dos Distribuidores de Insumos Agrícolas
搾油企業	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジル搾油工業連盟；ABIOVE（Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais）
栽培	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジル植物栄養工業協会；Abisolo - Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal ● ブラジル種子技術協会；ABRATES – Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes
大豆	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジル大豆生産者協会；APROSOJA- Associação Brasileira de Produtores de Soja ● ブラジル大豆種子生産者協会；ABRASS - Associação Brasileira dos Produtores de Sementes de Soja
トウモロコシ	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジル トウモロコシ、ソルゴ協会；ABMS -Associação Brasileira de Milho e Sorgo: ● トウモロコシ生産者協会；ABRAMILHO - Associação Brasileira dos Produtores de Milho
サトウキビ	<ul style="list-style-type: none"> ● サトウキビ工業連合；UNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar ● 砂糖アルコール輸出協会；AEXA - ASSOCIAÇÃO DOS EXPORTADORES DE AÇÚCAR E ÁLCOOL ● サトウキビ栽培者連合；FEPLANA – Federação dos Plantadores de Cana do Brasil
コーヒー	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジルコーヒー工業協会；ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café ● ブラジルオーガニックおよび持続可能コーヒー協会；ACOB - Associação de Cafés Orgânicos e Sustentáveis do Brasil
小麦	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジル小麦工業協会；Abitrigo - Associação Brasileira da Indústria do Trigo
綿花	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジル綿花生産者協会；ABRAPA - Associação Brasileira dos Produtores de Algodão ● マトグロッセ綿花生産者協会；AMPA - Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão
果樹	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジル輸出果樹および副産物生産者協会；Arafrutsa - Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados
食肉企業	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジル肉輸出工業協会；；ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes ● ブラジル動物性蛋白協会；ABPA- Associação Brasileira de Proteína Animal ● ブラジル鶏肉協会；ABRAFRIGO - Associação Brasileira de Frigoríficos
家畜飼育	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジル家畜飼育協会；Associação Brasileira de Criadores
牛	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジル輸出牛協会；ABEG - Associação Brasileira dos Exportadores de Gado
豚	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジル豚飼育協会；ABCS - Associação Brasileira dos Criadores de Suínos
鶏	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジル鶏飼育連合；UBABEF – União Brasileira de Avicultura ● 肉用鶏の雛生産者協会；APINCO Associação Brasileira dos Produtores de Pintos de Corte ● 鶏飼育技術連盟；FACTA-Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola ● 鶏豚飼育用機材生産者協会；ANFEAS - Associação Nacional dos

	Fabricantes de Equipamentos para Aves e Suínos (ANFEAS)
その他	<ul style="list-style-type: none"> ● ブラジル銀行協会； ABBC - Associação Brasileira de Bancos ● ブラジル航空機産業協会； ABEAR - Associação Brasileira das Empresas Aéreas ● ブラジル 基礎インフラ協会； Abdib-Associação Brasileira da In-fraestrutura e Indústrias de Base ● ブラジルスーパーマーケット協会； ABRAS - Associação Brasileira de Supermercados ● ブラジルエアコン、冷凍機器、扇風機、暖房機協会； A Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA) ● ブラジル食品工業協会； Associação Brasileira da Indústria de Alimentos: ABIA

出典；調査団作成

これらの協会・組織は、それぞれの分野に関連する企業と協力し、分野でのデータ構築・分析を行うと共に、その団体に関連する法制度等の提案に大きく関与している。またそれぞれの活動における規制・基準等の策定を行うと共に、認証機関ともなり得る組織である。この他に、州レベル、市レベルの組織が活動している。

2) 企業

企業は、それぞれのビジネスの分野で既にスマート農業に関連する活動を展開している。各分野別に活動を行っている主な企業は次表の通りである。

それぞれの分野で活躍する主な企業名

分野	主な企業名
農協	<ul style="list-style-type: none"> ● Copersucar; 砂糖 ● Coamo ; 穀物 ● Aurora Alimentos ; 鶏 ● Lar Cooperativa ; 鶏、穀物 ● Cocamar ; コーヒー ● Copacol ; 鶏 ● Cooxupé ; コーヒー ● Coopercitrus ; 農産品一般 ● Agrária ; 穀物 ● その他
肥料	<ul style="list-style-type: none"> ● Yara ; ● Mosaic ; ● Fertipar ; ● Heringer ; ● Outros
農薬・種子	<ul style="list-style-type: none"> ● Syngenta—China ; Strider ● Bayer CropScience - Europe ; ● BASF - Europe ; ● Dow Agrosiences - USA ; ● Monsanto - USA ; ● DuPont - USA ; ● ADAMA - China ; ● FMC - USA ; ● Nufarm – Australia ; ● Sumitomo Chemical – Japan ; ● UPL - India ; ● Arysta Lifescience - USA ; ● Mitsui Chemical -Japan ;

農業機械	<ul style="list-style-type: none"> ● Ishihara – Japan ; ● Massey Ferguson ; ● John Deere ; ● Valmet ; ● Case New Holland ; ● Yanmar do Brasil Japão ; ● CBT ; ● Case CNH ; ● Agrale ; ● JACT ;
搾油企業	<ul style="list-style-type: none"> ● Bunge ; ● Cargill ; ● ADM ; ● BRF ; ● Louis Dreyfus Commodities ; ● Caramuru ; ● Granol ; ● Sina ; ● Brejeiro ; ● Camera ; ● Fazendão Agronegócio ; ● Giovelli ;
トレーダー	<ul style="list-style-type: none"> ● BRF S/A ; ● Coamo Agroindustrial Cooperativa ; ● Bianchini S/A Indústria, Comércio e Agricultura ; ● Louis Dreyfus Company Brasil S/A ; ● Bunge Alimentos S/A ; ● ADM do Brasil Ltda ; ● SHB Comércio e Indústria de Alimentos S/A ; ● Cooperativa Central Aurora Alimentos ; ● Cargill Agrícola S/A ; ● Seara Alimentos Ltda. ;

出典；種々のデータより抽出

上記の企業は、それぞれのビジネスからスマート農業に適した技術を開発しており、特出すべき点としては農業機械メーカーの自動化運転、収穫期による場所場所の収量データ測定、IoT 活用の農機具同士の通信による圃場管理等がある。種子企業・農薬企業は IT 企業を買収し、商品の性能アップのサービス提供している。またビッグデータを活用した営農サービスが行われたりして、全ての分野において異業種間の技術提供がなされおり、企業はそれぞれの分野からスマート農業推進に貢献している。

(2) センサーによるローカル（圃場）情報収集に関するもの

この部分は比較的、多くの民間企業が参入しており、特に大規模農場におけるローカル情報収集を行っている。農業 IT の代表例の一つであるドローンの活用は、上空から様々なデータを集めることで、リアルタイムで農地の状態を分析できる手段として人気を集めている。特に、ドローンのルートを決めるだけで、自動で飛行して情報を集め、様々なセンサーを使うことで農作物の成長や土壌の状態など多くの分析が可能であり、近年では広範囲を高い解像度で撮影が可能なドローンも登場している。

主に収集しているデータとしては以下の項目がある。

❖ ローカル気象

- ❖ 農作物の草丈
- ❖ 農作物の数
- ❖ 栄養素の有無
- ❖ 病気の有無
- ❖ 雑草の存在
- ❖ 3次元データ、容量データ（農地の区画、盛り土、陥没、穴など）
- ❖ 農作物の定期的な監視
- ❖ 農作物の成長・健康状態の管理
- ❖ 害虫や病気の確認
- ❖ 土壌や地形の分析
- ❖ 栄養素（窒素）の確認
- ❖ 収穫の進行具合の確認
- ❖ 農作物のストレスの確認
- ❖ 水の不足具合の確認
- ❖ 農作物の密集具合の確認

データ収集の方策としては、種々のセンサーが発売されており、スタートアップ企業はそれらのセンサーを活用し、データ収集し、農場独自のデータを構築し、それぞれの圃場にてデータ管理を行ない、ビッグデータとして活用するサービスを提供する例もある。

(3) ビッグデータおよびAI活用

生産者にとっては、データを活用して、単収向上、生産量向上、販売価格改善および売り先改善ができるならビッグデータとしての価値が生じることになる。生産資材企業にとっても同様である。必要とするデータは各レベルにより異なっており、各レベルにおいて必要とする情報としては以下の物があげられる。

各参画者において必要とする情報（農業を主体に考えた場合）

参画者	目的	必要とするデータ
各農業生産者	単収向上 生産性向上 販売価格改善 売り先改善	天気情報（降雨、気温、湿度、ベラニコ予測等） 圃場情報（傾斜、肥沃度等） 病虫害発生情報 農業生産技術（研究機関、大学、近隣農家等） 農業生産資材・機器情報（種子、肥料、農薬、農業機械等） マーケット情報（生産物価格情報および予測） 買い手情報 近代化を可能とする技術情報
資材会社	顧客情報（売り先）の把握 売り上げ拡大	要望されている生産資材情報 資材輸入価格 生産者情報（農薬の使用量、肥料の使用量） 各生産者オリジネーションの情報 オリジネーションした生産物の買い手情報
機器メーカー	顧客情報（売り先）	生産者に要望されている機器情報

	先)の把握 売り上げ拡大	生産者情報（農機具所有状況、農家債務状況、 所有機械スペック等）
銀行・融資機 関	顧客情報（貸し 手）の把握 貸付拡大	各生産物のマーケティング情報 生産者情報（担保、生産能力、債務状況等） 生産者財務情報（これまでの資金入手、返済等 に関する情報）
流通業者・ト レイダー	顧客情報（生産 物買い手）の把 握 買い入れの効率 化	生産者情報（生産量、売り先、債務状況等） 輸出価格 購入価格
政府および関 連組織	全ての流通・生 産者・企業情報	土地登録情報 水利用状況 生産者活動情報（土地利用、融資、生産物等） 各生産者販売量、収穫量に関する情報 生産者領収書発行に関する情報 販売先情報 トレイサビリティ情報（土地利用、生産 物、投入技術・人員、使用農薬等） 生産資材活用情報 農業機械活用情報 輸出入情報

出典；調査団作成

これらの情報があることにより、例えば資材会社は、より効率的な販売支店、生産者への戦略を立てることもできるし、よりの確な資材情報を生産者に伝えることもできる。機器メーカーも同様に、生産者に対し、自社製品を進めることが出来るようになる。

上記の情報は既に技術的に生成できるシステム・制度は既に構築され、大企業農家では、活用されている。先進農家に於いては、既にスタートアップ企業支援により単収向上、生産性向上、販売価格改善、売り先改善等の活動を行い、農場用に仕様化されたビッグデータを活用している例もある。

天気情報（降雨、気温、湿度、ベラニコ予測等）に関しては、公的機関の情報に加え、気象観測所を設け、ローカル情報を入手している。他の情報に関しても同様で、先進農家は、スタートアップ企業と契約し、独自の情報を構築すると共に、農業の近代化を図っている。

然しながら、これらの情報を分析し、ビジネスに繋げる手段は、一部の企業では行っているものの、まだ資金に余力の無い大規模生産者、中小規模農家にとっては、手の届かないサービスとなっている。

衛星画像やセンサーを使って収集したデータ分析も急速に利用が広まっており、衛星画像から農作物や土壌の状態を調べて農家にアドバイスを提供するサービスや、農家から提供された膨大な農業データをビッグデータとして分析し、様々な情報を提供する分析サービスも登場している。

「Convergência Digital (www.convergenciadigital.com.br)」は、2019年度のビッグデータ&分析に関する投資額は、42億ドルに達し、大企業の15.3%は既にAI技術を活用していると報告している。

14

ビッグデータに関する企業は、一般的に生成された種々のデータを利用者が情報を把握できる様に、集約・統合すると共に、作業効率や収益を最大化できるように営農形態に応じた最適な作業

¹⁴ <https://www.convergenciadigital.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=site&infolid=50362&sid=97>

計画を提示している。

(4) 自動化による運転作業

自動化による運転作業は、穀物栽培では一般化しており、播種、農薬散布、収穫作業にて使われている。サンパウロ大学 ESALQ の Jose Paulo Molin 教授は、自動化による運転作業の歴史を次の様に述べている。

- 80年代自動車の自動化につれ、トラクターにおいても自動化が始まる。同時に運転席がつけられるようになる。
- 2000年代GPSの普及により、自動化にパイロット自動化と言うシステムが導入される。同時に遠隔操作が普及し始め、事務所にて作業をコントロールするシステムが導入された。運転席には種々の通信機器がつけられる様になる。
- 農業機械のネットワーク制御用に拡張されたアプリケーション規格 ISO 11783 使用によりトラクター、機械等へのデータ交換ができるようになる。
- 規格 ISO 11783 は、民間規格管理機関である Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)でも取り入れられる様になった。
- “Agricultural Industry Electronics Foundation” (AEF)が主体となり、ISO 11783 の規格づくりを進めてる。そのシステムでは、種々の機能がつけられており、速度の自動制御、方向等が制御され、自動の播種、散布、収穫作業ができるシステムになっている。さらにデータ収集も自動で行われている。
- 遠隔操作も導入され、圃場における情報が “Farm Management Information Systems” (FMIS) にて事務所に伝達できるようになっている。同時に数機の農機具同士が情報を媒介して作業が進められる様になっている。
- 農機具は油圧システムから電気システムに変更するようになってきた。
- 当初は、自動化は、GNSS (Global Navigation Satellite Systems) 衛星利用によるナビゲーションシステムが主であったが、現在は、米国の Global Positioning System (GPS) もしくはロシアの Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (GLONASS)により稼働するようになっている。更にヨーロッパの European Space Agency (ESA)、中国の Compass Navigation Satellite System (CNSS)も採用される様になっている。
- 但し、機械の無人化には至っていない。

出典 ; Automação em Tratores Prof. Jose Paulo Molin ;

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4278374/mod_resource/content/1/AutomacaoTratores01.pdf

IV.2.3 スマート農業を受け入れる生産者構造

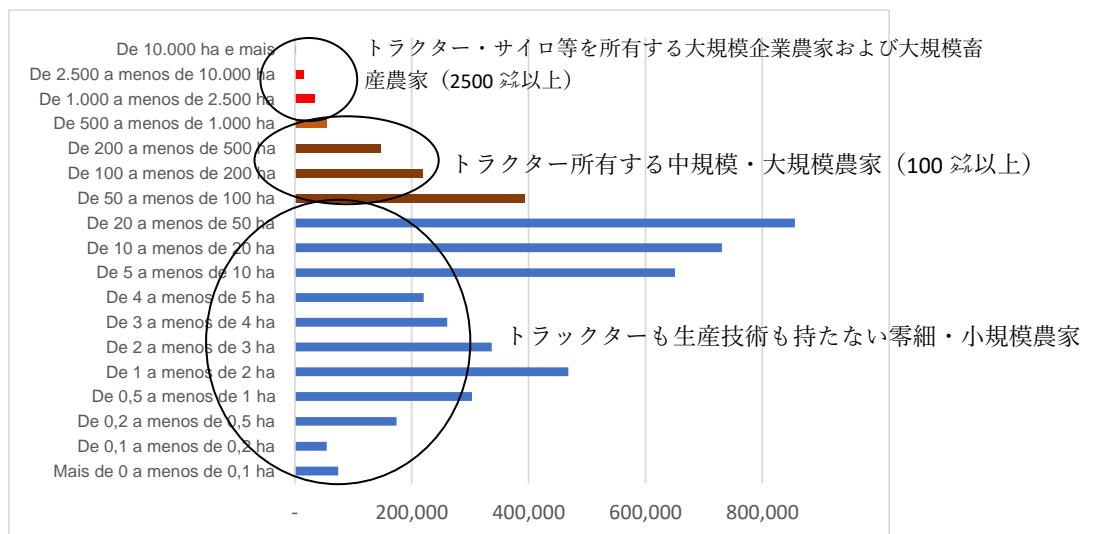
(1) 生産者構造

生産者構造は、スマート農業実施者で、スマート農業を活用できるか、その投資を行えるかと言う観点より重要な項目となってくる。スマート農業導入に関わる施設を活用できるか、資金的に

導入することができるかを判明するうえでは、土地の所有面積、運転を行う技術者の有無、導入資金の可能性の有無が絡んでくる。現在、企業がビジネスとして取り組んでいる先は、大規模生産者が主で、特に、如何にその圃場の経済性を高めていくかについての対策をとっている生産者である。生産者としては、IBGEの2017年度農業センサスによるとブラジル全土に5百万弱の農牧業者のうち、スマート農業を実施している層は、この10%程度の比較的広い面積を有する生産者となっている。

農業者は、それぞれの生産インフラ整備度合いにより3種類に分類でき、農業機械を所有しない零細農家、トラクターを所有する中小規模農家、サイロ等のインフラを有する大規模農家に分類できる。

ブラジルの土地所有からみた生産者構造



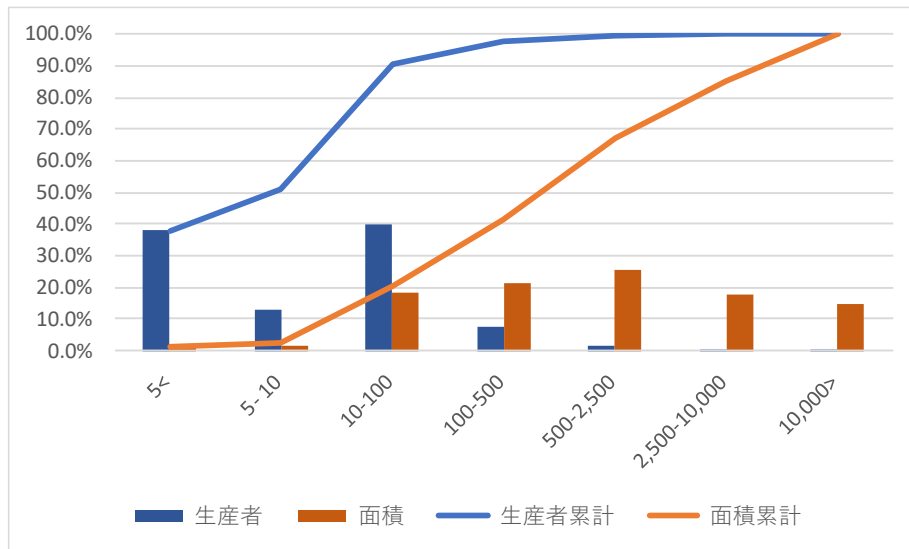
出典 ; IBGE、農業センサス 2017

大規模農家のうち、企業経営での生産者は、技術者、資金、融資へのアクセス等で恵まれた環境にある。

(2) 生産者の土地所有面積分布

農業生産者は、2017年度の農業センサスでは、499万戸で、その内訳は、農家数で見ると90%程度が100㌔以下の所有面積の農家で、100㌔以上の農地を所有する農家は全体の10%以下である。一方、面積で見ると、100㌔以下の農家の所有する面積は全体の20%程度で、100㌔以上の農家の所有面積が80%以上になっている。次図に土地所有面積別農家数および面積の割合を示す。

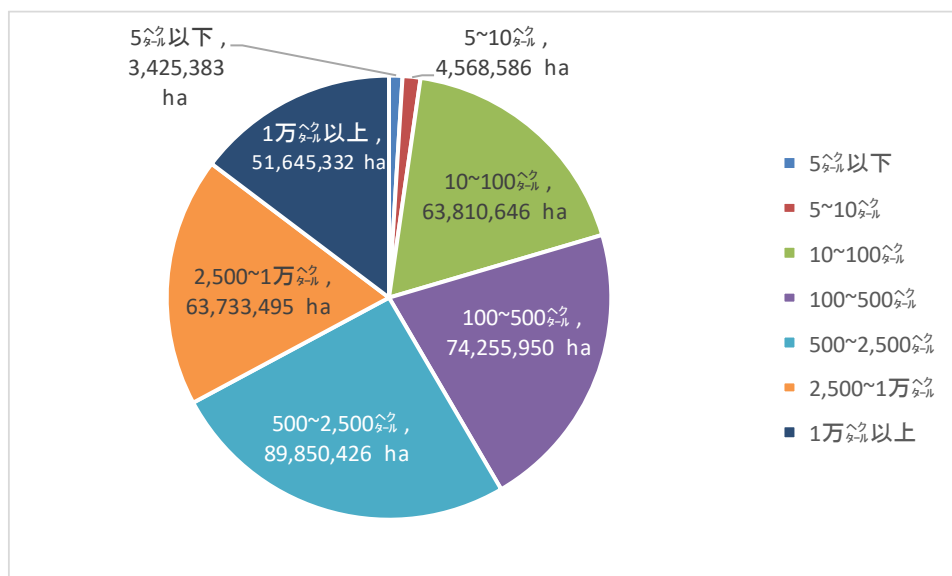
土地所有面積別農家数および面積の割合



出典 ; IBGE、農業センサス 2017

土地所有は、10 畝以下の生産者は、戸数では全体の 50%に至るのに対し、面積は、全体の 2.3%となっており、一方、500 畝を超す農家は、戸数では全体の 2.1%に対し、面積では、全体の 58.3%となっている。次図に各土地所有面積別の土地面積の割合を示す。

各層別農地面積の割合



出典 ; IBGE、農業センサス 2017

実際、現時点でスマート農業の対象とみられる農家は、大規模農家で、2,500 畝以上の農地を有する農家と考えられる。今後、スマート農業導入という面からみると、対象者は、この層が 500 畝から 2,500 畝の農家層、100 畝から 500 畝の層へと段階的に広がっていくと予想される。

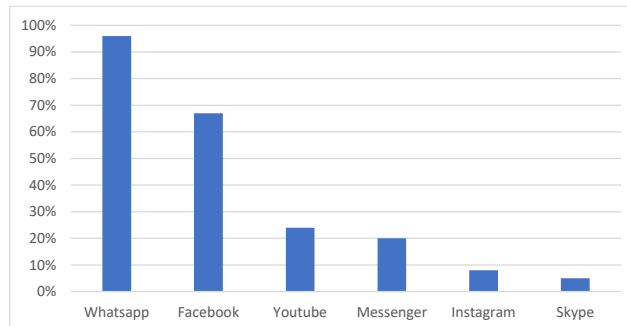
一方、生産者の学歴は、小学校卒業未満が、47.4%に対し、大学卒業以上は 20%程度となっている。

大学卒業以上の学歴を有する生産者が 20%近く存在し、これらの生産者は、比較的若く、IT への知識を有する生産者である。これらの生産者はほぼ中規模以上の生産者であることより、スマート農業を比較的容易に受け入れる素地があると思われる。

(3) 情報へのアクセス状況

ブラジルの生産者の特徴は、生産者の大半が、ソーシャルメディアユーザーであるということである。WHATSAPP の利用率は 95%程度に至っており、FACEBOOK に関して 65%と非常に高い利用率を示している。若者だけではなく、老人もソーシャルメディアのユーザーとなっている。次図に種々のソーシャルメディアの利用率を示す。

生産者のソーシャルメディア利用率



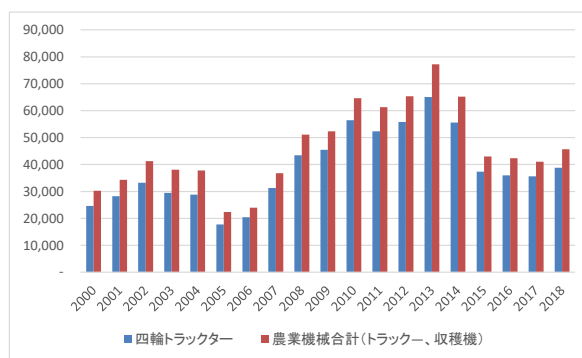
http://www.agrodistribuidor.com.br/up_arqs/pub__20161214131025_ii---o-perfil-do-produtor-rural-brasileiro.pdf

その為、スマート農業の様に IT 活用の分野でも、生産者は、躊躇なく、革新技術を受け入れるという環境になっている。

(4) 農業機械所有状況

IBGE 農業センサスに依ると、2017 年度の農業機械を保有する生産者数は、約 73 万農家で、この数値は、約 50 万以上の農地の所有者数とほぼ同じであることより、50 万以上の農地を有する生産者の大半は、トラクターを有していると考えられる。但し、大規模生産者は、最新式のトラクターを購入し、中古は、中小規模生産者に販売している。新規の農業機械販売台数は、次図の通りである。生産者は、2013 年までに新しい農業機械（トラクターおよび収穫機）を購入し、農業近代化のベースを構築している。

農業機械の販売台数（新車）



出典； <http://www.anfavea.com.br/estatisticas.html>

IBGE 農業センサスによる、農業機械の所有状況は次図の通りである。

農業機械台数の推移

トラクター		播種機・植え付け機		収穫機		石灰散布機及び肥料投入機	
農家数	台数	農家数	台数	農家数	台数	農家数	台数

2006	530,346	820,718						
2017	733,997	1,228,634	254,260	358,083	120,278	172,664	206,227	252,943

出典；IBGE, 農業センサス 2006、2017

2006年から2017年までのトラクター台数は、約20万台増加している。トラクターは、「マトグロッソ州南西部における穀物栽培状況；Diagnóstico da Mecanização Agrícola nos sistemas de produção de grãos da região Sudoeste do estado de Mato Grosso, Marcelo Caetano De Almeida Pires」によると、トラクターに関しては、約65%がGPSおよび自動運転機能付きであると報告している。

マトグロッソ州南西部における農機具の状況

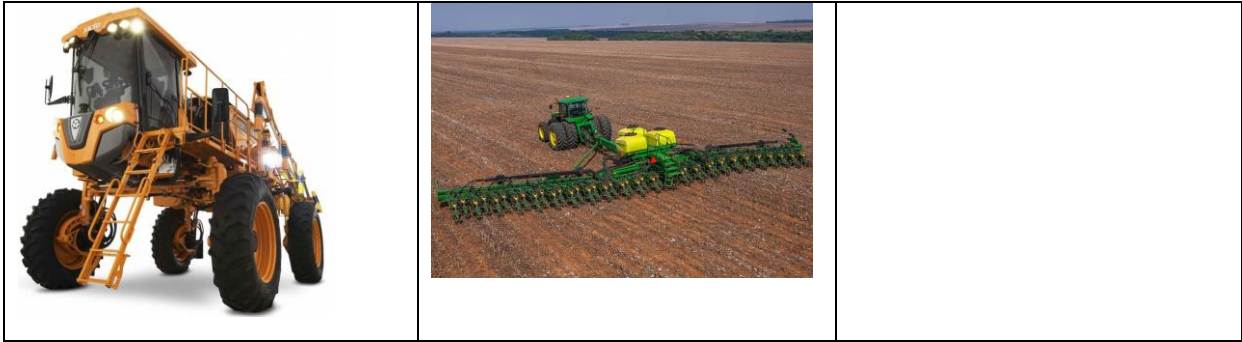
		各メーカーシェア、能力シェア
トラクター	トラクター能力	100CV以下；12% 100CV~200CV；59% 200CV以上；29%
	メーカー	Valtra；21% John Deer；21% Marssey Ferguson；26% Case；6% Ne Holand；18% その他；8%
	運転方法	GPS、自動運転システム付き；65% GPS無；35%
播種機	メーカー	John Deer；78% Tatu；13% Juml；9%
散布機	メーカー	Jacto；34% Parruda；25% Case；17% Valtra；8% John Deere；8% Metalfor；8%
収穫機	メーカー	John Deere；42% New Holand；25% Massey Ferguson；15% Case；12% Valtra 6%

出典；Diagnóstico da Mecanização Agrícola nos sistemas de produção de grãos da região Sudoeste do estado de Mato Grosso, Marcelo Caetano De Almeida Pires

一般的に農家が使用している農業機械は、以下の様なものである。

ブラジルで一般的に使われている農業機械

トラクター	散布機	収穫機
		
散布機	播種機	



出典； <https://blog.aegro.com.br/maquinario-agricola/>

この様に、大規模・中規模生産者は、農作業の大半をこのような大型機械にて実施しており、企業経営的生産者になるほど、最新式の農業機械を利用している。

IV.3 スマート農牧業導入での公民部門の取り組み例

IV.3.1 EMBRAPA

EMBRAPA の研究のテーマも多岐に渡っており、EMBRAPA は、作物ごとの詳しい情報を収集するための基礎研究を行っている。

単年作物に関しては以下の研究を行っている。

1. 穀物生産システムにおけるスマート農業応用モデル
2. 水稻生産地域における土壌の化学的・物理的属性の空間的変動特性把握
3. 陸稲の土壌物理特性と生産性の空間的変動把握
4. トウモロコシ生産のためのリアルタイムでの可変量の窒素適用アルゴリズム
5. 均質ゾーンでの土壌物理特性把握方法
6. リモートセンシング活用での大豆の生物・物理学的パラメータの取得
7. 北西パラナ森林系における大豆生産の空間的および時間的変動インパクト把握
8. 土壌電気伝導率と生産性の関連性
9. 大豆栽培における害虫の分布と穀物収量に与える影響
10. 大豆栽培地域におけるスマート農業による害虫管理手法
11. ネマトダ蔓延地域での大豆生産への影響
12. 光学センサー使用による小麦の NDVI（正規化植生指標）プロファイル手法
13. 小麦への可変率での窒素施用：スマート農業パイロットユニットでの事例研究
14. スマート綿栽培
15. 軌道および準軌道画像使用による生産性の空間的変動把握
16. 綿の土壌肥沃度管理のためのスマート農業
17. 土壌属性とリン酸施肥の効果
18. 穀物生産スマート農業における農業気象学適用の可能性

19. 分光放射計で取得したハイパースペクトルデータと AWiFs センサー（Advanced Wide Field Sensor）からの画像を使用した綿の窒素補給

永年作物に関しては以下の研究を行っている。

1. 果物栽培におけるスマート農業
2. ブドウ畑の土壌の空間的変動がメルローワインの組成に与える影響
3. ワイン栽培管理用 GIS の適用
4. ブドウ園の生産性推定のためのクラスターカウント手法
5. 食用ブドウ園における土壌肥沃度の空間的変動把握
6. 半乾燥環境における葉の栄養素含有量とブドウ収量の空間的変動
7. ブドウの葉の窒素含有量のサンプリングメッシュの定義づけ
8. ブドウの灌漑管理のための地球統計学的概念の適用
9. 土壌の導電率のサンプリングメッシュの定義による、ブドウ園の管理ゾーンの取得
10. 3年間の観察中のモモ植物のいくつかの属性の空間的および時間的挙動の評価
11. モモ果樹園における植物属性の空間的および時間的変動
12. モモ園の植物の属性と土壌の物理的水理学的属性との間の線形および空間的相関
13. サトウキビのスマート農業
14. サトウキビを使用したパイロットユニットのスマート農業用データの空間統合
15. スマート林業
16. 森林プランテーション管理ユニットでのスマート造林
17. 松の DRIS（分析・提案統合システム）参照値の取得
18. 天然林のスマート管理
19. スマート牧草地農業
20. 牧草の葉面積指数の空間分析
21. 浸透に対する土壌抵抗の空間的および時間的変動
22. 集中管理下での土壌特性、植生指数および牧草生産性の空間的変動性
23. ILP（農牧統合）の牧草管理と土壌および生産特性への影響
24. 作物と家畜の統合システムにおける土壌の見かけの電気伝導率の地球統計学的分析

スマート農業の実施に関しては以下の研究を行っている。

1. スマート農業のための社会経済的および環境的影響評価ツールの適用
2. スマート農業における技術移転
3. スマート農業の促進と普及のためのブラジルスマート農業委員会戦略
4. スマート農業の促進戦略
5. スマート農業の技術的パターンと傾向の評価

6. スマート農業におけるコミュニケーション戦略

EMBRAPA は、この様にスマート農業推進の上でのベースとなる基礎研究を企業と共同で研究を進めている。これらの研究成果は、製造企業が新製品生産のベースとなったり、スタートアップ企業が生産者に新規技術を提案するベースともなっている。

IV.3.2 多国籍企業

スマート農業推進での民間企業、特に先端技術を有する多国籍企業の役割は大きく、またそれらの技術の普及役となるスタートアップ企業の役割も大きくなっている。

多国籍企業としては、種子企業、農薬企業、農業機械製造企業、穀物メジャーおよび食肉企業等が活躍している。各多国籍企業はそれぞれの戦略でスマート農業推進を行っている。

(1) 多国籍企業の活躍

種子・農薬、肥料、農業機械、穀物メジャー等の名だたる企業は、ブラジルにてアグロビジネス活動を展開しており、EMBRAPA、大学等の研究機関と協力し、活発な研究開発を展開し、最先端の技術がすぐに圃場に展開される様な体制を構築している。オリジネーションと言う穀物購入システムがこの普及を早めており、農業資材販売会社が、直接、生産者と穀物販売に関する交渉を行っているため、企業の情報が直接、生産者に伝わりやすい構造となっている。スマート農業の先端技術は、大規模企業経営型生産者に波及し、その後、大規模生産者、中規模生産者に波及するシステムとなっている。

大規模企業経営型生産者は、自社の持つ圃場、農業生産から流通までも全て自社で行う系列企業型生産者および大農場主である。そこでは、最先端技術の応用を、企業的にやっている。これらに引きつられ、他の大農場、中規模農場でもスマート農業技術が波及している。マトグロッソ州農業経済研究所「IMEA」の調査によると、2015年時点で、既に半数の穀物生産者は、なにがしかのスマート農業を実施しているとの報告である。

ヨーロッパ土地協会協賛によるハインリッヒ・ボル基金およびルクセンブルグ・ロサ財団 (Fundação Heinrich Böll e da Fundação Rosa Luxemburgo, em parceria com Amigos da Terra Europa) は、「ATLAS DE AGRONEGOCIO Fatos e números sobre as corporações que controlam o que comemos 2018¹⁵」にてブラジルのアグロビジネスの状況を分析しており、スマート農業をなぜ行うかについて以下の様に理由を分析している。

- ❖ 単収向上；69%
- ❖ 生産コスト削減；43%
- ❖ 労働力削減；23%
- ❖ 機械能力向上；16%
- ❖ その他；13%
- ❖ 解らない；3%

出典；ATLAS DE AGRONEGOCIO Fatos e números sobre as corporações que controlam o que comemos 2018

生産者がスマート農業を導入する主な動機は、単収向上であり、次に生産コストの削減で営農改

¹⁵ https://br.boell.org/sites/default/files/atlas_agro_final_06-09.pdf

善が主な目的となっている。企業は、それに向けての技術として、種子に関する情報、土地の情報に関する分析、気象に関する分析等を行ない、生産者は、その技術を活用して単収向上の成果を得ている。

種子・農薬企業は、品種の改良に加え、病虫害対策での対応技術を提案し、スタートアップ企業は、種々の農業生産性向上ツールの活用技術の提案、農業機械メーカーは、機械能力向上によるコスト削減での対策技術提案、穀物メジャーは生産物の効率的調達方法の提案等と、種々の対策を織り込んだスマート農業ツールを各企業とも生産者に提供している。

アグロビジネス関連の 2017 年度世界売り上げ上位 10 位内企業のブラジルでの活動は以下の通りである。

2017 年度世界売り上げ上位 10 位内企業のブラジルでの活動の有無

セクター	ブラジルで活動	ブラジルでの活動が低い企業
農業機械	<ul style="list-style-type: none"> ● Deere (John Deere) ● CNH (Case, New Holland) ● AGCO (Valtra e Massey Ferguson) ● Class(サイレージ用) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Kubota ● Mahindra
種子・農薬	<ul style="list-style-type: none"> ● Syngenta ● Bayer ● BASF ● Dow Chemical ● Monsnto ● Dupont ● FMC ● Nufarm 	<ul style="list-style-type: none"> ● Adama (ChemChina) ● UPL (India)
肥料	<ul style="list-style-type: none"> ● Agrium ● Yara ● Mosaic ● Potash ● Industria CF ● ICL ● PhosAgro 	<ul style="list-style-type: none"> ● Sinofert ● Uralkall
食料品	<ul style="list-style-type: none"> ● Nestle ● JBS ● Tyson Food ● Mars ● Kraft Heinz ● Mondelez ● Danone ● Unilever ● General Mills ● Smithfield 	
食肉	<ul style="list-style-type: none"> ● JBS ● Cargill ● BRF ● Marfrig 	<ul style="list-style-type: none"> ● Tyson Foods ● Smithfield ● Nippon ham ● Hormel ● Danish Crown ● OSI
メジャー	<ul style="list-style-type: none"> ● Cargill ● ADM ● Cofco 	

	<ul style="list-style-type: none">• Louis Dreyfus• Bunge	
--	---	--

出典 ; ATLAS DE AGRONEGOCIO Fatos e números sobre as corporações que controlam o que comemos 2018 のデータを基に調査団作成

この様に、大半の世界の大企業は、ブラジルに活動拠点を置いており、それぞれの観点より、スマート産業の導入に貢献している。これらの企業の提供するスマートビジネスは、ブラジルのスマート農業推進のベースとなっている。

世界中の大企業の存在と穀物を生産資材と先物交換するというシステム（農産物証券）が、功を奏し、世界中の企業の持つ先端技術が、直接、農家にて実践されるという構造になっている。

a. 機械メーカー（John Deere の場合）

農業機械メーカーである JOHN DEERE¹⁶は、トラクター、播種機、散布機、散布機、収穫機を製造し、それぞれの各農作業での作業の自動化可能な製品を製造し、以下のサービスを提供している。

- ❖ 農業機械の方向制御システム（自動運転）
- ❖ RTK（Real Time Kinematic GPS）受信機およびモニター
- ❖ 圃場作業を容易にするツール（均平作業、等高線栽培、収穫物管理ツール等）
- ❖ 情報管理

これらのツールは、トラクター、播種機、散布機、収穫機で使われており、高性能の作業ができ、投入コストを削減、燃料消費削減、オペレーターの生産性を向上が可能となっている。なお、他の農機具メーカーも同様のスペックを有する農業機械を販売しており、それぞれの農作業における効率化に貢献している。

b. 種子農薬企業の活動（BAYER の場合）

BAYER は、自社の製品を販売・技術普及するのに加え、熱帯農業研究センター（CEAT ; Centro de Expertise em Agricultura Tropical）を設け、以下の研究を進めている。

- ❖ 病害虫・雑草への耐性モニタリング
- ❖ 新規の病害虫の将来のリスク分析
- ❖ デジタル農業導入手法
- ❖ 害虫モニタリングの為のオンラインシステム開発
- ❖ 病害虫・雑草への統合的対策手法
- ❖ 種子・栽培での戦略策定
- ❖ 高収量種子の開発
- ❖ 世界中の企業とのネットワークによる情報共有システム
- ❖ 研究およびプロジェクトへの資金支援
- ❖ 公開革新技術の波及支援

¹⁶ <https://www.deere.com.br/pt/tecnologia-de-produtos/agricultura-de-precis%C3%A3o/>

業務遂行にあたり、以下の理念を掲げている。

革新；生物学、バイオ技術、化学、データサイエンスの最先端の研究開発を行い、これまでにないスピードで農家別の対策技術を提供する。

持続可能；生産者がより少ない水、土地、エネルギーでより良い生産を行える対策技術を提供する。

デジタル・トランスフォーメーション；スマートツールとして、個人向けのソリューションとして各農家のニーズにあった適切な製品・技術を提供する。

b. 種子農薬企業の活動（MONSANTO の場合）

MONSANTO は、Climate FieldView™のサービスにて、携帯電話を使った地形情報の構築、気象予測サービス、土地における問題発掘へのサービス等、種々のサービスを提供しようとしている。¹⁷

Climate FieldView™は、デジタル農場プラットフォームで、圃場データを自動的に収集および処理し、播種から収穫までの各圃場の農作業を評価するツールである。その手法として、MONSANTO は、以下の製品を提供している。

FieldView™；圃場と機械の両方のデータを収集するデバイスで、Bluetooth®を介して機械とキャブ内のタブレットを接続し、FieldView Cab *アプリケーションでマップとレポートをリアルタイムで生成する。

デジタルマップデータバンク（Biblioteca Digital de Mapas）；すべてのデジタルマップを 1 か所に統合し、表示する。さらに、主要なスマート農業プラットフォームから Shapefile または Geotiff 形式のマップ、または機器会社のソフトウェアを Climate FieldView™アカウントにインポートでき、圃場情報をビジュアル化できる。

作業日誌（Acompanhamento Diário）；詳細なレポートを介して、操作の進捗状況、各圃場で行われた処理、機械ごとの歩留まりを確認できる。高解像度のマップを使用して、実行操作の品質を確認し、機械の速度、種子の数、収穫時の水分など、結果に影響を与える可能性のある重要な変数を評価する。Remote View™機能を使用すると、マシン内にいるかのようにリアルタイムで各操作を実行できる*。

モニタリングマーキング（Marcações de Monitoramento）；電話またはタブレット上のアプリケーションを使用し、地理情報化されたメモと写真を挿入し、各圃場内の重要な出来事を記録する。害虫、病気または雑草の発生の存在を記録し、作物の直接的な監視と適用ができる。

圃場気象予測（Previsão do Tempo Personalizada）；携帯電話、タブレット、または Web プラットフォームのアプリケーションを使用し、農場座標の特定の天気予報にアクセスする。

作業マニュアル作成（Prescrições Manuais）；FieldView™を使用すると、圃場の各領域に適用する種子または肥料の割合を選択し、簡単かつ迅速に処方を作成できる。これらはすべて、各圃場に存在する変動性を示すマップと画像を使用し、入

¹⁷ <https://climatefieldview.com.br/funcionalidades/maximize-sua-productividade>

力を最適化し、収益性を最大化する。

収穫量分析 (Análise Avançada de Produtividade) ; Climate FieldView™アカウントで同期されたデータを使用して、品種別の収穫量を整理し、農場の生産性レポートを表示する。これにより、どのハイブリッド品種がどのようなパフォーマンスを発揮したかを確認できる。同様に、どの圃場が最も多く生産されたかも確認できる。生産性分析ツールは、収穫の状況を評価し、次の作付け計画に使用できるツールである。更に、ワンクリックで、これらのレポートを信頼できる従業員またはパートナーと共有することができるシステムである。

詳細地図 (Mapas Detalhados) ; Climate FieldView™プラットフォームの高解像度マップを使用すると、圃場の各ポイントで何が起こったかを分析できる。ツールを並べて使用すると、2つのマップを同時に分析して、さまざまな要因が互いにどのように影響するかを比較できる。植え付けマップ、生産性マップ、または異なる作物や作物のマップと比較して、生産性が永続的かどうかを判断できる。さらに詳細な分析を行うサブフィールドレポートを使用し、圃場内にエリアを描き、その特定の地域の生産性に影響を与えた要因を確認することができる。

出典 ; <https://climatefieldview.com.br/funcionalidades/maximize-sua-produtividade>

4) Syngenta

種子メーカーである Syngenta は、Strider とか FarmShots 等のスタートアップ企業を買収し、スマート農業部門での強化を図っている。Strider¹⁸は、ベロオリゾンテに本社を置く企業で、農場管理に関するソフト開発する企業である。FarmShots¹⁹は、衛星情報、ドローンにて収集した情報を使い以下の様なサービスを提供している。

- ❖ 病気、害虫、および栄養不良等の潜在的な兆候を図化し、将来、対策が必要となる領域を最大 90%削減し、投入資材の節約を可能にする。また、高速・高解像度の画像を使い作物の問題検出と問題解決策を提示する
- ❖ Accurately apply ; 画像を肥料と作物保護アプリケーションの処方マップに変換し、農場生産の最適化計画を行うと共に、農場パフォーマンスに関する分析を表示する。データは、処方作成用のほぼすべての農業ソフトウェアにエクスポートできる。
- ❖ Use in the field and out ; FarmShots には、すべてのタブレット、ラップトップ、および携帯電話での使用向けにシンプルで最適化されたツールが付属されており、アカウントでサインアップすると、テスト圃場ができ、シミュレーションすることが出来る。

出典 ; <http://www.syngenta-us.com/agriedge/farmshots>

これらは、スマート農業導入に向けての一部の例であるが、ほぼすべてのアグロビジネス大企業がブラジルでの活動を基に、現場に適したスマート農業最新ツールを導入する為の企業努力をおこなっている。

¹⁸ <https://strider.ag/>

¹⁹ <http://www.syngenta-us.com/agriedge/farmshots>

IV.3.3 スタートアップ企業

スタートアップ企業参入は、種々の分野で始まっており、テーマ、作目、各生産地でサービスを行うようになってきている。テーマでは、気象予測、地理・病虫害発生情報整理、土壌肥沃度情報等があり、作目では大豆・トウモロコシのみならず、コメ、果樹・野菜、家畜飼育等でのスタートアップ企業が技術サービスを提供している。

これらのスタートアップ企業の職員は、農業研究者であったり、IT 技術者であったり、生産者であったりし、多種多様な技術者の観点から、研究を行い、サービスを提供するとともに、世界のグローバル企業、IT 企業、機械機器製造企業、種子・農薬企業と提携し、それぞれの企業の持つ先端技術の普及を行っている。

国、州政府、市政府もこのスタートアップ企業設置促進を進めており、革新技术促進のコア造りを進めており、研究機関、大学等と協調した研究団地造りも進めている。その例としてサンパウロ州ピラシカバ市では、サンパウロ大学農学部と協力し農業関連スタートアップ企業からなる研究団地を設けている。同様の団地は、今後、種々の主要農業生産地で種々の政府機関支援の下、設置されるようである。

スタートアップ企業は、ブラジルスタートアップ組織（abstartup ; Associação Brasileira de Startup）と言う組織連合を作っており、MAPEAMENTO DE COMUNIDADES によると以下の企業が活動していると報告している。

ブラジルのスタートアップ企業数 2019 年

	スタートアップ企業数	農業関連スタートアップ企業数
南東部	4,776	955 (20%)
南部	1,704	138 (8.1%)
中西部	562	61 (10.9%)
東北部	577	-
北部	332	21 (6.5%)
合計	7,951	1,175 社 (14.8%)

出典 ; MAPEAMENTO DE COMUNIDADES região SYDESTE, SUL, CENTRO-OESTE, NORDESTE NORTE 2019 abstartup ; Associação Brasileira de Startup

アグロビジネスを専門とするスタートアップ企業は、ブラジルスタートアップ協会（abstartup）に参加している企業でも 1,175 社程度、数えられる。この他にもこの組織に所属していないスタートアップ企業、他の分野（ソフト開発、融資、データ分析）を加えるとかなりの数のスタートアップ企業が活動している様である。

スタートアップ企業は、この様に異業種間のサービスが交差したサービスを農業生産者に提供しており、アグロビジネスがより競争力を持つ産業に変遷できるようにサービスを提供している。

これらのスタートアップ企業には、世界の投資家が注目しており、FOBES の報道²⁰によると以下の投資家による投資が行われているとのことである。

❖ Bill & Melinda Gates Foundation

²⁰ <https://forbes.com.br/listas/2017/07/25-startups-de-agrotecnologia-mais-inovadoras/>

- ❖ Kholsa Ventures
- ❖ Google Ventures (GV)
- ❖ Monsanto Ventures
- ❖ Andreessen Horowitz.
- ❖ 米国元大統領 Barack Obama

その他にも投資ベンチャー企業として以下の企業が活動している。

- ❖ Anterra Capital
- ❖ Andreessen Horowitz
- ❖ BASF Venture Capital
- ❖ Bloomberg Beta
- ❖ Cavallo Ventures
- ❖ CoVenture e Menlo Venture
- ❖ Tao Capital Partners

主なスタートアップ企業の活動内容は次の通りである。

スタートアップ企業の活動例

スタートアップ企業	活動内容
Aegro	● 営農システムソフトウェア開発
AgCode	● ブドウ栽培に関するサービス
AGERpoint	● 衛星情報活用によるミカン栽培に関するサービス提供
Agromarra	● 家畜のモニタリングおよび家畜衛生に関するサービス
Agroinvest	● 土壌分析（土壌図の作成、土壌密度の図化、土質図図化、場所にあった施肥提案、肥料散布図の作成）、散布支援（モニターを使った散布支援）、正確な施肥技術（各地区に合った施肥）、衛星活用モニタリング 等 www.agroinvest.agr.br
Agro Bayer	● BAYER の商品販売促進
Agronow	● 航空写真情報分析
Agriize	● 米生産に関するサービスで、農薬散布等に関するサービス提供
Agrosmart	● デジタル農業プラットフォーム構築
Agrotools	● デジタル認証、CPF を管理する Serasa Experian、IT 企業 Logically 等と提携した企業でアグリビジネスに関する HUB を提供
AgTech Garage	● スタートアップ企業のハブセンター
Alluagro	● 農業機械の共同使用ソフトを提供
Altave	● 航空写真を活用した病害虫、火災、自然災害に関する情報提供
Arvegenix	● カバークロップ栽培に関する情報提供
ARPAC	● 農薬散布用のドローン活用によるサービス提供
Asolum	● 水耕栽培でのサービス提供
Bart Digital	● 穀物バーター取引における保険の提供
BovControl	● 肉牛、乳牛管理システム
BeeAgro	● 農業市場情報に関するサービス提供
BluWrap	● 食品保存でのサービス提供
BrightFarms	● 農業ハウスに関するサービス提供
Clear Labs	● 食品衛生に関するサービス提供
CropX	● 節水栽培等に関するサービス提供

Cromai	● 衛星、VANT、ドローンを活用した情報収集と AI 活用による判断
DecipherAg	● 投資情報サービス提供
Digifarmz	● デジタルプラットフォーム提供
Farmbox	● 農場管理サービス提供
Farmer's Edge	● 衛星画像活用によるテーマ図作成サービス
Farmer's Business Network	● ビッグデータ活用による市場情報の提供サービス
FarmLead	● マーケット情報サービス (売買サービス)
FoodLogiQ	● トレイサビリティに関する情報サービス提供
Full Harvest	● Plataforma B2B (business to business)による食品ロス軽減サービス
Gênica	● 大豆のさび枯れ病へのバイオ対策サービス提供
Grão Direto	● MONSANTO の支援を受け、農業生産資材の販売、生産物の販売を行う。
Granular	● ベンチャーキャピタルへの仲介
Hórus Aeronaves	● ドローンを使った情報収集および AI による情報整理作業
IDGeo	● サトウキビの生育状況等の情報提供
Inceres	● 地図化サービス提供
Integrado	● 牛飼育に関する情報提供
IZAgro	● サンパウロ大学農学部と提携したサービスで、病害虫、雑草等の情報収集サービス
JetBov	● 肉牛管理システム
Mavrx	● 農場モニタリングによる農場管理システム提供
mOasis	● 土壌改良剤でのサービス提供
Network Agro	● InovAtiva と提携したサービス
PlantUP	● 生産者の意思決定の為にプラットフォームサービス提供
Produce Pay	● 供給チェーンでのサービス提供 (コーネル大学)
Proagrica	● 家畜衛生に関するサービス
Puluse	● スタートアップ企業のハブセンター
RipeIO	● ブロックチェーン技術サービス
S4	● 農業保険に関するサービス提供
Strider	● Syngenta 関連企業で、圃場情報、農業機械情報、病害虫予測等のサービスを行う
See tree	● 農場の最適化サービス
Sample6	● 流通における不純物 (害虫等) の検査サービス
SciCrop	● ビッグデータのカスタム化サービス
Spensa Technologies	● 害虫予防サービス提供
Smart Agri	● AI 活用によるサービス提供
SWIIM	● 灌漑技術サービス提供
Start Agro	● 農業から市場へのネットサービス提供
Terviva	● バイオディーゼルに関するサービス提供
TBIT	● アグロビジネスにおけるトレーサビリティサービス提供
Urban Farmers	● 都市農業でのサービス提供
YouAgro	● アグロビジネスのプラットフォーム

出典；調査団作成

スタートアップ企業の活動は、多岐に渡っており、大企業支援の下、活動を展開している。外国企業も進出しており、生産者に対し、直接、種々のサービスを展開している。

場所的に一番多いのは、サンパウロを中心とする地域で、サンパウロ大学農学部ピラシカバ、EMBRAPA Instrumento (サンカルロス)、EMBRAPA Informática Agropecuária (カンピーナス)、サトウキビ生産者団体がコアとなりスタートアップ企業を支援している。

これらのスタートアップ企業の内、興味深いのは、Alluagro によるサービスで、3,500 以上のカタログ化された農業機械とさまざまなユーザープロフィールを基に、農業機械のレンタルを進めようというサービスである。このサービスでは以下の生産者が対象となる。

- ❖ 機械を持たずレンタルする必要がある生産者
- ❖ 所有しているが、農業機械が十分な量ではない生産者
- ❖ 収穫が終わり、自分の機械を貸したい生産者
- ❖ 収穫機をある地点から別の地点に移動させる厚板トラックを持っているか、大豆を輸送するためのバルクトラックを持っている、もしくはガソリンスタンドのアテンダントをしている業者
- ❖ 農場を所有していないが、タスクを実行する農業機械と CNPJ（企業邦人登録番号）を持っているサービスプロバイダー

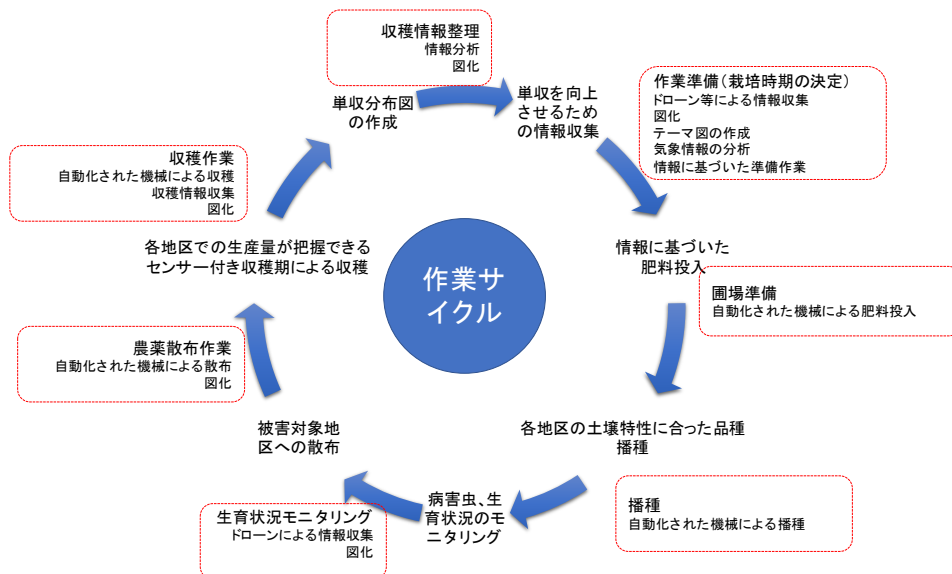
出典； <https://especiais.estadao.com.br/canal-agro/agrotech/uber-de-maquinas-agricolas/>

ブラジルでは、この様な類似サービスが UBER、BLABLACAR²¹等で展開されている。農業機械部門で展開されることにより、これまでアクセスできなかった、中小規模農家がスマート農業導入にアクセスできることになり、普及の速度が加速されることになる。

IV.4 スマート農業導入例およびその効果

企業経営型大農場では既にスマート農業が導入されており、次図に示されるような活動をしている。

企業経営型大農場にて行われているスマート農業の作業サイクルの例



出典；スマート農業に関する種々の情報を下に調査団作成

企業型経営農場は、自社の技術者およびスタートアップ企業を活用し、上記に示す工程での技術投入を行っており、単収向上の方策として、地勢・土壌等に関する農地データを作成し、それらの情報を農業機械にインプットすることにより、情報に基づいた最適な肥料投入を自動化された

²¹ 移動時の共同乗合として同乗者を募集するアプリ

トラクターにて行い、農地準備作業を行っている。その後、それぞれの土壌特性に合った品種で、播種作業を行い、作物生育期間中は、ドローン活用にて病害虫、生育状況に関する情報を収集し、被害地区への農薬散布、追肥を行い、更に、それらの情報の図化作業を行っている。収穫では、自動化された収穫機により、収穫を行うと共に、それらの収穫情報を収集し、各地点における収穫量に関する情報を収集している。これらの情報は、次年度の作付けの為の基礎情報としている。企業型経営農場は、このような作業サイクルを構築しており、次年度作付けでは、更に精度の高い情報を下に、作付けできる体制を構築している。主に使用している方法は以下の技術である。


1. センサーによる情報収集
2. 自動制御装置（自動運転）
3. 肥料投入コントロールソフト
4. ソフトに基づいた肥料投入
5. 自動化された機械による播種
6. 生育状況モニタリング
7. ドローンによる病害虫発生場所・雑草繁茂地の確定と図化
8. 図化された情報に基づいた農薬・除草剤散布
9. 複数機械の同時作業による収穫作業（収穫機および2毛作での播種機）
10. 収穫時の収穫情報収集および状況図化
11. 次年度作付け計画策定

この様に、企業型経営農場におけるスマート農業は、世界の最先端技術を活用しており、資源の有効活用を可能とする農業経営が行われている。

IV.4.1 マトグロッソ州の例

マトグロッソ州は、穀物栽培のスマート農業が一番進んだ州である。マトグロッソ州農業経済研究所（IMEA）は、2015年に「Pesquisa sobre mecanização agrícola em Mato Grosso」を実施した。報告の内容は以下の通りである。

訪問農家数；318 農家	
平均農地面積；2,450 <small>ヘクタール</small> （合計 71 万 <small>ヘクタール</small> ）	
平均農業機械台数；12 機	
スマート農業機器利用率	
ライトバー使用率；47%	
自動運転使用率；61%	
散布機のセクション制御；58%	
播種機セクション制御；37%	
スマート農業実施率；42%	
スマート農業実施経験；5 年	
実施項目	
肥沃度分布図；41%	
収穫分布図作成；18%	
病害虫図作成；15%	
対策の実施；36%	
ロット別の対策実施；36%	
職員の訓練；	
施設にて；3 回	



ライトバーの例

圃場にて；10回 調整に関する訓練；75% 事前点検；73% メンテナンス是正；54% 機械技術；57% 運転方法；56%
主な問題点
機械に関して
1. 農業機械技術革新；23% 2. 機械製品の種類の増加；7% 3. 満足；32% 4. 技術支援の改善；22% 5. 価格；10% 6. 新技術への訓練；5%
技術革新
1. 機械の能力向上；59% 2. 運転が容易になった；26% 3. 運転手の不足 4. 新技術へのトレーニング
融資
1. アクセスの難しさ；19% 2. 手続き；11% 3. 利子率の高さ；4% 4. 銀行の認可の遅さ；9% 5. 問題なし；56%
スマート農業導入で以下の点が変わった。
● 新しい農業機械の導入で営農方法にも変化が出てきた。 ● マトグロッソ州ではほぼ半数の農家がなにがしかのスマート農業を導入している。 ● スマート農業推進の問題点は技術をもつ作業員の不足である。 ● 今後は、運転手および分析者の能力向上が必要である。

出典；IMEA、Pesquisa sobre mecanização agrícola em Mato Grosso；2015

この分析は 2015 年であるが、既にマトグロッソ州では、半数以上の農家がなにがしかのスマート農業を取り入れている状況にある。生産者は、平均農地面積も 2,450 ไร่と大規模であり、農業機械所有台数も 12 機と多くの農業機械を活用し、生産者は近代的大規模農業生産を行っている。指摘されている問題としては、2015 年時点の調査で、農業機械の先進性を取り上げ、「生産者として、その機械の能力を如何にして活用・運用するかが課題となっている」と技術より、使用する側の能力の問題を取り上げている。当報告書は、今後、スマート農業促進にあたって、農場労働者が如何にして先進技術を備えた農業機械を運転できるかが、生産者の課題になりつつあるという点を提起している。

IV.4.2 企業型経営農場の例

企業型経営農場は、多数、存在しており、大農場主が行う農場、食肉企業が運営する農場、サトウキビ工場が運営する農場、穀物メジャーが運営する農場と多岐に渡っている。大農場の例として以下の様な企業が存在している。

- ❖ SLC Agrícola (40.4 万^{ドル})
- ❖ Grupo Golin/Tiba Agro (30.0 万^{ドル})
- ❖ Amaggi (25.2 万^{ドル})
- ❖ BrasilAgro (17.7 万^{ドル})

- ❖ Adecoagro (16.4 万^{ドル})
- ❖ Terra Santa (ex-Vanguardia Agro, 15.6 万^{ドル})
- ❖ Grupo Bom Futuro (10.2 万^{ドル})
- ❖ Odebrecht Agroindustrial (4.8 万^{ドル})

出典 ; ATLAS DE AGRONEGOCIO Fatos e números sobre as corporações que controlam o que comemos 2018

これら農場においては、農業生産のみでは無く、家畜飼育、林業等と複数の活動を、先端技術を用いて同時に行っている。

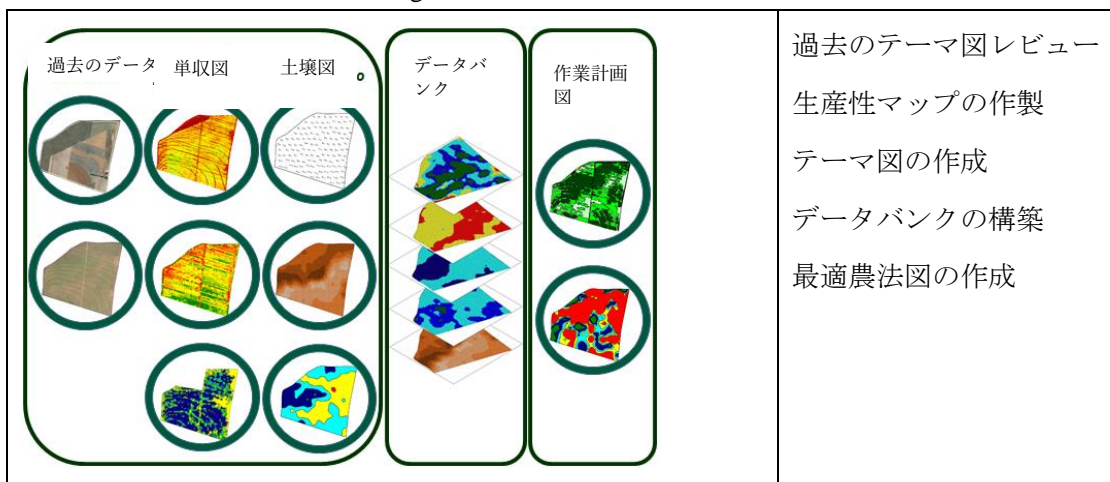
サトウキビ工場の場合、一部、近辺の農地所有者からの農地レンタルによる栽培を行っており、これらのサトウキビ栽培に加え、砂糖・エタノール生産、発電を行っており、それぞれの分野で先端技術を応用した活動を行っている。穀物メジャーも穀物流通のみではなく、農業生産も行っており、先端技術利用による農業生産を導入している。食肉工場も、同様に、豚の飼育、餌の生産、食肉処理、流通販売と言う一連の活動を自社で行っている。その為、大半のこれらの企業は、経済性の高いスマート農業の導入を積極的に導入している状況にある。

先端農業導入で、最先端を走っていると思われる SLCAgrícola グループの導入しているスマート農業の例は、以下の通りである。

SLCAgrícola 会社は、16 の生産農場にて、2018/19 収穫年に合計 457,700 ^{ヘクタール}、綿 123,721 ^{ヘクタール}、大豆 234,149 ^{ヘクタール}、トウモロコシ 88,918 ^{ヘクタール}、その他の作物 1,912 ^{ヘクタール}を栽培している。当企業は、自社にて研究を行っており、大豆、トウモロコシ、綿花、ソルガム等の研究を行い、スマート農業での基礎研究を行っている。

スマート農業は、肥沃度の悪い所とか生産性の悪い所に、焦点をあて、土地の分析を行い、土地にあった農法を導入することにより生産性を向上させている。サイクルとして以下方法をとっている。

SLCAgrícola が栽培を行う際に行っている分析



出典 ; SLCAgrícola、 <https://www.slccagricola.com.br/tecnologia-e-pesquisa/agricultura-de-precisao/>

これらの作業により、以下の成果を上げている。

1. 作付け上に発生する問題点の把握

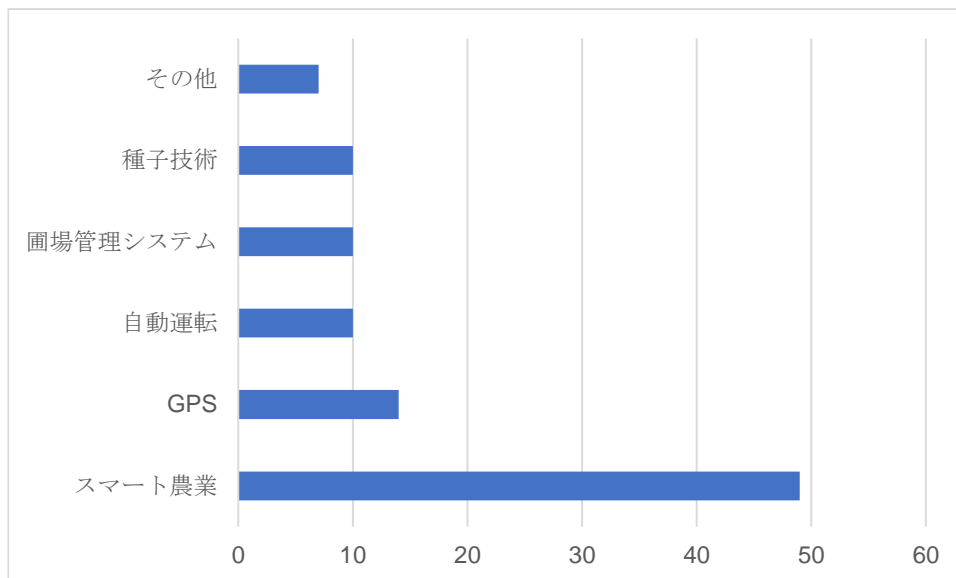
2. 合理的な生産資材活用に向けての分析
3. 土壌肥沃度の改善
4. 単収の向上
5. 生産量拡大
6. 生産コストの削減

SLCAgrícola は、スマート農業の導入により大豆の単収を農場平均 3.74 トン/ヘクタールに向上させ、生産コストも大幅に削減している。大豆は、企業平均で、単収 5.7 トン/ヘクタール、トウモロコシは 10.8 トン/ヘクタール達成出来ると予測している。

IV.5 スマート農業導入の可能性とその課題

ブラジルの穀物生産者、特にマトグロッソ州の農家は、既になにがしかの方法でスマート農業を行っている。AGRIHUB は、生産者への 53 農家に対してアンケートを行い、「PESQUISA AGRIHUB: ONDE ESTÃO AS OPORTUNIDADES DO AGRO?」にて生産が実施している農法について以下の様な結果を得ている。

生産者が既に行っている活動



出典 ; AGRIHUB、PESQUISA AGRIHUB: ONDE ESTÃO AS OPORTUNIDADES DO AGRO?

生産者は、スマート農業を既に 49%の農家が実施し、GPS の活用 14%、自動運転 10%と、かなりの部分で革新技術を使った営農が行なっている。また同報告書では、スマート農業推進の上で以下の問題があると提起している。

- ❖ 情報の共有不足がある。
- ❖ 問題点検出方法が欠如している。
- ❖ 収集情報の自動化が不足している。。
- ❖ 農場管理上の問題（スケジュールの策定等）が十分でない。
- ❖ 農場気象予測の低い精度（気象予測があまり信頼できない）

- ❖ 病虫害、雑草対策での管理方法が十分でない。
- ❖ 農場に関する知識が欠如している。

情報の共有不足は、農業生産資材の値段、穀物価格の値段等について、生産者間でお互い情報が共有されていないことをあげている。検出方法は、如何にして雑草、害虫等を検出するかと言うことで、情報処理の自動化は大量に生成される情報を如何に効率的に処理していくかということである。農場の管理上の問題は、如何にして効率的な圃場管理ができるかということである。具体的に、スマート農業を通し、どういう点を解決したいかと言う明確な回答があげられており、多くの穀物生産者は既にスマート農業を取り入れている現状にある。

IV.5.1 スマート農業導入の可能性

スマート農業は、既に生産者レベルでなにがしか実施されているが、ブラジルでは、以下の環境があることより、更にスマート農業導入に拍車がかかってくると思われる。

- ❖ 安定した穀物・食肉マーケットとそれをビジネスとみなす投資家の存在
- ❖ 先進技術を採用した農業機械を製造する先進農業機械・器材メーカーの存在
- ❖ 先端技術を持つ種子、薬品メーカー、穀物メジャーの存在
- ❖ 先端技術の圃場への活用技術を有するスタートアップ企業の存在
- ❖ 先端技術農業機械を活用する大規模生産者の存在および農業生産から加工までの垂直統合型企業の存在（先端技術を活用して生産）
- ❖ 比較的容易にできるようになった資金調達
- ❖ デジタル導入（個人・企業番号、デジタル認証、土地登記および農村環境登録、農産物債権、流通上のデータ等）の先進性
- ❖ 農家のデジタルへの躊躇の少なさ

農業機械メーカーとしては、世界の大手企業 JOHN DEERE、MASSEY FERGUSON、CASE、NEWHOLLAND、VOLTRA 等が活躍しており、最先端技術を備えた農業機械を販売している。それらの農業機械の大半は、GPS を備え、種々のモニター装置が設置されており、自動作業が可能になっている。最先端の農業機械としては、収穫量をモニタリングし、情報分析を行い可視化できるようになった収穫機も存在する。その他の器具・装置にしても同様で、最先端技術を備えた機器が容易に入手できるようになっている。

種子・薬品メーカーも同様で、IT 企業、スタートアップ企業を傘下に置き、最先端の技術による製品の販売を行っている。これに穀物メジャーが加わり、最先端技術導入の素地ができている。

スタートアップ企業も多数、活動を開始し、先端企業の技術を生産者に提供し、より効率的で、かつ経済性の高い農法導入に向けてのサービスを提供している。

生産者も他の国に類を見ない規模の生産者が存在しており、生産から販売までの業務を行う企業が多く存在している。2018 年度の AMAGGI の大豆栽培面積は 28 万^{ヘクタール}であった。これに他の農産物生産、穀物売買、エネルギー生産、運搬サービス等を加え、一大企業型経営農場となっている。

融資市場においては、これまでに比べ安い資金調達ができる仕組みが出来上がっており、更に生産物の証券化システムが導入により、融資のリスクが減り、民間も安心して投資できるシステム

が構築されている。

これらのファクターに加え、全ての業務でのデジタル化が進んでおり、オンラインで生産者、企業の財務状況（債務の有無等）がチェックできるシステムが構築されている。

これらの要素はスマート農業推進に大きく貢献しており、スマート農業は、今後、大きく進化していくと思われる。

IV.5.2 スマート農業導入の課題

スマート農業は、先進地区では既に採用されているものの、その効率性を高めるためには、種々の課題に面していると思われる。それらは、通信インフラ面、運営面、資金面であり、技術面でもある。ブラジルには多くの多国籍アグリビジネス企業が活動しており、それらの企業が直接、生産者に技術普及しているため、スマート農業導入での民間技術の活用は、他の国に比べ、比較的容易に波及していくものと思われる。問題は、それらの活動のより生成されたデータを如何に有効に活用できるかにある。データの保管、データ同士の互換性の確立は、今後の課題になって来るとと思われる。

更に、AI、ロボット、自動化等が可能となるスマート農業を促進する為には、ネットワークの整備、生産者レベルでの情報端末の整備、情報の汎用性を高めるためのクラウドコンピューティング体制の整備等のインフラ面の整備、圃場レベルでのリモートセンシング技術の向上、生産者のIT知識の向上等の運営面の整備、更にそれらのインフラへの投資を可能とする資金面での整備が必要となってくる。

(1) インフラ面

インフラ面としては、通信上の問題、データ保存上の問題があると思われる。種々のレポートにて、ブラジルの持つ問題は、広大さ故に、通信インフラの整備が不十分であることにあることが指摘されている。然しこの問題は、90年代に全ての農村電化が完備したように比較的早い段階で整備されてくるとと思われる。現在、通信管轄機関である ANATEL により、5G 通信、地方部アンテナ設置に関する入札が行われる予定である。

(2) 運営面

スマート農業の導入には、そのインフラを運営する知識が必要である。利用する生産者サイドは、如何にその先端技術を習得し、スマート農業のツールを使っていくかにかかってくる。

政府サイドとしては、それぞれのツールを利用者が使用する場合の規定づくり、各認証団体の活動への監視等と種々の監視が必要となってくる。例えば、トレイサビリティ実施に向けて種々の認証機関が必要となってくる。またブラジル農牧供給省の目指す SELO BRASIL についても認証機関が必要となってくる。

現在、農牧供給省は、具体的な使用ルール作りとして以下の基準作りを進めている。

- ❖ ドローン使用規制
- ❖ 無人農業機械活用

生産者がその種々のツールを使いこなすことが出来るようにするためには、生産者のツール活用に関する能力向上が必要となる。但し、この部分は、製造企業の技術移転が考えられ比較的容易であると考えられる。

更に、スマート農業を効率的に運用するためには、技術面で、生成された情報間の互換性を確立

する必要がある。また情報が広く中小規模農家にも活用されるためには、生産者が必要とする情報コストが無料、もしくは超安価な価格で入手できるシステム造りが重要であると思われる。特に土地情報、土壌水分状態に関する情報が容易に入手できるシステムがあった場合、中小規模農家でも容易にスマート農業導入が可能になるとと思われる。

(3) 資金面

スマート農業導入の一番の課題は、資金調達である。先端機械導入となることより、これまでの機器に比べ、高額な機器を購入する必要性が生じ、資金対策が必要となってくる。

「PROJETO DE LEI N.º 355, DE 2019- Art.3º」で検討され、法律に含まれなかった下記の項目への対策は重要になってくる。

1. スマート農業導入に必要な輸入機器に対する融資ラインの設定
2. スマート農業用輸入財に関する資金の為の課税措置に関する法制度の整備
3. スマート農業を農業保険のコスト削減策として認知させる。

また、スマート農業をより多くの生産者に波及させるためには、農業機械の共同使用等の戦略導入が必要になってくると思われ、市場で一般化されつつあるカーシェアリング、UBER、BLABLACAR 等と類似のソフト開発が必要になってくると思われる。

(4) 社会構造上の問題

スマート農業は利益追求型営農であるため、スマート農業の進行に伴い、さらなる 2 極化構造が進んでくると予想される。今後は、土地所有に加え、スマート技術が導入できる農家とそれから疎外される農家に大きく分かれることになってくる。特に農業機械導入が困難な農家（所有面積約 100 ㎡以下の農家）は、農業活動自体から疎外される状況が生じるリスクは非常に高い。なお、2017 年度の農業センサスによる土地所有 100 ㎡以下の生産者数は、総農家数の 90%に至っている。今後は、この疎外される可能性のある農家数をスマート農業の観点からも如何に減少できるかが課題になってくる。

スマート農業導入範囲を、導入の経済性の高い大規模穀物生産のみではなく、大半の中小規模農家が行っている牧畜の近代化、野菜・果樹等での導入策振興に広げることが鍵ではないかと思われる。

V. スマート農業導入の課題に対する対応策の考察

V.1 アマゾン保全および食糧増産に資するスマート農業の方向性

ブラジルの作物栽培面積は、2000年~2018年の期間（2000年；5,182万 ha 、2018年；7,850万 ha ）に、年率2.2%で増加しており、大豆に関しては、年率5.0%で拡大している。この数値を基に2050年まで同率で成長すると仮定すると、ブラジルの栽培面積は1億5,800万 ha と推定され、約2倍の栽培面積になる。大豆の場合、年率5%で成長すると仮定すると、その栽培面積は2018年度比5倍程度となる。世界市場も貿易量は、FAOデータによると年率、大豆；6.7%、鶏肉；4.0%、牛肉；2.6%で拡大しており、この貿易量の大豆40%、鶏肉30%、牛肉20%がブラジル輸出に依存している状況となっており、ブラジル農牧業の世界食糧市場に果たす役割は、日々大きくなっている。このことは、ブラジル全土にて、今後、穀物生産に関する開発圧が大きく膨らみ、アマゾン域に於ける開発圧も同様に大きく膨らんでくるという面を有している。

この増加し続ける需要増に対応するためには、ブラジル全土に於いて既存生産地における単収の改善、収穫後ロスの軽減等を講じると共に、ブラジル全土に広がる放牧地（推定、1億6千万 ha ）の有効活用、牧畜の集約牧畜への転換等での導入策を、全国レベルで行っていくことが必要になってくると考えられる。ブラジル放牧地の牛飼育密度は、現状1頭/0.7 ha であり、これを飼料活用のフィードロット飼育方式に転換させて行くことにより、放牧地の耕作地への転換と同時に、牛飼育頭数を増加させていくことは可能である。FAOのFAOSTATデータによる、牧畜先進国であるオランダの放牧面積は1頭/0.18 ha であり、ブラジルの1頭/0.7 ha に比べ、非常に高い飼育密度となっている。ブラジルに於いて、飼育密度を改善する余地は、大きく残されていると考えられ、その方向に進めることが、政府にとっても、生産者にとっても必要となっている。ブラジルは、集約畜産のベースとなる飼料、牧草を豊富に有しており、経済性の高いフィードロット方式に転換することは可能であると考えられる。穀物部門のみでなく、牧畜部門に於いても資源の有効活用策となるスマート畜産の導入は欠かせないものとなってくる。

ブラジルの過去の歴史では、1980年から2019年の間に、1980年以前、農業生産地でなかったセラード地区は、この期間に世界の穀倉地帯に変遷していった経緯がある。穀物栽培地域は、北上しており、更に、アマゾン地域の輸送インフラも整備されつつあり、穀物生産の環境は、徐々に改善されつつあり、大豆栽培地域の北上は、時間の問題である。アマゾン地域における輸送インフラの整備は、着実に進んでおり、水上輸送による輸送コスト削減効果に繋がりアマゾン域の穀物栽培地区としての優位性は、徐々に確立されつつある。1980年代にセラードで起きた事象が、今後、アマゾン地区でも起きる可能性は大きいと思われ、アマゾンへの開発圧は大きくなっていく。アマゾン地区の開発圧を軽減していくためには、ブラジル全土で、現在、発生している収穫上・保管・輸送上での損失の軽減、単収の向上策の導入に加え、放牧地の耕作地への転換、集約牧畜の導入等も入れ込んだ総合的なスマート農牧業を導入していく必要がある。

今後、世界の食料需要増に伴いブラジルで進み得る開発可能性について、次表に整理する。

世界の食料需要増に伴いブラジルにて起きてくる開発の可能性

	考えられる方向	将来の可能性
1; 面積拡大	1-1; 大豆栽培北上	北部運搬インフラ網の改善に伴い拡大の可能性が高い
	1-2; 放牧地の有効活用と集約農牧業への転換	既に進んでいる。ブラジルには、2017年時点 1億6千万頭の放牧地が存在する。今後、放牧地の耕作地への転換が大きい場合、放牧地減少対策として、集約牧畜の導入が考えられる。現在の牛の飼育頭数は、2億2千万頭であり、0.7頭に1頭の飼育状況である。今後は、この飼育密度を上げるため、牛の飼育を放牧からフィードロット方式に転換する農家が増えてと思われる。
	1-3; 機械化	現在、農村労働人口が減少しており、大型機械化および自動化が必要となっている。大型機械化に伴い、一人当たりの栽培面積も拡大してくる。企業農家により大豆の裏作としてのトウモロコシ栽培も拡大してくる。
	1-4; 2毛作、3毛作を可能とする農法の推進	一部、進行中であるが、3毛作促進のためには、灌漑施設の整備が望まれる。但し、水源を豊富に有している地域は限定的である。
2; 単収向上	2-1; 投入資材の向上	現在、民間企業のビジネスとして進んでおり、2000年から2018年までに大豆の全国平均単収は、この投入資材の改善により、2000年時の2.4トン/ヘクタールから3.4トン/ヘクタールに改善されている。現状での平均単収4.5トン/ヘクタールの単収をあげてる地域が存在し、一部企業は、既に単収5.7トン/ヘクタールを達成していることから、投入資材の改善は、民間企業により今後も大きく進んで来る。スマート農業はこの部門で大きく貢献する。
	2-2; 土地の特性に合わせた農法導入（スマート農業の導入）	現在、始まっているが、大農場主が主体で、この便益を中小規模農家にも波及させることが必要である。そのためには、国規模での土地情報の分析、気象情報の予測分析、作物特性に関する情報が農家に随時いき渡る様なシステム構築が必要である。
3; 収穫後ロスの軽減	3-1; 収穫時ロスの低減	収穫ロスは、先進機械を使っている大規模農家では少ないが、古い機械にて収穫している中小規模農家の収穫ロスは大きい。EMBRAPAの推定によると平均で収穫量の1.5%が収穫ロスである。 ¹ 中小規模農家の場合、この割合は高くなる。収穫時ロス低減のためには、収穫機械の近代化が必要である。
	3-2; 保管時ロスの低減	2毛作を行うためには、降雨に関係なく収穫を行う必要があり、収穫後の乾燥が重要になってくる。ブラジルにはCONABの情報によると1億7千万トンの倉庫能力があり、その内、サイロの能力は36%程度である。 ² 保管時のロスは1%程度であるとEMBRAPAは推定している。 ³
	3-3; 輸送時ロスの低減	ブラジルは、生産地が港より遠隔地にあるため、圃場から倉庫までで0.5%、倉庫から港までも推定2%程度のロスが生じてる。
4; 流通時ロスの軽減	4-1; 流通ロスの軽減	流通ロスは、売り手との買い手の情報不足により発生することが大きく、生産者から消費者に至る流通情報の改善が必要とな

¹ <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146876/1/RPS2016-36-38.pdf>

² www.anais.ueg.br/index.php/seciag/article/view

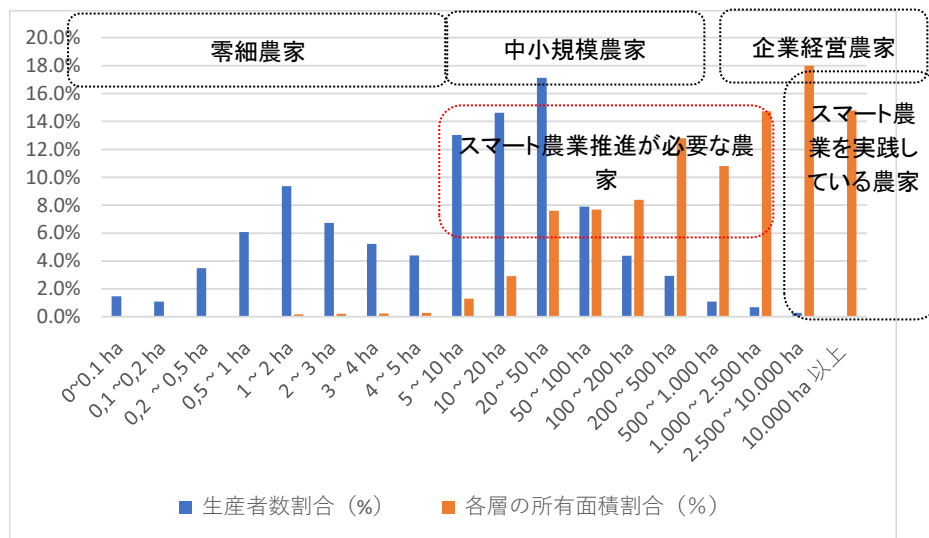
³ <https://esalqlog.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/2017/SILA15/7%20-%20THIAGO%20P%C3%89RA%20-%20Perdas%20na%20log%C3%ADstica%20de%20gran%C3%A9is%20s%C3%B3lidos.pdf>

		っている。
5. 集約牧畜への転換		牧畜にて生計を維持するためには必要
6. アマゾン伐採によるセラードへの影響		セラード地区での気象リスク発生の可能性あり。

出典；調査団作成

ブラジルの土地所有構造からみると総農家数約 500 万弱のうち、33%の約 165 万農家が、耕作に従事しており、その内の約 5 千の企業農家（2500 以上の農地を有する企業農家、全農地面積の 33%程度所有）にてスマート農業が進められている。今後、スマート農業の効果を高めるためには、企業農家のみではなく、残りの中小規模農家においてもスマート農業導入が図れるような対策を講じることが必要となっている。次図にブラジルの生産者構造を示す。

ブラジル農家の生産者構造



出典；IBGE 農業センサス 2017

中小規模農家にもスマート農業の効果が波及することにより、ブラジル全体の底上げになると思われる。

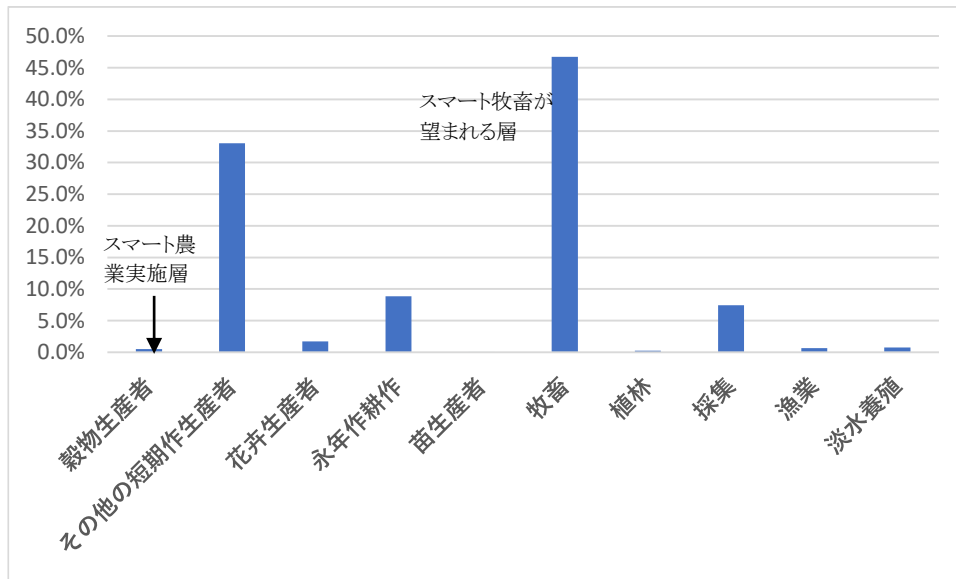
世界食糧需給の均衡と共にアマゾン保全を図るためには、種々の方策導入が必要で、技術的・資金的にスマート農業技術を導入できる大規模農家のみではなく中小規模農家に於いても、スマート農業導入により、単収を向上させると共に、集約化農牧業を導入することが必要である。

1. 放牧地の転換
2. 集約化された穀物&牧畜生産の推進
3. 2毛作、3毛作を可能とする農法の推進
4. 保護地区を順守した農牧業の促進
5. 機械化および自動化の推進
6. 農牧業生産における経済性の確保（収入の確保）

V.2 アマゾン保全を主目的に置いた農牧業開発戦略

アマゾン法定域には、約 89 万の生産者が活動し、1 億 3200 万²の農地が存在する。これらの土地所有者の活動実態は次図の通りである。アマゾン法定域居住者の大半は、生計を牧畜に依存もしくは、穀物以外の作物にて生計を立てている。穀物生産農家数は、全体の 0.5%にも満たない状況である。アマゾンを保全するためには、残りの 99.5%に対する施策は欠かす事のできないものである。アマゾン法定域で活動する生産者は、約半数近くが、牧畜に依存し、約 37%が穀物以外の短期作生産者である。

アマゾン法定域にて活動する生産者の主要収入源（2017年）



出典；農業センサス 2017

今後、アマゾンにおける開発圧を軽減するためには、穀物生産者対象のスマート農業のみではなく、牧畜生産者を対象にしたスマート農業の推進が必要であると思われる。特にアマゾン植生域における利用可能面積は、土地所有面積の 20% に制限されており、この 20% にて生計を営む為には、集約牧畜に移行せざるを得ない状況になっている。

なお、伝統的牧畜生産者の大半の所有面積は 50 ㌶程度であり、10 ㌶程度が利用可能である。この土地にて生計を営むためには、集約牧畜導入は欠かすことのできないものである。

また、既存の放牧地における牛生産効率（飼育頭数増加、生育期間の短縮等）を改善する方策は、アマゾン保全と言う観点からは、非常に有用な施策であると思われる。その為には、施策として、牧畜農家に於けるスマート牧畜の導入が望まれる。

考えられる対策は以下の通りである。

1. 既存農地における生産量拡大および収穫後ロスの軽減
2. アマゾン法定域にて活動している生産者への支援（特に牧畜）

既存農地における生産量拡大の方策としては、スマート農業の導入促進が考えられる。既存農地の利用促進に関してはこれまでに何度も述べられてきている。⁴

アマゾン法定域にて活動している生産者支援策としては、中小規模牧畜農家が十分な生計を営むのに必要な収入源の向上策導入となってくる。やはりこの場合も、粗放的牧畜から集約的牧畜に転換させることのできる方策導入が必要であると考えられる。

V.3 スマート農業導入での課題分析および貢献の可能性分析

スマート農業の導入は、単収向上効果のみでなく、以下の効果があると言われている。

- 単収向上
- 生産コスト削減
- 単収当たりの労働節約
- 最適資源配分と資源節約
- 種々のリスク軽減（気象災害、市場のボラティリティー対策）
- 作物ロス（収穫、保管、流通）の低減
- 情報の透明性の確保（トレイサビリティ等）

ブラジルでも今後、資源の最適化は必要な項目となってくるし、2050年の食料需給を見据えた対策導入が、穀物生産のみでなく、他の農産物および畜産においても必要となってくる。

大豆は、平均単収 5 トンを生産する市が既に存在しており、トウモロコシは 12 トンを生産する地区が報告されている。スマート農業の導入は、既存のデータから判断すると、現在のブラジル平均単収である大豆 3.4 トン、トウモロコシ 6 トンを更に向上させることが可能と考えられる。

V.3.1 技術的問題点

ブラジルのスマート農業導入での技術的問題点として、スタートアップ企業等の調査にて、以下の点が指摘されている。

- 生産者間での情報共有不足
- 収集情報の自動整理化不足
- 各圃場レベルでの正確な気象予測情報不足
- 病虫害情報把握の遅れ
- 情報通信環境の欠如

情報共有は、生産技術、資材情報、市場情報、病虫害発生状況等での情報を生産者間で共有し、それにより、ブラジル農業生産で問題になっている生産過多による市場の値崩れを防止すると共に、安定供給を行う事が可能となる。また病虫害の集団発生等の予防、市場動向の把握等が可能となり、生産者がより精度の高い営農計画を策定することが可能となる。現在、多大な情報が、生成されているものの、その情報を有効に活用するためには、収集された情報を、生産者に可視化し、スマート農業実施の上で利用可能な様に提示していく必要がある。

気象に関しても、ブラジルの気象、特に雨量は、局地的な変動が大きく、地点が変わることで、雨量が大きく変わってくる。雨量データは、農業実施の上で、非常に重要な項目であり、栽培地点における正確な雨量把握が、重要であり、近隣地区の雨量データも非常に重要なデータである。然しながら、一般的に公表されているデータは、マクロ的であり、生産者にとっては、参考データとしてしか活用できない状況にある。スマート農業実施では、各圃場での正確な気象情報入手が必要であり、これは公的機関および気象予測機関のサービスに依存せざるを得ない項目である。

病虫害情報に関しても、生産者が、個人で情報を構築することは困難である。近隣地区の情報は、対策スケジュールを策定の上で、重要な項目であり、それらの情報取得の体制ができることにより、病虫害被害を多く軽減できる。

通信環境に関しては、通信に関しては政府の努力により、問題点が軽減されてくると予想される。但し、生産者同士の情報交換は少なく、今後、生産者が、より収入を上げていくためには、近隣の生産者との情報交流が必要である。

V.3.2 普及上の問題点

スマート農業普及上で課題となってくる点は、主に投資に関わる費用である。スマート農業を行うためには、生産者は、スマート農業ができる様に圃場での情報整備、IoT を実施するに足る近代的農業機械および IT インフラ等への投入が必要となってくる。特に圃場情報の生成は、スマート農業実施の上で、欠かすことのできない項目で、より多くの情報がデータに入力されることにより、情報の価値が拡大に上がってくる。スマート農業の効率を上げていくためには、よく多くの生産者・企業家が情報を公表できるシステムを構築することが必要になってくる。農業機械に関しても、自動化を行うためには、設備の投資は必要で、生産者は、多大な投資を強いられることになる。現在、大規模企業農家のみでスマート農業が実施されている理由は、主にこの投資を行うに足る資金を有しているかどうかにある。また更に、生産者が、スマート技術を運転するに足る技術者が存在するかどうかも問題となっている。

スマート農業の必要性は多くの生産者が感じているものの、実際にはこれらの資金・労働力等の要因が影響し、実施できない状況にある。今後、政府は、これらの阻害要因を軽減できる方策を生産者に提示していくことが重要であると思われる。

ブラジル政府は、これまで多くの情報を生成してきており、マクロ的土壌・気象・土地情報等は、かなりの部分で情報が伝わる仕組みとなっている。これに生産者の有する情報を組み込むシステムができた場合、これらのマクロ情報の価値は拡大に改善される事となる。土地情報に関しては、多くの生産者は CAR を実施しており、マクロ的情報は既に生成されている。大規模生産者は、土壌・気象・土地情報、病害虫情報等を構築しているものの、近隣地区との情報交換が薄いため、その情報は最大限には活用されていないと思われる。

スマート農業実施の上で必要となる農業機械に関しては、中小規模農家がこれらの機械を新規に購入することは、資金的に非常に難しい状況にある。更に過大な機械を購入した場合、使用しない期間が多くなり、生産者の経営状況が悪化するリスクもある。

V.3.3 運営上の問題点

現在、大規模企業農家のスマート農業は、個々のレベルでシステムを構築しており、その維持管理に多大な費用が投じられている。今後、大規模企業農家にとっても日進月歩な技術革新、多岐に渡る分析項目等とそのシステムの維持管理には多大な労力を必要とし、大規模農家にとってもスマート農業システムの維持管理は難しく、規模が小さくなるとなるほど永続的維持管理は不可能になってくる。

ブラジルにおける全体的な、単収の底上げを図るためには、大規模企業農家のみでなく、中小規模農家にもスマート農業実施を広げていく必要がある。その為には、個々のシステムではなく、公的要素を持ち、誰でもアクセスできるシステムの構築が必要であると考えられる。

V.4 農業技術革新での課題分析および貢献の可能性分析

スマート農業は先進農家では既に開始されているものの、中小規模農家では、技術的・資金的にその導入は、難しい状況にある。更に、スマート農業導入では、情報量がスマート農業の成否を左右することとなる。これらの情報を収集するノウハウは、民間企業により開発されており、今後、それらのビジネス拡大に伴い、更に効率的な分析アプリが登場してくると予想される。通信

の部分でも、通信の管理機関である ANATEL は、地方部アンテナの設置、5G の推進等を進めている。既に地方部アンテナ設置、5G に関わる設備リース競売⁵準備が ANATEL により進められている。これらの方策により、通信に関する状況は、段階的に改善されていくと予想される。

然しながら、この情報を有効に活用するためには、多岐に渡る、より多くの情報の存在が重要である。現在、収集されたデータは個々のレベルで管理されている状況にある。共有されている公的機関情報に関しても、生産者がそのデータを活用するためには、多大の時間と知識を必要とする。情報収集において、情報収集用の器材・ソフトを開発する企業、そのソフトを使い、利用者が使いやすくするサービスそして実際に情報を生成する利用者がある。

圃場情報に関しては、生産者が情報を生成することになるが、やはり、情報が作られるためには民間企業や公的機関の支援が必要となると思われる。広域情報については、気象、研究、栽培、市場については、それぞれの関連機関が情報を提供している。資材情報については、種々の生産資材企業が入力していく必要がある。情報分析と圃場情報整理については、それぞれの生産者が種々の情報に基づき、作業実施前に情報を整理し、肥料・農薬の投入箇所および量での計画を策定する必要がある。作業情報では、土地情報・圃場情報（肥料投入量、農薬散布量）を機械に入力し、自動化すると共に、その作業実施状況を入力し、詳細な圃場情報を生成し、次の作付け情報として活用していく必要がある。

農業現場における生産性を飛躍的に高めるためには、データをフル活用できる環境を整備することが不可欠で、気象や農地、地図情報等の情報を共有することが必要である。この情報共有により、スマート農業技術が格段に改善され、生産者は、スマート農業導入により以下の効果を得られることが可能となる。

- 災害等のリスク管理、生産コスト削減および単収向上による経営改善
- それぞれの状況にあった農作業の実現による土地の有効活用
- 生産者独自の視点での農牧業管理
- 環境を考慮した営農導入（低農薬・肥料投入）
- 農業生産の経緯と改善を必要とする点の習得

資材供給業者は、生産者の経営改善により、より多くの資材を販売できるようになるし、スタートアップ企業は、より精度の高いサービスを提供できるようになる。同様に仲介・加工業者は安定した生産物の購入が可能となるし、投資家はリスクの低い投資ができるようになる。

アマゾン開発圧に関しては、既存農地における生産量が拡大することにより、アマゾン森林伐採圧力は軽減されると予想される。

V.4.1 関連技術・資材・民間サービス等の有無

ブラジルでのスマート農業推進は、既に多くの企業が研究を開始し、大企業農家にはサービスを提供している。次表に、スマート農業推進の上で、関連すると思われる項目の技術の有無、資材の有無、民間サービスの有無および公的機関関与の必要性について整理する。

⁵ 設備リースとは民間企業が、競売に基づき落札し、設置後、ユーザー（通信の場合はインターネットプロバイダー）に賃貸する形態である。

スマート農業を推進する上での整理

	有 無	有 無	有 無	有 無	特 記 事 項
公的インフラ					
電気	有	有	有		地方電化はほぼ完了 農村部通信状況改善の政府プロジェクトあり 基幹通信に関しては 5G 戦略策定中
通信	農村部問題あり	有	有		
圃場情報の入手					気象観測装置容易に入手可能 情報の最適化が必要 情報の可視化が必要 圃場情報入手分析に関しては多くのスタートアップ企業が活躍している。
ローカル気象	有	有	有	無	
地勢	有	有	有	無	
土壌	有	有	有	無	
病虫害発生	困難		有	無	
生育状況	有	有	有	無	
収穫状況	有	有	有	無	
広域情報の入手					広域情報は公開されているが、圃場仕様に取り込む必要あり、更に研究データ・市場データ等は常にアップデートする必要あり。データとしての取り込みが難しい。またデータの量も巨大である。
広域気象	有	有	有	有	
資材情報	有	有	有	有	
研究情報	有	有	有	有	
栽培情報	有	有	有	有	
市場情報	有	有	有	有	
情報の分析と最適化					作業時期に関しては、EMBRAPA が農作業カレンダーを作成しているが、今後は、更に細かく圃場に位置でのカレンダー作成が必要である。
作業時期（圃場準備、播種、散布、収穫）	有	有	有	無	
肥料投入マッピング	有	有	有	無	
農薬投入マッピング	有	有	有	無	
自動化を可能とするインフラ					民間企業が活躍しており、企業の努力より自動化研究が進められている。自動化を可能とする機器も多く流通している。
トラクター	有	有	有	無	
播種・散布機	有	有	有	無	
ドローン	有	有	有	無	
収穫機	有	有	有	無	
灌漑施設	有	有	有	無	
ポストハーベスト	有	有	有	無	
自動化作業最適化					異業種間企業がタイアップし、研究が進められている。企業にとってビジネスチャンスとなっており、多くのさたーとアップ企業がサービスを提供している。
圃場情報	有	有	有	無	
広域情報	有	有	有	無	
肥料投入作業	有	有	有	無	
播種作業	有	有	有	無	
農薬散布作業	有	有	有	無	
自動灌漑	有	有	有	無	
収穫・収穫後処理	有	有	有	無	

出典；調査団作成

アグロビジネスに関連する企業・団体は既に、スマート農業導入の必要性を感じており、その推進に向けて企業・団体努力を行っている。技術も、世界中の先端技術が応用されており、更に政府の外国企業へのオープン化政策により、スマート農業導入での先端技術導入に弾みがつくと考

えられる。

アグロビジネスにおいて重要なことは、その投資がリターンのあるものであるかどうかであり、どの部分のスマート農業の導入が農家にとって最適であるかどうかを見極める必要がある。例えば、土壌肥沃度が均一で、地勢も同一である圃場においては、肥料投入作業の分析をする必要もないし、資金を投入する必要もない。小さな圃場では、機械間の IoT の必要性が下がってくる。この様にその地区の特性に合わせたスマート農業導入が必要となってくる。

V.4.2 公的機関関与の必要性

政府の関与に関して判断すると、民間企業がビジネスとして開発できる分野については、政府が関与することは望ましくないと思われる。

農家にとって重要なことは、経営判断ができる以下の様な情報が手元にあることである。

- 気象（年間雨量、月、日雨量、バラニコ、湿度、温度等に関する分析等）
- 土地情報（土地の流動性を高めるため、栽培していない場合レンタルすることも可能）
- 各生産農家の構築した情報
- 農業機械保有状況（近隣農家の農業機械の使用状況）
- 資材情報（農薬、農業機械、機器等に関する資材の効果と価格）
- 近隣農家の生産状況（収量、病害虫発生状況）
- 研究情報（品種ごとの収量および必要投入資材）
- 栽培情報（雑草、病害虫駆除に関する情報、肥料投入時期、投入量等）
- 市場情報（価格、仲介業者、融資情報等）
- スマート農業導入事例等

これらの情報が入手できることにより、生産者は、経営判断ができることとなり、どのようなスマート農業を導入するかどうかの経営判断ができることとなる。然しながら、これらの情報は、散在しており、情報を得、活用できるようにするためには多大な労力が必要である。政府の役割は、種々の既存するデータを一つの場所に集め、生産者に提示していくことであると思われる。またスマート農業への参画が資金的・技術的に難しい農家に対し、誰でもアクセスできるプラットフォームを構築できるようにすることであると思われる。

アマゾン保全の観点からは、アマゾン植生域にて活動してる生産者に対し、生計向上の支援策を提示していくことであると思われる。

V.5 「課題 x 原因 x 解決策」マトリックス

当マトリックスの提示は、スマート農業とアマゾン保全の性格が異なること、対象とすべき層も異なることより、分けて提示する。スマート農業は、利益を求める事が主目的であり、アマゾン保全は、社会的要素が前面に押し出されてくる対策である。スマート農業の「課題 x 原因 x 解決策」マトリックスを整理すると以下の様に整理できる。

スマート農業導入の「課題 x 原因 x 解決策」マトリックス

	主な課題	原因	解決策
アマゾン保全問題	• 地球環境上、アマゾン開発圧を軽減する必要あり。	• ブラジルへの食料需要増によるアマゾン開発圧が高まっている。	• ブラジル既存農地における増産
既存農地に	• 先進農家と中小規	• 中小規模農家は資源の最	1. 資源の最大化が図れ

おける増産	模農家での生産技術の格差（先進農家は革新技術を導入してスマート農業を導入し、高い生産性を得ているが、中小規模農家の生産性は低い。）	大効率化を計れるインフラを有していない。 <ul style="list-style-type: none"> 生産資材情報、市場情報等の欠如 スマート農業インフラの整備の不足 	る農法の推進 2. 中小規模農家の参入が図れるシステムの構築 3. 市場、流通等の情報が行き渡るシステムの構築 4. スマート農業促進のための融資情報の整備 5. 公的機関の研究情報の有効活用 6. スマート農業に合致した生産者教育
1. 資源の最大化が図れる農法の推進	<ul style="list-style-type: none"> 情報が共有化されていない。 問題点検出の方法が不足している。 	<ul style="list-style-type: none"> 情報を共有するインフラがない。 情報を分析するベースとなるビッグデータが構築されていない 	<ul style="list-style-type: none"> 関係者相互間情報交流システムの構築 ビッグデータの構築
	<ul style="list-style-type: none"> 農場のスケジュール策定が十分でない 	<ul style="list-style-type: none"> 気象等の情報が不確実 	<ul style="list-style-type: none"> 圃場での気象予測の精度向上
	<ul style="list-style-type: none"> 農場に関する知識が欠如している。 	<ul style="list-style-type: none"> 営農には多岐に渡る情報が必要であるが、生産者はそれを予測するに足る十分な経験を有していない 	<ul style="list-style-type: none"> AIによる情報整理
	<ul style="list-style-type: none"> ソフト・アプリ等が日々進化し対応が困難 	<ul style="list-style-type: none"> 技術が日進月歩で進化し、個人企業レベルでのスマート農業情報構築は、難しい。 	<ul style="list-style-type: none"> 共有のプラットフォームの構築
2. 中小規模農家のスマート農業への参入	<ul style="list-style-type: none"> 農場の情報を持っていない。 スマート農業は殆ど行われていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 情報を生成する技術も資金もない。 スマート農業を行うに足る機械・器材を有していない。 情報が構築されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 農場情報構築への公的支援。 お互いに農業機械を融通しあえるシステムの構築 政府の情報構築への支援
	<ul style="list-style-type: none"> 高収量が得られない。 	<ul style="list-style-type: none"> 正しい情報に基づいた営農がなされていない。 資材が正しく使われていない、 	<ul style="list-style-type: none"> AIによる正しい営農支援 AIによる正しい投入資材指示（肥料、農薬、灌漑水等）
3. 市場、流通等の情報が行き渡るシステム構築（情報の通信環境）	<ul style="list-style-type: none"> 生産者は、資材価格・効能等が解らない。 	<ul style="list-style-type: none"> 情報を生産者に伝えるシステムがない。 各生産資材に関する情報が不足している 	<ul style="list-style-type: none"> 情報交流ができるシステムの構築 生産資材に関する情報サイトの設立
	<ul style="list-style-type: none"> 生産者に市場情報が行き渡らない。 	<ul style="list-style-type: none"> 圃場レベルでの市場情報が不足している。 	<ul style="list-style-type: none"> 圃場レベルでの市場情報のシステムの確立
4. スマート農業促進のための融資情報の整備	<ul style="list-style-type: none"> 十分でない投資 	<ul style="list-style-type: none"> 投資家は生産者、優良地域に関する情報を有していない。 生産者は投資家情報を知らない。 	<ul style="list-style-type: none"> 生産者、企業家、資材企業等のプロフィール公示システムの構築 投資家情報公示システムの構築
5. 公的機関の研究情報の有効活用	<ul style="list-style-type: none"> 種々の貴重な研究成果が十分に交付されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 研究成果公示システムが十分に機能していない。 	<ul style="list-style-type: none"> 生産者が誰でも簡単に公的機関の研究成果にアクセスできるシステムの構築
6. スマート農業に合致した生産者教育	<ul style="list-style-type: none"> 革新技術搭載の機械が市場に出てくる。 	<ul style="list-style-type: none"> 生産者の知識不足 	<ul style="list-style-type: none"> 生産者教育の充実

出典；調査団作成

スマート農業の推進は、アマゾン保全に対しては、正のインパクトを与える可能性があるものの、アマゾン保全を保証するものではないと思われる。アマゾン保全を視野に入れた場合、やはり地元住民への対策導入が重要である。地元住民の大半は、伝統的零細牧畜を営んでおり、牧草の更新、害虫対策として伝統的に野焼きを行っている。これが、アマゾン森林火災の一因となっていることより、アマゾン保全を視野に入れた場合、この伝統的牧畜体系から、火入れを行わずに済む集約的牧畜に変えて行く施策導入が必要になるとと思われる。

アマゾン保全の「課題 x 原因 x 解決策」マトリックスを整理すると以下の様に整理できる。

農地面積拡大によるアマゾン開発の進行「課題 x 原因 x 解決策」マトリックス

	主な課題	原因	解決策
アマゾン保全問題	<ul style="list-style-type: none"> 地球環境上、アマゾン開発圧を軽減する必要あり。当該地区には約 89 万の生産者が活動し、大半は牧畜農家である。アマゾン植生域内の平均所有面積 50^{ヘクタール}。 	<ul style="list-style-type: none"> 農家は、生活維持の為、違法ではあるが、野焼きを繰り返し、森林火災の要因となっている。 	<ul style="list-style-type: none"> 粗放的放牧から集約放牧への転換
集約放牧への転換	<ul style="list-style-type: none"> 住民は土地の 80% 保全と言う重い義務を背負い、貧困に瀕している。可能利用面積は 10^{ヘクタール}である。 	<ul style="list-style-type: none"> 国の定めた森林法のため、農地を有効に活用できない。 遠隔地の為、市場性のある他の産物は生産できない。 	<ol style="list-style-type: none"> 持続可能農業推進 集約農業の推進 土地保全に見合う生産物価格保証制度の確立 生産物トレイサビリティシステムの確立
1. 持続可能農業推進	<ul style="list-style-type: none"> 放牧地への火入れが慣行として行われている。 	<ul style="list-style-type: none"> 放牧地維持のためには火入れが一番安価な農法である。 	<ul style="list-style-type: none"> 火入れ以上の経済性の高い牧畜経営を提示する。 環境教育を徹底する。
	<ul style="list-style-type: none"> 面積拡大の為、伐採を行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> 放牧地拡大の為、違法な面積拡大を行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> 集約農業の導入
	<ul style="list-style-type: none"> 低収入の粗放放畜からの脱却ができない。 	<ul style="list-style-type: none"> 集約農法に関する知識がない。 	<ul style="list-style-type: none"> 集約農業の提示
2. 集約農業の推進	<ul style="list-style-type: none"> 平均所有面積は 50^{ヘクタール}でその内の 20% が利用可能である。 集約放畜には飼料が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 牧畜以外の耕作農業は余り行われていない。 	<ul style="list-style-type: none"> トウモロコシ（餌用作物）生産推進 トウモロコシ、牧草等のサイレージ化の推進 餌利用促進
3. 土地保全に見合う生産物価格保証制度の確立	<ul style="list-style-type: none"> 生産物が同一価格である。 	<ul style="list-style-type: none"> 生産物がアマゾン植生域で生産されたと言う認証がない。 	<ul style="list-style-type: none"> 生産物トレイサビリティシステムの確立
4. 生産物トレイサビリティシステム	<ul style="list-style-type: none"> 生産者はトレイサビリティ実施に可能な通信網を 	<ul style="list-style-type: none"> 通信網の不足 生産者情報の不足 	<ul style="list-style-type: none"> 現在、政府により改善中 生産者情報網を構築す

テーマの確立	持っていない。		る。
	<ul style="list-style-type: none"> 生産者はトレーサビリティの概念がない。 	<ul style="list-style-type: none"> トレーサビリティの利点に関する情報が行き渡っていない。 	<ul style="list-style-type: none"> トレーサビリティに関する教育

V.6 提案

アマゾン保全に資するスマートアグリビジネス開発での新規協力形成の提案としては、以下の2案を提案する。

1. ブラジルの全土もしくは一部の先進地区を対象としたビッグデータ・AIプラットフォームの構築
2. アマゾン小規模牧畜農家を主体にしたスマート牧畜推進構想

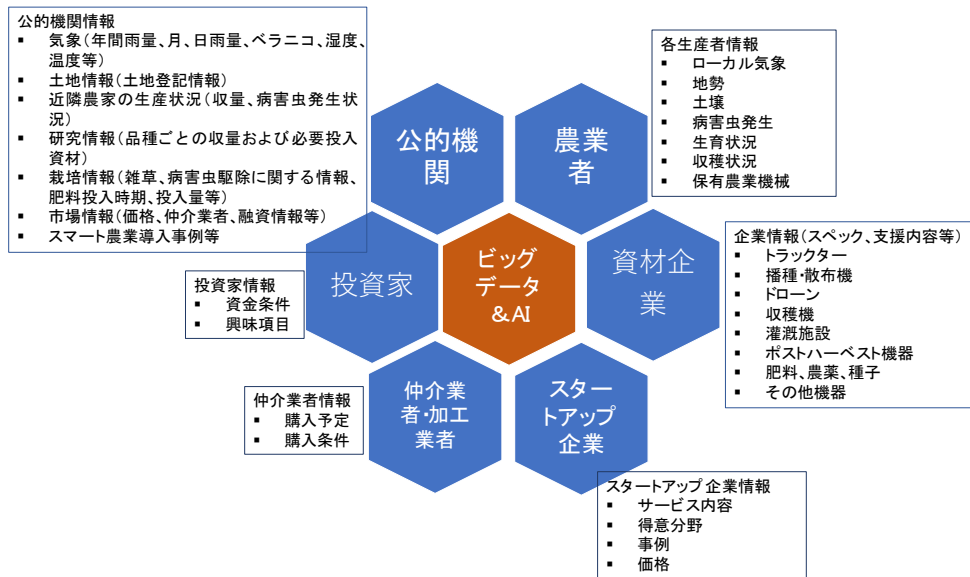
V.6.1 ビッグデータ・AIプラットフォームの構築構想

ブラジルの農牧業は2極構造（企業経営および伝統的農牧業）になっており、今後、ブラジルが、世界への食料供給体制に貢献し、同時にアマゾン保全を促進していくためには、現在、企業経営農家で行っているスマート農業の裾野を中小規模農家にも波及させていく必要がある。然しながら、中小規模農家はそれを行うに足る資金、技術を有しておらず、公的機関の役割に依存せざるを得ない状況にある。但し、公的機関の役割は、制度の構築であり、実施は民間企業に委託される構造となっており、政府がこの様なシステム構築へ投資することは、現政権では困難である。

今後は、中小規模生産者が、スマート農業を導入していくためには、民間資金活力によりシステムを構築する方策を検討していく必要がある。

提案としては、農牧業に関する全ての情報を管理するビッグデータ・プラットフォームを、PPIシステムを活用して構築してコンセッションタイプにて構築し、そこに生産者、資材企業、スタートアップ企業、仲介業者、投資家および公的機関より構成されるメンバーがそれぞれの情報を入力し、そのデータを活用してAIが種々の分析を行い、一般情報に関する分析を行う。情報は、個人情報に関しては、情報提出者以外、改ざんできないようにブロックチェーンシステムを活用する。

ビッグデータ・AIプラットフォーム構築案は次図の通りである。



出典；調査団

入力情報としては、次図に示す情報を各自が入力し、生産者間の情報の共有化を図る。AI は、その情報を分析し、各受益者が興味のある項目について分析し、情報を公開する。

ビッグデータ構築の方策として、当システムの利用者は、下記の情報を常にアップデートしていく様にする。例えば、次表に示す情報を常にアップデートし、システムが常にアップデートされて運用される様にする。

ビッグデータの構成要素別の入力項目

	ビッグデータ入力項目（例）
農業者	<ul style="list-style-type: none"> 土地情報（土壌、地形・地勢、土壌水分等） 農作業カレンダー 生産量 営農で得た技術情報（農薬、肥料活用） 病害虫発生情報 使用生産資材情報 農機具保有状況 その他
資材企業	<ul style="list-style-type: none"> 栽培技術情報 種子情報 肥料情報 農業機械情報 資材に関する研究結果（収量、経済効果）
スタートアップ企業	<ul style="list-style-type: none"> スタートアップ企業の経歴 支援作業例 種々の分析例 スタートアップ企業の持つノウハウ
仲介・加工業者	<ul style="list-style-type: none"> 購入実績 価格変動 購入契約例 サイロの位置 オリジネーションの方策
投資家	<ul style="list-style-type: none"> 資金情報（融資条件、融資限度等）

	<ul style="list-style-type: none"> ● 資金
公的機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 法制度 ● 手続き（トレイサビティ、生産者登録手続き、CAR等） ● 生産状況 ● 流通状況 ● 課税方法

出典；調査団

この方策により、システムは、以下の問題点を解決できるようにする。

- 情報共有不足
- 収集情報の自動整理化不足
- 各圃場レベルでの正確な気象情報不足
- 病虫害情報把握の遅れ
- 情報通信環境の欠如

更に、このシステムに分析機能を持たせ、情報をアップデートすることにより、AI が以下の分析、情報提供ができるように構築して行く。

例えば、このビッグデータにより以下の様な分析、情報提供ができた場合、このビッグデータ& AI に以下の様な能力を持たせ、このビッグデータを活用し AI システムを通し、以下の作業・サービスが行われ、受益者に報告される様にする。

AIサービス（案）

	AI判断項目
農業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 必要に応じた土地情報統合・分析、マッピングサービス ● 各農家別農作業カレンダー ● 農家ごとの最適農方法 ● 病虫害発生状況 ● 生産資材情報 ● スタートアップ企業状況 ● 近隣農家農機具使用状況 ● 市況・価格 ● 投資家、仲介業者情報
資材企業	<ul style="list-style-type: none"> ● 農家情報（資金能力、拡大能力等） ● ビジネス戦略構築
スタートアップ企業	<ul style="list-style-type: none"> ● 農家情報（支援を必要とする農家） ● 情報活用による支援案提示 ● ビジネス戦略構築
仲介・加工業者	<ul style="list-style-type: none"> ● 農家情報 ● 作物ストック状況 ● 市況 ● ビジネス戦略構築
投資家	<ul style="list-style-type: none"> ● 投資マーケット情報
公的機関	<ul style="list-style-type: none"> ● スマート農業進捗状況および種々の管理 ● 必要法制度整備としての情報 ● 生産状況の把握 ● 流通状況の把握 ● 課税 ● 透明かつ明確な情報公示

出典；調査団

このシステムの特徴は以下の通りとする。

1. 生産者は、情報を入力する義務を負うが、このシステム利用は無償で行う。
2. 民間企業（資材企業、スタートアップ企業、仲介業者、加工業者、投資家）は、システムを活用するにあたり、当該システムの運営費にて得られる利益から運用資金相当を支払うこととする。
3. 公的機関は、これまで通り、情報を公開すると共に、この情報をビッグデータに入れ込んでいく。

但し上記の構想が実現するためには、今後、技術的な問題と、運営的な問題を解決していく必要がある。

（技術的問題点）

1. 生産者情報入力・整理の方法（どのように生産者が、種々の情報を入力できるか？）
2. インプットする情報の精度をどの様に高めていくか？
3. 多大な情報量をどのように整理できるか？
4. 情報の安全性をどのように高めていくか？
5. 広域情報をどのように取り組んでいくか
6. 自動化のため、研究情報・技術情報をどの様に分析し、自動化に向けての最適化（灌漑時期、播種時期、散布時期、肥料投入量）が可能か？
7. 農家がどのようにしたら先端技術を使えるようになるか？(特に中小規模農家)

（運営的問題）

1. 多機関による関与が必要となるが、どの様に協調体制が構築できるか？
2. 投資に必要な投資の回収をどの様に行えるか？
3. どの様に、多機関関与の下、システムを構築していくか？
4. 事業運営にあたり必要な法制度
5. 当該データ構築に寄与できる民間企業の興味をどのように引き付けることができるか？
6. 資金を持たない生産者がどのようにこのシステムに関与できるようになるか？
7. どの様に生産者の関与を引き出していけるか？

当構想は、ブラジル全土を対象にした構想でも可能であるし、州政府を対象とした構想でも可能である。州の場合は、やはり先端技術導入が既に進んでいるマトグロッソ州を対象にした方が実施は比較的容易であると思われる。

V.6.2 アマゾン小規模牧畜農家スマート牧畜推進構想

アマゾン地域には多くの零細牧畜農家が生産活動をしてる。農家は、伝統的牧畜を営んでおり、放牧地維持の為に火入れをする習慣がある。この放牧地への火入れが、アマゾン森林火災の主要因となっている。大半の農家は、貧困に喘いでいる生産者である。アマゾン森林伐採を避けるためには、アマゾン地域にて牧畜を営んでいる多数の零細・小規模農家が、自分の農地にて十分な生計を立てられる様にする支援策は欠かすことのできないものである。なお、これらの生産者も所有地の80%を保全する義務を負っているということの特記しておく。

アマゾン植生域にて活動してる生産者の為には、農家生計を向上できうる施策導入が必要である。

1. 牧畜の集約化促進（畜舎建設、サイレージ生産方法、施飼技術等）
2. 農牧混合農法の推進（餌の確保を目指して）
3. 生産物価格支援（牛肉およびアマゾン特殊産品）
4. アマゾン植生域にて収穫されたことを示すシステム導入（トレイサビリティ等）
5. 飼料・牧草が常時入手できるシステムの構築

アマゾン植生域の平均的農家の所有面積は 50 ㌃程度であり、10 ㌃が活用可能で部分であり、残りの 40 ㌃は保全が義務付けられている面積である。この 10 ㌃にて生計を立てるためには、牛飼育頭数を増やす必要があり、これまでの放牧方式から、餌の生産を取り込んだ集約的牧畜に転換させる必要がある。

当構想は、アマゾン植生域にて活動を行っている中小規模畜産農家（約 90 万戸）を対象とし、スマート農牧業導入に向けて以下の活動を支援していく。

1. 生産者の実態把握（土地利用、牧畜の現状、飼育品種、飼育技術等）
2. 集約的農法の提案（粗放的牧畜から集約的牧畜導入を可能とする農法提案）
3. 集約的農法に基いた実施の可能性検討（資金的、技術的、流通的）
4. 資金支援の可能性検討
5. 当該地区流通支援策の検討（例えばアマゾン認証等）
6. スマート牧畜導入に向けての環境要素の分析（通信網、スタートアップ企業支援の可能性、投資家の存在、食肉企業の存在等）
7. スマート牧畜導入に向けての技術要素の分析（生産者の新規技術受け入れ態勢等）
8. トレイサビリティ構築に向けての要素の分析と実施の可能性分析
9. スマート農業システム構築に向けての構成要素の検討（生産者、資材販売会社、食肉企業、政府、NGO 等）
10. プラットフォーム設計
11. プラットフォーム運営・維持管理方針の決定
12. 入札書類の作成

この提案の目的とする所は、土地の 80%を保護すると言う過酷な義務を負っているアマゾン植生域の生産者に対し、環境を重視した営農方法として集約牧畜導入を推進することにある。その一環としてアマゾン認証等のシステムを構築し、有機農業では、消費者が有機認証を通し一般生産物価格より高い価格で購入して様に、アマゾン認証を設け、環境保護意識の高い消費者に購入してもらおうシステムを構築する。同時に、スマート農業システムを構築し、より安価な生産体制を確立する。同時にトレイサビリティ体制も充実させ、消費者の安心を獲得していく。