



オピニオン

21世紀の持続的社会的実現の必要性とその実現に向けた農学の問題点：広井のポスト資本主義社会を例に

The necessity of realizing a sustainable society for the 21st century and the problems of agriculture toward its realization :Considering about Hiroi's post-capitalist society as an example

山根 裕子

Yuko Yamane

名古屋大学農学国際教育研究センター

International Center for Research and Education in Agriculture, Nagoya University

論文受付 2020年3月20日 掲載決定 2020年11月26日

要旨

21世紀の今日、我々は時代の変革期の中にあり、人類がこのまま繁栄を続けていくには、社会の在り方を資本主義中心から持続的な形に修正していく必要がある。農学は持続的な社会の実現に向けた大きな可能性を持った学問分野ではあるが現在の農学の学問体系や技術開発の方向性には問題も多いと考えられる。

本稿では、環境問題とその背景にある金融経済を軸としたグローバル経済、経済発展の一翼を担ってきた科学技術の開発の現状について整理し、農村を中心に地産地消を目指した持続的な社会の方向転換を図りその実現の必要性を説くことから始める。その上で、持続的な社会の一例として広井のポスト資本主義社会の理論を紹介する。そして、疲弊した日本の農業と農村の現状と本来はそれを支えるべき学問であるはずの農学の専門分化や技術中心の研究のあり方など農学の問題点を整理し、持続的な社会の実現に対しての在り方について言及する。

キーワード：近代農学 持続的社会的社会 金融経済 環境問題 科学技術開発

Abstract. Today, in the 21st century, we are in a period of change, and for humankind to continue to prosper, it is necessary to alter the society so that it shifts away from capitalism towards sustainability. Agricultural science is an academic field with great potential to enable the realization of a sustainable society, but there exist several problems associated with the current academic system regarding agriculture and the direction of technological development.

In this paper, we summarize the current state of development in science and technology which has played a role in the economic development, and state of environmental problems, and state of the global economy, and attempt to explain the necessity of realizing a society type that emphasizes local production for local consumption. It was initiated by attempting to change the direction of a new society and increasing awareness regarding the necessity for its realization. Hiroi's theory of post-capitalist society will be introduced as an example of a sustainable society. Following this, the issues of agriculture, such as the current situation in which the agricultural and rural areas of Japan have been exhausted, and those of agricultural science, such as specialization and technology-centered research, will be summarized. We then outline the ways in which a sustainable society can be realized.

Key words: Modern Agriculture, Sustainable society, Financial economy, Environmental issue, Science and Technology development development

1. はじめに

21世紀の現在、我々は好むと好まざるとにかかわらず現文明の存続をかけた人類総出の賭けの中に身を置いている¹⁾。21世紀という時代は、人類にとってこれまで以上に行く末が不透明な時代である。産業革命以降、欧米諸国を中心として始まった工業の発展とそれをけん引する科学の進歩を軸とするあらゆる面での技術革新は、主に現在先進国と呼ばれる国々に暮らす人々に物質的に豊かで便利な生活をもたらした²⁾。近代科学が世界経済の成長と伴にますますその歩みを速め、物質的な豊かさや利便性を追求しようとしているが、その一方で、科学技術がもたらしてきた「絶えざる進歩と発展」の負の側面の一つである環境の劣化は21世紀の今日、人類と地球上にすむその他の多くの生物の行く末を危うくしつつあるほど進行している³⁾⁴⁾⁵⁾。

国連によるSDGs宣言により、温暖化の問題をはじめとする環境問題への関心は急速に高まってはきたが、宣言の中で環境問題の悪化を招く根本的な原因になっているグローバル経済の拡大については公に問題視され始めるに至っておらず、国家間の環境問題の根本的な解決に向けた動きにはいまだつながっていないように見える。人口の急増に伴う食料問題や環境問題などをはじめ様々な問題の解決を図るための科学技術のさらなる進歩の必要性は叫ばれるものの、人類にとって現在よりも明るい未来が待っているかどうか、飛躍的な進歩を続ける科学技術とは裏腹に人類の行く末については悲観的な見解を示す論調が多いのが現状ではないだろうか³⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾。未来における人類の共存が危ぶまれる中ではあるが、状況を改善し持続的な社会を構築するための様々な理論が出され、一部ではその実現に向けた実践も始まってはいる。しかしながら、持続的な社会の必要性を訴える波は社会の中心に届いておらず、経済成長を重視する風潮がいまだに強いのが現状であろう。

農学は人類の共存に向けた成熟社会あるいは持続的な社会を実現していくうえで大きな可能性をもった学問である⁹⁾¹⁰⁾。しかしながら、現在の農学の学問体系や研究内容の多くはそうした社会の実現に向けてふさわしい状態にはないのではないかと考えている。時代は大きな転換期を迎えている。農学分野の研究も今までのように生産性や効率を高めるための技術開発だけではなく、社会に目を向け、社会の現状や時代の本質をとらえ、状況を改善していくための学問になっていかなければならない。少なくとも、今、農学の研究者

一人一人が農学分野の研究の在り方に対する意識を変えていくことが必要であると著者は考えている。

本稿ではまず21世紀の現在人類が直面している危機的な状況を環境、経済、科学技術という側面から説明し、持続的な社会の実現に向けた社会の方向転換が必要であることを説くことから始める。環境の劣化が叫ばれ始めてから久しいが、温暖化の問題等ようやく一般的に認知されるようになってきた。一方でその原因となっている市場経済との関係や現在の市場経済が抱える問題についてはあまり認識されていないだろう。そこで、本稿では金融経済の規模の拡大と世界的に経済格差が増大し続けている背景についてまで述べ¹¹⁾¹²⁾、さらに、経済の成長を支える3つの要素(労働投入量、資本投入量、技術進歩)の一つである科学技術開発の方向性と社会との関係についても科学哲学の知見を中心に説明を加え¹³⁾、科学技術開発の現実と、時代の危機を説いたうえで、持続的な社会の実現の必要性に言及する。

そして、持続的な社会の在り方に関する理論の中で現時点で最も説得力がある理論の一つと考えられる広井のポスト資本主義社会¹³⁾の形を紹介しつつ、持続的な社会の実現の必要性を理解してもらうための情報共有を図る試みから始める。前述したように、先進国と呼ばれる国の中でも特に日本は持続的な社会を構築していくうえで農学が非常に重要な学問分野になりうる⁹⁾¹⁰⁾。しかし、近代農学を支える近代科学の背景には、個人や個体を独立自存のものとしてとらえ、「個人—社会」の関係、個人が共同体の束縛を離れ自由に経済活動を行うことができ、そうした個人の活動が社会全体の利益になるという論理や人間は技術を通じて自然をいくらかでも開発することができる、かつそこから大きな利益を引き出すことができるという倫理がある¹⁴⁾¹⁵⁾。近代科学の思想を根底に持つ近代農学は人類が抱える様々な問題を科学技術によって解決が可能であるとする考え方や科学的根拠に基づいて判断されることが絶対的に正しいという科学絶対主義的な側面を持つと言えるだろう¹⁶⁾¹⁷⁾。それは一面(例えば実験室レベル)では正当性を持つのだろうが、現実の社会との関係においてはそうではない場合も大いにありうる。時代の変革期にある現在、実学である農学は実際の社会の問題に積極的に関与し、現実の問題を分析し、その解決策や理想的な状態を考えその実現に貢献すべきではないだろうか。21世紀という時代の本質をとらえたうえで農学がどうあるべきか、近代農学における思考の特徴や学問的特徴が持っている問題点を指摘したうえで、持続的な社会の実現に対して、農学はどのようにあるべきな

のかについて言及する。

2. 21世紀という時代とは：環境、経済、科学技術

21世紀は、人類にとって行く末が極めて不透明な時代である。その理由を環境、経済および科学技術の開発という3つの視点から現状について述べ、説明する。

2.1 地球環境の劣化

1972年に出版された「成長の限界」¹⁸⁾、1992年「限界を超えて」では物質経済の行きすぎが環境を劣化させている現状を、2005年「成長の限界：人類の選択」⁵⁾では30年余り先進国を中心とする社会は進行する環境の劣化に対して何の対策も講じず、時間を無駄に費やしてしまったと訴えている。そして、2013年の「今後40年のグローバル予測」報告では、ついに環境の悪化についてはすでに振り子が元に戻らない状態にまでふられてしまったとされた³⁾。

2017年11月13日、世界184か国の科学者1万5千人以上が署名した書簡「世界の科学者による人類への警告：第2版」が米専門誌「バイオサイエンス (Bio Science)」に掲載された¹⁹⁾。この書簡では、環境および社会への脅威を増大させている地球温暖化、継続的かつ急速な人口増加、過剰な物質消費、持続不可能な農業、森林破壊など(デッドゾーン)の拡大といった形で我々の未来を脅かしていると述べられた。「温室効果ガスの増加による気候変動は、生命誕生から約5億4千万年間で6度目となる種の大量絶滅を招いており、現存する数多くの生物が今世紀末までに死滅もしくは少なくとも絶滅の運命をたどる恐れがある」とされた。これ以上の事態の悪化を防ぐための対策として、書簡は化石燃料補助金を段階的に廃止することをはじめとする13の指針を示し、また「悲惨な状況の拡大と生物多様性の壊滅的な損失を回避するためには、人類は現状維持のシナリオに代わる、より環境的に持続可能な代替案を実行する必要がある」と訴えた。さらに、極端なものになるとオーストラリアのシンクタンクの気候変動のリスク分析に関する報告書に至っては、2050年には、世界人口の55%が、年20日程度、生命に危険が及ぶほどの熱波に襲われ、20億人以上が水不足に苦しめられ、食料生産量は大幅に減り、10億人以上が他の地域への移住を余儀なくされる。最悪の場合、人類の文明が終焉に向かうかもしれないとまでしている²⁰⁾。

2.2 世界経済の現状と民主主義の危機—先進国と呼ばれる国の現状を中心に—

環境の悪化を招いている大きな原因は、グローバル規模で浸透し拡大し続ける市場経済の下で物質消費及びエネルギー消費の増加を招いている人間の活動で(図1 a)、今後世界経済の成長とともに温暖化が進行し(図1 b)²¹⁾、今世紀中に非常に多くの動植物が絶滅すると予測されている(図2)²¹⁾。現在世界の経済成長をけん引しているのはあらゆる資源や人的資本を投資対象として世界中に普及している金融経済を軸とした仕組みである。

金融経済を中心とした現在の世界経済システムの大きな流れが作られはじめたのは対日貿易による貿易赤字と財政赤字とのいわゆる双子の赤字に苦しんでいた1980年代のアメリカにおいてである。第二次世界大戦後、共産主義・ソ連に対抗できる橋頭堡となるべき国としてヨーロッパではドイツ、アジアでは日本が選ばれ、ドイツに対するマーシャルプラン、日本などに向けたガリオア・エロア基金などを通じアメリカは巨額な資金を投じてこれらの国を援助した²²⁾。しかし、その結果ドイツと日本が予想外の奇跡ともいえる経済発展を遂げたため、モノづくりにおけるアメリカの競争力は相対的に低下した²²⁾。アメリカ政府は通貨調整により競争力の低下をのりきろうとしたが、貿易赤字はなくなり、競争力は回復しなかった。そこで、経済の仕組み自体を根本から変え、ドルをベースとした資金調達の仕組みとしての『金融立国』の確立を目的に世界中の資本をアメリカに集める仕組みの構築を図っていった¹⁴⁾²²⁾。そこへ1990年代から冷戦の終結で宇宙の戦略的防衛構想がなしくずし的に中止されたため、失業した科学者がウォール街へ流れ込み、金融工学を発展させた¹⁴⁾。こうして複雑怪奇なデリバティブ金融商品が生み出され、アメリカはそれを世界中に売り出すことで経済成長を支えた。現在雪だるま式に膨らんだ金融資本は世界中をめぐり、サブプライムローン問題でいったん縮小するも途上国を含めた実質経済の成長に寄与しつつも自己増殖を続けている。

実質経済の成長は物理的な制限を受けるので、その成長を支えるために生まれた金融経済も本来は実質経済とのバランスで規模を拡大することが望ましいはずである。しかし、現状はしつぽ(金融経済)が頭(実質経済)を振り回す状態にあり、極めてバランスがわるい実態がある。1974年にハイエクがノーベル賞を受賞したことで、『大きな政府』=福祉社会に変わって『小さな政府』=自助努力が正統派経済学の座に就いた¹⁴⁾。この年は

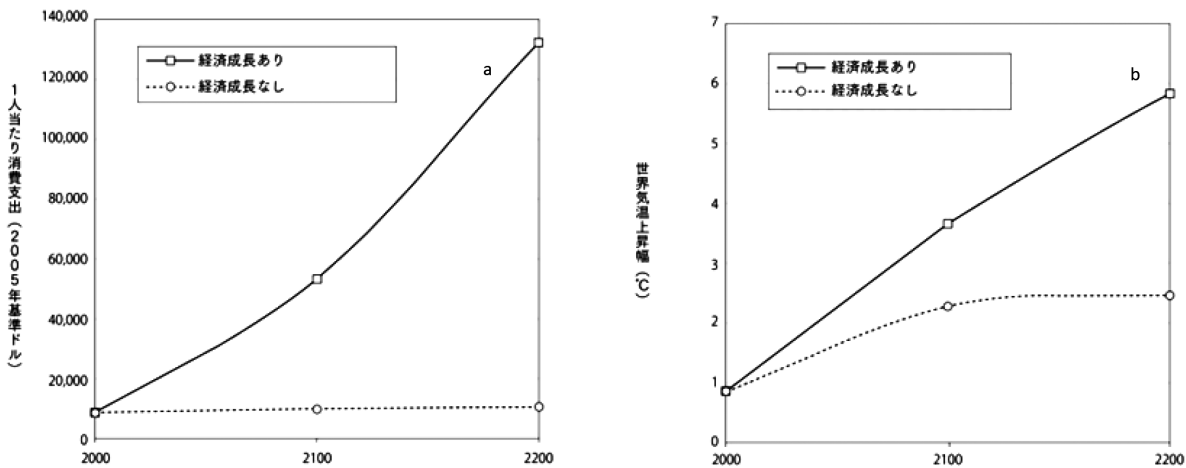


図1. 経済成長ありシナリオと経済成長なしシナリオにおける生活水準と気候変動(出典:ノードハウス、2015)

(注1)消費と気候に関するデータは、イェール RICE-2010 モデル 実験 から 得 たもの(ノードハウス、2015)。経済成長ありとなしの場合「ベースラインシナリオ」は、二酸化炭素 排出 削減 策やその他の気候変動 政策が 実施されない前提で、経済成長、排出量、気候の変化を予測したものである(ノードハウス、2015)。このシナリオを 標準の政策 なしベース ラインとして 用いる。ベースライン予測では、1人当たり消費支出は今後 数十年間、急激な増加を続ける。世界の1人当たり生産高「ベースラインシナリオ」は、二酸化炭素排出削減 策やその他の気候変動政策が 実施されない前提で、経済成長、排出量、気候の変化を予測したものである。「1人当たり消費 支出」は、食料、住居、教育などに消費される 平均支出 額を表している。bの グラフは、気候 政策 が一切実施されない状況下で、経済成長ありシナリオと経済成長なしシナリオが辿る気温の推移の違いを示している。

(注2)気候変動の経済学に関する、有名なスターン・レビューは、一般的に 極めて悲観 主義 的と考 えられているが、21世紀 から 22 世紀 にかけての平均 経済成長率に関しては、DICE モデル が 示したよりもさらに急激な伸びを予想した(ノードハウス、2015)。同 レビューによって推定された損害を考慮しても、平均 生活水準はこの 時期少なくとも 11 倍 以上 向上 するとされている。Nicholas Stern, The Economics of Climate Change: The Stern Review (New York: Cambridge University Press, 2007)。Chapter 2 を参照。もう 一つ の 例 は、EMF-22 モデル 比較研究 で 使用 された複数のモデルである。2000~2100年における1人 当たり GDP 成長率の想定を平均したところ、年1.7%だった。すべてのモデルによるすべての地域の成長率を見ると、最も低いもので年0.7% だった(MESSAGE モデルによるアメリカに関する前提)。低所得国に関しては、平均成長率は年2.3%という前提だった。

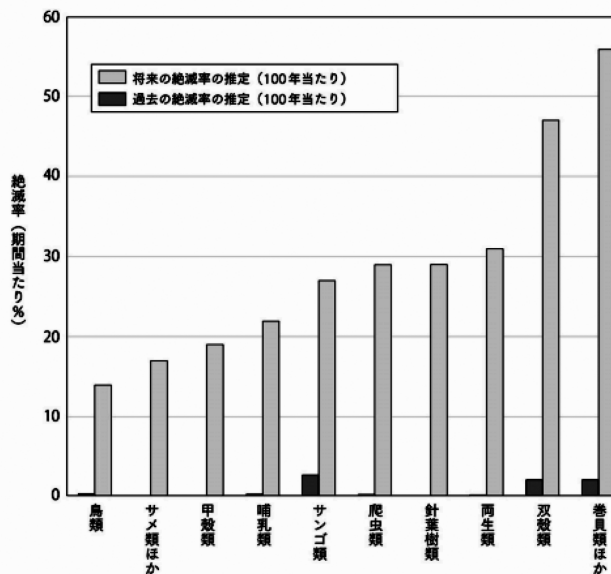


図2. 各生物群の過去と将来の絶滅率(出典:ノードハウス、2015)

(注1)グラフは、主な生物群の過去と将来の推定絶滅率に関する最新のまとめである。過去の推定は野生絶滅種、将来の推定は絶滅危惧種に関するものである。この図表はAnthony D. Barnosky et al., "Has the Earth's Sixth Mass Extinction Already Arrived?" Nature 471 (2011): 51-57 を 参考 にしている(ノードハウス、2015)。国際自然保護連合が 定めるところの 絶滅危惧種とは、絶滅危惧IA類、絶滅危惧IB類、絶滅危惧II類を指す。各グループの 生物学的な呼び名(分類群)は、左から右に、鳥綱、軟骨魚綱、十脚目、哺乳綱、イシサンゴ目、爬虫綱、マツ綱、両生綱である。参考までに、既知種数は、哺乳動物(5490種)、鳥(1万27種)、サンゴ(837種)、針葉樹(618種)である。いくつかの分類群では、既知種数は推定よりもはるかに少ない(ノードハウス、2015)。

先進国の物的な拡大が終わった年でもあり、近代化のバロメーターでもある一人当たりの粗鋼生産量(=使用量)がピークに達した年でもあった(図3)¹⁴⁾。先進国と呼ばれる国の実質経済の成長はこのころすでに成長の限界に達していた。実質経済の成長がストップすれば、その成長を支える役割を持つ利子生活者は消滅してい

くとアダム・スミスやケインズは予測していた。しかし、実際にはその予想を大きく裏切る形で新自由主義の理論に支えられ、金融経済がアメリカやイギリスを中心としたヨーロッパの国々において停滞した実質経済の代わりに経済成長を支えた¹⁴⁾。

さらに個人にとってはその生存の基盤である国家や

民主主義の性質、存在意義自体も変容しつつある。アングロサクソン系の国々は金融と政府が結託する傾向にあるが、アメリカでは民主主義に基づいて行われているはずの政治も資本家に優位になるように政治が動かされ、資本（企業）の奴隷になり替わってしまった²³⁾²⁴⁾。しかし、こうした状況は日本も例外ではない²⁵⁾。日本の賃金は1997年以降下落傾向が続いている²⁵⁾。その一方で、企業の当期純利益は2001年をボトムに増加基調に転じ、2015年の最終利益はリーマンショック前の最高益を49%も上回っている²⁵⁾。賃金と企業利益は国民総所得の内訳なので、分配率が一定ならば一方が増加すれば他方も増加するはずであるが、実際には逆になっている²⁵⁾。国民総所得に占める賃金・俸給の割合は新自由主義路線が世界の潮流になり始めたばかりの1980年度には46.5%だったが2015年には40.5%にまで下がっている。経営者がレジに手を突っ込んで得た利益は187兆円にも上るが、それを見過し容認している国家は資本のいいなりになっており、欧米型の国家に成り下がったと断言している²⁵⁾。GDPを増やす3つの要素である労働投入量、資本投入量、技術進歩のうち労働投入量の増加はその要素から外れつつあり¹⁴⁾、賃金労働者は人生の大半の時間を労働市場

で振り落とされないための努力を続けながら労働生産性を高め、最大限の時間を使って労働投入したところで、不労所得が生み出す資産には到底追いつけず、そのまま経済の二極化は進んでいくという²⁶⁾²⁷⁾。その結果、前世紀に存在した身分制度の元での経済格差と同じ程度の差が生まれ、世代を超えて固定化されるという²⁶⁾²⁷⁾。貧富の拡大は消費の主体である中間層の減少をまねいたり²⁸⁾、環境の問題を拡大したりするだけでなく、ひいては資本主義を軸とした近代の終焉を招くと予測するものもある²⁵⁾²⁹⁾³⁰⁾。

2.3. 科学技術開発の現実

科学技術の発展は資本主義の発展と先進国を中心とした人々の生活の便利さや物質的豊かさの達成に大きく貢献してきた。また、環境問題や食料問題など現代の人類が直面している問題も科学技術が発展すれば解決に至る可能性もあるだろう。しかし、科学技術開発の方向性や開発を支える研究現場の問題を鑑みると社会の問題の根本的な解決につながりにくい構造がある。ここでは、科学技術の発展の歴史について触れながら、前述した構造の問題点について説明を加え、21世紀という時代において科学技術の開発だけでは持続的な社

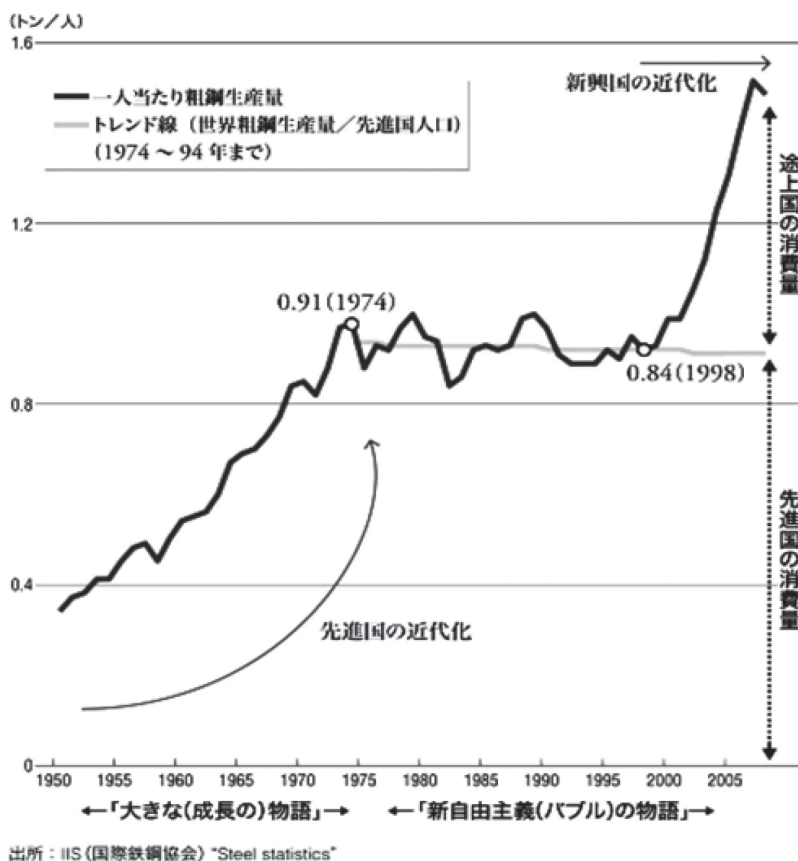


図3. 一人当たり世界粗鋼生産量 (出典：水野 2012)

会の実現が難しい現状を説明する。

2.3.1. 科学技術と産業、市場経済及び国家との関係

科学技術の基本理念を支える近代科学は16、17世紀のヨーロッパで西欧近代の幕開けとともに成立し、時代とともにその社会的地位や社会的側面を著しく変化させてきた。初期の科学は哲学や宗教と区別できない崇高な営みであり、宇宙の理解、自然の探求は総じて神の計画を理解するという信仰上の動機から行われていた³¹⁾。しかし、17世紀前後の資本主義の勃興期に続き18世紀後半に産業革命がおこると、科学と科学技術は次第に産業や経済を発展させる道具と化していった。さらに19世紀を中心に急速に進んでいった工業化に伴い、石油・電力等のエネルギーの大規模な生産・消費が増大し、さらに核エネルギーの概念が定式化されるとともに熱現象や電磁気などが理論的探究の対象に取り込まれていった。20世紀に入り、科学技術と産業との結びつきがより強くなるにつれて科学研究はもはや人間の知識の拡大にどれだけ貢献したか、『真理の探究』にどれだけ寄与したかという古典的な価値基準よりも、産業にどれだけ利潤をもたらしたか、どれだけ儲けにつながるかという価値基準から評価される傾向すら生まれるようになった³¹⁾。

加えて、第二次世界大戦を契機に20世紀の半ば以降、科学がより明確に国家の政策の中に取り込まれていき、国家と科学とのつながりも政体の如何を問わず常態化し、科学政策は国家経営の重要な柱となっている³²⁾³³⁾。現代の科学は、それ自体明らかに一つの制度となり、職業として確立され、大学は職業科学者を大量生産する教育機関としての役割を果たしている³²⁾。大学や研究所は多くの場合、研究者のチームを編成して研究が遂行され、現在そのスポンサーとなっているのは主に国家や産業界である、現在の科学の使命は教養のためとか文化活動のためとかいうことよりもひとえに社会や国家の実益に資することにあるとみなされる傾向が強い³²⁾³³⁾。

現在でもその構造は変わっていない。例えばアメリカ連邦政府の研究開発予算の半分が軍事関連で占められており、その軍事関連を除いた予算の半分以上を医療が占めている¹⁾³²⁾。1960年代では宇宙関連研究の予算が大きかったが、1980年代からは医療が着実に増加しつつ現在に至っている。日本でも安倍政権以降医療分野が「成長戦略」の重要な柱として位置づけられ、「日本医療研究開発機構 (AMED)」が発足された¹⁾³²⁾。このように科学技術は近代における国家形成と国家的発展、

市場経済の元での市場経済主義的思考と結びつくことで、『国家—経済—科学技術』とワンセットの枠組みを形成しつつ展開し³⁴⁾³³⁾、国家のGDPを増やす3つの要素の一つ技術革新を担ってきた³⁵⁾³⁶⁾。工業化の進展は列強による植民地と資源の争奪戦となって2度の世界大戦にまでいたるが、20世紀後半は単なる物質・エネルギー消費だけでなく、『情報の消費』が展開していく。ITやインターネットといった狭義のものに限らず商品を買うときのデザインやブランドに着目して購入するといった広義の内容を含む¹⁵⁾。経済的な効率性や表面的な生活の快適性を追求する方向で目標が設定され開発が行われてきた²⁵⁾³⁴⁾。

2.3.2. 必ずしも理想的な社会の実現に結びつかない科学技術開発の現状

近代科学と資本主義は限らない「拡大・成長」の追求という点において共通しており²⁵⁾³⁴⁾、経済の格差の拡大を生み、その発展が人類の共生や持続的社会的構築など人類の明るい未来に必ずしも結びつかなくなっている。このような技術開発の暴走ともいえる急速な発展に対して批判が出てきている³²⁾³⁶⁾。AIなどに代表されるデジタル技術に関しても目覚ましい進歩が予測されており、2050年にはAIは全人類の知能を超えるとさえいわれている。先進国は人工知能社会に突入しようとしており、人の仕事は自動化可能になり、生活の様々な部分の基盤がAIで担われるようになってきている。しかし、AIは人々の繁栄や健康を大いに向上させる可能性があるが、市場原理に任せていると、利益がトップ層ばかりに吸い取られる勝者総取り経済をもたらす、高学歴のものでも安定した職が得られなくなる可能性が高い¹⁵⁾。そういった事態に備え、マーティンフォードはベーシックインカムを導入を強く論じているが、失業や労働力からの離脱は幸福なことではなく、働き盛りの男性が働いていない場合、幸福感が非常に少なく、日常生活にほとんど意義を見出せず、早死にする可能性すらあるという。実際に、アメリカにおいて労働年齢男性の(約700万人)の半数近くが習慣性のある鎮痛剤を日常的に使っており、彼らは飢え死にするのではなく、無気力な生活が原因で死亡しているという¹⁵⁾。

アメリカの科学技術関連の軍事関連技術開発を除く残りの予算の3分の一が医療分野に充てられ、3兆円を超える国家予算が投じられている(日本の場合は1250億円程度)。医療の研究は特定病因論に基づいて行われており、身体内部の物理化学的關係によって病気のメカニズムが説明できると考え、原因物質→病気という

比較的単線的な想定がされていることに特徴をもつ¹³⁾。しかし、医療や健康は社会システム全体とのかかわりにおいて把握され、構想される必要があり、医療技術のみで解決されるものではない。実際に、アメリカは先進国の中で医療費の規模が圧倒的に大きいにもかかわらず、平均寿命が日本などほかの先進諸国と比べると短い¹³⁾。

さらに科学技術の開発の方向性がより良い社会の実現に向けての効果を生みにくくなっている背景の一つに、科学における専門分化の深化があげられる。自然科学では専門分化が進むにつれ、自然主義を突き詰めて一部の専門家に任せ意思決定を正当化する事態は世界的傾向として生まれており、身分制度の復活や技術を操ることのできる一部の人間による支配という将来像を肯定的に描く研究者も出てきてはいるが、そういった風潮は極めて危険である¹⁾。なぜなら、近代の大学教育は互いに個人の利益を主張しあう市民社会を超えて『教養=文化』を紐帯とした高次の共同体の構築を目指すものであったものの、現在の大学をはじめとする高等教育機関ではその実現に向けた役割を十分に果たすことができない状況にあるからである³⁷⁾。教養主義という理念は専門分化が進む中で急速に形骸化していき、物事を総合的に判断するのが真の学問だという意識は失われてしまっている³⁷⁾。学問にとって知の総合だという意識が保たれず、自然科学に限らず自分が専門的に探究する分野が学問全体の中でどのような位置にあるのかということ意識して研究することを怠ってきたために今日のような状況に陥ったと考えられる³⁷⁾。特に理系の研究の現場は資金獲得競争と論文生産工場と化しており、特にシニアの科学者は現在の成果至上主義に巻き込まれ、科学と社会の関係を論じたり実践したりすることについて後ろ向きである³⁸⁾。

山中伸弥氏は(人間のゲノム編集等に関する)研究が加速すれば「人間は滅びる可能性がある」とさえ発言している³⁹⁾。人間には自らが属している集団の論理に従う傾向があり⁴⁰⁾⁴¹⁾、自身が属している組織や集団の連帯性ばかりを重視し、集団の意思決定に無批判に従ってしまうという傾向がある⁴²⁾。科学といえども、分断された状態にあっては進むべき方向性に対する熟慮が難しく、もはやだれのための何の目的でもなく、無自覚のまま分野内あるいは分野間の競争に勝つためや研究者自身の生き残りのために研究が行われている部分も大きいのではないだろうか。

3. 21世紀における現在の状況とは：人類の行く末を作用する分岐点

我々は物質的な豊かさを追求する方向で文明を進展させ、環境劣化の進行をまねき自らの生存の行方を危うくする方向性を発展と呼ぶか、あるいは人類の共存への道をさぐる方向に社会の行方を修正するかの未曾有のターニングポイントに立っていることは間違いないだろう⁴³⁾。資本主義とは資本の無限の増殖を目的とし、利益を永続的に追求していく経済活動の総称で、資本主義を支えるのは良くも悪くも私利の追求、つまり自己の利益の最大化を追求することを肯定的にとらえるような人々の価値意識や行動パターンである⁴⁴⁾。限らない拡大・成長への志向という点を併せ持つことがその本質で、人間によるエネルギー利用あるいは自然搾取のあり様ということを書いたように、自然資源の開発という点とつながっている。資本主義的生産様式は利潤の獲得を巡る市場での競争を通じて生産力を不可避に上昇させていく³³⁾。その生産様式を市場の望むような変化を技術革新という名でもたらしているのが近代科学に基づく科学技術である。

経済においては、トマ・ピケティやジョセフ・スティグリッツ、ロバート・ラッシュといった主流派の経済学者や知識人も新自由主義を批判するに至っており、資本主義は行き詰っており世界経済の長期停滞と並行する形で先進国の中間層が没落し、経済格差が深刻化しているという認識について異論を唱える経済学者は少なくなってきたといえる¹⁾。新自由主義は社会に直接貢献する仕事の多くを非正規化し、工場の労働者やバスの運転手など安定した生活ができる仕事を不安定で、低賃金の労働で置き換えてきた。一方で、投資銀行家、広告業やコンサルタントのような高給取りではあるが、実際にはなくなっても構わない非生産的な仕事を増やした⁴⁵⁾⁴⁶⁾。多国籍企業による国家の支配も強まっており、グローバル企業のCEO等々の富裕層の富は拡大を続け、2016年の世界の富豪上位8人の資産総額は、下位36億人の財産に匹敵するまでに拡大している²⁵⁾。金融経済の問題の第一人者である水野は「近代国家は家柄に関係なく実力を発揮できるように義務教育を課し高等教育の普及に努めてきたが、その結果、一人対4億5000万人の能力の差であるなら近代教育制度が大失敗だったという証明になる」とまでいっている²⁵⁾。

科学技術の開発もより良い社会や人類の幸せに貢献するものでは必ずしもなくなっており、市場経済の原理に従って短期的な利益を出す目的や国家間、あるいは

は企業間の競争原理に基づいて行われているに過ぎない面も大きい。近代科学の歴史的展開は、法則性の追求（背景として自然支配ないし自然と人間の切断）と帰納的な合理性（要素還元主義）（共同体からの個人の独立）という2つを軸として発展してきた³²⁾。独立した個人を基本に置き、個人は利益の極大化を追求する個人中心のモデルが想定された。科学技術開発に携わる人材の育成を担う大学においても専門を極めるような教育体制からでは総合的な視点を持ちにくく、真に社会に資するための思考を持った人材の育成は難しい状況にあるとあっていいのではないだろうか⁴³⁾。さらに業績主義がそれに追い打ちをかけ短期的に目に見える業績を出すことに注力する能力は養われるが、自らのやっていることの社会的意味を考える時間や余裕を持ちにくくなってしまっている現状があるといえるだろう。

前述したように、新自由主義に基づいた市場経済が抱える問題点については経済学の中でも議論の余地は無くなっては来ているものの、金融経済を軸とした世界の資本主義のあり方についての意見は分かれている。スティグリッツのような欧米の経済学者たちは、グローバル企業や富裕層への課税率を上げ、暴走しがちな金融市場に対して厳しい規制を貸すなど特定の政策を実行すれば「健全な」資本主義が再び軌道に乗るはずだと信じている¹⁴⁷⁾。一方で、現行のままの資本主義では環境危機を乗り越えられないと主張する経済学者も一定数存在する⁴⁸⁾。環境問題の視点からだけでなく、様々な意味で『発展』という概念の矛盾や問題が噴出して、一般にいわれる意味での発展概念に正当化の余地がないことは明らかで、反発展や脱成長ではなく、発展のためのオルタナティブな仕組みが必要で、問題は困難を極めるが、国家による解決も企業による資本主義的な既存の処方箋も有効ではないことはまぎれもない事実であるとするものもいる⁴⁸⁾⁴⁹⁾。

現在、自国優先主義が横行し、一部のグローバル企業が富を独占し、ヘイトスピーチやフェイクニュースが氾濫する現状を見ると、民主主義も機能不全に陥りつつあるようにみえる⁵⁰⁾。そのような中で今すぐに国家の枠組みを超えた世界共和国を構想⁵⁰⁾することは難しいだろう。しかし、金融経済やグローバル企業の競争に任せてこのまま超絶に格差が広がる超資本主義社会への道を突き進むことを防ぐ試みは始まっており、具体的な説明については後述するが、持続的・社会的な社会（ポスト資本主義）あるいは成熟社会と呼ばれる発展の方向性に舵を切り持続的・社会的な社会の実現への模索は始まっている³²⁾。実際に、持続的・社会的な社会の実現を構想した理論構

築あるいはありかたについて言及したものは多く、中には政策提言を目的とした研究もすでに始まっている。

4. 持続的・社会的な社会に関する理論とその現状：日本の事例を中心に

2017年のリップルらの「人類への警告」においては言及されなかったが、2020年の宣言では、炭素燃料への依存から切り替え、国内総生産（GDP）の成長や富の追求ではない方向へと社会が変わっていくべきだとし、経済や発展の方向性にも言及している⁵¹⁾。リーマンショック以降、金融資本主義への不信感が広がったことで、EU諸国を中心にグローバル資本主義へ抵抗する動きが生まれつつあり⁵²⁾、人類の共存に向けた持続的・社会的な在り方が模索されている。持続的・社会的な在り方の例として、利潤を動機として拡大生産していく資本主義システムからの脱出を目指す尾関らの「共生社会」では農と自然エネルギーを基礎とし、近代工業化社会がもたらした負の側面の克服を目指すものである⁵²⁾。工業を適正な規模・あり方にして、生態系の循環の視点から取捨選択を経て継承していくとともに、農工商共生下での新たなテクノロジーの創出に向けた科学技術の発展を重要視している。そのためには例えば、東京など一極集中型の典型である巨大都市を適正な規模に縮小し、中小規模の都市の多極分散のネットワーク型の都市配置とし、農村と都市との共生・調和した国と体系を作るといったことが必要になる⁵²⁾。こういった研究と呼応するかのようになり、持続的・社会的な社会の実現に向けた理論や構想について言及あるいは実践を行っている研究グループや研究者は日本においても多く見受けられる。半市場経済⁵³⁾、世界共和国⁵⁴⁾、定常社会⁵⁵⁾⁵⁶⁾、コンヴィヴィアリティ⁵⁷⁾、共生社会⁵²⁾、ポスト資本主義社会³²⁾、成熟社会⁹⁾、アグロエコロジー⁵⁸⁾等、持続的・社会的な社会の在り方を論じる理論あるいは実践的研究においては、日本を事例とした場合、特に国における農業の在り方を中心的な課題に挙げ、かつ、基本的に地産地消に近い社会の在り方を推奨していることに共通点を見出すことができる。持続的・社会的な社会の在り方を論じたこれらの研究の中で、新自由主義的価値観の元進行している超資本主義社会への移行を阻止し、持続的・社会的な社会の在り方について政策提言を目的に企業と共同でAIを用いて30年後の日本社会において持続的・社会的な社会で多くの人々が幸せに生活できるための社会の形についてシミュレーションを行った。その結果に関する記述を紹介する¹³⁾。

4.1. 日本社会の事例：人口減少社会のデザイン

広井 (2019)の研究¹³⁾、現在のままでは日本社会は財政破綻、人口減少加速、格差・貧困拡大、失業率上昇(AIによる代替を含む)、地方都市空洞化、農業空洞化等々といった一連の事象が複合的に生じる「破局シナリオ」に向かう可能性が大きいとの問題意識を踏まえ、①人口、②財政・社会保障、③地域、④環境・資源という4つの持続可能性に注目し、2018年から2052年までの35年間で約2万通りの未来シナリオ予測が行われた。シナリオは大きくは都市集中型と地方分散型に2分され、「持続可能か、破局的か」の2つの観点で、シナリオのグループ同士がいつ、どのように分岐するかという時期と要因が解析された。その結果、「都市集中シナリオ」と「地域分散シナリオ」の分岐は今後10年以内に起こり、23のグループは大きく、都市集中型と地方分散型のシナリオに二分された。都市集中型とは、まさに東京のような大都市にすべてが集中する未来であり、財政的には何とか持続可能なものの、人口減少が加速し格差が拡大するとともに、人々の健康水準や幸福度は低下する。一方で、地方分散型とは、地方に分散して人々が暮らし、格差が縮小しながら、それなりに経済も回っているような未来像である。各シナリオグループの2052年の状態について、人口、財政、地域、環境・資源、雇用、格差、健康、幸福と8つの観点から評価すると、持続可能性が高いのは地方分散型と判断された。持続可能性の観点からより望ましいと考えられる地方分散シナリオへの分岐を実現するには、労働生産性から資源生産性への転換を促す環境課税、地域経済を促す再生可能エネルギーの活性化、まちづくりのための地域公共交通機関の充実、地域コミュニティを支える文化や倫理の伝承、住民・地域社会の資産形成を促す社会保障などの政策が有効である¹³⁾。工業関連の社会資本整備は現在すでに成熟・飽和状態にあるので、これから浮上してくるものがあるとすれば、高齢化の中でその規模が急速に拡大している①福祉・医療②様々な対人サービス。③自然エネルギーなどを含む環境関連分野④文化、⑤街づくりやデザイン、⑥農業などがあげられるとしている。

4.2. ローカリゼーションあるいは地域への帰着：暮らしに着目する考え方

広井の研究結果によれば、都市集中型社会に進んだ場合、前述した8つの要素のうち財政、環境資源、雇用を除いた、5つの要素では明るい未来は望めないようだ。つまり、人口減少は続き、地域も消滅に向かい、

格差が拡大し、健康や幸福度も低くなるという。金融経済を軸としたグローバル経済の行方に任せ、大企業に有利で経済最優先の政策の下、都市化や人口減少の問題に対処せず、激化するグローバル経済の中で個人あるいは企業を単位とした競争の中で勝ち残る選択肢を取ると、友人や家族と過ごす余暇をけずり労働市場で振り落とされないための労働と努力に人生の大半の時間を費やさざるおえない社会がすでに到来しており、そうした状況は激化していきこそすれ現行のシステムの中では緩和されることはない²⁹⁾。したがって、ポスト産業化・金融化そして定常化の時代においては時間の消費に充足感を求めるコミュニティや自然等に関する現代充足的な思考を持った人々の欲求が新たに展開し、福祉、環境、街づくり、文化等に関する領域が大きく発展していくことになり、ローカルなコミュニティに基盤を置く性格のものであるとしている¹³⁾。後述するが、この地域に帰着し、暮らしに着目した社会づくりにおいては農業や農学は非常に大きな役割を果たしうる可能性が大きい。しかしながら、現状としては日本の社会の場合、その壁は大きいといわざるをえない状況にあるだろう。

5. 成熟社会の実現に向けての農業の可能性：日本の事例において

5.1. 地域の自然や社会を維持する上での農業の役割：工学的な食料生産との違い

先進国の中で6割以上もの食料を輸入に頼る日本では、農業も中心課題の一つとして言及されている¹³⁾³²⁾。食料の量としての確保ということを考えると、農業にこだわる必要はなく、工業的に食料を生産する技術開発も始まっている。人工的に家畜を飼うことなく特定の細胞を抽出・培養し得られた肉の塊を食肉とする「人工培養肉」⁵⁹⁾や「Solein」という二酸化炭素と水と電気と粉末状のタンパク質を生成する技術⁶⁰⁾も開発が進められており、これらが商業ベースで実現されればエネルギーや栄養補給のための食料を生産するという目的であれば、安定した生産が可能になるだろう。さらに、インクジェットカートリッジに乾燥したタンパク質や脂肪などの主要栄養素や香料などをセットしてピザなど様々な形や触感などの食べ物を出力する3Dフードプリンターの開発にNASAが多額の助成金を提供しているという⁵⁹⁾。農業は工業と比較すると収益性が低く、かつ、気候などによって収量が影響されるため不安定である⁵⁹⁾。人類が超資本主義社会を選択するなら

ば、食料の問題や気候変動の問題が深刻化していくにつれこういった技術はこれからますます需要が高まり、技術開発においては効率化や生産性が重視され、個人あるいは個々の企業間の競争はさらに加速されるだろう。

しかし、持続的社会的実現のための農業はこれらの食料生産という目的を超えた在り方が構想されるべきで、その在り方は工学とは大きく一線を画すものである⁶¹⁾。農業は人間の生命・生活・地域のすべてにかかわり⁶¹⁾、その性質は他の産業と大きく異なる。医療は生命の保全に係るし、工業も物質的に生活を豊かにするが、生き方には直接関係を持たない。農学原論の著者である祖田は農業の定義を『地域を保全・活用して、人間に有用な生物を管理・育成し、それを通じて経済的価値、生態環境価値、生活価値を調和的に実現しようとする人間の社会的営為である』とし、3つの価値の調和的実現を目的として展開されるべきであるとしている³⁴⁾。

農村社会と農業は時代とともに変容し再編されていく、しかし、その根底に時代を超えて存在する農村社会や農村における生活の特徴や意義がある。農業は規模の大小、商品生産化の水準には差はあるにしても一般に家族的経営が支配的であるといつてよい³⁴⁾。家族農業経営は企業とは異なる行動理論をもち、「農家の究極目標は家族の健康と幸福な一生にあり、所得は中間目標に過ぎない」⁶²⁾⁶³⁾。所得が格段に少ないと家族の健康と幸福は達成されないが、かといって家族の健康を気遣いつつ、余暇を増やし、生活の質を高め、最終目標は家族福祉の最大化にあるといえる³⁴⁾。また、農業が営まれる地域は「生活の場」となっており、地域生態環境の中で生産活動（経済活動）とは相対的に独立した社会的・文化的領域に関する人間活動をいう。快適さや安らぎ、場所へのセンスや場所への愛着は単に重要であるだけでなく、これらが欠如することが経済的利点であり、空間的効率を大きなレベルで達成することができるように没場所性が追及される³⁴⁾。

日本の農業は本来環境の保全という意味で大きな意味を持っており、歴史的にみて日本における地域の農林業開発は自らが居住する地域に洪水などの災害をもたらさないように工夫しつつなされてきた。都市近郊では農業を継続することや環境を保全する役割、また、水源地としての役割が社会的評価を受け、中山間地域の保全に対して1999年に食料・農業・農村基本における中山間地域の条件不利性に対する直接支払い政策が導入された⁶⁴⁾以上のように、家族農業を基本とした農業および農村の再構築がローカルな地域とそれを基盤

とした暮らしを支えるうえで重要な要素となってくることは必至であり、その再構築には他の学問分野ではなく農学こそが大きな役割を果たすことができる可能性を秘めていることはいままでもないだろう。

5.2. 日本における食と農業及び農村の現状と問題点

上述したように、家族農業を基本経営体とした農業をいかに物質的豊かさを維持しながら農村で展開させていくかが持続的な社会の実現に重要である。日本の場合は社会への転換に何重もの壁が現時点では存在する。世界の科学者による人類への警告：第2版」が示す事態の悪化を防ぐための13の指針の一つに「植物中心の食事」があげられている¹⁹⁾。研究チームは、菜食を増やし肉食を減らすという大きな食習慣の変化が必要だと指摘する。また、食品廃棄の削減も重要視されている。しかし、日本をはじめとした先進国の食はグローバル化したフードシステムに支えられ、地域から大きくはみ出し、生産段階から消費段階に至るまで多大な資源、エネルギー、労力が投入され、維持されている現状がある⁶⁵⁾。そういった社会の構造ができてきた経緯と日本の農業および農村を取り巻く問題を列挙していく。

5.2.1 近代化によってもたらされた日本における食と農業の分断

日本をはじめとした先進国においては、約8割の人口が都市に暮らし、食料は遠隔の生産地から燃料を使って運ばれてきたものを自らが調理あるいは加工されたものを消費するのが常態化している。24時間電気を利用する暮らしを支えるためのエネルギーに加え、交通や通信に必要なエネルギー等々、人が都市で生活するだけで多量のエネルギーの消費を伴う。

自給自足的な農村での暮らしを離れ、賃金を得て日常の食が購入で賄われている。社会はグローバル経済にしっかりと補足された状態にあり、高度に複雑にそれぞれの仕組みが分化しリンクしあって成立しており、根本的な軌道修正を図りにくい状態にあるといえる⁶⁵⁾⁶⁶⁾。1920年から始まった国勢調査の約100年分の結果を日本の農村を中心とした社会変容について分析した徳野の報告によると⁶⁷⁾、この100年は大きく3つに分けることができ、①昭和初期の「百姓」という生業の時代における伝統的な小農の時代、②昭和後期（高度経済成長期）における産業化や都市化の影響を受け、農業・農民・農村が大変革に遭遇した時代。③平成期は、農的には完全に「食」と「農」が分断し、日本人が農作物をカネで買って食べる消費者と農産物をつくる農業

生産者に分離した時代、に分けられるとしている。社会的な最大の変化は国民の大多数であった庶民＝百姓（伝統的小農）が時代の変化の中で急激に大多数の「サラリーマン」（消費者）になったことである⁶⁷⁾。

この変化の背景には日本における産業の大きな変化がある。第二次世界大戦以降重工業の急速な発達によって都市における労働力不足が広まり、農工業間の所得格差や外国産農産物の流入による競合によって、農村労働力が大量に都市に流出し日本の農村と農業の衰退につながった⁶⁸⁾。経済成長に伴って食に関連する産業に従事する人々の中で食品を加工、流通・販売する産業に従事する人が増え、1970年代には7割近くみられた農林水産業の従事者の割合は、バブル崩壊後の1995年には約半分の37.3%に減少した。かつ就業人口においても、1970年代の1500万人から2010年の1100万人程度と約400万人減少した⁶⁹⁾。したがって、この50年間に食の生産者は、その割合も絶対数も劇的に減少した（図4）。

食料自給率と外食産業の規模の推移に着目すると、1960年代にカロリーベースで7割以上、生産額ベースでは9割近くあった食料自給率は、経済成長および都市化の進行段階にあった80年代から90年代にかけて減少し続けた⁶⁹⁾。一方、外食産業の規模は70年代半ばまでは4兆円以下であったが、80年代から90年代の半ばにかけて急速な拡大をみせ、90年代半ばのピーク時には30兆円近くにまでに達した（図5）⁶⁹⁾。2000年以降、GDPの成長が停滞するとともに外食産業の成長はストップし、

食料自給率の減少も下げ止まりを見せたが、最終的にはカロリーベースで4割を切るまでになってしまった⁷⁰⁾。この間、食料の生産・流通・消費の全体をつなぐフードシステムは急速に発達し、生産のモノカルチャー化（工業化）、食品の多様化、製造・流通・販売の巨大企業化（寡占化）がグローバル化と並行して進行した⁷⁰⁾。

現在の日本においては、第二次産業および第三次産業を中心とした産業構造を保っており、都会で暮らす約7割の人々は賃金で食料を購入しなければならない社会構造が出来上がってしまった。一方で、人口が減少した地方の農村においては、兼業農家によって農業が担われてきたものの⁷⁰⁾、農家の高齢化とさらなる過疎化の進行とともに耕作放棄地の拡大などの問題が顕在化している⁷¹⁾。特に、水田を支える水系を維持する上で重要な役割を果たしてきた中山間地域の農村の過疎化の進行は深刻で、限界集落と呼ばれ消滅の危機が叫ばれるようになった⁷²⁾。

5.2.2. 企業の農業の推進を進める日本の農業政策

農業者の経営環境整備や農業の構造的問題解決を目指して改正農地法（2009年、2016年）⁷³⁾や農業就業競争力強化支援法（2017年）などが施行された⁷⁴⁾。これによって硬直している農業を効率化し、生産性を高めようとするもので規制緩和を含む既存システムの再編、農業の大規模化や企業参入が行われた⁷⁵⁾。しかし、農業の担い手に関しては企業の経営への移行が試みられてはいるが未だ家族経営が中心である⁷⁵⁾。現在日本の農業

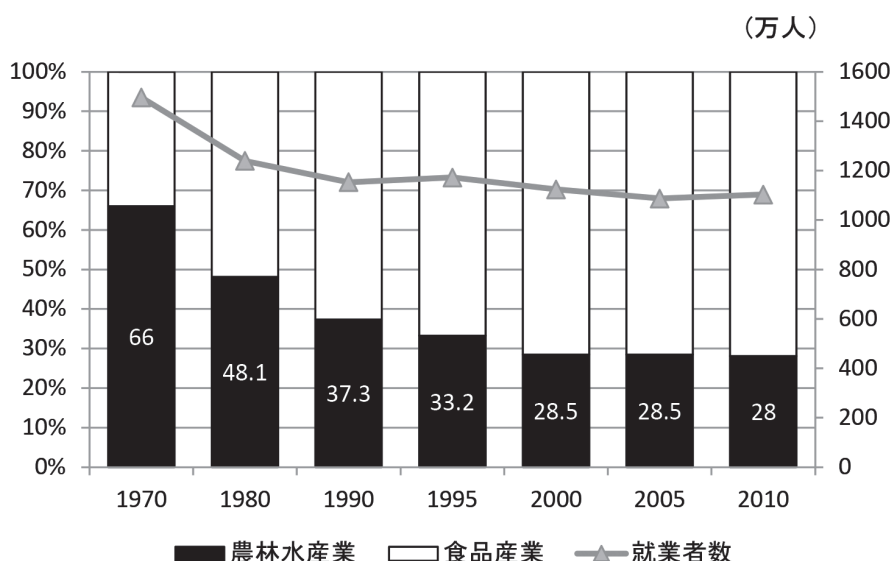


図4. 日本のフードシステムの就業者の人数と割合

（データ出所）時子山・荏開津 2013

（注1）農林水産業従事者の分類は「国勢調査」の分類に依拠する（時子山・荏開津 2013）。

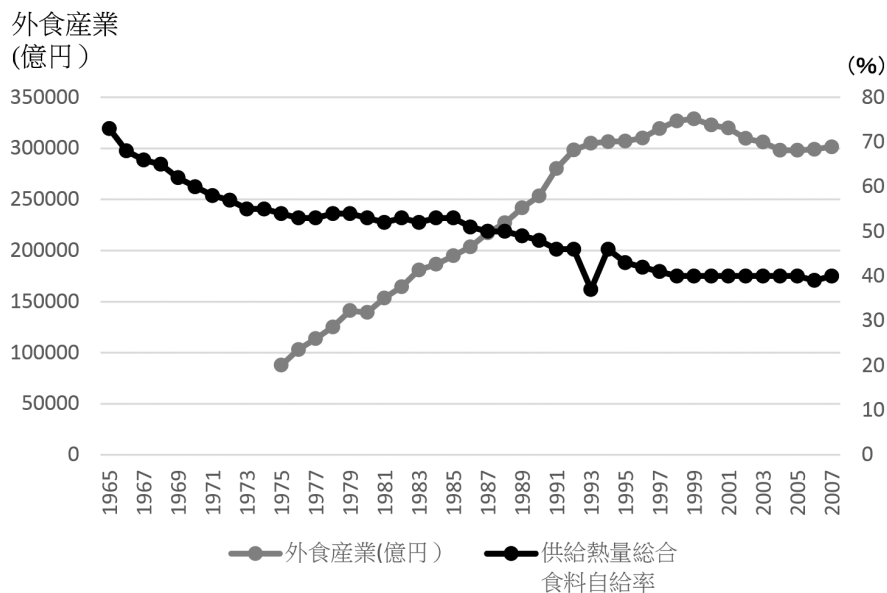


図5. 日本の食糧自給率と外食産業の規模の推移

(出典) 農林水産省ホームページ

http://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/h24_h/trend/part1/chap2/c2_2_00.html

(出典) 公益財団法人食の安全・安心財団 <http://anan-zaidan.or.jp/data/>

(注1) 自給率と外食産業のデータの出どころは異なるが、1960年代から2000年までの間に外食産業の成長と自給率の推移との関係を示すために同じグラフにまとめた。

は危機的な状態にある。農業就業人口は2000年の389万1000人から18年には175万3000人と半減し、このうちの65歳以上の高齢者が120万人に上る。また、農業による収入の平均も低く⁷⁶⁾、一時間あたりに換算すると722円、生産者の所得も95年では一経営体あたりで891万7000円であったのが17年では526万円になってしまっている⁷⁵⁾。農業全体の産出額を見ても1990年のピーク時で11.5兆円と17年の9兆2742億円の内訳をみると、畜産だけは3.1兆円から3.3兆円と増加しているが、米、野菜、果実は顕著に減少しており、90年の6.8兆円から17年では5兆円に落ち込んでいる。農産物の作付面積や生産量も減少の一途をたどっているが、深刻なのは耕作放棄地の増加で、その面積は43万3000ヘクタールに上り、滋賀県の面積に匹敵するという⁷⁶⁾。過酷な労働、明らかな低収入のまま働き続けてきた生産者が高齢になり、疲弊し、後を継ぐ後継者も育たず農地を放棄するといった現状があることを示している。

経済成長を重視する安倍政権下においては、さらに経済成長を高く掲げた農政が前面に出され、農業生産全体がマーケティングに対応した方向に向かうべきだとされていた。このような特徴を持つ農業政策に対する生源寺の評価は以下のように非常に厳しいものである⁷⁷⁾。農協改革においても所得増大に最大限努力することを歌うようになり、途上国型の協同組合からの脱

皮という側面がある一方で、水田農業は兼業化によって農業の構造改革が半世紀くらい先補送りにされてきた。新自由主義を前面に押し出して日本の農業を破壊してきたとの評価もあり、自給率の低さが危惧され続けている状況があるにもかかわらず、農業などの食料安定供給関連の予算は9800億円で一兆円にも満たない一方で、防衛費は5兆円に上っている¹³⁾。国があつてのグローバリズムであると考えないといけないにもかかわらず、自民党の政策を左右しているのはアメリカである⁷⁷⁾。潜在的な供給力という意味では自給力指標は非常に大事であるが、農地あるいは農地にできる場所を耕作する人がいるという前提で指標が計算されているが、その前提が満たされなければ机上の計算でしかなく、実際の意味を持たない数値となってしまう⁷⁷⁾。EUでは農村政策の重要性がいわれ、積極的に政策が展開されているにもかかわらず、日本では後退しており、毎年8万トンずつ主食用コメ生産が減少し、それを飼料用コメに置き換えていくことになっているとある⁷⁸⁾。

6. 21世紀における持続的な社会の実現へ向けた農学のあり方：ローカルレベルでの生産—流通・加工—消費のシステムの構築に向けて

日本の農村の現状や食料政策の現状を考えると持続

的社會には多くの壁が存在し、その実現には壁を一つ一つ超えていかなければならない。しかしながら、一方で、少しずつではあるが、日本の農業や農村に持続的社會の実現に向けて望ましい変化も見られる。以下では、それらの変化について言及する。

6.1. 近代化への反動：持続的社會の実現に向けて農業と農村の希望が見える変化

食品加工業、食品販売業など食に関する多様なアクターの存在や、都市への過剰な人口集中と過疎化が進む農村などを踏まえると、先進国における「植物中心の食事」の実現には途上国よりも大きな壁があると考えられる⁷⁵⁾。都会の消費者は美食や安さ手軽さ見栄えなど環境や生産者に配慮しない消費行動⁷⁹⁾⁸⁰⁾をとることでますます自らの国の農業や農村の衰退に追い込むことになっているのではないだろうか。しかし、一方で、このような状況に対して希望が持てるような動きもみられてきており、日本の農村や農業も変化の過渡期にあるといえるのかもしれない。

川内の著書には、高い技術や独自の市場と流通の開拓、農村における農業を基盤としつつも民宿を営むなど多角的に経営するなど従来の農業の常識にとられない斬新な発想で独自の農業を営んでいる新しい農家が紹介されており⁷⁵⁾、耕作放棄地の増加や農産物の輸出入の自由化、後継者不足など、日本の農業を取り巻く厳しい現状を鑑みつつも、凋落に歯止めをかけるための種はすでにまかれているとしている。また、日本では首都への人口集中が続いている一方で、農業と農村をめぐる様々な動きが起きている⁷⁰⁾。IターンやUターンで退職後都会から農村に移住し農業に就業する中年世代、都会で生活しながらも農村と都会を行き来し農業を楽しむ人たちの存在や、若い世代の農山村への移住も見られ¹³⁾⁸¹⁾、ワーク・ライフ・バランスのとれた生活を送ろうとする人たちも現れているという⁷⁸⁾。フランス、ドイツ、イタリア、イギリスなどの先進国では1980年代から都市部への人口の集中は緩和され、「逆都市化」の動きが見られる⁸²⁾。

こういった動きに追い風となるような国際的な動きも見られ、2017年12月に、一方的な農業技術支援への反発も発端となった「小農と農村で働く人びとの権利に関する国連宣言（小農の権利宣言）」が賛成多数で可決された。同宣言は小農と農村に働く人びとが保証されるべき権利として、生存権、生活の質の向上への権利などの他に、農業生産の手法への権利、種子と伝統農業の知と慣行への権利等々があげられた⁸³⁾。日本

においても小農学会や農民組織、漁民、林業従事者など第一次産業に携わる人々やそういった人々が所属する団体等が加わり、家族農業の会が発足されたり、また、国際的な活動と結びついた動きも見られたりしている⁸³⁾。

6.2. 持続的社會の構築に向けた農学の可能性と問題

共生社會、成熟社會等々持続的な社會の在り方を構想した持続的社會の在り方に関する理論で共通しているのは地産地消を基本とする地域社會の創造を目指すという点である。このような社會の実現に農学は大きな役割を果たす可能性を秘めている⁹⁾³⁴⁾。なぜなら、農学は自然科学系に加え人文社會学系の分野まで含めると一つの大學が作れるほど幅広い分野を含み、現代の社會や農村が抱える問題を総合的な視点から分析、解決策の考案を行うことができるからである⁹⁾¹⁰⁾。しかしながら、現在の農学は持続的社會の実現に向けた貢献を考えると、望ましい状態にあるとはいえないだろう。ここから持続的社會の特徴と現在の社會の違い及びそれぞれの社會における農業の役割とその発展に向けた農学の役割の違いに言及し、現在の農学が抱える問題点を挙げ、整理する。

6.2.1. 近代農学の問題

全国の農学系の大學で主流となっている近代農学の基礎は近代科學の思考が根底に流れている。そして、この近代科學の根本的な考え方が近代農学の特徴を作り出しているとともに、環境問題を引き起こす要因の一つともなっている。近代科學的自然觀の基礎とされるデカルトの思想は人間と人間以外、生命と非生命の間には本質的な差異はなく、連続的に把握されるという見解を持ち、動物は機械と同じように理解できるという世界觀が基になっている。生物はアルゴリズムであり、心や「意識」「主觀的經驗」を価値のないものとして捨て去ることができるとする研究者も存在する⁸⁴⁾⁸⁵⁾⁸⁶⁾⁸⁷⁾。動物を機械のように考え、人間のために利用できる対象であると考えような思想を根底にもつ近代農学の特徴が近代農学の技術に結び付き、どのような問題点として顕在化しているのかを以下に述べる。

6.2.2. 工業的農業の特徴と環境問題

農学は、産業革命以降飛躍的に發展し、マルサスの懸念にもかかわらず、食料生産は世界規模で見ると、人口増加以上に増産された。その發展は、農地拡大のための森林の伐採や集約的な農業を支える地下水

の利用等にみられる自然開発^{88) 89)}、近代科学技術の進歩、農学及び関連産業の発達に基づいている。さらに土壌の重金属汚染^{90) 91)}、塩類集積^{92) 93)}、砂漠化⁹⁴⁾、生物多様性の減少^{95) 96)}、遺伝資源の消失⁹⁷⁾、地球温暖化等^{98) 99) 51)}工業的農業の拡大によってさまざまな環境問題が引き起こされてきた。近代農業は化学化（化学肥料と農薬の多用）、機械化、施設化（灌漑施設、温室など）といった、いわゆる農業の工業化によって、単収増大、大規模化、大量生産、労働生産性の向上を成し遂げてきた⁸⁹⁾。近代科学を基礎として生産性および効率性を重視した結果生み出されてきた技術は、多頭羽効率飼育、大規模なモノカルチャー化、連作化及び化学肥料の多様化など病虫害の発生を促し、飼料への抗生物質等の薬剤の混入や作物栽培への農薬の多用などを促進させた³⁴⁾¹⁰⁰⁾。さらに地球環境へのインパクトも大きく、アメリカの農業では農業機械を用いるため食物カロリーとして収穫されるエネルギーの5～6倍の化学燃料カロリーを、またイギリスは3倍のカロリーを消費しているといわれている³⁴⁾。前述した窒素肥料は自然の窒素循環系の容量を超える5,000万トン相当の窒素として河川や海洋に流出し、富栄養化の原因となっている¹⁰¹⁾。「世界の昆虫の40%以上が今後数十年のうちに絶滅するおそれがある」とする論文が米科学誌「バイオロジカル・コンサベーション」に掲載された¹⁰²⁾。昆虫減少の主要因として、集約農業や都市化に伴う生息地の消失、農薬や化学肥料による汚染、病原体や外来種などの生物学的要因、気候変動という4点を指摘しており、昆虫の減少を食い止め、生命維持に不可欠な生態系を保護するためには、現在の農業を見直すべきだ」と主張している。「世界の科学者による人類への警告：第2版」¹⁹⁾においても、「持続不可能な農業」は人類の未来を脅かす人間活動として挙げられている。

6.2.3 農学の技術の社会的意味：技術（手段）先行型の解決策

医療分野において巨額の資金を投入し特定病因論を根拠にして医療技術が開発されているにも関わらず、アメリカにおいては社会全体の平均寿命の伸長には貢献できていない現状を紹介したが、農学における技術開発においても同様の状況にあるのではないだろうか¹³⁾。

例えば、農水省の委託研究事業において農業分野における革新的な気候変動緩和技術の開発（新規：平成31～35年度）¹⁰³⁾として「農業分野からの温室効果ガス（メタン及び一酸化二窒素）排出削減のため、1. メタ

ンの排出が少ないイネ品種作出のためのDNAマーカー及び育種素材の開発、生物的硝化抑制（BNI）効果を活用した施肥量と一酸化二窒素の排出を削減する技術の開発と畜産分野における気候変動緩和技術の開発（継続：平成29～33年度）2. 畜産分野からのGHG（メタン、一酸化二窒素等）の排出削減のため、GHGを低減する飼養管理技術（家畜排せつ物管理を含む）の開発、GHGの発生が少ない牛の生体・個体差等に関する研究開発、畜産システムとしてのGHG削減方策に関する研究開発」が実施されている。

我が国の水稲稲作に関していえば、後継者不足の中高齢になった農業従事者がやっと水田を維持している現状や耕作放棄地の問題、飼料米の栽培が増加してきている現状⁶⁴⁾⁷²⁾¹⁰⁴⁾に加えて、中山間地域では限界集落の問題も深刻化しており地域によっては灌漑を維持することが難しい社会状況がある。このような状況がある中で温室効果ガスの削減の目的のために稲作に着目し水田からのメタンガスの排出を抑える品種を開発する社会的意義はどれほどあるのだろうか。コメは多くの場合食用として作られているのであって、環境保全のために栽培されているのではないだろう。温室効果ガス削減のために開発された稲の品種を栽培するモチベーションをやっと水田を維持し続けている農民はどのように持てばよいのだろうか。さらに極論すればこのまま水田を耕作放棄する人が増え続ければ（水系の維持等には深刻な影響が出るだろうが）日本におけるこの問題は軽減されていくのではないだろうか。

また、2. 牛の飼養に伴うメタンガスの排出削減技術に関しても「日本の畜産経営から排出する温室効果ガスは、家畜の消化管内発酵と家畜排せつ物管理を合わせて1435.6万トンCO₂eqであり、農業区分からの排出（2760万トンCO₂eq）の約半分を占め、日本国温室効果ガス総排出量（13億5700万トンCO₂eq）の約1%である。日本は農業活動が主要な国内産業ではなく、その割合は比較的小さい。（18年度算定値、環境省GIO）」とある¹⁰⁵⁾¹⁰⁶⁾。

上にあげた技術開発は技術の開発そのものが目的で、対象とする社会の問題解決に真に資するために行われているとは考えにくい。これらの技術開発では「気候変動緩和技術→温室効果ガスの削減技術→（牛の飼養+稲作）に伴うメタンガスの発生抑制技術」といったように特定の技術という手段の開発が先に立ち、社会的効果や意義との関係が単線的なつながりでしか描かれていない。医療や健康は社会システム全体とのかかわりにおいて把握され構想される必要があるにもかかわらず

らず、医療技術開発の研究が特定の病気の治療法や治療薬の開発に終始し、健康の促進や寿命の伸張という本来の目的の実現につながっていないアメリカの医療技術開発の例と似ているのではないだろうか。問題解決＝即特定の技術開発という流れはまるで複雑な社会問題を単純化・矮小化して専門領域に押し込むことで個々の技術開発の必要性は議論されることなく所与のものとして扱われているように見える。東南アジア等への技術の応用も言及されているが、対象とする社会が異なれば、消費者が好む品種の特性や現地の環境や栽培条件、飼育条件等だけでなく、社会情勢に応じた解決策も異なってくるだろう。

環境問題を実際に解決していくためには本来は社会の中で環境問題に含まれる事象を列挙し、社会システムとの関連も含めて、それぞれの関係や問題が生じる原因及び背景を整理し、農業分野において環境問題を解決する必要がある社会的な解決方法(条例、法令等)も含め最も効果的な手段や経路を考案し、さらに技術開発が必要ならば、技術の種類を選択し、開発の方向性を考えるというような手順で行うべきではないだろうか。それぞれの技術開発自体を批判するわけではないが、生産現場への適応を目指した品種や技術創出に目標を設定するのであれば、当然社会や生産現場の現状に照らし合わせてその技術開発の必要性やその持続性を十分考慮したうえで行わなければならないのではないだろうか。対象とする社会や農業・農村の現状を顧みず続けられてきたこういった技術開発先行型の課題設定や問題解決の方向性が農業の現場と農学との乖離を生む原因の一つになっていると考えられる。

6.2.4. 要素還元主義と専門分化が進んだ農学と農学教育

農学と実際の農業や社会との乖離については農学の中からも批判¹⁰⁷⁾や現状を変える試みはなされてはいるようだ。2016年の日本作物学会のシンポジウムの「これからの農学教育を考える」というテーマにおいて門間は「21世紀の農学には地球環境や資源の安全問題、安全・安心な食料を持続的に生産・加工・中枢できる技術やシステムの解明、環境共生型の食料飢餓の克服システムの開発、人類の健康を支える食と食文化の解明、人間ばかりでなく多くの生命が快適に共存できる地球環境の創造など要素還元主義的な方法だけで解決することが困難な問題が横たわっており、こうした高度に複合された問題の解決には常に実社会の問題を観察と実験を基本として理解解決する実学としての農学の「新

たなパラダイム」を創造することが必要である。」と述べている¹⁰⁸⁾。また、畜産の分野においても平成27年度畜産学教育議会シンポジウムにおいて「畜産学教育の実情とこれからの方向性として」というテーマが設定されている。「東大における畜産学教育」として、「低コスト型・地域自給飼料生産システムの確立」の実現を目指した試みが「内地型循環型農法の早期確立と笠間・東大マロンボーク」¹⁰⁹⁾や宮崎大学の「産業コンサルタント育成プログラムのコンセプトと具体的な講義内容」として「輸入飼料に依存せず自給飼料生産に基盤を置いた低コスト・省力化の元で限られた自給資源をリサイクルさせる科学の確立の試み」¹¹⁰⁾とした農学と社会を結ぶ試みの例が紹介されている。

一方で、畜産分野における具体的な教育内容や実習内容は、「これからの畜産学教育を考える」という佐藤(2017)¹¹¹⁾の論考中の東京農工大学の例を見ると(表2、表3)、各専門に基づく知見や分析技術の習得に終始しているようだ。畜産の授業でも社会に関係する授業といえるのは農業経営学が主で、実験の内容では植物としての作物や動物としての家畜等に関して基礎的な知識を身に着けることが大半を占めているようにみえる。「本学は実学に重きを置く校風であることから、畜産に関しても現場の状況も踏まえつつ教育を展開しており」¹¹¹⁾としつつも、現場は研究所や個別の農家レベルまでで、学生が農業が営まれる地域社会、生産物が加工・消費されるまでの経路や場としての食の実態にまで目を向け、それを自らの研究と結びつけて考えることができる力を身に着けられる構成になっているのか大いに疑問がのこる。

自然科学は複雑な自然現象を各要素に還元し、実験を通してそこに働く法則を発見すること、すなわち要素還元的な法則の発見にその本質と使命がある³⁴⁾。農学の中でも特に自然科学に属する分野においては農業生態系を構成する自然現象も自然科学の基本に基づき要素還元的法則の発見が目指されている面が大きい。表1は祖田の農学原論にある農学の各専門である。作物の生産に関する専門だけでも9つあり、これを見ると農学の専門がいかに細分化されているのかが分かる。

図5¹¹²⁾はある時点での農業システムの主要な決定因を列挙したものである。図5と表1³⁴⁾の農学における各専門及びその中の畜産分野の教育内容としてとしてあげられている表2、3¹¹¹⁾を見比べてみると自然科学の各専門は農業システムを構成する物的要因の一部あるいは生物的要因のほんの一部分を扱っているだけで、さらに実験の内容として挙げられている項目に至って

表 1. 現代農学の体系

農学原論	農学史・農学論・農林水産業の本質、農学の課題、研究方法、価値目標、体系に関する学
生物生産環境学	生物生産をめぐる基礎的環境諸条件に関する学 気象学、宇宙情報学、水文学、土壌学、雑草学、鳥獣害学、害虫(昆虫)学 農地生態学、森林生態学、海洋生態学 微生物環境学、栽培植物起源学、地球環境学、地理情報システム学
農学生命科学	分子、細胞レベルでの生物機能の解明と利用の学 応用生化学、分子細胞育種学、生物情報学、微生物科学、生物機能科学、 食品生命科学など
生物生産学	植物・動物・海洋生物・微生物の育成、管理、利用の管理に関する学 作物生産学 作物学、育種学、果樹、そさい、花卉、園芸学、栽培学、熱帯農学、乾燥地農学 森林育成学 森林学、育林学など 動物生産学 遺伝育種学、生殖生理学、動物生産管理学、獣医学など 海洋生物学 海洋生物資源学、海洋資源利用学、水産資源管理学など 微生物生産学等 酵素化学、微生物育種、発酵化学、醸造学など
関連産業学	生物生産を支える資源産業及び生物材料の流通・加工に関する学 農芸化学 肥料学、農学学、化学生産資材学 生物生産機械学 生産・加工機械学、施設工学、作業システム学 生物材料加工学等 食品加工学、食品化学、食品機能学、食品栄養学 木材加工学、水産物加工学、薬用生物学、 製薬学、天然繊維工学、バイオマス変換学
生物生産 社会・経済学	生物生産・利用をめぐる経営、経済、社会、文化に関する学 人口学、食料経済学、農林環境経済学、農林水産経済会計学、農業金融学、生物資源経済学 経営情報学、地域経済学、農村社会学、都市・農村関係学、国際農林水産経済学、農史学、 農業地理学、生物倫理学、家政学(家庭経営学)、食文化学、健康学など
環境創造学	生物生産・生活・環境の総合的整備、保全、修復に関する学 環境整備学 農地整備学、水環境工学、地域環境創造学、森林環境学、 造園学、環境デザイン学、景観学、農村地域計画学など 環境保全・修復学 水質保全学、緑地環境保全学、森林・山地保全学、地域環境保全学、 砂漠化防止学、乾燥地緑化学、農地修復学、水質浄化学、大気浄化学、 リサイクル利用学など

(出典: 祖田、2000)

は実際の農業のどの部分を分析するためのものか非常にわかりにくいことが分かるだろう。したがって、一つ一つの専門からでは対象とする社会の中の農業システムの一部しか扱えておらず、ましてや社会の中での食の生産から消費まで全体像は専門に偏った知識では理解が困難であることは容易に推測できる。

「現状として家畜をまじかで見ることがない学生に対して「家畜の外部形態(形態分野)」としてウシ、ヒツジ、鶏、ヤギ、馬の外部形態や対応を観察するとともに体高、体長、胸囲、腹囲を測定し、実際に食卓にある乳・肉・卵が家畜によって生産されていることを実感してもらう。」ともあり¹¹¹⁾、今日的な農学における人材育成の難しさがあるのは理解できる。が、「高度に複合された問

題の解決には常に実社会の問題を観察と実験を基本として理解解決する実学としての農学」¹⁰⁸⁾を実践する農学研究者が育成されるには、理系の分野といえども食に関して生産から消費までの一連の流れ等社会により関心をもち、その中で技術がどうあればよいのかについて考えが及ぶような総合的な教育あるいは研究の体制が必要なのではないだろうか。

7. 持続的社会の実現に向けた農学のあり方についての一考察

むすびにかえて

西洋を起源として人間至上主義を背景に持つ近代と

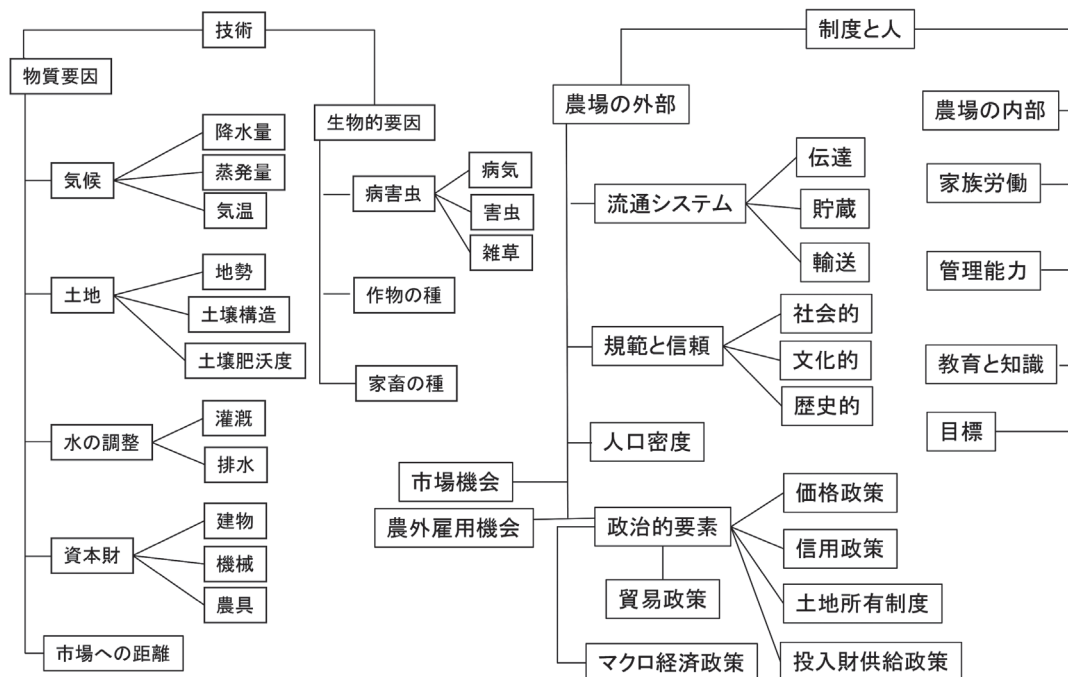


図5. ある時点での農業システムの主要な決定因

(出典：G. W. ノートンら 2012)

表2. 東京農工大学生物生産学科の専門カリキュラム

学科共通科目	生物生産学原論 ¹⁾	植物生産系科目	植物生理学 ²⁾	農業経営経済系科目	農業経済学 ²⁾	
	情報処理学 ²⁾		植物分子遺伝学 ²⁾		農業経営学 ²⁾	
	生化学		植物生態生理学 ²⁾		食料システム経済学	
	農業微生物学		作物学 ²⁾		農業市場学	
	分析科学		植物栄養学 ²⁾		国際農業開発論	
	農産物製造学		園芸学Ⅰ ²⁾		農業数量経済分析	
	生物統計学		園芸学Ⅱ ²⁾		農業資源経済学	
	生物生産英語入門		植物育種学 ²⁾		サステナブルツーリズム論	
	AIMS-I		植物生態学		農業経営経済学総合演習	
	AIMS-II		畜産学総論 ²⁾		農村社会調査実習	
	農業分野専攻実験・実習		農業昆虫学 ²⁾		新領域科目	バイオマスエネルギー論
	生物生産学実験基礎 ¹⁾		家畜形態・生理学			遺伝債い棒工学
	アグリバイオ実験		農業昆虫学Ⅱ			生物生産学特別講義Ⅰ(環境系)
	学外実習(農家)	家畜飼養学	生物生産学特別講義Ⅱ(植物系)			
	学外自習(研究所)	家畜繁殖学	生物生産学特別講義Ⅲ(動物系)			
	卒業論文	家畜育種学	生物生産学特別講義Ⅳ(経済系)			
	生産技術環境系科目	作物栽培学 ²⁾	蚕糸・昆虫利用額	食糧リスクアナリシス		
		土壌学 ²⁾	家畜衛生学	地域パートナーシップ論		
		土壌物質循環・肥料科学 ²⁾		動物福祉論		
		作物保護学 ²⁾				
灌漑排水工学						
生物生産環境学						
農地工学						
フィールド実験実習Ⅰ ¹⁾						
フィールド実験実習Ⅱ ¹⁾						

1) 必修科目

2) 学科推奨科目

■ 網掛けは畜産関連科目(一部含む)

(出典：佐藤 2017)

表3. 東京農工大学における生物生産学実験基礎の内容

ガイダンス	
データのまとめ方	実験に必要な統計やデータベースを学ぶ
生物生産生理学実験①光合成関連酵素、色素の定量1	炭酸固定酵素、クロロフィル含量の測定、葉の粉碎、抽出
生物生産生理学実験②光合成関連酵素、色素の定量2	炭酸固定酵素、クロロフィル含量の測定、定量分析
生物生産に関わる量的遺伝子座解析	イネのデータを用いてQTLの解析を行う
植物ゲノム解析	イネのゲノムを例にして、インフォマティクスの基礎を学ぶ
昆虫の整理・体液	蚕の血球を観察し、昆虫血球の機能および遺伝性を学ぶ
蚕の体液タンパク質構成成分の変動	昆虫体液中のたんぱく質成分の変化を電気泳動法で解析する
遺伝子学の基礎①メンデルの法則	突然変異系統を用い、その交雑実験によりメンデルの法則について
遺伝子学の基礎②連鎖と組み換え	突然変異系統を用い、その交雑実験により遺伝子の連鎖と組み合わせについて
遺伝子学の基礎③染色体とその遺伝	突然変異系統を用い、その交雑実験により伴性遺伝と限性遺伝について
植物科学実験①酵素の抽出と粗精製	イネ種子中のフォスファターゼを抽出し塩析法で粗精製する
植物科学実験②酵素の至適pHの解析	粗精製した酸性フォスファターゼの至適pHを調べる
植物科学実験③酵素反応速度論	粗精製した酸性フォスファターゼのKm値を求める
園芸学実験①組織培養1	培地作成
園芸学実験②組織培養2前半	外植体の調整と培地への植え込み(前半)(後半)
園芸学実験②組織培養2後半	外植体の調整と培地への植え込み(後半)(前半)
畜産学実験①細胞培養1	鶏胚を観察するとともに、筋肉細胞を酵素消化により分離する
畜産学実験②細胞培養2	培養した骨格筋細胞を観察し、RNAを細胞から抽出して、観察する
畜産学実験③反芻動物の消化試験	反芻動物と単胃動物の違いを観察し、乾物消化率を求める
畜産学実験④鶏の耐糖機能試験と代謝酵素	動物血中グルコース濃度の調節作用、動物組織の形態を観察する
土壌養分分析①	土壌資料採取・調整、乾燥密度の測定
植物の遺伝子発現解析	いろいろなストレスを与えた植物における遺伝子の発現を観察
園芸学実験③ 果実のエチレン・CO ₂ の定量	カスクロマトグラフィーを用いた測定と定量
土壌養分分析②	土壌pHの測定、可給態窒素の特定
土壌養分分析③	可給態リン酸の測定
土壌養分分析④	交換性カリウムの測定
土壌養分分析⑤	肥沃度評価
卒論発表会参加	
実験まとめ	実験の総括(実験でのポイント、理解度、レポートの評価基準等)

網掛けは畜産関連科目(一部含む)

(出典：佐藤 2017)

いう時代は、先進国を中心に今行き詰まりをみせているとあっていいだろう。環境の問題は深刻さを急速に増しており、我々は今次世代の未来を左右する分岐点に立たされており、我々のこれからの行動が人類の行く末を大きく作用するという¹³⁾⁵²⁾⁶⁵⁾。近代においては経済成長や物質的な豊かさ、利便性の追求が発展と位置付けられ、その方向で社会進化がおすすりされてきた。先進国が近代化ししていく中で科学とそれを基礎とした科学技術は国家や産業と結びついて経済的な発展を支え、物質的に豊かで便利な生活を人々にもたらした。しかし、その裏では環境を豊かさや便利さを追求するために犠牲にし、近年では温暖化を中心とした環境問題は深刻さを増し、様々な場面で研究者が警告を発し続けている¹⁹⁾²⁰⁾。さらに現行のグローバル経済の仕組みの元では経済的な格差はさらに広がるだろう¹¹⁾²⁶⁾。われわれは人類の共存と次世代の繁栄のために発展の方向性を修正すべき時に来ているといえるだろう¹³⁾⁵²⁾。

工業は産業革命以降のわずか数百年間に発達し、都市化の推進とともに物質的に豊かで便利な生活の実現を可能にしてきた。対して、農業は1万年以上前のは

るか昔から受け継がれ食事と農業、地域社会と密接な関係を保ちつつ維持されてきた。農業は近代化を経て工業や科学が発展した近代社会で生きる人々の生命の根幹を支える産業であり続けており⁵²⁾、農業とそれを支える農学は次の社会を構築していくうえでも大きな役割を果たすだろう⁵²⁾。

しかし、先進国を中心に近代化とともに農村から都市への人の流出が続いており、農村の人口は減っている⁶⁵⁾。図6aに示したように近代化が終わったわが国では7割もの人口が都市に暮らし、農業以外の第二次及び第三次産業を中心とした産業に従事し、農業就業人口は今や5%を切っている中で6割以上の食料が海外から輸入され賄われている。加えて、その貴重な国内の食料生産を担う約5%の農民も高齢化や後継者不足に悩んでいる状態にある⁶⁵⁾。しかしながら、農学研究の現場においてはそうした社会の実態を深刻に受け止め、改善を試みるための努力よりも、作物や家畜は人間が利用すべき存在として遺伝子レベルまで分析され、研究者が望んだ形質を持つものに作り替えられる¹¹⁾¹³⁾など、分野の中で最先端であったり、科学として優れていると評価されたりする研究が好まれる傾向にあるのでは

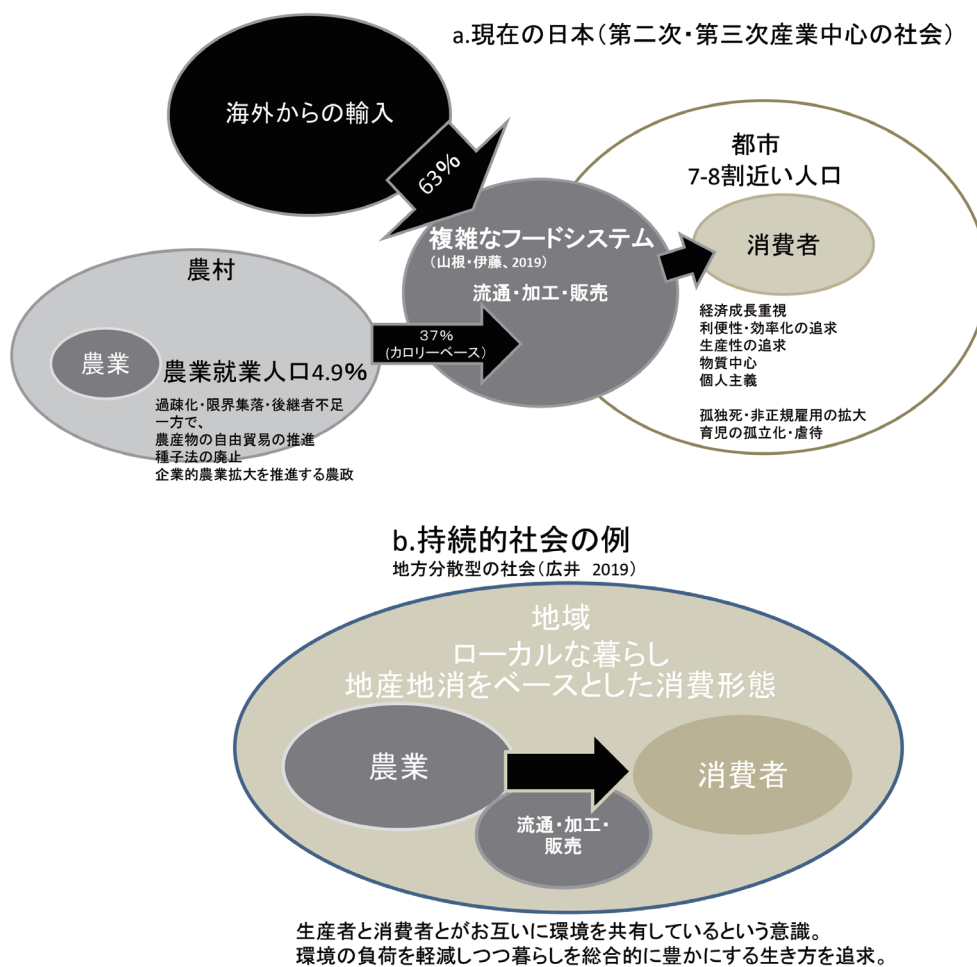


図6. 現在の日本社会と持続的社會における食のシステム(出典：山根作成)

ないだろうか。まさに、現在の日本の農業と農学との関係は「農学栄えて農業減ぶ」¹¹⁴⁾という言葉がさすその状況にあるといえるだろう。問題解決のための技術開発は本来手段であって学問の目的ではないはずである。しかし、特に理系の農学では実験のための技術あるいは知識の習得が主な研究や教育の内容となり、実態としては手段が自己目的化し、技術の開発自体が研究の最終目標に据えられてしまっている傾向にあるのではないだろうか。また、自らの研究の意義を正当化するため、実際の社会問題の中の自らの研究に都合の良い部分を取りあげるといって自己完結型の研究も一定数あるようにも見受けられる。農薬や遺伝子組み換え、ゲノム編集についても社会的責任が軽視されてきた理由の一つに進歩信仰があるが⁸⁵⁾、科学的な好奇心は時に社会的責任について無自覚になりがちで⁸⁵⁾、盲目的に従来の進歩を善とする考え方はもはや成り立たない時代の局面に差し掛かっていると見えるだろう。図6 bは持続的社會の一例としての広井の地方分散型の社會に

における食料システムと、表4には広井らの研究から著者が考察した理想的な食料システムの特徴を一例として現在の日本の食料システムとの違い明らかにするために整理したものを示した。実際には地域によってその在り様は多様であろうと推測される。これからの農学の研究者に必要なのは、社会における食とその生産の現状、問題の背景や本質、構造を総合的かつ深く理解し、理想的なあり方や適切な問題解決の道筋を考える力がまず必要だろう。それぞれの研究者がその理想の実現に向けて必要な道筋を考えその実現に向けて研究を遂行することが農学の本来の役割ではないだろうか。

世界に食料を供給し、持続的な方法でそれを実現するには、食料システムの緊急かつ抜本的なシフトが必要である⁹¹⁾。変革のための行動は、経済的、社会的、環境的側面の相互の関連を考慮した複雑な目標に対処しなければ効果は発揮できないだろう⁹¹⁾。著者は本稿において、近代農学における技術開発そのものを批判

表4. 現在の日本社会とポスト資本主義社会(持続的社会の一例として)における食と農業のシステムの特徴

	現在の日本 第二次産業・第三次産業主体の社会	ポスト資本主義社会 暮らしに着目する考え方
人口割合	都市:農村 7-8割が都市で生活	東京をはじめとした大都市への一極集中ではなく 地方分散型の社会構造へ ⁽¹³⁾⁽⁵²⁾⁽⁸¹⁾
食料の供給元	海外>>国内	可能な限り国内、ローカル中心 ⁽⁵²⁾⁽⁸¹⁾
食品業界における人口構成	流通・販売・加工>>生産者	流通・販売・加工≦生産者
社会あるいは人々の生き方の特徴		
都市	経済成長重視 ¹³⁾ 個人主義 利便性・効率化の追求 孤独死 生産性の追求 育児の孤立化・虐待 物質中心 非正規雇用の拡大	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; font-size: small; margin-right: 5px;">社会の型</div> <div> 環境の負荷を軽減しつつ暮らしを総合的に豊かに する生き方と地域形成を追求³⁴⁾ 価値観の多様性を容認しつつも、共生を意識した 社会及びコミュニティづくり⁽¹³⁾⁽⁵²⁾ </div> </div>
農村	農村の疲弊 過疎化・限界集落・後継者不足 ⁷¹⁾⁽⁷²⁾ コミュニティーの衰退により主に水田を基盤として保た れてきた水系の維持が困難 ⁷²⁾	
食の特徴と問題	食と農の分断→環境への配慮が難しい ⁽⁶⁹⁾⁽⁷⁰⁾ 消費者や市場の都合優先 ⁷⁹⁾⁽⁸⁰⁾ 季節感のない食 ⁽⁶⁵⁾⁽⁷⁹⁾ 美食・美しさ重視 ⁽⁶⁵⁾⁽⁷⁹⁾ 規格・品質に外れた生産物は廃棄 外国に依存した食のシステム維持 ⁶⁹⁾	地産地消をベースとしたシステムの構築 ⁸¹⁾ 消費者も生産者と環境を共有しているという意識をはぐくむ ⁸²⁾ 季節や環境にできるだけ負荷のない消費行動 加工や流通をできるだけ抑え、規格や品質に対しての規制を緩 やかにする 外国からの食糧の輸入をできる限り抑える
農業の特徴	市場の都合や規格・品質あるいは消費者の嗜好合わ せるために見た目や企画を重視 ⁷⁰⁾ 薬剤やホルモン剤等の多用 生産性や効率性を重視 企業的農業の推進: 収益重視の農業	生産性を追求するのではなく、農業やホルモン剤などの生 態系や生産物を通じて環境や消費者の健康に影響を与え る投入財の軽減あるいは適切な使用を試み、流通や加工 販売においてもフードロスや過剰包装等の無駄をなくす方 向性を目指す
農学研究の方向性:	生命を道具のように扱い、生物や自然を人間の都合の 良いように作り変えてもよいという思想 ¹¹³⁾ 生産性の追求(食糧問題を背景として)ゲノム編集で 筋肉を増量したウシやタイの創出等 労働力不足・合理化・等々の理由から 工学的農業: 技術開発中心	技術第一ではなく、社会における農業や食の理想的なあり方を 構想し、その実現に向けた研究 生態環境や生産現場のことを配慮した技術開発 無駄のない消費形態の構築に関する研究や地域づくりへに 関する理論と実践

(注1)表中の番号は参考文献の番号を示している

(出典:山根作成)

しようとしているのではない。その技術開発の方向性と研究者一人一人のこれからの農学研究に対する姿勢を問いたいと考えている。FAOの家族農業の10年においては食料システムの大幅な改善を達成するための方法論が以下のように述べられている⁹¹⁾。「家族農業は世界の食料の約80%を生産しており、地方分散型の社会を移行し、持続的な社会の実現を目指すうえで唯一無二の可能性を秘めている。また、コミュニティに根差してローカルエコロジーを理解しているため、状況に応じて包括的で抜本的な解決策を提供できる立場にある。したがって、食料システムの大幅な改善を達成するには、農業の規模に関係なく、農家の能力を高め、種と遺伝子資源の多様性を最適化及び効率的に使用して、土壌の肥沃度と天然資源の再生を改善することが不可欠である。」

21世紀のこれからの農学研究を通じてどのような社会を構築していくのか、この問題に対して、農学研究に携わる一人一人の研究者はどのように答えるべきなのか、その姿勢とこれからの研究の内容が、人類の行

く末を左右するという点で問われ始めている。

引用文献

- 1 斎藤幸平 (2019) はじめに、大分岐の時代に、未来への大分岐、資本主義の終わりか人間の終焉か?、未来への大分岐、斎藤幸平編、集英社新書: 3-13
- 2 佐々木高明 (2000) 多文化の時代を生きる、日本文化の可能性、小学館。
- 3 ランダース ヨルゲン (2013) 2052 今後40年のグローバル予測、(野中香方子訳) 日経BP。
- 4 IPCC (2014) Climate Change 2014 Synthesis Report edited Leo Meyer Head, Technical Support Unit IPCC, Rajendra K. Pachauri, Chairman IPCC The Core Writing Team Synthesis Report. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf(Browsed 2020 Feb. 28th)
- 5 ドネラ H メディウス・デニス L メディウス・ランダース ヨルゲン (2004) 成長の限界、人類の選択、(枝

- 廣淳子訳)ダイヤモンド社
- ⁶ Williamns M. (2003) Deforesting the earth, From prehistory to global crisis, The university Chicago press.
- ⁷ Diamond J. (2005) Collapse, How societies choose to fail on succeed, Penguin Books.
- ⁸ トーマス セラドチェク (2009) 善と悪の経済学, ギルガメシュ叙事詩, アニマルスピリット, ウォール街占拠, (村井章子訳) 東洋経済
- ⁹ 生源寺眞一 (2013) 農業と人間, 食と農の未来を考える, 岩波現代全書
- ¹⁰ 津谷好人 (2016) 第2章〈農〉の再生と〈共生社会〉, 工業的農業の批判を軸に, (尾関周二・矢口芳生監修) (亀山純生・木村光伸編) 共生社会 I 共生社会とは何か, 農林統計出版: 51-68.
- ¹¹ アトキンソン アントニー (2015) 21世紀の不平等, (山形工浩生・森本正史訳) 東洋経済新聞社
- ¹² OECD (経済協力開発機構) (2010) 格差は拡大しているか, OECD加盟国における所得分布と貧困, (小島克久訳) 明石書店
- ¹³ 広井良典 (2019) 人口減少社会のデザイン, 東洋経済新報社
- ¹⁴ 水野和夫 (2012) 世界経済の大潮流, 経済学の常識をくつがえす資本主義の大転換, 大田出版
- ¹⁵ インゲルバード ロナルド (2019) 文化的進化論, 人々の価値観と行動が世界をつくりかえる, (山崎聖子訳) 勁草書房
- ¹⁶ ヘンリック ジョセフ (2019) 文化が人を進化させた, 人類の繁栄と〈文化一遺伝子革命〉, (今西康子訳) 白揚社
- ¹⁷ ユヴァル ノア ハラリ (2018) ホモ・デウス 上, テクノロジーとサピエンスの未来, (柴田裕之訳) 河出書房新社
- ¹⁸ ドネラ・Hメドウス (1972) 成長の限界, ローマ・クラブ, 「人類の危機」レポート, (枝廣淳子訳) ダイヤモンド社
- ¹⁹ Ripple W, Wolf C, Thmas M, Newsome G, Mohamed A, Crist E, Mahmoud I, Mahmoud W, Laurance F. and 15,364 scientist signatories from 184 countries (2017) World Scientists Warning to Humanity, A Second Notice Bio Science. 67: 1026-1028.
- ²⁰ Spratt D and Dunlop I. (2019) Existential climate-related security risk A scenario approach. National Centre for Climate Restoration. Breakthrough - National Centre for Climate Restoration. https://www.californiahydrogen.org/wp-content/uploads/2017/10/148cb0_a1406e0143ac4c469196d3003bc1e687.pdf
- ²¹ ノードハウス ウィリアム (2015) 気候カジノ, 経済学から見た地久温暖化の最適解, (藤崎香里訳) 日経BP社
- ²² 中谷巖 (2012) 資本主義以降の世界, 徳間書店
- ²³ ロバートB ライシュ (2008) 暴走する資本主義, (雨宮寛・今井章子訳) 東洋経済新報社
- ²⁴ ロバートB ライシュ (2016) 最後の資本主義, (雨宮寛・今井章子訳) 東洋経済新報社
- ²⁵ 水野和夫 (2017) 閉じてゆく帝国と逆説の21世紀経済, 集英社新書
- ²⁶ ピケティ トマ (2014) 21世紀の資本, (山形浩生・守岡桜・森本正史訳) みすず書房
- ²⁷ ステイグリッツ ジョセフ (2012) 世界の99%を貧困にする経済, (楡井浩一・峯村利哉訳) 徳間書店
- ²⁸ ステイグリッツ ジョセフ (2016) ステイグリッツ教授のこれから始まる「新しい世界経済」の教科書, (桐谷知未訳) 徳間書店
- ²⁹ アタリ ジャック (2008) 21世紀の歴史, 未来の人類から見た世界, (林昌宏訳) 作品社
- ³⁰ ハーヴェイ デヴィット (2019) 資本主義の終焉, 資本の19の矛盾とグローバル経済の未来, (大屋定晴・中村好孝・新井田智幸・色摩泰匡訳) 作品社
- ³¹ 古川安 (2019) 科学の社会史, ルネッサンスから20世紀まで, ちくま学芸文庫
- ³² 広井良典 (2015) ポスト資本主義, 科学・人間・社会の未来, 岩波新書
- ³³ 佐藤靖 (2019) 科学技術の現代史, システム, リスク, イノベーション, 中央新書.
- ³⁴ 祖田修 (2000) 農学言論, 岩波書店
- ³⁵ 梶尾正韜 (2009) 温暖化と適正技術の役割, 科学技術を人間学から問う, 総合人間学会編, 学文社: 86-101
- ³⁶ 松本三和夫 (2002) 知の失敗と社会, 科学技術はなぜ社会にとって問題か, 岩波書店.
- ³⁷ 荒谷大輔 (2019) 資本主義に出口はあるか, 講談社
- ³⁸ 池内了 (2007) 科学・技術文明をどう生きるのか, 総合人間学会編, 人間はどこにいくのか, 学文社: 31-39
- ³⁹ NHKスペシャル「人体」取材班 (2019) シリーズ人体 遺伝子, 康長寿, 容姿, 才能まで秘密を解明!, 講談社
- ⁴⁰ ハラリ ユヴァルノア (2019) 21 Lessons, 21世紀の

- 人類のための21の思考, (柴田裕之 訳) 河出書房新社
- 41 ピンカー スティーブン (2003) 心の仕組み(上), (山下篤子訳) ちくま文芸文庫
- 42 金森修 (2015) 科学思想史の哲学, 〈科学〉の過去・現在・未来を見据える往還的営為, 岩波書店
- 43 小林博司 (2011) トランスサイエンスの時代, 科学技術と社会をつなぐ, NTT出版株式会社
- 44 岩井克人 (2000) 21世紀の資本主義論, 筑摩書房
- 45 ダニエル コーエン (2018) 第一章「新しいテクノロジーは経済成長をもたらしていない」欲望の資本主義2 闇の力が目覚める時 丸山俊一+NHK「欲望の資本主義」政策半[著] 東洋経済新報社: 19-110
- 46 Graeber D. (2019) Bullshit Jobs, Penguin Random House UK
- 47 ステイグリッツ ジョセフ (2019) プロGRESSIVE・キャピタリズム, 分断なき世界を語ろう, (山田美明訳) 東洋経済
- 48 メイソン ポール (2019) 第5章 資本主義では環境危機を乗り越えられない, 資本主義の終わりか, 人間の終焉か? 未来への大分岐, (斎藤幸平編) 集英社新書. pp.310-342.
- 49 ハート マイケル (2019) 第3章 〈コモン〉から始まる, 新たな民主主義, 資本主義の終わりか, 人間の終焉か? 未来への大分岐, 集英社新書: 63-80.
- 50 柄谷行人 (2006) 世界共和国へ, 資本=ネーション=国家を超えて, 岩波新書
- 51 Ripple W, Thomas M, Newsome B, William M, and 11,258 Scientist Signatories From 153 Countries (2020) World Scientists' Warning of a Climate Emergency, WILLIAM J. 70: 8-12
- 52 尾関周二 (2016) 総論〈共生社会〉理念の現代的意義と人類史的展望, (尾関周二・矢口芳生監修), (亀山純生・木村光伸編), 共生社会 I, 共生社会とは何か, 農林統計出版: 1-50
- 53 内山節 (2015) 半市場経済, 成長だけでない「共創社会」の時代, 角川新書
- 54 柄谷行人 (2010) 世界史の構造, 岩波書店
- 55 広井良典 (2009) コミュニティを問いなおす, つながり・都市・日本社会の未来, 筑摩書房
- 56 広井良典 (2001) 定常型社会—新しい「豊かさ」の構想, 岩波新書
- 57 Ivan I. (2015) コンヴィヴィアリティのための道具, (渡辺 京二・渡辺 梨佐 訳) ちくま学芸文庫
- 58 ミゲール A.・アルティエリ クララ I.・ニコルズ G.・クレア ウェストウッド・リム リーチン (2017) アグロエコロジー 基本概念, 原則および実践, Agroecology: Key Concepts, Principles and Practices
- 59 石川伸一 (2019) 「食べること」の進化史, 培養肉・昆虫食・3Dフードプリンタ, 光文社新書
- 60 Ercili-Cura D, Häkämies, A, Sinisalo, L, Vainikka P. (2018) Food out of thin air. 34: 44-48. https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/fsat.3402_12.x
- 61 坂本慶一 (1989) 第一章 人間にとって農業とは何か, 人間にとって農業とは (坂本慶一編著) 学陽書房: 1-21
- 62 古野隆雄 (2019) 大は小を兼ねず—多様で小さいから工夫ができる, 新しい小農, その歩み・営み・強み, (萬田正治・山下惣一 監修), (小農学会編著), 創森社: 80-94
- 63 八尋幸隆 (2019) 一般消費者・若者たちとともに農的暮らしを楽しむ, 新しい小農, その歩み・営み・強み, (萬田正治・山下惣一 監修), (小農学会編著), 創森社: 95-109
- 64 飯國芳明 (2017) 食料・農業・農村基本法の成立, (小池恒男・新山陽子・秋津元輝編), キーワードで読み解く現代農業と食糧・環境, 昭和堂: 80-81
- 65 尾関周二 (2007) 環境思想と人間の革新, 青木書店
- 66 山根裕子・伊藤香純 (2019) 脱近代化社会の実現に向けた農業及び農業技術支援の在り方, 国際開発研究, 28: 39-52
- 67 徳野貞雄 (2019) 「百姓・生産者・小農」と100年の変遷, 新しい小農, その歩み・営み・強み, (萬田正治・山下惣一 監修), (小農学会編著), 創森社: 53-78
- 68 張坦 (2006) 近代日本における農村過剰人口流出と都市労働の形成, 現代社会文化研究, 36: 157-172
- 69 時子山ひろみ・荏開津典生 (2013) フードシステムの経済学 第5班, 医歯薬出版株式会社
- 70 清原昭子 (2018) 外食産業の現状とこれから, フードシステムと日本農業, 放送大学教育振興会
- 71 池上甲一 (2017) 農家の兼業化と農村の混住化, (小池恒男・新山陽子・秋津元輝編), キーワードで読み解く現代農業と食糧・環境, 昭和堂: 100-101
- 72 池上甲一 (2017) 限界集落, (小池恒男・新山陽子・秋津元輝編), キーワードで読み解く現代農業と食糧・環境, 昭和堂: 102-103

- 73 谷本一志 (2010) 改正農地法にみる農作業常時
従事要件・地域との調和要件 農業および園
芸 855:507-511. [https://agriknowledge.affrc.go.jp/
RN/2030791299.pdf](https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030791299.pdf)
- 74 浅井雄一郎・南石晃明 (2019) 農業バリューチェー
ンの最適化による施設野菜経営の競争力強化, 三
重県における株式会社浅井農園の取り組み, 農業
経営研究 57 : 36-44
- 75 川内イオ (2019) 農業新時代, ネクストファーマー
ズの挑戦, 文春新書
- 76 農 林 業 セ ン サ ス [https://www.e-stat.go.jp/stat-
search?page=1&toukei=00500209](https://www.e-stat.go.jp/stat-search?page=1&toukei=00500209)
- 77 生源寺眞一 (2019) 安倍農政改革を検証する, 日本
農業の動き, 農政ジャーナリストの会 : 14-42
- 78 新山陽子 (2017) 経営政策の導入と農業経営の存続
(小池恒男・新山陽子・秋津元輝編), キーワード
で読み解く現代農業と食糧・環境, 昭和堂 : 134-
135
- 79 祖田修 (2010) 食の危機と農の再生, その視点と方
向を問う, 三和書籍
- 80 池上甲一 (2018) 序・食べ物を捨てる国・日本の『餓
死問題』, 食と農のいま, (池上甲一・原山浩介編),
ナカニシヤ出版 : i -vii
- 81 藤山浩 (2015) 田園回帰①田園回帰 1 %戦略, 地元
に人と仕事を戻す, 農文協
- 82 松永桂子 (2016) 序章「ローカル志向をどう読み解
くか」, 新しい仕事を作る若者たち, 田園回帰⑤
ローカルに生きるソーシャルに働く, (松永桂子・
尾野寛明編著) 農文協 : 6-23
- 83 日本農業新聞, 2018, 「国連が小農宣言採択 協
同組合への支援明記 世界は再評価」 [https://www.
agrinews.co.jp/p45882.html](https://www.agrinews.co.jp/p45882.html) (2019年, 3月20日)
- 84 ダマシオ アントニオ (2010) デカルトの誤り, 情動,
理性, 人間の脳, (田中三彦訳) ちくま文芸文庫
- 85 マルツェットロ マッスィミーニ・ジュリオ トノー
ニ (2015) 意識はいつ生まれるのか, 脳の謎に挑む
総合所法理論 (花本智子訳) 亜紀書房
- 86 ブリエル マルクス (2019) 私は脳ではない, 21 世
紀のための精神の哲学 (姫田多佳子訳) 講談社選書
メチエ
- 87 ピンカー スティーブン (2018) 言語を生み出す本
能上, 中, 下, (椋田直子訳), NHKブックス
- 88 Aeschbach-Hertig W, Gleeson T. (2012) Regional
strategies for the accelerating global problem of
groundwater depletion. *Nature Geoscience* 5: 853-86
- 89 Tushaar S, Aditi D, Asad S, Qureshi J. (2003)
Sustaining Asia's groundwater boom: An overview
of issues and evidence. *Natural Resource forum a
united states sustainable development Journal* 27 :
130-141
- 90 小野信一・阿部薫 (2007) 農用地における重金属汚
染土壌の対策技術の最前線耕地土壌の重金属汚染
の現状と対策, *日本土壌肥科学雑誌* 78: 323-328
- 91 牧野知之・神谷隆・近藤和子 (2008) 農用地におけ
る重金属汚染土壌の対策技術の最前線, 5. 化学
洗浄による汚染農地の修復, *日本土壌肥科学雑誌*
79:101-107
- 92 成岡市・穴瀬真 (1991) タイ国内陸性塩害地におけ
る塩分集積の実状と防止対策, *農土誌* 59 : 1257-
1262
- 93 Akkhapun W. (2005) Soil and Groundwater
Salinization Problems in the Khorat Plateau, NE
Thailand. *Integrated Study of Remote Sensing,
Geophysical and Field Data.* [https://refubium.fu-
berlin.de/handle/fub188/5963](https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/5963)
- 94 鳥力吉図 (2002) 内モンゴルにおける砂漠化の一要
因, 経済史の観点から, 現代社会文化研究 24 :
215-232
- 95 Koh L, Wilcove D. (2008) Is oil palm agriculture
really destroying tropical biodiversity? *Conservation
letters* 1: 60-64
- 96 Henle K, Alard D, Clitherow J, Cobb P, Firbank L,
Kull T, McCracken D, Moritz R, Niemelä J, Rebane
M, Wascher D, Watt A, Young J. (2008) Identifying
and managing the conflicts between agriculture
and biodiversity conservation in Europe. *A review
Agriculture, Ecosystems & Environment* 124: 60-71
- 97 Wouw M, Kik C, van Hintum T, van Treuren R.
(2010) Genetic erosion in crops: concept, research
results and challenges. *Plant Genetic Resources* 8:
1-15
- 98 Smith K, McTaggart I, Tsuruta H. (1997) Emissions
of N₂O and NO associated with nitrogen fertilization
in intensive agriculture, and the potential for
mitigation *Soil Use and Management* 13: 296-304
- 99 Robertson G, Paul E, Harwood R. (2000) Greenhouse
Gases in Intensive Agriculture: Contributions of
Individual Gases to the Radiative Forcing of the
Atmosphere. *Science* 289: 1922-1925
- 100 Rachael G, Ryschawy D, Bell J, Cortner L, Ferreira,

- O, Garik, J, Anna N, Gil B, Moraine K, Peterson M, Caitlin A, Júlio C, Valentim F. (2020) Drivers of decoupling and recoupling of crop and livestock systems at farm and territorial scales *Ecology and Society* 25: 24
- ¹⁰¹ 椎名隆・石崎陽子 (2015) 遺伝子組み換えの農業の可能性と課題, 研究者からのメッセージ, 遺伝子組み換えは農業に何をもちたらずか, 世界の穀物流通と安全, ミネルバ書房: 1-114.
- ¹⁰² Francisco Sanchez-Bayo, Kris A, Wyckhuys G. (2019) Global insect decline: Comments on Sánchez-Bayo and Wyckhuys, *Biological Conservation* 232: 8-27
- ¹⁰³ 委託プロジェクト研究課題評価個票 (事前評価) 農林水産分野における気候変動・環境対応プロジェクト (拡充) https://www.affrc.maff.go.jp/docs/hyouka/itakupro/pdf/jizen_itaku_201808.pdf
- ¹⁰⁴ 八木宏典 (2019) 平成農業における新たな動き, 平成農業技術史, (公益法人大日本農会編) (八木宏典・西尾敏彦・岸康彦監修) 農文協: 36-38
- ¹⁰⁵ 久保牧衣子 (2019) 農林水産業は気候変動にどう対応するべきか <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/kikouhendou/symposium/attach/pdf/main-29.pdf>
- ¹⁰⁶ 長田 隆・栄西 修 畜産からの温室効果ガスの排出抑制技術 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所. [mgzn09801\(5\)\(3\).pdf](https://www.mgzn09801(5)(3).pdf)
- ¹⁰⁷ 河野和夫 (2020) 熱帯農学研究における学術探求と問題解決, 人々の福祉に結び付かない研究活動はあり得るのか?, 熱帯農業研究 13: 30-35.
- ¹⁰⁸ 門間敏幸 (2016) これからの農学教育を考える, 日本作物学会第240回講演会シンポジウム, 日作季 85: 85-86
- ¹⁰⁹ 入江正和 (2015) 畜産学教育をめぐる学術会議での議論と産官学連携の効果, 畜産の研究, 69: 685-690
- ¹¹⁰ 今川 和彦 (2017) 東京大学における畜産学教育, 平成27年度畜産学教育協議会シンポジウム, 畜産学教育の実情とこれからの方向性, 主催 畜産学教育協議会後援 (公社) 日本畜産学会 <http://jsas-org.jp/content/files/kyogikai27siryo.pdf>
- ¹¹¹ 佐藤幹 (2017) これからの畜産学教育を考える, 農業・農学のすべての分野が存在する生物生産学科 (環境系, 植物系, 動物系, 経済系) における畜産教育と学生実験. 畜産系以外の学生も含めた教育, 畜産の研究 71: 661-668
- ¹¹² ノートン GW・オルワン J・マスターズ WA. (2012) 農業開発の経済学, 第2版世界のフードシステムと資源利用, (板垣啓四郎訳) 青山社: 74
- ¹¹³ 小林雅一 (2016) ゲノム編集とは何か: 「DNAのメス」クリスパーの衝撃, 講談社.
- ¹¹⁴ 金沢夏樹 (1996) 第8章 横井時敬と新渡戸稲造, 2人の農学者と現代, 稲のことは稲にきけ, 近代農学の始祖 横井時敬, (金沢夏樹・松田藤四郎編著) 家の光協会: 319-358.
-
- ⁱ 肉牛の受精卵に筋肉成長を調整する遺伝子ミオスタチンが機能しないようにゲノム編集を行い、筋肉量が2倍の牛、ソラニンやチャコニンといった物質を作らない毒のないジャガイモなど、作物や家畜にゲノム編集を施し、従来の品種改良と比較すると驚く速さで新しい品種を作り出している