

(案)

報告

生産農学における
学部教育のあり方について



平成 2 9 年〇月〇日

日 本 学 術 会 議

農学委員会

農学分科会

この報告は、日本学術会議農学委員会農学分科会における審議結果を取りまとめ公表するものである。

日本学術会議農学委員会農学分科会

委員長	大杉 立	(第二部会員)	東京大学大学院農学生命科学研究科特任教授
副委員長	國分 牧衛	(連携会員)	東北大学名誉教授
幹事	土井 元章	(連携会員)	京都大学大学院農学研究科教授
幹事	片岡 圭子	(連携会員)	愛媛大学農学部准教授
	一井 眞比古	(連携会員)	香川大学名誉教授
	井上 眞理	(連携会員)	九州大学副理事、大学院農学研究院教授
	位田 晴久	(連携会員)	宮崎大学名誉教授
	江面 浩 ^{*1}	(連携会員)	筑波大学生命環境系教授・つくば機能植物イノベーション研究センター・センター長
	奥野 員敏	(連携会員)	元筑波大学生命環境系教授
	三枝 正彦	(連携会員)	宮城大学食産業学部客員教授
	白石 友紀	(連携会員)	岡山県農林水産総合センター生物科学研究所所長
	夏秋 啓子	(連携会員)	東京農業大学副学長
	米森 敬三	(連携会員)	龍谷大学農学部資源生物科学科教授

*1 平成 28 年 11 月 25 日から連携会員

本件の作成にあたり、以下の方にご協力いただいた。

武田 和義 岡山大学名誉教授

本件の作成にあたっては、以下の職員が事務を担当した。

事務局	井上 示恩	参事官 (審議第一担当)	(平成 29 年 3 月まで)
	西澤 立志	参事官 (審議第一担当)	(平成 29 年 4 月から)
	渡邊 浩充	参事官 (審議第一担当) 付参事官補佐	(平成 28 年 12 月まで)
	齋藤 實寿	参事官 (審議第一担当) 付参事官補佐	(平成 29 年 1 月から)
	加藤 真二	参事官 (審議第一担当) 付審議専門職	(平成 28 年 4 月まで)
	山石 あや	参事官 (審議第一担当) 付審議専門職	(平成 28 年 5 月から)

要 旨

1 はじめに

平成 27 年 10 月、日本学術会議農学委員会・食料科学委員会合同農学分野の参照基準検討分科会は、報告「大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準―農学分野―」を取りまとめ公表した。農学委員会農学分科会は、農学を構成する一分野である生産農学における学部教育について、同報告の参照基準を補完することを目的に議論を行い、その結果を取りまとめ公表することとした。

2 生産農学の定義

生産農学は、人類の生存や生活に必要な食料、エネルギー資源、生活資材等の基になる作物等の生産性と品質の向上に関わる農学の基本分野である。生産農学では、環境負荷を低減した持続的生産および気候変動に対応した安定的生産の実現等、農業生産に関わるグローバルおよびローカルな諸問題の解決を目指す。また、生産農学は、作物等の農業生物、環境要因およびそれらの相互作用を主要な研究領域とする学問分野から構成される。

3 生産農学の特徴

生産農学は、農学全体の特徴である自然科学的要素と社会科学要素を包含する「総合科学」であり、農業生産における問題の改善や解決を目指す「実科学」である。また、生産農学では、農業生産における現象解明を目指す「認識科学」と農業生産システムの最適化を目指す「設計科学」とを融合させた研究手法が広く採用される。さらに、グローバルおよびローカルな問題への対応を共有するとともに、ゲノム科学や情報科学等最新の科学技術を活用して、農業生産システムの持続可能性・安定性に関わる諸問題の解決を目指すという特徴を有する。

4 生産農学の学部教育に求められる素養

生産農学の学部教育では、人類の生存と生活に関わる作物等の生産性と品質の向上、持続的かつ安定的な農業生産および作物等の多様性の探索と開発・利用に関する広範な専門知識と高度な技能を修得し、次世代の農業の発展に貢献できる素養の修得が求められる。また、専門分野間の連携や異分野融合ネットワーク形成を推進するための素養の修得、それに基づく食料、エネルギー資源、生活資材等の最適な生産システムを設計する素養の修得が求められる。

5 学修方法と評価

生産農学の学修方法は、知識の修得を目的とする講義と、技能の修得を主な目的とするセミナー、実験、実習、フィールドワーク等から構成され、学生にはそれらを相互に関連付けて補完的に学修することが求められる。知識や技能の習熟

度とともに、専門用語や知識体系の理解度が評価される。また、卒業研究により論理的・客観的な農学的視点と生産農学としての総合力が評価される。

6 生産農学の学部教育における今後の課題

生産農学の教育目標は、生産農学に関わる知識と技能を基礎としつつ、農業生産に関わる問題に実践的に対処することのできる人材を社会に輩出することである。その教育目標を達成するためには、生産農学の特徴を踏まえた思考力、判断力および実践力が涵養されるようなカリキュラム編成が必要である。

一方、近年の農業・農学を取り巻く状況は大きく変化しており、例えば、ゲノム科学・情報科学および新育種技術の急激な進展、遺伝資源利用と利益配分に関する国際的枠組みの変化、研究成果の利活用に関する情報管理、知的財産権の帰属問題などが生じており、生産農学を学ぶ学生にとってもこれまでの生産農学の範疇を超えた学問分野の知識と技能の習得が求められている。

このため、カリキュラム編成にあたっては、このような近年の生産農学に関連する新たな変化に対応して、新育種技術、生命倫理や情報倫理、国際法や国際条約、知的財産権等に関する学修と実践も必要である。

目 次

1	はじめに	1
2	生産農学の定義	3
	(1) 生産農学の定義	3
	(2) 生産農学の目標	3
	(3) 生産農学を構成する分野	3
3	生産農学の特徴	5
	(1) 総合科学としての生産農学	5
	(2) 実際科学としての生産農学	5
	(3) 認識科学から設計科学への展開	5
	(4) グローバルな視点とローカルな視点	6
	(5) 持続可能性	6
	(6) 複雑系を扱う生産農学	6
	(7) ゲノム科学と生産農学	6
4	生産農学の学部教育に求められる素養	8
	(1) 生産農学の素養（知識）	8
	(2) 生産農学の素養（技能）	8
5	学修方法と評価	9
	(1) 学部教育における生産農学の強み	9
	(2) 学修方法	9
	(3) 学修成果の評価方法	10
6	生産農学の学部教育における今後の課題	12
	(1) 生産農学における教育目標とカリキュラム編成	12
	(2) カリキュラム編成上の新たな視点	12
	<用語の説明>	13
	<参考資料> 農学分科会審議経過	15

1 はじめに

日本学術会議は、平成 20 年 5 月に文部科学省から「大学教育の分野別質保証の在り方に関する審議について」の検討依頼を受け、平成 22 年 7 月、回答「大学教育の分野別質保証の在り方について」を取りまとめた。同回答において、分野別質保証のための方法として分野別の教育課程編成上の参照基準を策定することを提案した。これを受けて、平成 25 年 6 月、農学委員会と食料科学委員会は合同で「農学分野の参照基準検討分科会」を設置し、学士課程教育における参照基準策定について審議を重ね、平成 27 年 10 月、報告「大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準－農学分野－」を公表した。

同報告において、農学は、「食料と生活資材、生命、環境を対象とし、グローバルかつ地域性を重視しつつ、生物資源の探索・開発・利用・保全、農林水産分野の生産基盤システムの高度化および農林水産分野の多面的機能の保全・利用の実現を目的とする学問である」と定義され、農芸化学、生産農学、畜産学・獣医学、水産学、森林学・林産学、農業経済学、農業工学の 7 つの基本分野で構成されるとした。

このうち、生産農学は、人類の生存や生活にとって不可欠な食料、エネルギー資源、生活資材等を生み出す作物等と土壌、大気、光、水等の物理化学的環境、および雑草、微生物、昆虫等の生物的環境の 3 者で構成される生産システムのあり方を総合的に理解し、それを最適なかたちで保全・制御することをめざす農学の中核的な分野である。生産農学で取り組むべき課題としては、作物等の生産性と農産物の品質の向上、環境負荷の低減と持続的農業生産の実現、気候変動対策等が上げられる。このような課題解決のために、ゲノム科学や情報科学をはじめとする最新の学問の知識と手法を取り入れながら現象解明をめざすとともに、大学の附属農場や農家圃場での栽培の実践を通して、持続的でローカルな環境に調和した農業生産技術や消費者ニーズに応える農産物の開発を行う。また、国際研究機関において、気候変動対策等のグローバルな課題解決に向けて、気候変動に対応する農業生産システムの最適化に取り組む。

生産農学は認識科学と設計科学の視点から、地球および地域規模での持続的農業生産に係る諸問題の解決をめざす。このため、生産農学における学修方法としては、生産農学に関係する専門的な知識の修得とフィールド実験等の体験学修に加え、専門的知識や技術を融合したカリキュラム、食料・エネルギー資源等の生産の設計に関するカリキュラム、国際インターンシップ教育カリキュラム等、実践力を養成する教育が重要である。さらに、新育種技術や遺伝資源の利用と利益配分に関する国際条約の動向等、生産農学に密接に関連する近年の国内外の変化に対応して、生産農学における教育目標を達成するためにはカリキュラム編成を見直すことが求められる。

日本学術会議農学分野の参照基準検討分科会報告では、農学の定義、固有の特徴、学生が身に付けるべき基本的な素養、学修方法と学修成果の評価方法に関す

る考え方、市民性の涵養をめぐる専門教育と教養教育の関わりについて提言するとともに、多様化する農学分野の教育課程において、農学の理念・哲学が共有され、その特性を考慮した教育が実施されることを期待するとしている。農学全体の進展の中で生産農学自体も独自に発展するとともに、多様で細分化した領域を含むため、農学全体の大きな視点だけでは生産農学における教育課程編成上の参照基準としては十分ではない。そのため、農学分科会では、農学分野の参照基準検討分科会報告と調和させつつ、最近の生産農学における発展をも考慮して、生産農学に係る学部教育のあり方について検討し、その結果を取りまとめて公表することとした。

2 生産農学の定義

(1) 生産農学の定義

生産農学は、人類の生存や生活にとって不可欠な食料、エネルギー資源、生活資材等を生み出す作物等の農業生物と、土壌、大気、光、水等の物理化学的環境、および雑草、微生物、昆虫（農業害虫とその天敵昆虫）等の生物的環境の3者で構成される生産システムのあり方を総合的に理解し、それを最適なかたちで保全・制御することをめざす農学の中核的な分野である。また、生産農学は、土地や施設を利用する作物等の生産を効率的かつ持続的に行うための技術基盤を提供し、人間活動としての農業を自然との関わりの中で総合的に科学する分野である。

(2) 生産農学の目標

生産農学は、食料、エネルギー資源、生活資材等の生産性と品質の向上を目指すとともに、環境負荷を低減した持続的生産および気候変動に対応した安定的生産の実現等、農業生産に関わるグローバルおよびローカルな諸問題の解決を目指す。さらに、生態系の維持や緑地環境の保全に関わる課題解決にも取り組む。

(3) 生産農学を構成する分野

作物等¹の生産性と品質は、対象作物等の遺伝的要因と環境要因との相互作用として現れる。そのため、これらの要因のいずれかに、あるいは複合的な相互作用に重点を置く学問分野が発展してきた。生産農学を構成する分野は相補的に関連しつつ多様化しているが、それぞれが主眼とする要因により以下のように分類される。

いずれの分野においても、遺伝学、形態学、生態学、生理学、統計学、経済学等の基礎的な学問領域の知見・手法を用いる。近年では、分子生物学的手法、ゲノム解析技術、計測情報処理技術等の新たな研究手法・技術が活用されている。今後、広範な遺伝資源を用いた育種や遺伝子組換え技術に関しては国際法、生物多様性および生命倫理からの視点が、生産技術のあり方に関しては人文・社会科学的視点が要求される。

① 対象作物等に主眼を置く分野

- ・植物遺伝学
- ・育種学

¹ 作物とは栽培化された植物を指し、農作物（食用作物、工芸作物、資源作物、飼料作物等）と園芸作物（野菜、果樹、花卉等）に大別される。ここでは作物の近縁野生種を含む。「作物等」には、さらに家蚕・野蚕などの資源昆虫を含む。

- ・作物学（食用作物学、工芸作物学、資源作物学、飼料作物学等に細分）
- ・園芸学（野菜園芸学、果樹園芸学、花卉園芸学、園芸利用学等に細分）
- ・蚕糸・昆虫利用学（養蚕学、シルク科学、昆虫生物工学等に細分）

② 環境要因あるいは作物と環境要因との相互作用に主眼を置く分野

- ・土壌学
- ・農業気象学
- ・植物栄養学
- ・植物病理学
- ・応用動物・昆虫学
- ・雑草学
- ・栽培学（耕地生態学、生産システム学等）
- ・草地学
- ・緑地環境学

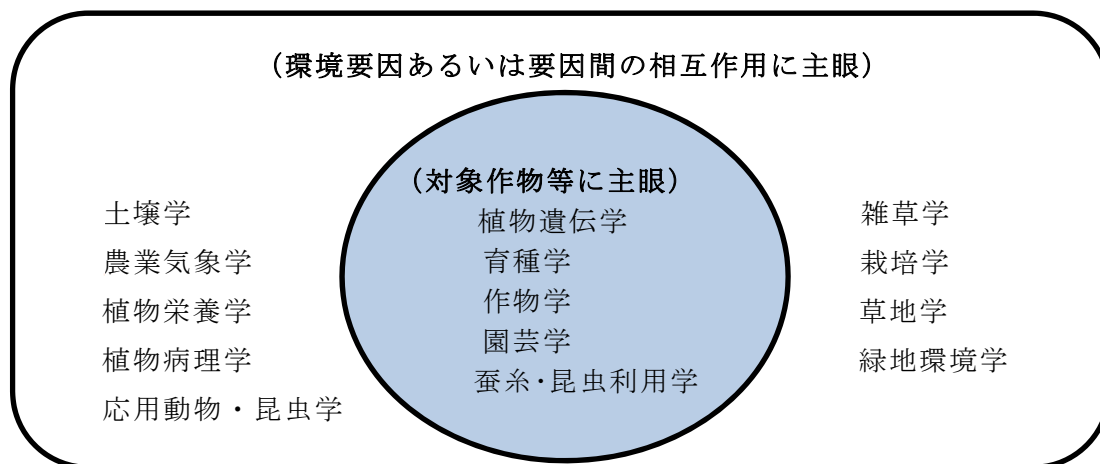


図 生産農学を構成する学問分野

3 生産農学の特徴

生産農学が対象とする、食料、エネルギー資源、生活資材等の生産は、世界のいずれの地域においても農業の根幹であり、生産性の向上を目指してたゆまない努力が重ねられてきた。現代社会にあっては、生産性の向上に加えて、健康でより豊かな生活を実現するための様々な生産物の品質向上、効果的な加工や保蔵、安全な食料の安定供給、環境と調和した持続的な生産、エネルギー生産をはじめとするハイテクノロジーとの融合等、農業のもつ多様な機能を発揮させることが求められている。また、ゲノム科学、情報科学などの進展による新たな研究手法も登場している。このような状況のなかで、生産農学は人類の生存と繁栄を支えるため、新たな展開をみせつつある。

(1) 総合科学としての生産農学

生産農学は、生産対象である作物等や未利用資源植物そのものあるいは環境要因との相互作用についての理解に基礎を置いている。農業生産システムは、生物学・生命科学の自然科学的要素を中心として、生産環境を構成する土壌や大気を理解する上での物理学、化学、地学等の自然科学的な要素や、人との関わりの中での生産という経済活動に関する経済学、社会学、倫理学、哲学等の人文社会科学的な要素を包含しており、生産農学は総合科学としての特徴を有している。

(2) 実際科学としての生産農学

生産農学は、農業およびその関連産業を発展させる技術基盤を提供し、このことを通じて人類の生存と社会の発展に貢献する学問として位置づけられてきた。このような技術基盤の提供ということから生産農学は、実際の農業生産における問題の改善・解決を目指す「実際科学」としての性格を強くもっている。この流れの中で、生産農学では従来の生産性の向上に加えて、過度な開発や資源投入による環境負荷の増大を踏まえた農業生産の持続可能性に関する現代的な課題にも取り組んでいる。

(3) 認識科学から設計科学への展開

生産農学では、作物等とそれを取り巻く環境との相互作用に関する現象を正確に捉えるための認識科学的アプローチが重要である。また、近年発展しているゲノム科学は、生物が関わる自然現象のメカニズムやダイナミクスを理解する認識科学的アプローチに必須なツールを提供しており、生産農学でもその利用が不可欠となっている。生産農学では、この認識科学的アプローチにより得られた成果を、作物等の生産性の向上および持続的農業生産システムの確立と高度化を実現する設計科学へと展開することで、生産農学の目標が達成される。

(4) グローバルな視点とローカルな視点

生産農学が対象とする農業生産システムが、地域の気候・風土・社会に大きく影響を受けながら成立すること、また生産物への要求が時代や社会、生活習慣によって変化することから、生産農学の対象は時空間的にみて極めて多様であることが特徴である。そのため、各地域における生産農学に関する研究は個別的で限定的になることもある。一方、世界的な視野で農業生産をとらえることも生産農学に課せられた重要課題であるので、地域の研究に科学としての普遍性を見出す視点を持ち、ローカルからグローバルへと展開すること、また、逆にグローバルな問題をローカルな問題として捉えることが必要である。

(5) 持続可能性

農業の発達の歴史は、農地に資本、労働、エネルギーを投入して自然生態系から生産生態系を切り離すことで、生産性を高め、人口扶養力を増大させてきた人類の歴史である。20 世紀に入ると化学肥料や農薬が使用され、また、機械化や環境制御に大量の化石エネルギーが投入されるようになり、農地の生産性が急速に高まった。その一方、資源やエネルギーの多投入は、生態系に大きな負荷をかけ、持続可能な生産を困難にしている例もみられる。生産農学は、生産性の向上とともに農業生産の持続可能性をキーワードとしており、合理的な資源やエネルギーの投入により生産性を低下させることなく生物多様性を維持した環境調和型の農業生産システムの確立・高度化を目指している。

(6) 複雑系を扱う生産農学

世界各地で様々な目的をもつ農業生産が多様で変動する環境のもとに成立している。生産農学は遺伝子レベルから群落レベルまで、作物等と環境さらに人間との相互作用のもと複雑な応答を示す多様な生物・生態系を対象としている。農業生産システムの諸問題は、時間遅れ効果、密度効果、創発、自己組織化等の特性を内包する非線形の「複雑系」である。農業生産を対象とする多くの実験的なアプローチにおいては、厳密な意味でそれを反復することは困難であり、異なる実験結果の比較の難しさが問題となっていた。今日の情報科学を基礎とした衛星画像等によるモニタリングやコンピュータシミュレーションおよび種々のオミックス技術などは、ビッグデータを活用した「複雑系」のダイナミクスを解析する新たなアプローチ手法となっており、これらを活用した生産農学の新たな展開が期待されている。

(7) ゲノム科学と生産農学

種々のオミックス技術¹⁾や次世代シーケンサー²⁾とバイオインフォマティックスの融合により、これまで限られたモデル生物の範囲にとどまっていた遺伝子の同定や機能解析が様々な作物等においても可能になり、品種育成のみ

ならず新しい生産技術を構築する上で有効な技術を提供している。また、生産生態系を理解する上でも、同様の手法に加え、エピジェネティクス³⁾やメタゲノム解析⁴⁾の手法が新たに取り入れられ、これまでブラックボックスとして扱われてきた集団としての生物機能の解明が飛躍的に進展している。さらにゲノム編集技術の進展は、特定遺伝子をターゲットとした機能解析やその改変を可能にしている。このような先端技術の活用は生産農学の発展に極めて有効である。

4 生産農学の学部教育に求められる素養

生産農学の学部教育では、生産農学の目標である人類の生存と生活にとって不可欠な作物等の生産性と品質の向上と持続的農業生産システムに関する広範な素養（知識と技能）を修得させる。加えて、気候変動等に対応した地球規模での食料・農業と環境に関わる課題を多面的に捉える能力を養うため、グローバルな視点とローカルな視点から諸課題の具体的解決に貢献できる知識と技能素養を修得させる。具体的には、ゲノム編集等の新育種技術による新規作物等の創出、病原菌やウイルスおよび昆虫等の病虫害管理、土壌や大気環境管理等、作物等の生産性と品質の向上に必要な作物等と環境要因およびそれらの相互作用に関する素養の修得を目指す。また、遺伝子から細胞・個体・生態系までを体系的に理解させる。生産農学の取り組むべき様々な課題を解決するには、農業生産に関わる多様な学問分野間の連動が不可欠であるため、基礎植物学、生物統計学、植物遺伝学、育種学、作物学、園芸学、植物病理学、応用動物・昆虫学、土壌学、植物栄養学等のコア科目に加えて、耕地生態学、緑地環境学、蚕糸・昆虫利用学、農業気象学、施設農学、農業原論、環境倫理学、技術倫理学、農政経済学、科学英語等の関連科目の素養の修得を目指す。

また、生産農学では、将来研究者として各学問分野における専門性の向上や高度化に貢献できる能力、各分野間の連携や異分野融合ネットワーク形成を推進するための能力を培うことも学部教育における目標である。

これらの学部教育で身につけた素養をもとに農業生産や環境問題解決へ展開する能力を醸成し、持続的農業生産と食料等の安全安定供給に様々な場面で貢献できる人材育成を目指す。

現在の生産農学の学部教育に求められる素養（知識と技能）を以下に示す。

(1) 生産農学の素養（知識）

基礎植物学（植物形態形成学、植物生理学等）、生物統計学、育種学（植物遺伝学、ゲノム科学を含む）、作物学（栽培学、植物生産生理学を含む）、園芸学（造園学、緑地環境学を含む）、植物病理学（微生物学、植物病害防除学を含む）、昆虫学（応用動物・昆虫学、蚕糸・昆虫利用学、昆虫分類系統学、昆虫生理・生態学、昆虫病理学等）、耕地生態学（雑草学を含む）、緑地環境学、植物栄養学、土壌学、農業気象学、施設農学、農業原論、環境倫理学、技術倫理学、農政経済学（農業経営学、農政学、国際協力論、国際農業論を含む）、科学英語等

(2) 生産農学の素養（技能）

生産農学基礎実験、生産農学専門実験、分子生物学実験、農学・農場実習、生物統計演習、生物情報処理演習、科学英語演習、セミナー、インターンシップ、卒業研究等

5 学修方法と評価

(1) 学部教育における生産農学の強み

生産農学では、多様な現実の諸相から本質的な概念を抽出することと、抽象的概念を実際の農業生産の場に活用できる双方向の知性が要求される。生産農学には実体を扱う強みがあり、意識的に知識と具体を連動させる経験を重ねることで総合的に大きな教育効果を上げることが期待される。

また、生産農学の個々の科目はそれぞれ完結しているわけではなく、相互に関連・補完し合っていると同時に、ひとつの事象を異なる視点で捉えることも多い。生産農学の多様な科目を学ぶことで、学生は各科目の知識体系に新たに修得した知識と技能を加えて再構築することを継続的に実行し、科目間の関連性や多面性を意識し、主体的に思考する能力が涵養される。

(2) 学修方法

授業は、講義、セミナー、実験、圃場等での実習に大別できる。講義では知識の修得を主な目的とし、セミナーや実験、実習では技能の修得を主な目的とするが、相互に関連づけて学修することが重要である。例えば、講義により修得した知識を実験・実習を通じて確認するとともに、実験・実習により修得した知識を講義の内容と照らし合わせて位置づける。また、実験計画法や生物統計学等の授業で修得した手法を自分で行う実験に適用する。「学修したことをすぐに実体として確認する」、「体験したことをもう一度知識体系の中に位置づける」ことを意識して学修を進めることが必要である。

一般的に学問は基礎が積み上げられて応用に至る構造をもっているが、初学者には、まず具体的な応用場面を認識しつつ基礎学問の必要性を実感した後のほうが理解しやすいことがある。各専門分野の高次な内容を学んだ後に基礎学問を学修する授業方式は、総合科学としての生産農学では特に効果的である。

生産農学における有用な人材として求められているのは、「何が問題かを感知し」、「必要な知識を探索して」、「解決策を創出できる」能力である。課題解決のためには、修得した知識と技能が体系化されること、いわゆる「身につく」ことが必要である。知識と技能の体系化に向けた方策のひとつとして、「自分の得た知識と技能を誰かに教え、伝える」過程が有効であると思われ、上級生から下級生への伝達も生産農学における学部教育の重要な要素である。

より深い学修意欲を喚起するためには、課題解決には複数の道筋があることを体験することが必要である。たとえば、セミナー、実験・実習、フィールドワークにおけるグループワークや少人数での討議、プレゼンテーション等のアクティブラーニングを通して、多様な視点があること、異なる立場を尊重すること等を学修できる。最近、大学の地域連携の取り組みの中で、子どもや「食」、農村社会、地域おこし等と関わるフィールドワークが行われるようになっていく。与えられる知識ではなく、異なる背景の人々と協同して解決策を模索する

作業の中で、学生には多くの学修経験と成長が期待されている。また、海外の大学と連携したインターンシップの取り組みは、学修の深化と動機付けに対して大きな効果をもたらす。

4年間の集大成として卒業研究が課されることが多い。これまでに修得した知識と技能を活用し、研究テーマの設定から始まり、先行研究の収集と理解、目標の設定、計画の策定、研究の遂行、結果の解析、問題点の抽出と解決策の提案に至る過程を、主体的に取り組むことで、論理的に思考する能力、客観的に判断できる能力、実践力等を身につけることができる。研究を遂行する過程では、信頼性の高い結果を得るために実験技術の向上が不可欠であり、そのための反復練習も必要となる。また、指導教員や他の学生、研究者との討議等の経験を通して、コミュニケーション能力を磨くとともに、より深い学修体験を得ることになる。さらに、当初の計画通りに進行しないことも当然起こりえるが、これまでの過程を振り返って問題点を摘出し解決策を見つけ出すことが要求される。解決に向けて工夫と努力を重ねた経験は、社会が求めている問題解決能力の基礎となる。

(3) 学修成果の評価方法

知識の修得を主な目的とした講義形式の授業では、専門用語や知識体系の理解について評価される。用語を記憶しているだけでなく、論理が理解できているか、その内容を適切な用語を使って論理的に説明できるか等について評価される。

実験形式の授業では、実験手法や技能の修得が目標になるが、同時に安全な作業、実験器具の正しい使い方、適切な廃棄物処理を理解し、冷静に落ち着いて作業できることも重要である。また、レポート作成によって、実験手法の理解度および簡潔かつ正確で論理的な文章構成について評価される。実習では、作業前や作業中の行動が的確であるかについて評価される。実際の作業の中で、作業手順を理解し、合理的な進め方を身につけているか、全体の中での個々の作業の意味や位置づけを理解しているか、真摯に作業に取り組んでいるか、他の学生と協調して作業できているか等について評価される。

セミナーやフィールドワーク形式の授業では、より主体的な関わりが評価の対象となる。問題意識を持って課題に取り組めたか、論理的・客観的に考えを進められたか、他の学生と協調できたか、わかりやすいプレゼンテーションができたか等について評価される。

授業の始めに評価基準を明示するなど、評価が個々の学生にとって自分の能力を把握し学修を進める手掛かりとなることが望ましい。

卒業研究では、最終的に卒業論文として文章化し、研究テーマの生産農学における妥当性と独自性、学術論文としての構成の論理性と倫理性、表現の正確性、結果の科学的な考察と信頼性、適切な統計手法による結果の解析の妥当性、

的確な図表の作成、引用の正しい表記等について評価される。さらに、ポスターや口頭での発表の場が設けられる場合には、プレゼンテーション能力についても評価される。

6 生産農学の学部教育における今後の課題

(1) 生産農学における教育目標とカリキュラム編成

生産農学の教育目標は、生産農学の目標・特徴の理解を基礎としつつ、現実の問題に実践的に対処することのできる「農の視座をもった」人材を社会に輩出することである。その目標を達成するためには、生産農学の特徴について、学部教育4年間を通じて最終的に学生に十分に理解され、問題点の抽出とその解決に向けて生産農学の特徴を踏まえた思考力、判断力および実践力が涵養されることが必要であり、それらを修得するためのカリキュラム編成が望まれる。

(2) カリキュラム編成上の新たな視点

生産農学の学部教育においては、分子生物学、ゲノム科学および情報科学等の基礎から農業生産システムの最適化に向けた展開に至るまで、体系的な理解が進むようにカリキュラムを編成する必要がある。また、これらの分野の急速な進展に遅れないよう、常日頃の見直しが求められる。

また、生産農学に関わる研究機関や行政機関では、海外から取得した遺伝資源を利用する機会が益々増大することが想定される。そのため、今後、生産農学の学部教育には、生物多様性条約⁵⁾、食料農業植物遺伝資源条約⁶⁾、カルタヘナ議定書⁷⁾や名古屋議定書⁸⁾における取決めや国内外での議論について正しく理解し、関連法規を遵守することができる人材育成が求められる。

さらに、わが国の農産物の優位性を示すことができる新品種の作出を加速化するためには、ゲノム編集等の新しい育種技術（たとえば New Plant Breeding Techniques : NBT）は有効である。生産農学を学修する学生は、これら技術や遺伝子組換え技術によって作られた作物等（資源昆虫を含む）の科学的理解のみならず、それらの社会的受容について、研究開発や規制政策の動向を理解し、教育学、心理学、農業経済学、社会学等の人文・社会科学系の専門家と連携して公平かつ公正な立場で情報発信できる能力も求められる。

以上の課題に対応するためには、カリキュラム編成において生産農学のコア科目の中でゲノム科学・情報科学についても十分に学修することに加えて、生命倫理や情報倫理、国際法や国際条約、知的財産権等に関する学修と実践が必要である。

<用語の説明>

1) オミックス技術

生物のもつ多様な分子生物学的な情報を網羅的に把握してデータベース化して解析する技術。ゲノム解析（ゲノミクス）、遺伝子発現解析（トランスクリプトミクス）、タンパク質解析（プロテオミクス）、代謝産物解析（メタボロミクス）などが含まれる。

2) 次世代シーケンサー

Illumina シーケンサー、454 シーケンサーなど、多数の短い DNA 断片の塩基配列を一度に解読できる DNA シーケンサー。従来の Sanger 法に基づく DNA シーケンサーの次の世代のシーケンサー。ゲノムや遺伝子発現について、多量の DNA の塩基配列を高速かつ正確に網羅的に読み出すことができるため、ゲノムの解読や遺伝子発現解析等を安価で容易に行える。

3) エピジェネティクス

遺伝子の塩基配列の変化は伴わないが、細胞分裂によって継承される遺伝子発現や表現型の変化をもたらす仕組みおよびそれを研究する学問領域。ヒストンのメチル化やアセチル化などの化学修飾や、DNA のメチル化などが、細胞の経歴や位置環境に依存して後生的に生じることで起こる。

4) メタゲノム解析

複数の生物集団（主に微生物）のゲノムを生育する環境サンプルから網羅的に解析すること。例えば、土壌サンプルからそこに含まれる DNA や RNA を回収して次世代シーケンサーにより全塩基配列を網羅的に解析することで、その土壌中にいる微生物集団の種の構成や比率を知ることができる。

5) 生物多様性条約（Convention on Biological Diversity: CBD）

「生物の多様性に関する条約」の略称。

生物の多様性の保全、生物多様性の構成要素の持続可能な利用および遺伝資源の利用から生じる利益の公正かつ衡平な配分を目的とする条約。原産国の主権的権利を認めている。また、遺伝資源を取得する際には、提供国の事前同意（Prior Informed Consent、PIC）を得ること、遺伝資源の利用から生じる利益は相互に合意する条件（Mutually Agreed Terms、MAT）に従い、提供国にも公正かつ衡平に配分することを定めている。1993 年 12 月 29 日に発効し、現在、196 の国と地域が加盟しているが米国は締結していない。

6) 食料農業植物遺伝資源条約（International Treaty on Plant Genetic

Resources for Food and Agriculture: ITPGRFA)

「食料及び農業のための植物遺伝資源に関する国際条約」の略称。

食料及び農業にとって重要な植物遺伝資源の取得の機会の提供について、その存する国の国内法令に基づく個別の合意を不要として、利用を促進するための条約。生物多様性条約と同様に法的拘束力を有する条約として 2001 年 11 月に第 31 回 FAO 総会において採択された。生物多様性条約の特別法と位置づけられ、35 種類の作物と 29 属 81 種の牧草類が対象となっている。

7) カルタヘナ議定書 (Cartagena Protocol on Biosafety)

「バイオセーフティーに関するカルタヘナ議定書」の略称

生物多様性の保全や自然環境の持続可能な利用に対する悪影響を防止するために、遺伝子組み換え生物 (LMO) 等の国境を越える移動に関する手続きなどを定めた国際的な枠組み。当初は、1999 年 2 月にカルタヘナ (コロンビア) で行われた生物多様性条約特別締約国会議においてこの議定書を採択することが目指されたが交渉はまとまらず、2000 年 5 月にモントリオール (カナダ) で開催された同会議で採択された。170 の国と地域が締結しているが、主要産出国の米国・カナダなどは批准していない (2016 年 7 月現在)。

8) 名古屋議定書

「生物の多様性に関する条約の遺伝資源の取得の機会及びその利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分に関する名古屋議定書」の略称

生物多様性条約の目的の一つである、遺伝資源の利用から生じる利益配分に関して国際的枠組みを設けて実効性を与えようとする取り決め。2010 年 10 月に名古屋市で開催された第 10 回 CBD 締約国会議 (COP10) にて採択された。我が国は 2017 年 1 月にパブリックコメントを実施して批准に向けて進んでいる。

＜参考資料＞農学分科会審議経過

平成 27 年

5 月 22 日 第 2 回分科会

分科会の今後の活動について検討

8 月 27 日 第 3 回分科会

生産農学分野における教育のあり方についての論点整理と今後の進め方の検討

12 月 24 日 第 4 回分科会

分科会報告たたき台の検討

平成 28 年

3 月 22 日 第 5 回分科会

分科会報告たたき台の検討

7 月 6 日 第 6 回分科会

分科会報告案の検討

9 月 21 日 第 7 回分科会

分科会報告案の検討

11 月 30 日 第 8 回分科会

分科会報告案の検討

平成 29 年

○月○日 日本学術会議幹事会（第 xxx 回）

報告「生産農学における学部教育のあり方について」の承認

提言等の提出チェックシート

このチェックシートは、日本学術会議において意思の表出（提言・報告・回答、以下「提言等」という）の査読を円滑に行い、提言等（案）の作成者、査読者、事務局等の労力を最終的に軽減するためのものです。

提言等（案）の作成者は提出の際に以下の項目をチェックし、提言等（案）に添えて査読時に提出してください。

	項目	チェック
1. 表題	表題と内容は一致している。	1. はい
2. 論理展開 1	どのような現状があり、何が問題であるかが十分に記述されている。	1. はい
3. 論理展開 2	特に提言については、政策等への実現に向けて、具体的な行政等の担当部局を想定していますか（例：文部科学省研究振興局等）。	2. 特に無い
4. 読みやすさ 1	本文は 20 ページ（A4、フォント 12P、40 字×38 行）以内である。※図表を含む	1. はい
5. 読みやすさ 2	専門家でなくとも、十分理解できる内容であり、文章としてよく練られている。	1. はい
6. 要旨	要旨は、要旨のみでも独立した文章として読めるものであり 2 ページ（A4、フォント 12P、40 字×38 行）以内である。	1. はい
7. エビデンス	記述・主張を裏付けるデータ、出典、参考文献をすべて掲載した。	1. はい
8. 適切な引用	いわゆる「コピペ」（出典を示さないで引用を行うこと）や、内容をゆがめた引用等を行わず、適切な引用を行った。	1. はい
9. 既出の提言等との関係	日本学術会議の既出の関連提言等を踏まえ、議論を展開している。報告「大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準―農学分野―」	1. はい
10. 利益誘導	利益誘導と誤解されることのない内容である。	1. はい
11. 委員会等の趣旨整合	委員会・分科会の設置趣旨と整合している。	1. はい

※チェック欄で「いいえ」を記入した場合、その理由があればお書きください
これまでに関連する提言等は発出されていない。

記入者（委員会等名・氏名）：農学委員会農学分科会
大杉 立

参考：日本学術会議会長メッセージ、「提言等の円滑な審議のために」（2014 年 5 月 30 日）。
<http://www.scj.go.jp/ja/head/pdf/140530.pdf>