

## 論壇

### 地域営農モデル現地実証試験の方法論

石黒 潔

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター所長

先日、「日本の農業試験場」<sup>1)</sup>と「日本における作物育種」<sup>2)</sup>という1946年と1951年にそれぞれ公表された英文報告を読む機会に恵まれた。いずれも、わが国が被占領下当時の連合軍最高司令官総司令部・天然資源局(General Head Quarters Supreme Commander for the Allied Powers, Natural Resources Section, GHQ-NRS)によるもので、特に前者ではわが国の農学研究に対する鋭い指摘がなされている。それは、多くのデータからの帰納的推論よりも、基礎研究で得られた原理から応用研究に向かう演繹的アプローチが主体であるというものである。圃場試験の試験区の区画が非常に小さく、統計処理に必要な試験区の反復もほとんど配慮がされていないこともある。統計学の取り扱いについては後述するが、これらの指摘は、現在の農学関連研究開発独法、すなわち、かつての国立試験研究機関(旧国研)による農学研究の傾向を端的に捉えた評価と思われる。

こうしたわが国の農学研究のスタイルにとって、「総合研究」の導入は大きな転機になったといえるだろう。本会報第19号における特集「農学関連研究開発独法における総合研究を考える」の中で、農研機構中央農業総合研究センター所長で総合研究担当でもある寺島一男理事が「土地利用型農業の総合研究」<sup>3)</sup>と題して説明しているように、1980年代になり、新たに「総合研究」という研究方法が旧国研の農業研究センターで提案された。これは、複数分野の研究者が協力することにより、「専門研究」だけではカバーできない領域で研究開発を行う方法であり、地域農業試験場でも実施され、種々の問題点を抱えつつもその有効性が認知されている。現在まで農研機構の中央農業総合研究センター、および筆者の所属する東北農業研究センター等の地域農業研究センターで広範に取り組みられてきた。

#### 総合研究導入の必然性

GHQ-NRS の指摘にあったような、かつてのわが国の農学研究のスタイルは、なにもわが国や農学分野に限ったことではない。近年の研究によれば、欧米の工業技術研究でも顕著であったようだ<sup>4,5)</sup>。特に第 2 次世界大戦中の米国によるマンハッタン計画の成功を契機として、あたかも「基礎研究 → 応用研究 → 開発研究 → 普及」となる直線的な知見の受け渡しで技術開発に成功したかのような解釈、つまり「リニアモデル」が支持されていたという<sup>4)</sup>。ところが、その後の米国における技術開発動向を踏まえた反省から、80 年代にはリニアモデルに疑念が示され、これに換わる新たなモデルが提唱されるようになった。提唱者の名をとってクラインのイノベーション・モデルとも称される「連鎖モデル」である<sup>5,6)</sup>。時期から見ると、わが国の農学研究における総合研究導入の試みと共時性があり大変興味深い。ちなみに、現在最も注目を浴びているイノベーションのスタイルは、例えばこのようなものであろう。まずは、人口構成等から見て確実に生じるであろう将来を見据え、そこから逆算して解決が必要な問題点を見出し（バックキャスト）、その解決に必要な構成要素を洗い出した上でシステムとして統合する（システム・インテグレート）。次に、個々の構成要素を検討し、改善の必要な部分があれば、その部分の研究、場合によっては基礎研究に立ち返えることにより、目的を達成してイノベーションを起こす。そのような場合、基礎研究自体は、必ずしも組織内における内製化に頼らず、外部との協働を図ろうというのが、オープン・イノベーションの考え方である<sup>7)</sup>。以上のような考え方に近い内容は、第 4 期科学技術基本計画の科学技術・イノベーション政策として明記されている。

## 進化する農業の総合研究

さて、話題を農学における総合研究に戻そう。ここ数年特に感じるのは、農学関係の総合研究が節目の時期を迎えているということである。

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災、およびそれに伴う東京電力福島第 1 原子力発電所の事故で、わが国有数の食料生産地域である東北地方太平洋側地域の農業が未曾有の被害を受けた。一例をあげれば、津波で壊滅的被害を受けた宮城県南部平野部の農業地帯では、圃場から用排水システムまで、ハウスを含めたほぼすべてのインフラが津波で喪失している。被災地においては、こうした悲惨な状況から一日も早く農業の再生を図っていく必要があるが、目先の「復旧」に留まることなく、夢を持てる形で「復興」するには、10 年先といった将来にお

ける「あるべき営農モデル」を掲げるだけでなく、当該モデルの実現が可能であることも示さなくてはならない。そのため、関係研究機関がこれまで開発してきた先端的でかつ普及可能な技術のなかから、策定した営農モデルの実現に有用な技術群を選定、パッケージ化して、その実現のための実証試験を現地で展開することとなった。復興庁のイニシアチブによるこのプロジェクトが「食料生産基地再生のための先端技術展開事業」であり、現地実証試験の結果を生産者が見て、あるいは生産者自身が実証試験に関与することによって、当該地域の生産者が希望を持って営農を再開していけるよう国として支援していくことが大きな狙いである。

これを一つの節目と考えるのは、今回のプロジェクトにおいて従来の総合研究的アプローチからの転換が求められているからである。これまでの総合研究は、それが複数部門を総合した研究であったとしても、ただ一つの栽培様式等の導入と確立を狙いとするのが常であった。これに対し今回は、地域の営農モデル、例えば、革新的な技術を展開した大規模水田輪作経営全体の導入を現地で実証しようとする、相当に野心的な取り組みである。つまり、総合研究の対象とみなしていた従来の階層から一つ上位の階層にシフトし、社会実験に近い形で実施されるようになってきている。それに伴い、当然これまでの総合研究的アプローチとは異なった対処法が必要になる。

幸い、上記の震災被災地における現地実証試験のプロジェクトは順調に進捗しており、首相はじめ現政権幹部からも注目を浴び、高い評価をいただいている。さらに、これをきっかけとして、平成 25 年度補正予算により「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業」という大型プロジェクトも開始し、26、27 年度の 2 年間に全国の 48 コンソーシアムで、10 年後を見据えた地域営農モデルの確立に向け現地実証試験が展開されるようになった。東北地方においても、農研機構東北農業研究センターが研究代表機関となり、青森、秋田、山形各県と、それぞれの管内にある大型営農組織、大学、関係企業・団体等にご協力いただきながら、「東北日本海側多雪地域における畜産との地域内連携を特徴とした低コスト大規模水田輪作体系の実証」というプロジェクトに取り組んでいるところである。

## 現地実証試験実施上の懸案

このように、現地の大規模営農組織をプラットフォームにした新たな営農モデルの実証試験が総合研究的アプローチによって行われるようになると、いくつかの懸案も浮上してくる。そのうち、ここでは学術的な側面に絞って論じたい。

一つは、上記のような現地における実証試験の結果を学術雑誌に投稿できる論文の形にしにくいことである。卑近な話だが、これらの重要な研究に献身的に貢献している研究者の業績評価には苦勞する。もちろん、わが組織内では、学術論文以外の評価軸でも業績を評価することになっている。とはいえ、ある期間内に学術論文が皆無に近ければ高い評価は難しい。学術論文を執筆しにくいということは、研究者のキャリアパス上大きな問題となるが、より本質的な問題は、査読を経た客観的な論文を執筆できないと、科学の進歩に貢献できないことである。さらに根源的な問題点を挙げるならば、客観的な判断の唯一の拠り所である科学的手続きを踏めないという状況は、国民の税金を使って、ある政策、ある方法を推進する際の良好なエビデンスの獲得を難しくするということである。

もう一つは、前述した問題点に関連するが、通常統計学的に妥当と言われている実験計画を現実的には組めないという、よりテクニカルな点である。この会誌は、あまり細部の学術的な内容を論じる場ではないが、後半でやや突っ込んだ議論をしてみたい。

## 現地実証試験とは

まず、近年、行政のイニシアチブ等で多数導入されるようになった現地実証試験とは、何であるか、どうあるべきかについて考えてみたい。現地実証試験は、おそらく「現地試験」と「実証試験」の合成語と考えられるが、それぞれの用語の意味は異なる。また、いずれの形容語を付ける場合でも、「試験」は、解決したい疑問を仮説という形にまとめ、それを演繹的に検証する仮説演繹的な代表的手法であり、基本は諸バイアスを排除した比較である。また、「現地試験」は、英語では **On-Farm Research** と呼ばれている一連の研究のうち、試験・実験を指すようである。これについては、農学関係で多くの事例がある。一方、「実証試験」は、専門分野、例えば、工学系と環境保全生態学系とで、その定義が多少異なるように見受けられる。実は、農学系で総合研究を行う場合は、工学系と生物系および社会科学系が協力して実施する場合が大半であるため、「実証試験」についての考え方の目合わせをしておかないと混乱を招きかねない。

例えば、工学関係における「実証試験」では、実際の規模よりかなり小型の装置で開発されたシステムを用いて、社会実装される予定規模での稼働に問題がないことを実証する活動とされる。例えば、経産省系の NEDO の「バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業」の概要では、「実証試験事業とは、技術開発段階は終了しているものの、実用化には至っていない...設備の内、実証試験設備としての『適格性』を有している設備を設置し、実負荷における運転データの収集・分析を行い、実用化のための課題抽出・対策を講じることを目的」としている<sup>8)</sup>。

一方、環境保全生態学分野等では、実際に行われる規模で何らかの新機軸を試行し、比較対象とする従来のシステムとの間で、統計学で言うところの帰無仮説を設けて比較を行い、その優位性を証明しようとする活動を「実証試験」としているようである。例えば、環境省「国指定谷津鳥獣保護区保全事業」で平成 22 年から実施されている実証試験では、はっきり比較対照区を設けて仮説検証を行っている<sup>9)</sup>。なお、医療系の実証試験を論じるものの中には、より厳密に統計学的検定を要件とみなす考え方も散見される。「科学的に意義づけられない実証試験は資源の無駄使いであるのみならず、意味のない実験のための時間の浪費と被験者をリスクにさらす点で倫理的ではない」あるいは「実証試験は開発した機器の性能を確認し、適合と適応のために必要な知見を得る事が目的であるが、何よりも機器としての有効性を検証することになる。このため、プロトコル（研究計画書）は仮説検証型とならざるを得ない。『仮説』は、データを統計処理し、統計的検定にかけるための仮説であって、その機器の目的とする性能に関する仮説を設定することになる。実証試験における最大の武器が統計学的検定にあることは十分に銘記しておく必要がある。」とする非常に強い意見である。引用元<sup>10)</sup>を記したので、是非ご一読されたい。

結論から述べると、私は、現実レベルの規模でシステムが支障なく稼働していることを示す活動だけであれば、それは、従来から農業の普及組織で行われている「展示圃」に相当するものであり、「試験」の名を使用すべきではないと考える。現地実証試験とは、一般生産者の使用している営農の規模と場所を使用して、なんからの仮説の検証を行い、新機軸となる営農技術が比較対照よりも優れていることのエビデンスを得ようとする科学原則に基づいた活動でなくてはならない。上述した内の後者、すなわち、明示的に対照区と比較する実規模の試験のことを実証試験の定義とすべきである。なお、実証試験には、別の側面、つまり

実規模で試験を行った際に明らかとなる問題点を摘出し改善を図る目的があることは言うまでもない。

### 欧米における現地試験

ところで、**On Farm Research** という語をいろいろ調べると、これは少なくとも英米豪等の各国の大学・政府研究機関で、積極的に実施されている研究手法のようである。また、国連食糧農業機関（FAO）が機関リポジトリとして紹介している文献<sup>11)</sup>を見ても、かなり丁寧な解説がある。このうち、米国の **Land-Grant**(土地供与)大学の多く、例えば(農務省の研究補助による)**Vermont** 大学の解説<sup>12)</sup>を見ると、生産者の圃場を使用し研究者側の仮説を検証する、あるいは、生産者の疑問を研究者がサポートしながら試験を実施する活動との理解に立っている。そして生産者の圃場の実栽培規模でも、局所管理、反復、無作為化配置という正統派の統計学に則った実験計画法の必要性が強調されている。生産者が抱える問題の解決をめざして、普及機関の研究者のサポートを得ながら自助努力的にかつ **heuristic** に現地試験を実施し、営農を改善させようとする考え方がそこにある。

一方、英国の **Reading** 大学の例<sup>13)</sup>を見ると、上記のような点に加え、**On-Farm Research** で起こりがちな問題に対する注意点として、「試験・実験」ではなく、より背景の制御の緩い（あるいは緩く設定せざるを得ない）「観察研究」についても言及している。例えば、調査対象となる農場を抽出する際の層別化や繰返し調査により生じる問題などである。

さらに、豪州の **Queens** 州の例<sup>14)</sup>を見ると、**On-Farm Research** の概念がより広範である。事例研究に代表されるような探索的研究のモード、応用研究（あるいは開発研究）のモード、および新しい原理原則や理論の構築を目指す基礎研究のモードを区別したうえで、**On-Farm Research** は主に応用研究のモードに属するとしている。また、その際に使用される研究手法として、記述的方法、準実験的方法および実験的方法があるとしている。このうち、「準実験的方法 (**quasi-experimental method**)」については、農学関係では目新しい用語であるため、後で触れることとしたい。探索的研究モードでは記述的研究が主体であり、応用研究モードでは 3 種の研究手法がいずれも使用され、基礎研究モードでは実験的研究方法が主体になるとしている。正統派の統計学者が関心を持つのは、このうち実験的方法であろう。実験的方法では対象となる要因以外の周辺環境

を制御できるため、2 要因間の因果関係について間違いなく推論できるという利点があるからである。

### 日本における現地試験と統計学

わが国、特に農学系の研究独法の前身である旧国研では、最初の項で紹介したように、従来、原理や理論の探求を研究の主体とし、それを地方の試験研究機関に渡して現場での適用性を検討させる、いわゆるリニアモデルの研究開発スタイルを採っていた<sup>1)</sup>。そのため、**On-Farm Research** という研究スタイルが比較的不得意であったように思われる。現地試験を主に行っていたのは、地方農業試験場による新品種の系統適応性試験や奨励品種決定試験、あるいは農薬効果試験などが主体ではなかったろうか。また、普及機関と一体となって実施される「展示圃場」という仕組みも現地試験とされていたようだが、厳密な意味での試験とはいえない。

また 1920 年代には、英国ローザムステッド農業試験場の **R. A. Fisher** らにより実験計画法と生物統計学の考え方が体系づけられていたが、戦前の国研の主流派では全く導入されず、「精密実験法」と称する独善的で前時代的な考え方が跋扈していた。こうした考え方は、占領軍の **GHQ-NRS** により厳しく指摘を受け<sup>2,15)</sup>、1946 年には、統計学・数学の専門家である畑村又好、奥野忠一両氏ら日本人研究者が任用されることとなる<sup>15)</sup>。したがって、戦後しばらくは農学研究に統計学の考え方を導入する努力が強くなされた。この流れは、現在でも農研機構主催の数理統計研修という形で残っており、農学系独法や都道府県の研究者のレベルアップが図られている。その後、国研およびその後継となる農学系独法の研究者の多くも国際レベルの研究を行うようになると、当然、実験計画法に則った研究設計やデータの統計処理がある程度は普及した。しかし、占領が解除された 1960 年代以降は、組織的な厳しい取り締まりは影を潜め、専門分野や比較的小規模な研究機関によっては、統計学的素養を十分身につけたスタッフが確保できない環境下で、統計学的データ解析をおろそかにする例が相当数見られたようである。おそらく現在でも、大学あるいは大学院教育においては、統計学を専門とし指導が出来る教員が十分確保されていないのではないだろうか。

### 一筋縄では行かない現地実証試験

以上のような背景の下、行政から現地実証試験への強い要請がある現状では、研究予算が確保できるという喜ばしい面はある。しかしいくつかの問題も顕在化することになる。ここ数年、総合研究に基づく現地実証試験で最前線に立つ研究者と研究を推進する研究管理職との間で、それら問題をめぐり討論と言うよりも激論が交わされるようになってきている。

例えば、実際の現地実証試験では、諸般の事情から比較対照区を設けることが困難な場合が多い。幸い処理区とともに比較対照区が設定できたとしても、試験設計の内部妥当性(interior validity)を検証できない。つまり、当該試験で行った処理の影響が正しく結果に反映されていることを確認できる仕組み、言い換えれば、内部妥当性に対する「脅威」を取り除く仕組みが確保できないわけである。試験区に反復を設ける、試験区を無作為配置するなどの対処がどうしても困難となる。年次を反復とする場合には、同じ場所で繰り返すことにより諸々の問題も生じる。

さらに別の問題もある。ある処理区を設け、年次間反復をとって内部妥当性を確保しようとする場合を想定してみよう。初年目の試験を終えた後、現地で当該の生産者と話し合いをもった研究者が細部の実施方法に生産者の意見を反映しようと考えたとする。その際、次年度以降は初年度設計に修正を加えざるを得なくなり、厳密な意味で処理要因を制御した試験ではなくなる。つまり、内部妥当性に対する驚異となる事態が生じる。現地試験でほぼ必然的に生じるこのような諸問題は、正統派統計学者に言わせると、統計学を愚弄するようなものであり、当然、現地実証試験を実施するアグロノミストと統計学者の間に軋轢を引き起こす。このような齟齬が続くと、その結末は両者の乖離であり、統計学を用いない主観的な考察であり、有力学術雑誌への投稿も出来ず、海外の研究者との理解も限られてくるという負のスパイラルに陥りかねない。

### 他分野に存在した解決策

現地実証試験における内部妥当性確保の問題、さらには、それと対になる外部妥当性 (exterior validity, 試験で明らかになった結論が一般性を持っていることの確認があること) 確保の問題について、有効な解決策がなかなか見出せていない。そこで、他の専門分野でどのような解決策を採っているのか、折をみて調べてみたところ、易経にある「窮すれば則ち変じ、変ずれば則ち通ず」ではないが、思わぬ分野に解決策となりそうな方法があった。



まず、豪州の Queensland 州政府のガイドブック<sup>14)</sup>に記載のあった前述の「準実験的方法」であるが、これについては、社会科学系の分野で既に1963年に詳しく論じた叢書が出版されており<sup>16)</sup>、近年では、上記のガイドブックで引用されている文献の最新版<sup>17)</sup>が入手できる。それによると、正統派統計学で頻出する無作為化対照比較試験(Randomized Controlled Trial: RCT)のような万全の実験的手法がとれない場合には、内部妥当性の脅威となる種々の要因を避けつつ、現実的で準実験的なデザインが系統立って解説されている。このような手法は、アグロノミスト系の研究者もフォローすべきであろう。わが国では、教育学の分野でかなり使用されている手法のようである。また、試験の外部妥当性を確保するためには、独立した「試験」を複数、理想的には多数実施して、それらをメタ分析すべきであり、農学系でも近年ではメタ分析を実施している事例<sup>18)</sup>をよく見かけるようになったが、教育学分野では、準実験的方法でメタ分析を行うような、内部妥当性、外部妥当性の両方に対処した研究事例<sup>19)</sup>も見受けられる。

一方、年次間の反復を設けた試験で、2年目以降になって、何らかの事情で当初の試験設計の一部を変更せざるを得ない問題については、医学の臨床試験系の事例で類似の問題に対処している方法を発見した。これは、「統計学を拓いた異才たち」<sup>20)</sup>という啓蒙書の末尾近くに「治療の意図」と章立てして論じられていたITT(Intention To Treat)解析と呼ばれている方法<sup>21)</sup>である。臨床試験では、当初の試験設計の墨守にこだわってしまい、効果が判然としないのに被験者に苦痛を強いる治療、あるいは、被験者が事実上守れないような治療を続けて良いのかという人道上の問題が発端であるが、論理的にもよく整理された方法であり、一考の価値がある。

ここに例示した統計学的方法が現地実証研究の結果を科学的解析する上での決め手になるのか、専門家による今後の検討も必要だろう。筆者自身は統計学者ではないが、このように高いニーズのあるテーマについて、より深く検討されるべきだと考えている。

## 変遷・進化する農学の統計学的手法

前述した農研機構主催の数理統計研修は、もともと農林水産省が主催していたもので、GHQ-NRSのJ. C. Dodson博士が当時の農林省改良局の講習会において用い、初期の講師陣が訳した名著「スネデカー・コ克蘭 統計的方法」<sup>14,22)</sup>

やその後の講師陣が執筆した「応用統計ハンドブック」<sup>23)</sup>などが教科書として親しまれてきた。しかし、平成 26 年度のシラバスを見ると、隔世の感がある(図 1,2)。基礎編のコースでは、分散分析や t 検定、各種の回帰分析などの定番の手法が、それらすべてを包含する概念である「一般化線型モデル」の中で説明されている。さらに、上級者を対象にした応用編では、ノンパラメトリック検定、ベイズ推定、統計的因果推論、ベイジアン MCMC 等の新しいかあるいは農学関係では比較的利用が少なかった重要な手法もカリキュラム上にある。ベイズ推定や統計的因果推論等は、営農者の的確な意思決定や多数の現地調査からの精度の高い因果関係推定に極めて有効である。これらに併せて、上述したような現地実証試験の解析に有効と考えられる統計学的方法も考慮されれば、攻めの農林水産業の確立に向けて、行政の期待するアウトカムを科学的に妥当な方法でエビデンス化できるものと期待している。

#### 引用文献

- 1) S. C. Salmon (1946) The agricultural experiment stations of Japan. General Head Quarters Supreme Commander for the Allied Powers, Natural Resources Section A preliminary report No. 59: pp.92.
- 2) E. C. Heyne (1946) Plant breeding in Japan. General Head Quarters Supreme Commander for the Allied Powers, Natural Resources Section, A preliminary study No. 52: pp.30.
- 3) 寺島一男 (2013) 土地利用型農業の総合研究. 日本農学アカデミー会報 19:3-14.
- 4) B. Godin (2005) The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework. Project on the History and Sociology of S&T Statistics. Working Paper No. 30 Montreal, Canada.pp.36.
- 5) ヘンリー・ペトロスキー (2014) エンジニアリングの真髄:なぜ科学だけでは地球規模の危機を解決できないのか. (訳: 安原和見 The essential Engineer:Why science alone will not solve our global problems, 2010) 筑摩書房 pp.343.
- 6) S. J. Kline (1985) Research, Invention, Innovation, and Production: Models and Reality. Stanford University, pp.54.

- 7) 小笠原 敦 (2012) これからの「つくば筑波サイエンスパーク」とは. 第3回コーディネータネットワーク筑波会議 講演要旨. ([http://www.tsukuba-network.jp/sangakukan/pdf/coordinator3\\_ogasawara.pdf](http://www.tsukuba-network.jp/sangakukan/pdf/coordinator3_ogasawara.pdf)).
- 8) バイオマス等未活用エネルギー資源活用実証試験事業概要 (2007) ([http://www.nedo.go.jp/library/pamphlets/ZZ\\_pamphlets\\_08\\_1shinene\\_biomass\\_mikatsu\\_index.html](http://www.nedo.go.jp/library/pamphlets/ZZ_pamphlets_08_1shinene_biomass_mikatsu_index.html)).
- 9) 環境省「国指定谷津鳥獣保護区保全事業」計画書 (2010) ([yatsu-hozen.com/国指定谷津鳥獣保護区保全事業計画書\(後半\).pdf](http://yatsu-hozen.com/国指定谷津鳥獣保護区保全事業計画書(後半).pdf)).
- 10) 山内 繁 (2012) 支援機器実証試験における科学性. 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会講演要旨 GS3-1-6. (<http://www.jsme.or.jp/conference/bioconf10/data/paper/209.pdf>).
- 11) B. R. Tripathi and P. J. Psychas (1992) The AFNETA alley farming training manual - Volume 1. the International Livestock Centre for Africa, Addis Ababa, pp.180.
- 12) B. Hilshery, S., Boswoth and R., Gilker (2013) A practical guide of on-farm pasture research. The University of Vermont. Pp.17. ([http://www.uvm.edu/pss/vtcrops/research/Conducting On-Farm\\_Pasture\\_Research\\_Guide2.pdf](http://www.uvm.edu/pss/vtcrops/research/Conducting_On-Farm_Pasture_Research_Guide2.pdf)).
- 13) Biometrics Advisory and Support Service to DFID (1998) On-farm trials- Some biometric guidelines. University of Reading Statistical Services Centre, pp.16. (<http://www.reading.ac.uk/ssc/n/resources/Docs/OnFarmTrials.pdf>).
- 14) D. Lawrence, N., Christodouolou and J. Wish (2004) Doing successful on-farm research. The State of Queensland Department of Primary Industries and Fisheries pp.47. ([http://www.gga.org.au/files/files/1061\\_OFRinal.pdf](http://www.gga.org.au/files/files/1061_OFRinal.pdf)).
- 15) 奥野忠一 (1994) 農業実験計画法小史. 日科技連, pp.216.
- 16) D. T. Campbell and J. C. Stanley (1963) Experimental and quasi-experimental designs for research. Houghton Mifflin, BOSTON, pp.84.
- 17) A. M. Graziano, and M. L. Raulin (2011) Research Methods: Pearson New International Edition: A Process of Inquiry. Pearson, pp.432.

- 18) H. Scherm, C.S. Thomas, K.A. Garrett, and J.M. Olsen (2014) Meta-analysis and other approaches for synthesizing structured and unstructured data in plant pathology. *Annu. Rev. Phytopathol.* 2014.52:453-476.
- 19) 橋野晶寛 (2011) 準実験的手法による学級規模効果研究のメタアナリシス. 東京大学大学院教育学研究科教育行政学論叢 30:49-60.
- 20) デイビッド・サルツブルグ (2006) 統計学を拓いた異才たち. (訳: 竹内恵行・熊谷悦生, *The lady tasting tea, How statistics revolutionized science in the twentieth century*). 日本経済新聞社, pp.437
- 21) S. Armijo-Olivo, S. Warren and D. Magee (2009) Intention to treat analysis, compliance, drop-outs and how to deal with missing data in clinical research: a review. *Physical Therapy Reviews* 14:36-49.
- 22) 畑村又好・奥野忠一・津村善郎 (1972) スネデカー, コクラン統計的方法 原書第6版. 岩波書店, pp.546. (G. W. Snedecor and W. G. Cochran (1966) *Statistical Methods* 6th Edition. The Iowa State University Press, pp.593.)
- 23) 応用統計ハンドブック編集委員会 (1978) 応用統計ハンドブック 養賢堂, pp.827.

図1 農研機構主催平成26年度数理統計研究(基礎編)の内容

11月10日(月)		
9:30・10:00	< 受付 >	
10:00・10:15	開講式	
10:15・10:20	オリエンテーション	
10:30・12:00	統計学概論	農業環境技術研究所 生態系計測研究領域 三中 信宏
13:00・16:00	確率と確率分布の基礎	農業環境技術研究所 企画戦略室 三輪 哲久
~17:00	自由実習	
11月11日(火)		
9:00・12:00	統計的検定と推定	中央農業総合研究センター 情報利用研究領域 法隆 大輔
13:00・16:00	実験計画法	農業環境技術研究所 生態系計測研究領域 三中 信宏
~17:00	自由実習	
11月12日(水)		
9:00・12:00	Rによる統計解析 I	農業環境技術研究所 生態系計測研究領域 三中 信宏
13:00・14:30	Rによる統計解析 II	東京大学大学院 農学生命科学研究科 岩田 洋佳
14:35・16:00	Rによる統計解析 III	中央農業総合研究センター 情報利用研究領域 竹澤 邦夫
16:00・17:00	デモンストレーション 「JUSE・StatWorksによる統計解析」	(株)日本科学技術研修所
11月13日(木)		
9:00・12:00	要因実験	畜産草地研究所 家畜育種繁殖研究領域 西浦 明子
13:00・16:00	表計算ソフトによる統計解析	北海道農業研究センター 酪農研究領域 山崎 武志
16:00・17:00	デモンストレーション「JMPによるビジュアルデータ分析:データの見える化」	SAS Institute Japan (株)
11月14日(金)		
9:00・12:00	一般化線形モデル	九州大学 理学研究院 生物科学部門 粕谷 英一
13:00・14:30	補遺・質疑応答と総合討論	講師(中央農研・農環研ほか)
14:45~	閉講式	

図2 農研機構主催平成26年度数理統計研究(応用編)の内容

11月17日(月)		
10:00・10:25	< 受付 >	
10:30・10:40	オリエンテーション	
10:45・12:15	多変量解析概論	農業環境技術研究所 生態系計測研究領域 三中 信宏
13:15・16:30	Rプログラミング入門	国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター 竹中明夫
～17:00	自由実習	
11月18日(火)		
9:00・10:30	計算機統計学	農業環境技術研究所 生態系計測研究領域 三中 信宏
10:45・12:15	時系列解析	静岡大学大学院 工学研究科 横沢 正幸
13:15・14:45	ノンパラメトリック検定	東京大学大学院 農学生命科学研究科 大森 宏
15:00・16:30	判別分析	東京大学大学院 農学生命科学研究科 大森 宏
～17:00	自由実習	
11月19日(水)		
9:00・12:15	一般化線形モデル	農業環境技術研究所 生物多様性研究領域 山村 光司
13:15・16:30	ベイズ推定	中央農業総合研究センター 情報利用研究領域 林 武司
～17:00	自由実習	
11月20日(木)		
9:00・10:30	ニューラルネットワークとファジ理論	岩手大学 農学部 築城 幹典
10:45・12:15	統計的因果推論概論	農業環境技術研究所 生態系計測研究領域 大東 健太郎
13:15・16:30	平滑化とノンパラメトリック回帰	中央農業総合研究センター 情報利用研究領域 竹澤 邦夫
～17:00	自由実習	
11月21日(金)		
9:00・12:00	ベイジアンMCMCによる統計モデル	森林総合研究所 森林植生研究領域 伊東 宏樹
13:00・15:00	補遺・質疑応答と総合討論	講師(中央農研・農環研ほか)
15:00～	閉講式	