

生物育成に関する技術の適切な評価・活用における 学習評価規準の判別基準と評価事例

磯部 征尊*・桑野 浩彰**・山崎 貞登***

(平成28年8月2日受付；平成28年11月21日受理)

要 旨

本研究は、2008年告示版（現行）の中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野「C 生物育成に関する技術」の(1)イ【工夫・創造】観点の評価規準の設定例「生物育成に関する技術の課題を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから比較・検討するとともに、適切な解決策を見いだしている」を研究対象とし、評価規準「A」と「B」判別基準を設定し、生徒計106人の学習評価事例について検討した。主たる結果を、以下に示す。

- (1) 技術分野固有の学習過程である技術評価の流れを取り入れた評価計画の作成と授業実践、学習評価を行い、同評価規準「A」23事例（21.7%）と、「B」59事例（55.7%）の計82事例（77.4%）を得た。
- (2) 「A」の評価規準の判定根拠は、社会・環境・経済の3つ全ての技術評価観点の長所（便益）・短所（リスク）に関する情報を正確に取り出して、比較・検討しながら技術評価をしていること、加えて、社会の一員としての立場から、「解釈・推論」や「熟考・評価」の記述を伴って、適切な解を見いだしていることとした。

KEY WORDS

技術の適切な評価・活用 (Technological Assessment and Its Practical Application Properly), 工夫・創造力 (Devising and Creativity), 学習評価規準 (Learning Assessment Criteria), 判別基準 (Standards of Judgment), 生徒記述アンカー事例 (Students' Written Anchors for Learning Assessment)

1 問題の所在と研究目的

本稿では、2008年告示版（以下、「現行」と表記）中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野の内容「C生物育成に関する技術」大項目「(1)生物の生育環境と育成技術」の、中項目「イ 生物育成に関する技術の適切な評価・活用について考えること」⁽¹⁾における学習評価観点「生活を工夫し創造する能力（以下、C(1)イ【工夫・創造】と表記）」を、学習評価規準の項目の研究対象とする。本研究の目的は、文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター〔以下、「国研」と表記）、2011〕⁽²⁾『評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校 技術・家庭】（以下、「評価規準の参考資料」と表記）のC(1)イの「評価規準の設定例」である、「生物育成に関する技術の課題を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから比較・検討するとともに、適切な解決策を見いだしている（国研、2011：p.27）。⁽²⁾」の判別基準と評価事例について、教育実践研究に基づき提案することである。

本研究で用いる「評価規準 (criterion)」は、国研（2011：p.8）⁽²⁾の定義に従い、「何れの評価観点の学習状況の評価するかを明確化し、新学力観に立って生徒が自ら獲得し身に付けた能力の質的な評価規準を意味する」の概念で用いる。漢字表記は、「評価基準」ではなく、「評価規準」を使用する。教育評価研究では、いわゆる「キジュン（規準・基準）問題」（田中、2008：p.136）⁽³⁾が長年論争テーマになっていることに留意する必要がある。特に、『その「規準」が量的・段階的に示された「基準」にまで具体化されなくては、「目標に準拠した評価」といえども、評価者の主観的な判断に陥る危険がある（田中、2008：p.136）⁽³⁾』ことに注意する必要がある。評価方法の原理では、「妥当性」、「信頼性」、「公正性」、「実行可能性」があげられる（pp.139-146）⁽³⁾。「妥当性」とは、評価対象をどれほどよく測れているかを示す概念である（p.139）。「信頼性」とは、評価対象をどの程度安定的に一貫して測れているかを示す概念である（p.139）。また、本研究で用いる「判別基準 (standard)」は、橋本（2003：p.39）⁽⁴⁾に従い、「目標準拠評価における基準で、目標そのものから判定解釈するために事前に設定される基準」の意味で用いることとする。

次に、本研究において、現行技術分野内容C(1)イ【工夫・創造】の評価規準の設定例を研究対象にした理由について述べる。特に、現行技術分野の評価観点【工夫・創造】では、『基礎的・基本的な知識・技能を活用しつつ各教科の内容に即して考えたり、判断したりしたことを、児童生徒の説明・論述・討論などの言語活動等を通じて評価

(国研, 2011: p.8)⁽²⁾』することを重視している。

技術分野固有の本質的なものの見方・考え方の中核をなし、技術の本質とは何かの探究プロセスと永続的な理解に必要な、技術の適切な評価・活用能力と態度の育成や、学習評価に関する先行研究や先行実践は、小倉(2009)⁽⁵⁾をはじめ、多数の先行実践研究がある。代表的な先行実践については、尾崎ら(2013)⁽⁶⁾による詳細な紹介と批評がされている。一連の先行実践報告の多くは、生徒の感想記述から、技術を評価しようとする意識の向上を読み取っている。本研究では、尾崎らが、一連の先行報告の批評で、評価規準の解釈が実践者間で大きく異なり、到達状況の判別基準が不明確であり、改善に向けた研究が喫緊に求められているという指摘に着眼した。

尾崎らは、生徒記述から「技術を評価・活用する能力と態度」を評価するための、到達レベルの設定と、生徒の記述の見取りに必要な概念群を設定した。さらに、「能力と態度」の到達レベルを5つに設定して、検証授業を行い、生徒の記述から抽出したキーワードを概念群にグループ化して概念間の関係を分析し、概念間と到達レベルを対応づけた。しかしながら、学習対象内容は、「材料と加工技術」「エネルギー変換技術」「情報に関する技術」であり、「生物育成に関する技術」については、検証されていない。また、国研(2011: pp.12-13)⁽²⁾と、新屋敷(2013)⁽⁷⁾らが指摘するように、各学校では、国研が示した「評価規準に盛り込むべき事項及び評価規準の設定例(「B」評価規準を示す)(国研, 2011: p.10)⁽²⁾」を基に、指導と評価の一体化と、学習評価の妥当性、信頼性等を高める取組の一層の充実が、喫緊の重要課題となっている(国研, 2011: pp.12-13)⁽²⁾。しかし、技術分野では、学習評価の妥当性、信頼性、公正性、実行可能性を高める先行実践研究がきわめて少なく、喫緊の課題となっている。相対評価法から目標に準拠した評価法に変更になった1998年告示中学校学習指導要領に基づく学習指導要録、内申書の作成直後、K県等で、評価規準A, B, Cの学校間格差, A, B, Cの判別基準の妥当性、信頼性、観点別学習状況評価と評定との整合性について、県等版新聞紙等で大きく報道された。高校入試の内申書の採点比率が高いと、特に問題になることが多い。こうした問題を受けて、K県等では、国が示した生徒指導要録と評価規準と基準、評定の基準に基づき、評価A, B, Cの判別基準、観点別学習状況評価と評定との対応表を、県等版スタンダードとして作成している。

一方、学習評価は、学習状況の把握・診断・証明、「指導と評価の一体化」の推進だけではなく、「社会に開かれた教育課程[中央教育審議会(以下、「中教審」), 2015: p.7]⁽⁸⁾」を推進する際の重要なエビデンスになる。そのため、学習指導要領に基づく学習指導を通じて、学習者に何を身に付けさせるのかを明確にさせた上で、学力の到達状況を公開説明し責任を果たしていく必要がある。次期学習指導要領改訂に向けた下村文部科学大臣(当時)の諮問の第一として、『教育目標・内容と学習・指導方法、学習評価の在り方を一体として捉えた、新しい時代にふさわしい学習指導要領⁽⁹⁾』が強調されている。

旧文部省(2001年から現文部科学省)は、1998年版学習指導要領で技術分野の目標と内容⁽¹⁰⁾を示し、2001年には小学校児童指導要録、中学校生徒指導要録等、いわゆる「指導要録の改善通知⁽¹¹⁾」で、観点別学習状況評価と評定を全て、目標に準拠した評価に変更したことを周知し、『評価規準の作成、評価方法の工夫改善のための参考資料(中学校)』を2002年に作成した⁽¹²⁾。技術分野では、「技術分野の評価の観点の趣旨(p.213)」, 「学習指導要領の内容のまとめりごとの評価規準及びその具体例(評価規準Bの学習状況)(pp.213-221)」を示した。各学校における評価規準及び評価方法等の工夫改善や評価の客観性・信頼性を高めることが喫緊な課題となり、国研(2004)⁽¹³⁾は、各学校が評価の工夫改善等に取り組む際の参考資料を提供した。

第3著者は、2005年から2007年まで、国研研究指定校(教科別指定)に係る企画委員会(技術分野)の主査を命ぜられ、渡邊康夫前技術教科調査官の指揮の下、上野耕史現技術教科調査官(当時、企画委員会委員)を含む各委員と共に、国研(2002)⁽¹²⁾に基づき、全国的・総合的な学習状況調査を実施・分析した。その際に、以下の3点が、当時の今後の課題として残された。第1点は、「内容のまとめりごとの評価規準」と、1998年版中学校学習指導要領で示された内容の中項目との関係が完全に対応していなかったために、解釈の違いが生じたことである。第2点は、学習指導要領の技術分野で示された内容の大項目(両括弧付きの数字)と中項目(アイウ)は、国の教育課程の基準であり、題材は各学校で創意・工夫により開発されるために、「学習活動における具体的評価規準」として示されたために、「学習活動における具体的評価規準」の文脈中における、学習指導要領の目標・内容の国家基準性と、各学校の題材開発の創意・工夫(School Based Curriculum Development), カリキュラム・マネジメントとの関係性が不明瞭であった。第3点は、国研⁽¹²⁾が示した「内容のまとめりごとの評価規準」が多すぎて、1題材内で平均すると1単位時間当たり1~2回の評価回数に厳選・重点化する必要があった。

国研(2011: pp.9-10)の中学校技術・家庭「評価規準の参考資料」では、前述の課題点を解消するために、『各学校において単元や題材ごとの評価規準や学習活動に即した評価規準を設定するに当たって参考となるよう、「評価規準に盛り込むべき事項」をより具体化したものを「評価規準の設定例」として示している⁽²⁾。「評価規準の設定例」は、原則として、新学習指導要領の各教科の目標、学年(又は分野)の目標及び内容のほかに、当該部分の学習

指導要領解説（文部科学省刊行）の記述を基に作成している（p.10）⁽²⁾。したがって、評価規準の参考資料に示された「評価規準」の計62項目（前述の課題の3つ目の改善を図るために厳選・重点化）は、基準性（スタンダード）を有し、各学校は、この「評価規準の設定例」に基づき、各学校独自の題材を、創意・工夫しながら主体的・協働的なチーム学校体制で開発する。「評価規準の参考資料」⁽²⁾に基づいて、各評価規準項目と「評価規準A、同Bの判別基準」を明確にし、学習者、授業者のみならず、国民全体で学習状況の評価データ（エビデンス）を共有化する必要がある。前述の評価規準の設定例の62項目は、現行学習指導要領技術分野の中項目との対応関係に多義的な解釈が生じないように、国研⁽²⁾の「評価規準の設定例」の各表で示した学習指導要領内容の中項目同士は、破線で区切って明確化を図っている。

また、前述の課題の2つ目であった、国の教育課程の基準性を有する学習指導要領技術分野内容の大項目（両括弧付きの数字）と中項目（アイウ）と、各学校で創意・工夫により開発される題材との関係性を明確にするために、表1に示すように、題材と「評価規準の設定例」の文言の整合性に配慮した記述の工夫が見られる。

表1 国研（2011）⁽²⁾が示した技術分野内容C（1）イ【工夫・創造】の「評価規準の設定例」と、題材との関係（太ゴシックは「評価規準の設定例」）

題材（題材の定義は、文部科学省、2008：p.74）⁽¹⁾、または小題材・教材等の学習を通して、**生物育成に関する技術の課題を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから比較・検討するとともに、適切な解決策を見いだしている。**

技術の適切な評価・活用学習では、技術に関する社会的・環境的・経済的側面等からの思考・判断・表現する学習活動を重視すると共に、リスクと便益に関する判断に加えて、価値問題に配慮する必要がある（城山、2007：p.53）⁽¹⁴⁾。文部科学省（2008a：p.77）⁽¹⁾は、技術分野の学習指導要領解説で、『個人の生活の範囲だけで基準を設定するのではなく、自分の生活の在り方が地域の人々の生活あるいは地球規模での視点から、どのような意味をもつのか見極めることができるようにすることが望まれる』と述べている。価値判断の基準と、その重み付けによって、技術評価が大きく変わる。国研（2011）⁽²⁾は、例えばp.76などで、評価規準「B」の判別基準として、『個人の立場で表明している』、評価規準「A」の判別基準として、『社会の一員としての立場で表明している』を示している。本研究では、国研（2011：p.76等）⁽²⁾で示された判別基準を用いることとする。

さらに、本研究では、文部科学省（2012）⁽¹⁵⁾の『言語活動の充実に関する指導事例集～思考力、判断力、表現力等の育成に向けて～【中学校版】』の「第2章 言語の役割を踏まえた言語活動の充実」「（1）知的活動（論理や思考）に関すること」「ア 事実等を正確に理解し、他者に的確に分かりやすく伝えること（p.7）」の「（i）事実等を正確に理解すること（p.7）」と「（ii）他者に的確に分かりやすく伝えること（p.7）」の条件を満たしている場合を、「B評価規準」の判別基準とした。これは、「必要な情報を見つけて取り出すこと（PISA読解力の情報へのアクセス・取り出し）（文部科学省、2012：p.4）⁽¹⁵⁾」に該当する。本実践研究の「A評価規準」は、「B評価規準」に加えて、「イ 事実等を解釈し説明するとともに、互いの考えを伝え合うことで、自分の考えや集団の考えを発展させること（p.8）」「（i）事実等を解釈し、説明することにより自分の考えを深めること（p.8）」、「（ii）考えを伝え合うことで、自分の考えや集団の考えを発展させること（p.8）」の条件を満たしている場合とした。これは、「情報相互の関係性を理解して解釈したり、自らの知識や経験と結び付けたりすること（統合・解釈、熟考・評価）（文部科学省、2012：p.4）」に該当する。

本稿では、技術分野「C 生物育成に関する技術」（1）イにおける工夫・創造の評価規準の設定例「生物育成に関する技術の課題を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから比較・検討するとともに、適切な解決策を見いだしている（国研、2011：p.27）⁽²⁾」を研究対象とし、評価規準「A」と「B」の判別基準の違いに着目した学習評価事例と学習評価の妥当性について検討する。

2 研究対象及び方法

2.1 研究対象

研究対象は、2012年度N県N市立K中学校第2学年〔X組38人（男性19人、女性19人）、Y組37人（男性18人、女性19人）、Z組37人（男性18人、女性19人）〕の合計112人であった。授業者は、技術分野専任H教諭（男性、教職経験15年）であった。授業期間は、2012年5月～2013年3月であった。

2.2 題材指導計画

本題材で栽培した3品種を、表2に示す。

表2 本題材で栽培した3品種

	N小松菜	M小松菜	B菜
育成地域	N市周辺及びN県内各地	全国各地（家庭菜園）	全国各地（家庭菜園）
育成期間	3～5ヶ月	2～3ヶ月	1～2ヶ月
周年栽培	8～9月播種，2～3月収穫	可能	可能
種子生産地	種子販売は，主に6月～9月	種子は周年販売	種子は周年販売
品種開発の方法	岐阜県など	アメリカなど	イタリアなど
品種開発の方法	伝統的な技術（地域品種・固定種）	一代交配種（F ₁ 品種）	バイオテクノロジー品種（胚培養）

N小松菜は，伝統的な技術で開発された地域品種・固定種で，N市ME地区のみの栽培品種「ME菜」と遺伝的同質品種である。なおME菜は，種苗法による品種登録時に，門外不出品種として申請し，承認済である。したがって，前述のME地区以外の生産は，知的財産権保護により不可である。本研究では，ME菜と遺伝的に同質のN小松菜を教材とし，現行技術分野の内容の取扱い（5）技術にかかわる倫理観や知的財産の創造と活用する態度の育成を図る学習を行った。

M小松菜は，メンデルの法則の「優性の法則」を応用した雑種強勢（F₁）品種である。現行の中学校学習指導要領理科第2分野（5）生命の連続性 イ 遺伝の規則性と遺伝子（ア）遺伝の規則性と遺伝子（標準履修は第3学年）¹⁶との連携を図った。

B菜は，小松菜とチンゲンサイを交雑させた胚を，バイオテクノロジーによる容器内（イン・ビトロ）の人工培養で誕生した品種である。本題材の指導計画を，表3に示す。

表3 題材名「菜類の栽培に挑戦しよう！」指導計画（全12時間）

次	時間	小題材名	学習活動 ^{註1}	記録に残す学習評価の観点 ^{註2}			
				関・意	工・創	技	知・理
一次	2	◎生物育成に関する技術について学ぼう	①栽培の技術が，生活に果たしている役割について考える。 ②品種と環境，土壌と肥料の性質について理解する。 ・菜類3品種（N小松菜，M小松菜，B菜）比較表を見て，それぞれのよさ（プラス面）や課題（マイナス面）について考える。 ③Web検索で，3品種の特徴や優れている点を考える。	C(2)上			C(2)上 C(1)ア上 C(1)イ
二次	3	◎菜類の栽培に挑戦しよう	・栽培計画を立てる。 ・2品種の種まきを行う。 ・屋外での栽培を行う（発芽までは，屋内で栽培する）。			C(2)	C(1)ア下 C(2)下
三次	2	◎栽培記録をまとめよう	・菜類の収穫を行い，栽培記録をまとめる。 ④「生物育成に関する技術の適切な評価・活用」について考える。	C(1)イ			
四次	3	◎2回目の栽培に挑戦しよう	①～②2回目の栽培計画を立てる。 ③3品種の中から，自分が選んだ1品種を班内で発表し合う。 班員の意見を参考にし，最終的に栽培する1品種を決定する。 ・3品種の中から1品種を選び，種まきを行う。 ・屋内栽培を行う。	C(2)下	C(2)上	C(2)	
五次	2	◎これまでの学習をまとめよう	・菜類の収穫を行い，栽培記録をまとめる。 ④「生物育成に関する技術の適切な評価・活用」について考える。		C(2)下		C(1)イ

註1：①技術課題の明確化，②社会・環境・経済の3側面を中心とした技術評価観点の設定，③各技術評価観点の長所（便益）・短所（リスク）の比較・検討，④最適解（最も適切と考える解）の決定の流れ

註2：国研（2011：p.28）¹⁶の「C 生物育成に関する技術」評価規準の設定例計12項目，「上」は国研（2011：28）の上段，「下」は下段の評価規準の設定例

表3の「生物育成に関する技術について学ぼう」では，最初に，栽培の技術が，人間の生活を向上させ，我が国の産業の継承と発展に影響していることや，栽培の技術が果たしている役割について，露地栽培，施設園芸（ハウス栽培），水耕栽培，植物工場を例に挙げて説明した。次に，授業者によるプレゼンテーション，資料等から，品種と環境，土壌と肥料の性質について学習した。その後，栽培する菜類3品種比較表（表2）を見て，各特徴を知り，Web検索で各特徴を探究した。生徒は，授業者・資料・Web検索の3つの情報源から技術評価による比較・検討を行い，3品種の中から1品種を選択する予定であった。しかし，2012年春の段階では，地域品種N小松菜の種子が入手困難（通常は播種適期前に販売）であり，2回目の栽培で，再度，技術評価による比較・検討を行い，3品種中の1品種を選択して栽培した。本研究では，技術分野固有の学習過程である技術評価・活用活動を充実させるために，表3の「学習活動」①技術課題の明確化，②社会・環境・経済の3側面を中心とした技術評価観点の設定，③各技術評価観点の長所（便益）・短所（リスク）の比較・検討，④最適解（最も適切と考える解）の決定の流れとし，各過程で意思決定を伴うように設定した。

2. 3 C(1)イの「工夫・創造」の評価規準

本研究対象の現行の技術分野C(1)イ「生物育成に関する技術の適切な評価・活用について考えること」において、記録に残す学習評価規準は、国研(2011)⁽²⁾が示した設定例を基準として、「A」と「B」評価規準と「Cへの手立て」を設定した。本稿では、授業者用評価規準表と呼称する。

評価規準「A」「B」の設定は、桑野ら(2011)⁽¹⁷⁾と桑野(2012)⁽¹⁸⁾のN県J市立N中学校との協同による先行実践研究の知見を参考にした。技術の制約条件には、例えば「安全性とコスト高」、「人工環境の創出と、環境負荷やエネルギー投資の増大」のような、相反する事象が存在する。技術は、多種多様な価値の付随や重み付けと、意思決定問題が含まれる(日本産業技術教育学会, 2012⁽¹⁹⁾; 同, 2013⁽²⁰⁾)。各技術の長所と短所を比較考量しながら、多様な解決方法の中で最適と考えられる解決策を見いだすことが求められる。さらに、自分だけの視点だけではなく、より良い社会を築くための一員として、技術の価値の重み付けや意思決定が求められる。取り出した情報を根拠に、技術の価値の重み付けと意思決定に関して、社会・環境・経済の3観点全てから技術評価をして、学習シートに記述していることを、評価規準「A」の条件とした(表4)。学習資料「植物工場とは」は、表5に示す。

表4 C(1)イ【工夫・創造】の評価規準「A」、「B」、「C」の判別基準表(ルーブリック)

A	生物育成に関する技術の課題例として、植物工場の技術評価と活用に関する課題を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面を中心に比較・検討すると共に、学習資料「植物工場とは」(表5)やWebなどの情報を正確に取り出し、技術評価を根拠にした思考・判断により、適切な解決策を見いだしている。下線部の判断は、露地栽培、施設園芸農業、植物工場の在り方に対し、個人の意見のみでなく、社会の一員としての立場から各々の評価・選択・意思決定した記述に至っている場合とする。
B	評価規準「A」中の下線部が見られない場合には、「B」と判断する。
C	「C」の場合には、指導の手立てとして、「学習資料『植物工場とは』(表5)を再度読ませて、植物工場による生物育成技術の評価・活用の長所と短所を、社会的・環境的及び経済的側面から、学習シートに記述させる。さらに、3つの側面の長所と短所を比較・検討させ、植物工場の活用に関する課題の適切な解決策を学習シートに記述できるように支援する。」を行う。

表5 学習資料「植物工場とは」

菜類の栽培に挑戦しよう！

植物工場とは

「植物工場」とは、「野菜などの作物を施設内で、光、温度、湿度、二酸化炭素の濃度、肥料を与える量などの環境条件を、人間が「コントロール(制御)」し、季節や場所にあまり影響を受けずに、自動的に連続生産するシステム」ということになります。植物工場には、「太陽光利用型」と人工光のみによる「完全制御型」とがあります。

農業生産は、日光や雨などの自然環境にたより、屋外で栽培する「露地栽培」から、冬場を中心に生産を確保しようとする「施設園芸(ハウス栽培)」、自然の土を使わない「水耕栽培」、そして天候、温度、土などの自然環境にほとんどたよらない「植物工場」の順に技術が先端化してきました。植物工場の中で育てられた作物は、無農薬あるいは低農薬で、新鮮、清潔など生産物の価値が高いなどの特徴をもちます。

それでは、「植物工場」が生まれた経緯を説明します。

日本の栽培方法は、豊かな自然をたくみに利用した「露地栽培」が主流です。しかし、露地栽培は、天候や土などの自然環境の影響を直接受けやすく、生産が不安定になりがちです。また、限られた季節しか栽培できず、1年を通して栽培することはできません。対して「施設園芸(ハウス栽培)」は、季節を問わず栽培することが可能で、自然環境の変化の影響も受けにくいですが、ビニルハウスを使用するので、夏は暑すぎて栽培ができません。さらに冬場は、日照時間が不足するので、生産物の味や栄養価が落ちる可能性があります。

そして、「露地栽培」「施設園芸(ハウス栽培)」両者とも、一般には農薬をどうしても使わなければなりません。生産者(農家)と消費者(買う側)双方にとって完全に安全・安心な作物をつくるのはとても難しいということなのです。

対して「植物工場」では、自然の土を使わずに、作物の生育に良い養分を含み、生育のスピードを速めて収穫期間を露地栽培よりも大幅に短くできる液体肥料を使った「水耕栽培」をします。自然の土を使う栽培では、同じ場所で2年続けて同じ作物を栽培すると、病気や害虫が発生しやすくなるので、作物の品種を変えて栽培しなければなりません。植物工場ではその必要もありません。したがって、農薬がほとんど必要ありません。さらに、水耕栽培は、生産の効率がとても高く、生産量が多い栽培法です。そのため作業負担が軽くなり、清潔な栽培環境で作物が育ちます。最近では先端技術の発達で、人工の化学肥料ではなく、自然界の肥料である有機肥料を使う植物工場もあります。

今後、「植物工場」の技術が発達し、大量生産が可能になれば、そこでつくられる作物の値段が下がり、もっと気軽に購入できるようになります。また、食料危機などの地球規模の問題にも、人間の力で対応できるかもしれない可能性もっています。

しかし、反面、「植物工場」は解決しなければならない問題も多く含んでいます。

-以下省略-

出典：高辻正基(2010) 図解 よくわかる植物工場、日刊工業新聞社 の文章をもとに、先生が中学生に読みやすいように難しい言葉などをやさしくして、大幅な文章の修正をくわえた。

技術評価活動は、通教科学力であるPISA読解力を伴う（桑野，2012）⁽¹⁸⁾。生徒は、図1により、技術評価に必要な見方・考え方と学習プロセスを確認した。

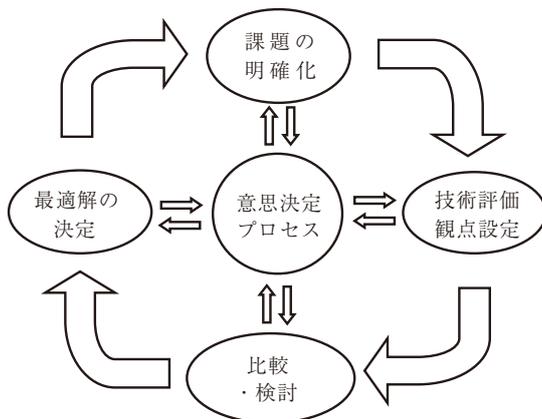


図1 技術評価学習のプロセス

図1の(3)各技術評価観点の長所(便益)・短所(リスク)の比較・検討による「情報の取り出し」を正確に記述し、さらに生徒独自の「解釈・推論」や「熟考・評価」を伴う技術評価の記述は、評価規準「A」と判定した。

「情報の取り出し」のみで、「推論・解釈」や「熟考・評価」のない技術評価の記述は、評価規準「B」と判定した。また、評価規準「C」の記載内容については、国立教育政策研究所(2011)の「『努力を要する』状況(C)と判断される生徒への指導の手立てを準備したり、『努力を要する』状況(C)に至ることのないよう生徒個人に応じた助言や具体例の提示などを行ったりすることが大切である(pp.56-57)」⁽²⁾という指摘を踏まえ、指導の具体的な手立てを明記した。

本研究では、表3の五次「これまでの学習をまとめよう」で、C(1)イの「工夫・創造」の記録に残す評価を行った。生徒は、『表5. 学習資料「植物工場とは」』により、第1次で取り上げた露地栽培や施設園芸(ハウス栽培)、植物工場(水耕栽培)の特徴や長所、短所について、学習者に資料やWeb検索を用いて情報を正確に取り出し、学習シート(表6, 7)に記入した。そして、授業後半部分で「工場を増やしていきべきだと思いますか?ひとつ選び、選んだ理由を書きましょう」と問い、自分の考えや根拠を生徒に記述させる。授業者のH教諭は、各生徒の記述を、表4の評価規準に基づき、C(1)イの「工夫・創造」の記録に残す学習評価を行った。次に、本稿の著者2人が評価し、妥当性を検討するため、H教諭の評価との一致率を算出した。

表6 評価規準「A」と判断できる学習者M男(X組)の記述例(アンカー)

	露地栽培	施設園芸(ハウス栽培)	植物工場(水耕栽培)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 旬の野菜 ・ 一番食べておいしく、一番育ちが良い。 自然のめぐみを受ける。 	<ul style="list-style-type: none"> 雨をさえぎれる ・ 温度調節可 光調節可 ・ 風調節可 湿度調節可 	<ul style="list-style-type: none"> 天候に左右されずに狭い土地で大量生産 施設園芸の特徴のまま
長所(プラス面)	<ul style="list-style-type: none"> 味・栄養が豊 施設園芸よりコスト安、大面積積化が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 天候に左右されない、収穫安定。 病虫害の発生がない。 栽培の管理しやすい。安定供給 	<ul style="list-style-type: none"> 施設園芸のメリットそのまま。 土地あたり無限に栽培可。完全自動可。 都市立地できる。CO₂受け入れできる。
短所(マイナス面)	<ul style="list-style-type: none"> 天候に左右され、収穫は安定しない・連作障害。 限られた時期のみの栽培。 	<ul style="list-style-type: none"> 露地よりコストが高い。 味・コク・香りが・・・ 作業性悪。連作障害。 	<ul style="list-style-type: none"> 建設費用が高い。 自然受粉しない。 水耕は、病原体進入の場合全滅する。

◎「どちらともいえない」 なぜなら、露地栽培では、味や栄養が豊か、その野菜が一番おいしい時期に食べられる、コストが低い、などのメリットがあります。しかし、天候に左右され、収穫は安定しないなどのデメリットもあります。施設園芸農業では、露地のようなデメリットがありませんが、コストが高い露地より、味・コク・香りが少ない、という感想もあります。植物工場は、光合成により、二酸化炭素が必要になるので、ここで酸素に変えたり、都市部でも栽培できるので、地産地消ということもできます。しかし、コストも高く、水耕栽培をすると、一度病原体が入ったら水を使って感染してしまう、自然受粉しないなどのデメリットも多く、本当に安全なのか、不安に思う方も多いと思います。なので、露地栽培、施設園芸農業、植物工場、これらのバランスが一番大切だと思います。それぞれのメリットを尊重し、デメリットを補うことが大切だと思ったからです。

※太ゴシック体は、学習者の記述を示す。誤字・脱字等は、そのまま表記してある。

表7 評価規準「B」と判断した学習者S子（Z組）の記述例（アンカー）

	露地栽培	施設園芸（ハウス栽培）	植物工場（水耕栽培）
特徴	・ 戸外で野菜や花などを自然の状態で栽培すること。 URL（露地栽培とは、コトバンク）	施設園芸（URLコトバンク） 園芸がガラス温室、ビニールハウスなどの構造物の中で高度に発展したものが施設園芸である。 ハウス栽培 ・ ビニルあるいはポリエチレンなどプラスチックフィルムを用いたいわゆる、ビニルハウス内で作物を栽培すること。（URLコトバンク）	植物工場 光・温度・湿度・二酸化炭素などをコンピューターで管理しながら植物を栽培する施設。 水耕栽培 自然の土を使わない。（しりょう）
長所（プラス面）	・ 同一面積なら、ハウス栽培より、コストが安い。 ・ 大面積化が容易。 ・ 連作障害が出る作物でも、場所を変えられる。	・ 天候・害虫の被害を受けにくい。 ・ 季節を問わず、栽培できる。（資料）	・ 立体化が可能（土地当たりの生産量を無限大にまで増加） ・ 気象の影響を受けない。 ・ 病原菌や害虫の被害を受けない。 ・ 安定したかかくで売れる。
短所（マイナス面）	・ その作物本来の時期しか栽培できない。 ・ 天候、害虫などの被害が大きい。 ・ 農薬を使う。	・ 農薬を使う。 ・ 夏、冬は栽培できない。	・ 高額な生産費用 ・ 少ない栽培品目（リーフレタスなどの葉菜類や一部のハーブのみ）
◎「増やすべき」 なぜなら、植物工場は、他の栽培に比べて費用がかかりすぎます。それに、栽培できる種目も少ないです。しかし、農薬を使わないので、安心して食べることができます。それに、光・温度・湿度などを、コンピューターで管理するので、季節や場所に影響を受けず栽培できます。いつでも、気軽に購入できるようになれば、消費者としても、うれしいです。これから、植物工場が増えていけば、それにとまって、栽培できる種類が増えていくかもしれませんし、費用もへっていくかもしれません。なにより、資料にあるように食料危機を人の力で対応できる可能性があるからです。			

※太ゴシックは、学習者の記述を示す。誤字・脱字等は、そのまま表記してある。

3 結果及び考察

調査対象全組の第五次授業終了後の2013年3月16日に、筆者2人は、調査対象者の学習シートの記述を基に、評価規準「A」、「B」、「C」の判定を行い、H教諭の学習評価の判定結果と照合した。H教諭、第1著者、第3著者の一致率は、93.4%（106人中99人）であった。不一致の評価事例（7人）は、協議によって評価を確定させた。

同年3月16日に検討した際の各クラスの評価規準「A」、「B」、「C」の人数（比率）を、表8に示す。 χ^2 検定の結果、人数の偏りは有意であった（ $\chi^2_{(4)}=16.78, p<.01$ ）。なお、評価規準「C」の中には、欠席者の他に、無記入の学習者が、X組2人、Y組9人、Z組4人であった。各組の「C」の学習者には、授業後に表3で示した手立てを行い、「B」と判断した。残差分析結果を、表9に示す。

表8 各クラスの評価規準「A」「B」「C」の人数(%)

	評価規準A	評価規準B	評価規準C
X組	14 (40.0)	16 (45.7)	5 (14.3)
Y組	3 (8.1)	19 (51.4)	14 (37.8)
Z組	6 (17.1)	24 (68.6)	5 (14.3)
合計106人	23 (21.7)	59 (55.7)	24 (22.6)

表9 表4の各数字の調整された残差

	評価規準A	評価規準B	評価規準C
X組	3.21**	-1.45	-1.44
Y組	-2.39*	-0.43	2.87**
Z組	-0.80	1.88	-1.44
	*p<.05	**p<.01	

表9より、評価規準「A」では、X組の残差だけがプラスに有意であり、2組の残差はマイナスに有意であった。表7と8の結果を授業者H教諭に提示し、聞き取り調査を実施した。H教諭から、以下の回答があった。中間・期末考査において、クラス間の学力の違いがあったという。X組は、どの教科においても、Y、Z組よりも考査結果が高く、学習意欲が高い生徒が多かったと、H教諭は述べた。特に、H教諭が学級担任するY組は、3クラス中平均学力が最も低かったと回答した。以上から、表8と表9の結果において、組間で有意性が生じた原因であるとH教諭は推察した。そのため、技術分野「工夫・創造」力の育成には、汎用的な思考力・判断力・表現力等を伴う言語活動を充実させながら、他教科の学力との連携と相乗的育成が必要と考える。

「A」と判断した記述例（アンカー）を表6、Bと判断したアンカーを表7に示す。表6の評価規準「A」と判断した学習者M男（X組）は、露地栽培や施設園芸（ハウス栽培）、植物工場（水耕栽培）に関する技術の特徴、長所、短所について、社会的・環境的・経済的の3側面から、情報を正確に取り出し、各技術の比較考量をしながら記述していたので、評価規準「B」以上と判断した。さらに、技術評価を根拠にした比較・検討により、「それぞれの

メリットを尊重し、デメリットを補うことが大切」という、適切な解決策をM男は見いだしたと判断した。M男は、図1に示す技術評価を根拠にし、自分だけの視点だけではなく、社会の形成者としての思考と判断に基づき、適切な解決策を見いだしたと判断した。したがって、M男の記述例（アンカー）は、評価規準「A」と判定した。表7の評価規準「B」と判定した学習者S子（Z組）は、露地栽培や施設園芸（ハウス栽培）、植物工場（水耕栽培）に関する技術の特徴、長所、短所について、社会的・環境的・経済的の3側面から、情報を正確に取り出し、植物工場を増やすべきに○を付けたので、評価規準「B」以上と判断した。しかし、S子が提案した解決策の根拠となる、各技術の比較考量に基づき、自分だけの視点だけではなく、社会の形成者として自分独自の解釈や意見の記入が見られなかった。したがって、評価規準「A」に到達していないと判断した。

尾崎ら（2013）⁶⁾等の指摘にあるように、従来から技術分野では、評価規準の解釈が実践者間で大きく異なり、到達状況の判別基準が不明確であるという指摘が多い。一方、本研究結果では、「3. 結果及び考察」で示したように、H教諭、第1著者、第3著者の一致率は、93.4%（106人中99人）と高かった。この理由として、「1. 問題の所在と研究目的」で述べたように、国研（2011：p.76）²⁾の評価規準「B」の判別基準として、『個人の立場で表明している』、評価規準「A」の判別基準として、『社会の一員としての立場で表明している』の判別基準を用いたためと考えられる。

山崎（2015）²¹⁾等が指摘しているように、技術分野教員の中には、国研（2011）『評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校技術・家庭（平成23年11月）】』²⁾で示された、「評価規準に盛り込むべき事項」及び「評価規準の設定例」は、「参考」扱いであると考えている。その理由として、『評価規準を先に設定するのではなく、各学校で創意・工夫して開発・作成される題材を優先した指導計画と実践が重要である。また、各学校で実践する題材の学習評価規準は、各学校が開発・作成した題材に応じて、設定されるものである。したがって、各学校で扱う題材の製作（制作・育成）に必要な知識・技能を優先するべきであって、国研の「評価規準の設定例」にこだわる必要はないと思う。さらに、生徒は、小学校でテクノロジーに関する学習をほとんど行っていない。そのため、国研で示された「評価規準の設定例」の文言自体は、中学生にとって難易度が高い学習項目が多いように感じている。』といった意見もある。

次期学習指導要領改訂に向けた下村文部科学大臣（当時）の諮問の第一として、『教育目標・内容と学習・指導方法、学習評価の在り方を一体として捉えた、新しい時代にふさわしい学習指導要領』⁹⁾が強調されている。近年、国内外では、従来の内容基盤型から資質・能力を基盤とした教育課程の基準に移行し、我が国においても、次期学習指導要領では、資質・能力を基盤とした教育課程の基準に移行することが強く予想される。

このため、国研（2011）²⁾の「評価規準の設定例」の「例」が誤解を与える事例が多い。「例」を削除するか別の表現に代えて、評価規準の目標・内容に係わる文脈における国家基準性を明確にし、各学校で創意・工夫が求められる題材開発やカリキュラム・マネジメントとの関係性を明確にする必要がある（山崎，2015：pp.104-105）²¹⁾。技術分野に限らず、各教科等に共通する課題であり、新学習指導要領では総則に、教育目標・内容と学習・指導方法、学習評価の在り方を一体として捉える必要性、意義と共に、単元（題材、主題）開発は、各学校のカリキュラム・マネジメントの創意・工夫に委ねられていることを明記する必要がある。

4 まとめ

本研究は、現行の技術分野「C 生物育成に関する技術」の（1）イの工夫・創造の評価規準の設定例「生物育成に関する技術の課題を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから比較・検討するとともに、適切な解決策を見いだしている」を研究対象とし、評価規準「A」と「B」判別基準を設定し、生徒計106人の学習評価事例について検討した。主たる結果を、以下に示す。

- (1) 技術分野固有の学習過程である技術評価の流れを取り入れた評価計画の作成と授業実践、学習評価を行い、同評価規準「A」23事例（21.7%）と、「B」59事例（55.7%）の計82事例（77.4%）を得た。
- (2) 「A」の評価規準の判定根拠は、社会・環境・経済の3つ全ての技術評価観点の長所（便益）・短所（リスク）に関する情報を正確に取り出して、比較・検討しながら技術評価をしていること、加えて、社会の一員としての立場から、「解釈・推論」や「熟考・評価」の記述を伴って、適切な解を見いだしていることとした。
- (3) 「B」の評価規準の判定根拠は、情報を正確に取り出して技術評価に関する記述をしているが、社会の一員としての立場での「推論・解釈」や「熟考・評価」を伴わない記述とした。

本研究の限界と残された課題は、主に以下の2点である。一つは、現行技術分野のガイダンスと、現行のA～Dの各技術の適切な評価・活用間の系統的連携による学習評価の検討である。二つは、新屋敷（2013）⁷⁾が神奈川県にお

ける取り組みの事例を紹介しているように、評価規準の設定と評価事例の判定根拠に関する妥当性・信頼性を高めていくために、複数の同一教科教師が学校内外で研修を深めたり、記述例や作品例等のアンカーの検討会等でモデレーションをしたりして、学習評価に関わる「実践的指導力」を向上させていく必要があることである。

本研究論文は、日本教科教育学会第38回全国大会論文集（2012：pp.18-19）の磯部・桑野・山崎の演題「『技術の適切な評価・活用能力』スタンダードとカリキュラムのデザイン」と、日本科学教育学会年会論文集38（2014：pp.503-504）における、磯部・桑野・山崎の演題「生物育成に関する技術の学習評価規準の判別基準と評価事例」を基に、研究デザインを再構成し、データの再分析を行った後に、作成した論文である。

謝辞

本研究執筆の契機と強い動機付けを与えてくださり、懇切丁寧なご指導を賜りました前文部科学省初等中等教育局技術教科調査官であった渡邊康夫先生、2005年から2007年まで、文部科学省国立教育政策研究所研究指定校（教科別指定）に係る企画委員会（技術分野）の職務の際に、多大なご指導・ご協力を賜りました、現文部科学省初等中等教育局技術教科調査官の上野耕史先生はじめ委員の皆様、深厚なる謝意を申し上げます。なお、本研究の実施と原稿執筆、データ提供に関して、ご協力をいただきました生徒の皆様及びH教諭、新潟県三条市立下田中学校の中村浩士教諭に謝意を表します。本研究は、JSPS科研費（基盤研究C代表：山崎貞登、課題番号25350240）の助成を受けた。

引用文献

- (1) 文部科学省（2008a）『中学校学習指導要領解説技術・家庭編』，教育図書。
- (2) 文部科学省国立教育政策研究所（2011）『評価規準の作成，評価方法等の工夫・改善のための参考資料【中学校 技術・家庭】』，教育出版。 http://www.nier.go.jp/kaihatsu/hyouka/chuu/07_chu_gizyutu_katei.pdf
- (3) 田中耕治（2008）『教育評価』，岩波書店
- (4) 橋本重治（原著）（2003）『2003年改訂版教育評価法概説』，図書文化。
- (5) 小倉 修（2009）技術・家庭科における「生活を工夫し創造する能力」の基本構造と働きかけに関する研究，平成20（2008）年度科学研究費補助金（奨励研究）研究成果報告書（課題番号20934001）。
- (6) 尾崎 誠・中村祐治・上野耕史（2013）「技術を評価・活用する能力と態度」の到達レベルの設定とそれに基づく授業実践事例の分析，日本産業技術教育学会誌，55(1)：43-52。
- (7) 新屋敷正隆（2013）「評定」の信頼回復への試み，指導と評価，59(1)：16-18。
- (8) 中央教育審議会教育課程企画特別部会における論点整理について（報告）（2015年8月26日）
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/sonota/1361117.htm
- (9) 中央教育審議会（2014）初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について（諮問）。
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1353440.htm
- (10) 文部省（1998）『中学校学習指導要領（平成10年12月）解説－技術・家庭編』，東京書籍。
- (11) 文部科学省（2001）小学校児童指導要録，中学校生徒指導要録，高等学校生徒指導要録，中等教育学校生徒指導要録並び盲学校，聾学校及び養護学校の小学部児童指導要録，中学部生徒指導要録及び高等部生徒指導要録の改善等について（通知）
- (12) 国立教育政策研究所教育課程研究センター（2002）評価規準の作成，評価方法の工夫改善のための参考資料（中学校）。
- (13) 国立教育政策研究所（2004）「評価規準および評価方法等の改善と開発に関する研究」研究成果報告書 学習評価の工夫改善に関する調査研究。
- (14) 城山英明（2007）科学技術ガバナンスの機能と組織，pp.39-72，同編，『科学技術ガバナンス（所収）』，東信堂。
- (15) 文部科学省（2012）『言語活動の充実に関する指導事例集 ～思考力，判断力，表現力等の育成に向けて～【中学校版】』，教育出版。
- (16) 文部科学省（2008b）『中学校学習指導要領解説 理科編』，大日本図書。
- (17) 桑野浩彰・関原和人・山崎貞登（2011）「生物育成に関する技術の適切な評価・活用」のルーブリックとアンカーの作成と適用，日本産業技術教育学会第23回北陸支部大会（新潟大学）講演論文集，p.12。
- (18) 桑野浩彰（2012）「技術を適切に評価・活用する能力」のカリキュラムのデザインと学習評価方法の工夫，2011年度上越教育大学大学院修士学位論文（未刊行）。
- (19) 日本産業技術教育学会（2012）21世紀の技術教育（改訂），日本産業技術教育学会誌，54(4) 別冊：1-9。
<http://www.jste.jp/main/data/21te-n.pdf>
- (20) 日本産業技術教育学会（2013）「新たな価値と未来を創造する技術教育の理解と推進」リーフレット。
<http://www.jste.jp/main/data/leaflet.pdf>
- (21) 山崎貞登（研究代表者）（2015）防災・エネルギー・リスク評価リテラシー育成の科学・技術連携カリキュラムの開発，平成25年度～27年度科学研究費補助金（基盤研究（C））第2年次研究成果報告書（課題番号25350240）。
<http://kaken14.tech.juen.ac.jp/>

※本小論におけるインターネット情報の最終アクセス日は、2016年8月1日

A Study of the Standards of Judgment for “A” and “B” Assessment Criteria of “Bio-related Technology Assessment and Its Proper Practical Application” and Those Students’ Written Examples on Their Learning Sheets

Masataka ISOBE*, Hiroaki KUWANO** and Sadato YAMAZAKI***

ABSTRACT

The purpose of this study was to propose a rationale to distinguish “A” from “B” assessment criteria of “devising and creativity” for C (1) 1 “technology assessment and its practical application properly in bio-nurturing related technology” in technology education in the Course of Study for lower secondary schools notified in 2008 and to examine the validity of their judgments from a total of 106 learning assessment examples.

Conclusions were drawn as follows:

- (1) “A” assessment criterion of “devising and creativity” belonged to 23 (21.7%) case examples, and “B” belonged to 59 (55.7%) case examples.
- (2) The judgment for “A” required that students be able to assess technology with getting information for the merits and demerits of the three viewpoints of technological assessment. It required sociological, environmental, and economic aspects to be exactly considered. Additionally, they made an appropriate settlement proposal with descriptions of “reasoning and interpretation” and “reflection and evaluation” from the perspectives of members of society.
- (3) The judgment for “B” was based on their expressing their opinion on the lack of descriptions of “reasoning and interpretation” and “reflection and evaluation,” whereas students could evaluate technology with getting exact information for the merits and demerits of the three viewpoints of technology assessment.