

J. S. クレイチェックのカリキュラム設計モデルに関する検討

—その成立過程に着目して—

大貫 守

はじめに

米国では、20世紀初頭からカリキュラム設計を科学的なものにしようとする試みが続けられてきた。例えば、ボビット(J.F. Bobbitt)やチャーターズ(W.W. Charters)は、工場での生産工程と教育過程を結び付け、社会機能の観点から質の高い仕事を最も多く達成している職業人(例えば、れんが積み職人)を分析したうえで、教育目標を設定し、カリキュラムの作成を進めていく方策を提案した。特に、タイラー(R.W. Tyler)によって提案された、所謂「タイラー原理(Tyler rationale)」は、カリキュラム設計の基本的な枠組みとして人口に膾炙するものとなった。それは、米国の著名なカリキュラム研究者であるダニエル・タナー(D. Tanner)とローレル・タナー(L. N. Tanner)が、タイラー原理をカリキュラムの分野のパラダイムと評価していることから窺い知れる¹。

米国では、それ以後もタイラー原理を踏襲した新たなカリキュラム設計の枠組みが提案された。例えば、タイラーの同僚であったタバ(H. Taba)が、学問知識と学習心理学を重視した「カリキュラム設計のための図式的モデル(schematic model for curriculum design)」を、ウィギンズ(G. Wiggins)とマクタイ(J. McTighe)が「逆向き設計(backward design)」論を提唱している。

タイラーの弟子であるブルーム(B. Bloom)が、師の行動目標論を軸に、教育目標のタクソノミー(taxonomy)を提起するように、タイラー原理には事前に学習者の行動レベルで教育目標を明確化(行動目標の設定)し、それを基盤にカリキュラムを計画することに特徴がある。そのため、タバやウィギンズらのカリキュラム設計の枠組みにおいても、教育目標は、教材論や授業論、教育評価論を含む教育実践の全性格を規定するものとして位置づけられている。

この米国のカリキュラムと目標を巡る議論は、日本でも早期から検討がなされてきた。例えば、稲葉宏雄や田中耕治は、タイラーの行動目標論からブルームの分類学に至るまでの史的変遷を叙述するとともに、彼らの行動目標が教育学の立場の提起するものと比べ、一般性が高いレベルであったことを明らかにしている²。また、西岡加名恵はウィギンズの提起する永続的理解を、石井英真はそれらの背後にあるタクソノミー研究について詳細に検討を行っている³。

科学教育の文脈では、栗田一良や森川久雄、降旗勝信らを中心に「科学—プロセス・アプローチ(Science- A process approach)」の理論の中核にあるガニエ(R.M. Gagné)の考えや「生物科学のカリキュラム研究(Biological Sciences Curriculum Study)」の取り組みを含む1960年代の米国の行動目標論の動向が概説された⁴。ここでは、科学教育に固有の行動目標の在り方として、主として科学の方法と内容領域を組み合わせた教育学や行動主義心理学の系譜に位置する目標

と、それに基づく積み上げ型のカリキュラムが紹介された。しかし、日本ではそれ以後、米国における科学教育に即した目標叙述とカリキュラムの在り方について、十分には研究がなされていない。

本稿で検討するクレイチェック(J.S. Krajcik)は、2013年に米国で発表された『次世代科学教育スタンダード(Next

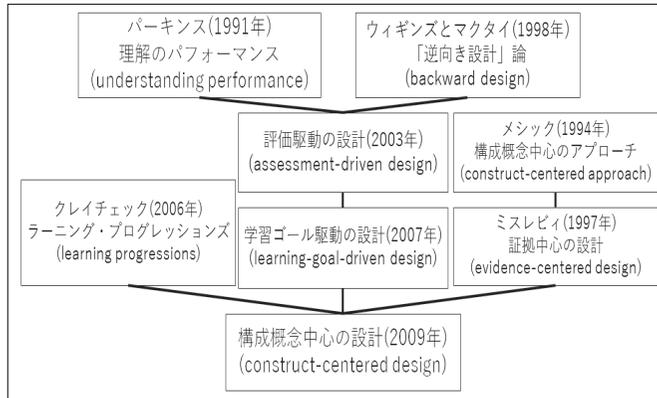


図 1.「構成概念中心の設計」の系譜(筆者作成：括弧内は発表年)

Generation Science Standards)』において物理科学分野の執筆のチーフの役割を担うなど科学教育を牽引してきた人物である。特に彼は、パーキンス(D.N. Perkins)の「理解のパフォーマンス(understanding performance)」やウィギンズらの「逆向き設計」論を参考に、「学習パフォーマンス(learning performance)」という科学教育の目標叙述の方策を提起した。更に、それを基盤として「学習ゴール駆動設計(learning-goal driven design)」や「構成概念中心の設計(construct-centered design)」などのカリキュラム設計の枠組みを提案している(図 1 参照)。

クレイチェックの指導理論やそれに基づく単元やカリキュラムについては、既に日本でも紹介されている⁵。特に、大貫はクレイチェックのカリキュラム設計の理論について「構成概念中心の設計」に着目し、彼が子どもの概念発達の見取り図であるラーニング・プログレッションズ(learning progressions)を基盤にカリキュラム設計を行っていることを明らかにしている⁶。

しかしながら、従来の研究では、「構成概念中心の設計」が基盤としているカリキュラム設計モデルである「評価駆動の設計(assessment-driven design)」や「学習ゴール駆動の設計」および、その中核をなす「学習パフォーマンス」、ならびにその理論的背景について、十分に検討されていない。そのため、クレイチェックが、ウィギンズやパーキンスらの理論をどのように摂取し、従来の教育学の系譜に位置づく行動目標とは異なる新たな目標叙述やカリキュラム設計の方策を創出したのかという点が明確にされていない。

そこで、本稿ではクレイチェックのカリキュラム設計モデルの成立過程に即しながら、モデルの中核に位置する教育目標の側面について、背景となった理論について適宜言及しつつ、変遷をたどる中でその独自性について検討を行い、意義について考察することを目的とする。

1. 「学習ゴール駆動の設計」の理論とその背景

図 2 の「評価駆動の設計」と「学習ゴール駆動の設計」は共に、2001 年からクレイチェックが主宰した「科学と技術を通した私達の世界の疑問の発見と調査プロジェクト(Investigating and Questioning our World through Science and Technology : 以下、IQWST)」で提起されたカリキュラム設計の枠組みである。IQWST では、既存の教科書などのカリキュラム資料(curriculum material)が、多くのトピックを網羅し、生徒の既有知識や学習に関する研究を考慮に入れ損なっているという問題意識のもとで、「全米科学教育スタンダード(National Science Education Standards : 以下、NSES)」などのスタンダードと中学校のプロジェクト型の科学教育のカリキュラム資料を開

発・検証・修正することが目的とされた。

「評価駆動の設計」と「学習ゴール駆動の設計」の2つのモデルは、「逆向き設計」の理論に依拠しており⁷、①学習ゴールの設定と、②評価方法・学習課題や指導過程の開発、③カリキュラム全体へのフィードバックという3つの段階から構成されている。

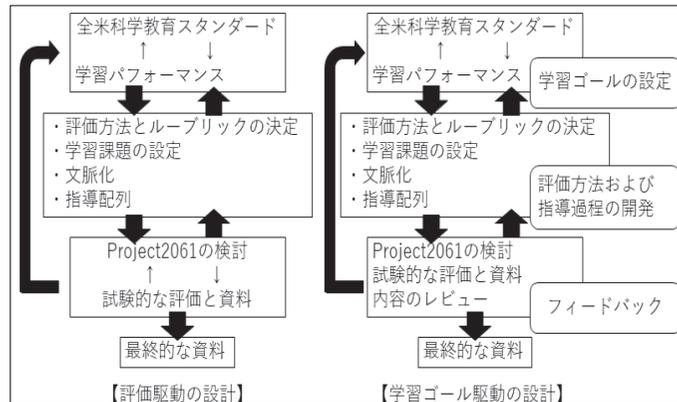


図2. 「評価駆動の設計」と「学習ゴール駆動の設計」⁸

クレイチェックがプロジェクト発足当初に用いていた「評価駆動の設計」を「学習ゴール駆動の設計」に変えたと述べるように⁹、両者のモデルの間に外見上は大きな違いは見られない。

しかしながら、前者は評価方法に重点を置くのに対し、後者はカリキュラム開発を重視しているなど、志向性や目標の内実には変化が見られる。そこで、本節ではまず「評価駆動の設計」の目標設定の過程を、背景にある理論に言及しつつ明らかにする。次に、「評価駆動の設計」と「学習ゴール駆動の設計」の目標の叙述方法を中心に比較し、その差異について検討する。

(1) 「評価駆動の設計」の目標設定の構造

「評価駆動の設計」の基本構造は、「逆向き設計」論に依拠している。「逆向き設計」論とは、米国で「真正の評価(authentic assessment)」論を提唱するウィギンズらが『理解をもたらすカリキュラム設計(Understanding by Design)』で提案しているカリキュラム設計の枠組みである。

ウィギンズらは、伝統的なカリキュラム設計における活動主義と網羅主義という双子の過ちを批判し、理解に向けて計画的に(by design)カリキュラムを設計することを求め、「逆向き設計」論を提起した。「逆向き設計」論は、理解に向けて目標－評価－指導過程の3つのカリキュラム構成の概念の一貫性を担保することを求める。具体的には、①学習後に求められる結果を明確にする段階、②①の結果を承認できる証拠を決定する段階、③②で求められる能力を育むために学習経験と指導を計画する段階の3段階から構成される¹⁰。これにより、活動と目標が結びつき、活動に参加するが、学びがないという活動主義に基づくカリキュラム設計を忌避する。

特に「逆向き設計」論では目標設定の際に、表面的な知識の網羅ではなく、それを掘り下げて、深奥にある概念的な価値を看破(uncover)し、それを中心に据えることを求める。そこで、ウィギンズらは、内容スタンダードに含まれ、成功するパフォーマンスの根底にある重大な観念(big ideas)や理解を明確化するために、既存のスタンダードの解きほぐし(unpack)を提案する¹¹。

ウィギンズらは、この解きほぐしに向けて2つの方法を提案している。1つは、スタンダードに繰り返し登場するような鍵となる動詞や名詞、形容詞に着目し、動詞に現れる現実世界でのパフォーマンスと、それ以外が示す重大な観念を特定し、それを基盤に特定のトピックを超えて永続的な価値をもつ、生徒に身につけさせたい永続的理解(enduring understanding)とそれを導く本質的な問い(essential question)を導出する方法である。

もう1つの方法として、スタンダードを基盤に、本質的な問い(essential question)や永続的理

解(enduring understanding)を明らかにするものがある。例えば「科学的な進歩は、有意味な問いを見出し、注意深い調査を実施することでなされる」というスタンダードについて、「科学的な理論と常識と信念の間の違いは何か？」という問いと、それに対応する「科学的な知識は注意深く統制された調査の結果として創出されるものである」という理解を考える。次に、それに向けて、変数や測定といった知る必要のあることや、観察のパターンを基盤に予想をするという、できるようになることを導き出し、核となる理解やその構成要素を導き出す¹²。

ウィギンズらは、これらを通して既存のスタンダードを再構成することを志向している。彼らにとって真のスタンダードとは、既存のもののように網羅されるべき内容を特定するだけでなく、その理解を示すパフォーマンスのレベルや程度をも示すものである。そのために、既存のスタンダードを本質的な問いや永続的理解を通して看破し、少数の重大な観念と現実世界でのパフォーマンスを特定していた。これらの取り組みは、子どもが各教科の内容を深く学ぶことを保障する一般的な方策を提示する点で意義深いものであった。しかしながら、これらはタイラーらと同様に各科教育固有の研究の方法や成果を十分に視野に入れているとはいえない。

「評価駆動の設計」でも、目標設定に向けてスタンダードの選択と解きほぐしを行う。ここでは、対象とする生徒に適切な教科や単元の重大な観念を見出すために、スタンダードが示すことを明確化する(clarify)。ここで扱われる重大な観念とは、ウィギンズらと同様に学問の中核に位置し、学問を学ぶ上で思考や説明的な力を持ち、個人や社会の意思決定に役立ち、未来の学習の基礎を築く概念を指す¹³。例えば、物質の構造や化学変化が重大な観念に該当する。

クレイチェックらは明確化に先立って、その学年レベルで設定されているスタンダードの内容とそれに関する誤概念や既有知識の結びつきを明らかにする。そこで、必要な概念同士を結び付けたマップを描き、スタンダードの示された概念の相互関係を明瞭なものにする¹⁴。例えば、彼らの作成した資料では、質量保存則がわかる前提条件として、物質は空間を自由に動くが、決して消失しないという既有知識が必要であり、その際には、物質が消失しても質量が同じという誤概念を子どもたちが抱く可能性に目を向ける必要があることが記されている。

ここでは、特に単元内だけでなく、教科全体の系統性や子どもたちの抱く誤概念を視野に入れた概念間の整理を行う。これにより重大な観念やそこに至る指導配列が明らかになる。

次に、これらを基盤にスタンダードの明確化を行う。表1は、化学反応の単元に関連して選択された純物質と特性に関するスタンダードと、その明確化がなされたものである。明確化では、簡潔に記述されたスタンダードに含まれる科学の内容を精緻化(elaborate)するため、スタンダードの文言を分解して、拡張する。表1では、重大な観念である純物質や特性とは、どのようなもので、中学生ではどんな特性をどの程度まで学ぶべきかということが特定される。

このような整理は、生徒に必要な学習ゴールの創出に繋がる。例えば、多くのスタンダード

表1.純物質と特性に関するスタンダードとその明確化¹⁵

スタンダード	明確化されたスタンダード
●純物質は、密度や沸点や溶解性など標本の総量によらない特徴的な特性を有している(NSES, p.154)	全ての純物質は全体が1つの素材から構成される。純物質は、純物質同士を区別し、分離する特徴的な特性を有している。密度・融点・溶解性などの特性は、純物質の固有の特徴を記述している。純物質の特徴は純物質の総量によらず変化しない。密度は単位量当たりの質量である。融点は固体が液体に変わる温度である。溶解性は、液体に固体が溶ける能力である。

表 2. 『すべてのアメリカ人のための科学(Science for All Americans: SFAA)』のスタンダード¹⁶

純物質が新しい純物質を形成するために反応する時、それらを構成している元素は新しい方法で結合する。この再結合で、生成物の特性は反応物と異なっているかもしれない。

の記述では、表 2 のように原子の組み合わせ、または質量保存則の観点から化学反応が説明される¹⁷。しかし、ここでは先のマップで描かれた、化学反応を理解するために必要な純物質や特性という重大な概念が十分に扱われていない。その重大な観念に該当するスタンダードを特定・明確化し(表 1)、組み合わせ、次に述べる学習パフォーマンスを設定する¹⁸。

このように「評価駆動の設計」の各段階は、「逆向き設計」論に由来するが、その内実は異なる。「逆向き設計」論では、重大な観念を見出し、その理解を示すパフォーマンスを特定することに重点が置かれている。しかし、それは重大な観念の理解の前提となる他の重大な観念との関係性を明らかにしたり、スタンダードにはない新しい目標を創出したりするものではない。

一方で、「評価駆動の設計」では、スタンダードの記述を、つまづきや重大な観念の間の系統性といった科学の学習に関する研究を踏まえて分析していく中で、特定のスタンダードを精緻化するだけでなく、単元を超えて深く扱われる必要のある重大な観念やその関係性を看破し、既存のスタンダードの内容自体を問い直すことも含んでいた。これにより、教科研究に根ざしたカリキュラム開発に向けて、単元の価値ある学習ゴールを創出していくことを目指していた。

(2)学習パフォーマンスの設定

「評価駆動の設計」では、「逆向き設計」と同様に、解きほぐされたスタンダードを基盤として学習ゴールを明確化する。「評価駆動の設計」では、学習ゴールとしての理解を「学問上の豊かで具体的な知識の応用を求める」ものと捉えており、特定の内容と結びついた方法と接合することで理解の証拠として取る行動を特定するだけでなく、それにより指導の目的を明確化するものとして捉えている¹⁹。そして、これらを満たす評価課題や指導過程が構想される。

この理解の概念は、先述のようにパーキンスの「理解のパフォーマンス」に影響を受けたものである。これは、ハーバード・プロジェクト・ゼロ(Harvard Project Zero)の一環で 1988 年からパーキンスを中心に行われた「理解のための教授法(Teaching for Understanding)」プロジェクトで提案されたものがある。例えば、この理解のパフォーマンスは、ニュートンの法則を自分の言葉で説明するという形で学習者の理解を示すような知識を用いた行動を特定する。

パーキンスが「転移に向けた教授によって理解のための教授を行うことができる」²⁰と述べるように、彼の理解の考えの中心には転移の研究がある。パーキンスは、転移についてロー・ロード(Low-road)転移とハイ・ロード(High-road)転移という 2 つの側面から説明をする²¹。前者は、元々の学習の文脈に見目が類似した状況において、よく練習され、定式化された行動が転移するものである。例えば、算数の棒グラフの読み方を反復練習することで、経済の学習や新聞を読む際の棒グラフの読み取りにつながるというものである。

一方で、後者は問題場面で、その中核にある鍵となる抽象的な特徴を状況から見出し、それと適合するように経験を選び出すことを求める。この転移は、1 つの文脈を抽象化することと、他の文脈で抽象化されたものごとを接続することを求める省察的な思考(reflective thought)を含む。そのためロー・ロード転移と異なり、教科の領域固有の知識やスキルを教え、繰り返し練習することでは必ずしも達成されない。従ってハイ・ロード転移に向けては、領域固有の知識

やスキルが教えられるだけではなく、それらをどのように問題に適用できるのか、つまりメタ認知的な側面が、指導において扱われなければならない。そこでは、学習する内容だけでなく、どのように学ぶのかという点にも注意を向ける必要があることを提起する。パーキンスが言うように「最初に学習されていないパフォーマンスの転移を期待することはできない」²²であり、パフォーマンスを通してそのような側面の学習を行うことを視野に入れているのである。

パーキンスは、これらの研究を踏まえて、理解を表象とパフォーマンスの両方の側面から捉える²³。パーキンスは、対象を観念同士の網の目に、その性質に応じて秩序立てて位置づけ、学習を通じて拡張していくという内的な表象の形成の側面から、理解を説明する。「表象は柔軟なパフォーマンスの背後にある何かを特定するものであり、いくらかの種類表象はパフォーマンスを可能にする」²⁴と述べるように、必ずしも理解の表象の側面を蔑ろにはしていない。

しかしながら、パーキンスは、柔軟なパフォーマンスによる理解の表出も理解の特徴に位置づける。例えば、絵筆を理解している人は、絵を描く際に、状況に応じて絵筆を選択し、それぞれの瞬間の要求に適合するように不器用でも適切かつ巧みに筆を用いる。そこでは、絵筆の理解が、その場で要求される事柄に応じて行動として表出する²⁵。それは、絵筆の性質を言葉で再生できずとも、生成的な使用を通じて十分な理解を示すことができることを示唆している。

このようにパーキンスは、領域固有の知識やスキルを学ぶことによる表象の形成の重要性には目を向けつつも、表象主義とは異なる形で理解を提示する。そこでは、彼の転移研究を背景に、状況を分析し(モニタリングし)、判断を下すといった、学問の中心に位置する原理や概念の理解を状況に応じて具体化する融通の利くパフォーマンスに含まれるメタ認知的もしくは生成的な側面を重視し、そのレパートリーを豊かにするものとして学習者の理解を捉えている。ここには、表象の形成だけでは解消されないパーキンス固有の理解の側面がある。

「評価駆動の設計」の学習ゴールである学習パフォーマンスも、この理解のパフォーマンスに習って作成される。学習パフォーマンスは、学習の狙いとなる科学的観念や探究の方法である科学的な実践(scientific practice)の習得を示す、新しい文脈で応用されるべき多様なパフォーマンスを特定した目標である²⁶。例えば、先の純物質と特性という重大な観念について作成された単元内の学習パフォーマンスの1つとして、「生徒は、純物質を特定し、ある純物質を他の純物質と区別するため、特性に関するデータを分析・解釈する」というものが挙げられる²⁷。

この学習パフォーマンスは、解きほぐされたスタンダードと認知過程や科学的な実践を接合することで複数の授業ごとに作成される。例えば、先の学習パフォーマンスのようにデータの分析を通して物事を区別するものに加え、再生(recall)や分類により特定した情報を記述したりするという認知過程や、説明や調査の計画という科学的な実践と解きほぐされた内容スタンダードを接合したものが設定される。ここでは、主にブルームの弟子のアンダーソン(L.W. Anderson)の改訂版タキソノミー(Revised Bloom's Taxonomy)の認知過程が参照されている²⁸。

「評価駆動の設計」において設定される学習パフォーマンスは、評価方法の開発を視野に入れ、パーキンスらと同様に、主に説明や一般化など内的で教科一般的な認知過程との結びつきが重視されていた。しかしながら、カリキュラム開発を重視した「学習ゴール駆動の設計」(図2)では、学習パフォーマンスの設定の方法に「評価駆動の設計」からの変化が見られる。

表3は、「学習ゴール駆動の設計」で作成された学習パフォーマンスである。そこでは、表2

表 3. 化学反応の単元の学習パフォーマンス(NRC(1996)は NSES、AAAS(1990)は SFAA を示す)²⁹

内容スタンダード	科学的な実践	学習パフォーマンス
純物質が新しい純物質を形成するために反応する時、それらを構成している元素は新しい方法で結合する。この再結合で、生成物の特性は反応物と異なっているかもしれない(AAAS, 1990, p.47)。	科学的な調査を実施する。(NRC, 1996, A: 1B, 5-8) データを収集するために適切な技術や道具を使用する。(NRC, 1996, A:1C, 5-8)。	生徒は、過程(化学反応・相変化・混合)の前後で純物質の特性についてのデータを収集するために科学的な調査を実施する。

の内容スタンダードを基盤に解きほぐしを行い、それとスタンダードに見られるような科学的な調査やデータ収集といった科学的な実践を結合することで、特性に関するデータを収集する科学的な調査の遂行というパフォーマンスが設定されている。ここでは、「評価駆動の設計」と比べ、学習パフォーマンスの作成において科学的な実践が明確に位置づけられている。

このように科学的な実践を学習パフォーマンスに位置づけることで、クレイチェックらは理解のパフォーマンスとの役割の違いを明確にしている。彼らは、一般化など通教科的な認知過程と内容を結びつけて作成される理解のパフォーマンスは、理解の指標(indicator)としては機能するものの、科学的な観念をどう学ぶのかということを手引きするものではないと述べる。そこで、そのような指標としての理解と対比し、学習パフォーマンスでは、教科固有の方法論を取り入れることで「生徒が知識と共にできるようになることだけでなく、生徒が内容スタンダードをどのように学ぶのかということを導く」³⁰点を強調する。これにより、それが理解の指標という役割を超えて、実際の指導過程を導く1つの教育目標として位置づくると主張する。

単元内では、実際の文脈の中で繰り返し科学的な実践に参加する機会が提供される。例えば、科学的に説明を構成することが位置付けられた場合には、まず主張や根拠、理由付けなど説明を構成する要素が導入される。次に、実際にそれを用いて教師の手を借りつつ説明する場面が設定される。最後には、自分自身で説明できるようになるという形で足場掛けがなされる。

しかし、これはパーキンスが意図した転移としての理解概念を損なうものではない。クレイチェックは、科学的な実践への参加により、科学という学問そのものを理解し、学問上の規範を子どもが学ぶことを志向している³¹。彼の提起する科学的な実践への参加は、料理のレシピのように定式化された段階を踏むものではない。むしろ実際の科学者のように、現象を説明するためにデータ収集から実験方法を見直したり、モデルから問いを練り直したりするように、状況や自己の知識を把握し、次の方策を判断する、乱雑な過程への参加を意味する³²。実践とは、科学者コミュニティの暗黙知と形式知を基盤に、適応的に意思決定することを含んでいる。

これを通して、クレイチェックらは「科学的に知る方法へと生徒が文化化される(enculturated)」³³こと、つまり行動を通して科学者の思考過程に生徒の思考過程を近づけることを目指した。そこでは、説明などの通教科的な認知過程ではなく、教科固有の認識論を含んだ科学的な実践への参加によって、状況に応じた融通の効くパフォーマンスを求めており、その中核では、パーキンスと同様に学ぶ方法に目を向け、それによる転移可能性としての理解を求めていた。

またこれは、科学者の行動に学ぶという側面を強調しつつも、ボビットらの活動分析(activity analysis)や、「学習ゴール駆動の設計」でも参照されているガニエらの「インストラクショナル・デザイン(instructional design)」における課題分析(task analysis)、工学的な行動目標とも区別され

なければならない。学習パフォーマンスは、先述のように科学の学習研究に立脚してスタンダードを選択して解きほぐすことで作成される。これにより、科学者の観察可能な行動の深奥にある、科学における「認知的なパフォーマンス(cognitive performance)」のモデルが先立って特定されるであり、単なる科学者の課題分析や行動の明細化とは異なるのである³⁴。

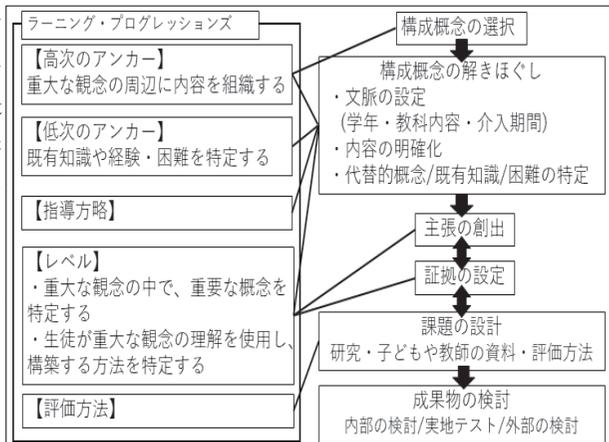
このように「学習ゴール駆動の設計」では、教科固有の認識論を基盤とした目標としての学習パフォーマンスを指導の文脈や課題作成の手引きとし、特定の科学的な観念と親和性のある科学的な実践に参加しながら学ぶ。これらを繰り返す中で、問題状況に応じて科学的な観念や探究の方法を融通の利く形で適用するという、表面的な行動ではなく認知的なパフォーマンスの遂行という形での目標の達成を志向している。これにより、「逆向き設計」とも異なる形で目標を明確化し、パーキンスと同様に文脈を超えて転移可能な理解を育むことを目指している。

2. 学習ゴール駆動の設計から構成概念中心の設計へ

2009年を前後して、クレイチェックは「学習ゴール駆動の設計」を土台に新しいカリキュラム設計の枠組みを提案した。それが、「構成概念中心の設計」(図3)である。

米国では、『危機に立つ国家(*A Nation at Risk*)』(1983年)を契機として、現在に至るまで学力向上を標榜する教育改革が行われている。1990年代の連邦教育政策を中心とする「スタンダードに基づく教育改革(Standards-based reform)」では、連邦レベルの教育目標の設定に加えて、連邦資金の柔軟な運用と表裏一体となったテストに基づくアカウンタビリティ制度が構築された。

この「スタンダードに基づく教育改革」を一層推進したのが、「どの子ども置き去りにしない法(*No Child Left Behind Act*)」である。これは、科学的に実証されたエビデンスに基づいて教育政策を決定することに加え、教育のアカウンタビリティとして、主に州のスタンダードに準拠した習熟のレベルへの到達点を、標準テストなどに基づいて判断することを義務づけるものであった。



同法の求める評価の実施に向け、**図3.構成概念中心の設計**³⁵

州のスタンダードや評価方法を見直すために、全米研究評議会(National Research Council)が、2005年に『州の科学の評価システム(*Systems for State Science Assessment*)』という報告書を出版した。この中では、質の高い州のスタンダードを作成するために、学習パフォーマンスとラーニング・プログレッションズという2つの考え方を取り入れることが推奨された³⁶。

ラーニング・プログレッションズとは、子どもが長期間にわたり、適切な教授を伴って、学習している領域の知識やスキルを発達させる際に経る段階とその発達の道筋の仮説的なモデルを提供する資料である³⁷。これは、1つの概念や科学的な実践の質についての数レベル程度の尺度とそれに対応する理解の中身と学習パフォーマンスから主に構成される。これに付随して、当該レベルの子どもが抱く素朴概念と次のレベルとの思考の質的な差異、次のレベルに役立つ

指導の方略や科学的な観念、そのレベルで扱う観念の内実が、レベルごとに詳細に記述される³⁸。

クレイチェックらは、特にモデル化や粒子論、1nm から 100nm の範囲での物質の特性を扱うナノスケールの科学に関するラーニング・プログレッションズの研究を進めた。その中で、これまでの既知知識等に関する先行研究から提起された仮説的なラーニング・プログレッションズ(hypothetical learning progression)の検証・修正に向けて、ラーニング・プログレッションズを位置づけたカリキュラムを作成するために、「証拠中心の設計」に学びながら作成されたものが、この「構成概念中心の設計」(2009年)である。

「構成概念中心の設計」は、「学習ゴール駆動の設計」と「証拠中心の設計」を基盤としている。ここでは、まず目標としての構成概念(construct)を明らかにする。構成概念とは、理解を構成し「生徒が学ぶことが期待され、研究者と教師が測定したいと思う核となる概念」を指す³⁹。例えば、共有結合とイオン結合に焦点を合わせた静電気力や原子の構造は、これに該当する。

次の段階では、ラーニング・プログレッションズを用いて解きほぐしを行い、その学年に適切な現象や目標等を設定する。これは、「学習ゴール駆動の設計」の解きほぐしと同様のものであり、特に、そこで必要となる誤概念や既知知識、系統性や指導配列に関する部分が、ラーニング・プログレッションズによって実証研究の成果に根ざしたものとなる。加えて、ここでは単元を超えて概念や実践の中長期的な目標を設定することができるようになる。

最後に、これらを踏まえて、表4の形で主張・証拠・課題を明らかにする。主張は、学習パフォーマンスと同じく、分子間の力などの重大な観念を用いて具体的に生徒ができるようになることをパフォーマンスの形で記述する。証拠は、静電気力の説明の際に、2つの異なる電荷に着目するという形で、その主張への一定の到達を示す観察可能な行動を特定する。加えて、主張の理解の質について低次(電子の移動まで説明)と高次(相対する電荷から生じる引力まで説明)の状態を具体的に説明する。課題では、静電気により引力が発生している状況を説明させるなど、パフォーマンスと対応し、証拠に示された行動を引き出す課題や状況を設計する。

「構成概念中心の設計」では、「学習ゴール駆動モデル」と異なり、主張で示される学習パフォーマンスと課題が厳密に対応するように証拠が位置づけられている。ここに寄与しているのが、「証拠中心の設計」である。これは、ETS (Educational Testing Service) のミスレヴィ(R.J. Mislevy)を中心に、1997年から研究されている評価方法の設計の方法である。

彼らは、評価の妥当性を研究してきたメシク(S. Messick)の理論に依拠して、評価において証拠に基づいた理由付けを中心に置くことを強調し、評価方法を設計してきた⁴⁰。メシクは、

表4. 「構成概念中心の設計」における主張・証拠・課題の一例⁴¹

主張	証拠(*一部抜粋)	課題
生徒は、電子の不均衡によって相対する電荷が生じるという点で2つの物体間の引力を説明する。	生徒の作品成果物は、以下を含んでいる。 ● ある物体から他の物体へ電子のみが移動することを記述することで帯電が生じることを説明する。 ● 帯電していない物質は、同じ数の電子と陽子を含んでいることを記述する。 ● 2つの物体を繋ぎとめる引力を生み出すものとして、2つの表面の相対する電荷に言及する。	学習課題： 生徒はどのようにテープの一部がお互いに粘着したり、反発したりするのかということを予想する。 評価課題： 生徒は、なぜ風船と毛皮の摩擦が、毛皮と風船をくっつけるのか説明することが求められる。

米国で1990年以降台頭してきた真正の評価論における課題設定の在り方について、現実世界の挑戦を単に模写する課題を中心に評価を考えるアプローチ（課題中心のアプローチ）を、妥当性の観点から批判する。そこでは、パフォーマンスに含まれる知識や技能が、評価対象外であればその妥当性が危うくなるように、課題中心のアプローチによる課題の多くが、その課題の解決に必要な変数の多様性を考慮に入れ損ない、それらを統制できていない点を咎める。

メシクは、その上で、最初に評価対象の構成概念に含まれる知識等の変数を明確にした上で、行動と現実の課題を結び付けて評価を考えるアプローチ（構成概念中心のアプローチ）を提起した⁴²。これにより、テストを含む多様な評価方法を基盤とした学習者の理解についての推論が正しいものであることを示す、実証的又は理論的な根拠についての総合的な判断も含めて評価の妥当性を考えること、すなわち構成概念妥当性を徹底することを求める。

「証拠中心の設計」では、このメシクの構成概念妥当性を考慮し、評価の具体性を考える際には、次の3点を明らかにする⁴³。まず第1に、どの知識やスキルなどが評価されるべきかという評価の目的を明確にする。次に、評価でのパフォーマンスの観察可能な特徴は何で、それと知識やスキルとの関係はどのような点であるかという点を明らかにする。最後に、どのような課題や状況が先のパフォーマンスを引き出すのかという点について検討する。

「構成概念中心の設計」においても、ツールミンモデルに依拠して、目標到達の際に見られる観察可能な行動を証拠として特定し、それを媒介することで目標と評価課題間の接続を目指す。証拠は、主張で示される特定の行動の背景にある構成概念を明確にし、そこに含まれる重大な観念に関するラーニング・プログレッションズにそって「生徒が理解を示すために演示すべき、そのレベルにとって適切で厳密な知識の詳細な記述を提供する」ことで⁴⁴、生徒が示す理解の深さと期待されるレベルが明らかになる。これにより、単に目標の背後にある構成要素に厳密な課題を設定し、その指導を行うことや、到達の有無を問うこともできるだろう。

おわりに

本稿では、クレイチェックのカリキュラム開発モデルの成立過程に即して検討を行った。一連の目標設定およびカリキュラム設計モデルの意義として次の2点を指摘できる。1点目は、教科固有の認識論に立脚した学習パフォーマンスを目標に位置づけつつ、転移を志向したことである。「学習ゴール駆動の設計」では、学習パフォーマンスに示された科学的な実践に参加する中で内容を学ぶとともに、そこで示された行動ができるようになる。そこでは、状況に応じた多様なパフォーマンスが求められ、科学者が既存の知識や方法を組み合わせて自然現象を説明するように、状況に応じた意思決定や判断といった活動に参加する。

この学習パフォーマンスは、一見すると工学的な行動目標と類似しているように思われる。しかしながらこれは、単なる表面的な行動の特定や目標や学習成果を観察可能で評価しやすいものに目標を限定するだけのものではない。学習パフォーマンスは、教科固有の方法を用いることで、理解の指標や通教科的な認知過程の提起を超えて、内容をどう学ぶのかという一層具体的な指導過程を特定し、駆動する目標となる。加えて、教科固有の認識論を基盤とした内面的な知的活動、すなわち方略的な活用を含む認知的なパフォーマンスを求める科学的な実践に参加する中で、パーキンスと同様に文脈を超えた転移を志向していた。そこでは、単なる評価方法の開発の側面に留まらない教授研究の側からの目標へのアプローチも視野に入れていた。

2 点目として、学習パフォーマンスと科学的な観念や実践の構造を明確化することによるパフォーマンスの質の向上である。「構成概念中心の設計」では、パフォーマンスの背後にある構成概念を明確にする。これにより、重大な観念や科学的な実践と主張として示されるパフォーマンスやそれと厳密に対応した学習・評価課題を作成できる。

特に、クレイチェックらは目標設定に向けた解きほぐしの過程において、概念相互の関係や系統性、特定の観念の質的な違いを意識したスタンダードの明確化を行ってきた。中でも「構成概念中心の設計」は、ラーニング・プログレッションズをもとに科学的な観念と科学的な実践の質を規定し、両者の交点において学習パフォーマンスを記述している。これにより、学習内容に加え、方法自体についても系統的に質を高めていくことで、結果として、目標(主張)で示されるパフォーマンスのそのものの質を高めることにもつながるだろう。

このようにクレイチェックのカリキュラム設計モデルは、通教科的なカリキュラム設計モデルや理解概念を科学の文脈で再構成したものであった。加えて転移に向けた指導に向けて、学習パフォーマンスを記述するとともに、その背後にある構成概念の質を明文化することで、知識や方法を質的に深めていくことと、それを実際の探究等の場面で使用していく認知的なパフォーマンスを求めることの両者を共存させ、その質を高めていくことを志向したものであった。

¹ D. Tanner & L.N. Tanner, *Curriculum Development*, (2nd ed), Macmillan Publishing; New York, 1980, p.69.

² 稲葉宏雄『学力問題と到達度評価(下)』あゆみ出版、1984年、田中耕治「教育目標とカリキュラム構成の課題」『京都大学教育学部紀要』1982年、28号、pp.101-113 および田中耕治「教育目標論の展開」『京都大学教育学部紀要』1983年、29号、pp.91-108を参照。

³ 西岡加名恵「ウィギンズとマクタイによる「逆向き設計」論の意義と課題」日本カリキュラム学会『カリキュラム研究』2005年、vol.14、pp.15-29、および石井英真『現代アメリカにおける学力形成論の展開』東信堂、2011年を参照。

⁴ 栗田一良「理科教育における行動目標の意義」『日本理科教育学会紀要』1970年、vol.12、pp.23-33、森川久雄『行動目標の設定と評価』明治図書、1972年、および降旗勝信『探究学習の理論と方法』明治図書、1974年を参照。

⁵ 大貫守「J.S.クレイチェックの科学教育論に関する研究」日本教育方法学会『教育方法学研究』2016年a、vol.41、pp.37-48 や三宅なほみ『学習科学とテクノロジー』放送大学教育振興会、2003年、pp.130-153などが挙げられる。

⁶ 大貫守「ラーニング・プログレッションズを踏まえた科学教育の検討」日本カリキュラム学会『カリキュラム研究』2016年b、vol.25、pp.41-54を参照。

⁷ B.J. Reiser, J.S. Krajcik, E.B. Moje, & R.W. Marx, “Design strategies for developing science instructional materials”, *paper presented at the Annual Meeting of the National Association of Research in Science Teaching*, 2003, Philadelphia, PA, pp.5-6を参照。

⁸ *Ibid.*, p.6 および J.S. Krajcik, K.L. McNeill & B.J. Reiser, “A Learning Goals Driven Design Model”, *the Journal of Science Education*, 2008, Vol.92, p.5 より筆者が訳出。

⁹ クレイチェック氏から筆者宛ての電子メールに基づく(2016年11月29日)。

¹⁰ G. ウィギンズ & J.マクタイ (西岡加名恵訳)『理解をもたらすカリキュラム設計』2012年、日本標準、pp.21-22を参照。

¹¹ 同上書、p.74。

¹² J. McTighe & G. Wiggins, *Understanding by Design Professional Development Workbook*, ASCD ; Australia, 2008, p.124を参照。

¹³ Y. Shwartz, A. Weizman, D. Forus, J.S. Krajcik & B. Reiser, “The IQWST Experience”, *Elementary School Journal*, 2008, Vol.109(2), p.202を参照。

¹⁴ B.J. Reiser, J.S. Krajcik, E.B. Moje, & R.W. Marx, *op. cit.*, p.7を参照。

- ¹⁵ C. Harris, K.L. McNeill, D.J. Lizotte, R.W. Marx and J.S. Krajcik, “Usable Assessments for Teaching Science Content and Inquiry Standards”, *Peers Matter*, Vol.1(1), 2003, p.7 より筆者が訳出。
- ¹⁶ American Association for the Advancement of Science(以下、AAAS), *Science for all Americans*, 1990, Oxford University Press; New York, p.47.
- ¹⁷ 例えば AAAS, *Benchmarks for science literacy*, 1993, Oxford University Press; New York など。
- ¹⁸ B.J. Reiser, J.S. Krajcik, E.B. Moje, & R.W. Marx, *op. cit.*, p.8 を参照。
- ¹⁹ B.J. Reiser, J.S. Krajcik, E.B. Moje, & R.W. Marx, *op. cit.*, p.9 を参照。
- ²⁰ D.N. Perkins, “Educating for Insight”, *Educational Leadership*, 1991, vol.49(2), p.7.
- ²¹ D.N. Perkins & G. Salomon, “Teaching for Transfer”, *Educational Leadership*, 1988, vol.46(1), pp.25-27 を参照。
- ²² *Ibid*, p.28.
- ²³ D.N. Perkins, “Art as Understanding”, *The Journal of Aesthetic Education*, 1988, vol.22(1), pp.114-116 を参照。
- ²⁴ D. Perkins, “What Is Understanding?”, in M.S. Wiske (Ed), *Teaching for Understanding*, Jossey-Bass Publisher; San Francisco; CA, 1998, pp.39-57 を参照。
- ²⁵ D.N. Perkins, *op. cit.*, 1988, p.116 を参照。
- ²⁶ B.J. Reiser, J.S. Krajcik, E.B. Moje, & R.W. Marx, *op. cit.*, pp.2-3 を参照。
- ²⁷ C. Harris, K.L. McNeill, D.J. Lizotte, R.W. Marx and J.S. Krajcik, *op. cit.*, p.7.
- ²⁸ *Ibid*, p.8 を参照。同時期には、クレイチェックが改訂版タキソノミーの知識の種類と認知過程を組み合わせて学習パフォーマンスを特定している (J.S. Krajcik, C.F. Berger & C.M. Czerniak, *Teaching Science in elementary and middle school classrooms*, McGraw Hill; New York, 2002 p.265)。
- ²⁹ J.S. Krajcik, K.L. McNeill & B.J. Reiser, *op. cit.*, pp.27-28 を参考に筆者が作成。
- ³⁰ Y. Schwartz, A. Weizman, D. Forus, J.S. Krajcik & B. Reiser, *op. cit.*, p.202.
- ³¹ D. Fortus & J.S. Krajcik, “Engineering in IQWST”, C.I. Snieder (Ed.), *The Go To Guide for ENGINEERING CURRICULA Grades 6-8*, Corwin; California; US, 2015, pp.119-120 を参照。
- ³² J.S. Krajcik & C. Czerniak, *Teaching Science in Elementary and Middle School*, Routledge; London, 2013, p.89 及び、クレイチェック氏から筆者宛ての電子メールに基づく(2016年1月8日)。
- ³³ J.S. Krajcik, K.L. McNeill & B.J. Reiser, “A Learning Goals Driven Design Model for Developing Science Curriculum”, 2006, p.4 (http://www.umich.edu/~hiceweb/papers/2006/Krajcik_McNeil_Reiser_Assessment_AERA_final.pdf 2014.12.8 確認)。
- ³⁴ J.S. Krajcik, K.L. McNeill & B.J. Reiser, *op. cit.*, p.10 を参照。
- ³⁵ N. Shin, S.Y. Stevens, H. Short & J.S. Krajcik, “Learning Progressions to Support Coherence Curricula In Instructional Material, Instruction, And Assessment Design”, *Paper presented at the Learning Progressions in Science Conference*, Iowa, 2009, p.6 を訳出し、一部表現を改めた。
- ³⁶ National Research Council, *Systems for state science assessment*, 2006, National Academy Press; Washington D.C., p.2 を参照。
- ³⁷ T. Corcoran & F.A. Mosher & A. Rogat, *Learning Progressions in Science*, 2009, p.37 を参照。
- ³⁸ 大貫守、前掲論文、2016年b、pp.42-45 を参照。
- ³⁹ N. Shin, S.Y. Stevens & J.S. Krajcik, “Tacking student learning over time using construct-centered design”, S. Rodrigues(Ed.), *Using analytical frameworks for classroom research*, Routledge; New York, 2010, p.42.
- ⁴⁰ R.J. Mislevy, L.S. Steinberg, & R.G. Almond, “Brief overview of evidence-centered assessment design”, 1999 (http://www.education.umd.edu/EDMS/mislevy/papers/ECD_overview.html 2016.8.29 確認)を参照。
- ⁴¹ N. Shin, S.Y. Stevens, H. Short & J.S. Krajcik, *op. cit.*, p.15 を訳出し、一部表現を改めた。
- ⁴² S. Messick, “The interplay of evidence and consequences in the validation of performance assessments”, *Educational Researcher*, 1994, vol.23(2), pp.16-17 を参照。
- ⁴³ R.J. Mislevy, L.S. Steinberg, & R.G. Almond, *op. cit.*
- ⁴⁴ N. Shin, S.Y. Stevens, H. Short & J.S. Krajcik, *op. cit.*, p.9.

(日本学術振興会特別研究員 教育方法学講座 博士後期課程2回生)
(受稿2016年9月9日、改稿2016年12月2日、受理2016年12月26日)

J.S.クレイチェックのカリキュラム設計モデルに関する検討

—その成立過程に着目して—

大貫 守

本稿では、米国の科学教育研究者であるジョセフ・クレイチェックのカリキュラム設計モデルについて、その成立過程に即して検討を行った。クレイチェックのカリキュラム設計モデルでは、学問固有の認識を基盤とした目標の明確化を中心に据えていた。特に彼は、転移に向けて、学習パフォーマンスと呼ばれる形式で、重大な観念と科学的な実践を用いて生徒ができるようになることをパフォーマンスの形で具体化するとともに、指導過程を特定していた。加えて、「構成概念中心の設計」では、目標を叙述する際に、そのパフォーマンスの背後にある構成概念を明確化し、その質を観察可能な行動として特定していた。これにより、構成概念に含まれる科学的な観念や実践の理解の質を、指導を通して高めることで、単に転移を促すだけでなく、そのパフォーマンスの質を向上させることを志向していた。

An Examination of the Curriculum Design Model of J.S. Krajcik: Focusing on the Course of Establishment

ONUKE Mamoru

This paper examines the curriculum design model of J.S. Krajcik who leads research science education in the USA by focusing on the course of establishment. His curriculum design model is centered around specification of educational objectives based on domain-specific cognition. Especially, for students to transfer their knowledge or skills, he develops learning performances that are objectives to articulate the cognitive tasks for students to become accomplished with learned big ideas and practices in science. In addition, he designs assessments and instructional processes or strategies based on this learning performance. When Krajcik describes learning performance in the “construct-centered design,” he clarifies the constructs behind the performance. In addition, he determines the quality by specifying observable action. Therefore, because he improves the quality of students’ understanding of scientific practices and ideas through instruction, he prompts them to not only transfer, but also to improve the quality of the performance.

キーワード：科学教育、カリキュラム設計、学習パフォーマンス

Keywords: Science education, Curriculum design, Learning performance

