

ドイツ初等教育における ESD に関する範例的な学習事例

—再生可能なエネルギーの利用を中心に—

宮野 純 次

(教育学科教授)

ドイツにおいては、学力向上施策の一環として、「コンピテンシー」(Kompetenz) 指向の教育が進められている。その際、持続可能な開発のための教育 (ESD) も重視され、構想・展開されている。ESD は、社会を持続可能な開発へと方向づけるための変革的な教育である。「コンピテンシー」指向のドイツの初等段階における理科教育について、これまで、事象教授の中の「自然科学」の展望で提示されている範例的な学習事例を明らかにしてきた。ドイツの ESD 教育施策が、初等教育の現場で具体的にどのように機能しているのかを探り深めるために、本研究では、これまでの研究も踏まえながら、ESD や グローバル・アクション・プログラム (GAP) に関連する範例的な学習事例「再生可能なエネルギーの利用—太陽熱」に焦点を当てて考察した。

キーワード：ドイツ初等教育、範例的な学習事例、持続可能な開発のための教育 (ESD)、再生可能なエネルギーの利用

1. はじめに

国際的な学力調査 (TIMSS, PISA) の結果が与えた衝撃を契機に、ドイツでは、2000年代になって学力向上施策の一環として、常設各州文部大臣会議 (KMK, 各州の教育施策を調整する機関) により「教育スタンダード」(Bildungsstandards) が導入され、「コンピテンシー」(Kompetenz) 指向の教育が進められている。

ドイツの初等学校は基礎学校 (Grundschule) と呼ばれ、満6歳に達した子どもが就学する共通の学校である。一般に4年制 (現在、ベルリン州とブランデンブルク州のみ6年制) で、カリキュラムは、ドイツ語、算数、事象教授 (Sachunterricht) に加えて、音楽、造形美術、工作、体育、宗教などから編成されている。

ドイツの初等教育では、教科としての理科はなく、理科的領域と社会科的領域の統合教科である事象教授 (週当たり3~4時間) の中で扱われている。2002年に専門学会である事象教授学会が公刊した『展望の大綱：事象教授』(Perspektivrahmen Sachunterricht)¹⁾は、学会版教育スタンダードと位置づけられる。達成すべき「コンピテンシー」が明示されており、これに伴い、各州で事象教授の教育計画が改訂された。そして2013年には『展望の大綱：事象教授』の改訂版²⁾も出されている。その際に、持続可能な開発のための教育 (ESD) も重視さ

れ、具体的に構想・展開されている。

これまで、ドイツにおける理科教育の改革³⁾、「コンピテンシー」指向のドイツの初等理科⁴⁾、就学前と初等教育における自然や理科に関する学びの連続性⁵⁾、ドイツにおける ESD の構想と展開⁶⁾、さらに初等教育全般における ESD に関するグローバル・アクション・プログラム (GAP) の取り組み⁷⁾、について明らかにしてきた。本稿では、それらも踏まえながら ESD や GAP に関する取り組みをさらに具体化する『自然科学の展望を具体的に』(Die naturwissenschaftliche Perspektive konkret)⁸⁾における範例的な学習事例「再生可能なエネルギーの利用—太陽熱」に焦点を当てて、その構想と展開について考察する。

2. 事象教授における「自然科学」の展望

(1) 2002年の学会版教育スタンダード⁹⁾

事象教授は、子どもの身のまわりの世界に関することを学習対象とし、現実の科学 (社会、自然科学) との関連で、子どもが経験できる社会、自然、技術の世界について解明することが中心になる¹⁰⁾。

2002年の学会版教育スタンダードでは、「社会・文化科学」「空間」「自然科学」「技術」「歴史」の各展望について、目標カテゴリーとしてのコンピテンシーが示され、内容と方法が提示されていた。コンピテンシーは、学習の規準となる方向性を指し示す

一種の到達目標であり、事象や行動に関する知識と協働して、メタ認知的な知識や価値に関連づけ方向づける知識を包含している。学習者の欲求や興味と後続する諸教科（専門領域）の学習提供・要求水準という両面的な教育要求を展望して規定されている¹¹⁾。

「自然科学」の展望のコンピテンシーは、①自然現象を事象に即して知覚し、観察し、命名し、記述すること、②選択された自然現象が、物理・化学・生物の法則性に起因することや生物的・非生物的・自然の現象に区別できること、③問いかける態度を築き、問題を確証し、問題解決の方法を使うこと、④非生物的・自然の法則性を生物的・自然の生存条件としても理解すること、⑤自然と責任のある関わりをするための根拠を理解すること、の5つである¹²⁾。

「自然科学」の展望における内容や方法は、2学年毎に示されている。第1・2学年では、コンピテンシー①の「自然現象を知覚し、観察し、命名し、記述する学習」に重点がおかれている。第1・2学年の内容として、15テーマが示されている。これらの学習で身につける方法は、考察、観察、記述、収集と整理、調査と検証、比較と測定、保護と形態、簡単な実験の計画、実施、評価、である¹³⁾。

第3・4学年の内容と方法は、コンピテンシー②～⑤に関係し、7つの内容が例示されている。これらの学習で身につける方法は、コンピテンシーの形成に重要な意味を持つ。その方法は、考察、観察、記述、結論、収集と整理、分類、調査、比較、感覚的知覚（味わう、匂う、聴く、触れる）、測定、感覚的な知覚と測定法との比較、保護と形態、文章作成、記録、予想と説明の言葉での表現、解釈、実験の計画、実施と評価、言及したことの根拠づけと検証、説明の表現と評価、専門的知識のある図、表やグラフの作成と活用、である。さらに、「自然科学」の展望では、15の評価の観点が見られている¹⁴⁾。

「自然科学」の展望は、多様な方法で他の展望と関連づけられる。しかも、事象教授のテーマの中で化学的、物理的、生物的、生態学的な観点とのネットワークが明らかにされる。授業では、これらの展望はその時のテーマに応じて一緒に関係づけられようとしている。その際、子どもたちは関係を考えながら、知識を網目状に結びつけることになる¹⁵⁾。このように、2002年の学会版教育スタンダードには、目標としてのスタンダード、内容や方法などコンピテンシーの習得を要求するスタンダード、さらに、学習過程の成果を測るスタンダード、といった達成すべきコンピテンシーが明示されていた。

(2) 2013年改訂の学会版教育スタンダード¹⁶⁾

2002年に諸専門学会に先駆けて作成された学会版

教育スタンダードは、KMKの教育スタンダードが公表（2003年～2004年）される前に出版されていた。このため、KMKの教育スタンダードの構想を踏まえ、2009年には改訂のための協議が行われている。そこでは、ドイツ各州の事象教授の教育計画に学会版教育スタンダードが影響を与えてきた状況を確認した上で、改訂の方向性として、①改訂の中心課題として、コンピテンシー要求と課題例を定めて、明確にコンピテンシー指向を示すこと、②内容やテーマの次元と同様に、思考・活動・行動方法の次元も考慮すること、③ネットワーク化をこれまで以上に配慮すること、④適切な解説によって教材過多の印象に対し歯止めをかけること、⑤基礎学校の教授学への事象教授の関連、場合によっては教科の教育要求に関して強調されるべき方向性を示すこと、⑥現在は同等に大きく扱われている各展望の重要性を改めて確認すること、が示されている¹⁷⁾。

2013年の学会版教育スタンダードには、事象教授の教育要求として、①生物界の現象と関連を知覚し理解すること、②自主的な方法で熟考して新しい認識を組み立てること、③環境への興味を新たに発達させ保つこと、④就学前の学習前提や経験に関連づけ継続的な学習のための負荷をかける基礎を築くこと、⑤事象との交流において人格をさらに発達させること、⑥環境において適切に責任感のある態度をとり一緒に作り上げること、が示されている¹⁸⁾。

2013年に改訂された学会版教育スタンダードは2002年版の約5倍の約160ページで、大幅にページ数が増やされている。予備的展望の授業（*vorperspektivischer Unterricht*）として、「就学前教育における経験と結びつけた振り返り、基礎的な思考と行動」の章も設けられている。事象教授との接続を図る上で、就学前教育で獲得しておくべき重要な能力、知識の接続、態度が明確にされている¹⁹⁾。

5つの展望は、「社会科学」「自然科学」「地理」「歴史」「技術」へと軽度で改称されている。そして、図1に示すようにコンピテンシーモデルが提示され、各展望が構造化されている。事象教授の展望における包括的な思考・活動・行動方法と共に、5つの各展望において、展望特有の「思考・活動・行動方法」と「テーマ領域」が定められている。さらに、KMKの教育スタンダードの課題例（*Aufgabenbeispiel*）に倣い、範例的な学習状況（*Beispielhafte Lernsituationen*）も各展望において示されている²⁰⁾。

「自然科学」の展望では、子どもは事実に即して推論可能な内容例で、本質的な自然科学的思考・活動・行動方法に習熟する。非生物的・自然と生物的・自然を対象に、自然科学の学習の基礎となる前提が形成される。

ドイツ初等教育における ESD に関する範例的な学習事例

次元： 思考・活動・ 行動方法		事象教授の展望における包括的な思考・活動・行動方法					
		認識する／ 理解する	自主的に活動 する	評価する	話し合う／ 協力し活動する	事象に興味を 持って出会う	実行する／ 行動する
		例. 整理する， 比較する	例. 情報を開拓す る	例. 評価する， 判断する	例. 交流する， 論証する	例. 探究的態度を 示す	例. 構成する，計 画を実現する
展望に 関連した 思考・活 動・行動 方法	例. 交渉する， 判断する， 関与する	社会科学の展望 政治—経済—社会				例. 民主主義	展望に 関連した 構想／テ ーマ領域
	例. 探究する， 実験する	自然科学の展望 生物的自然と非生物的自然				例. 生命， エネルギー	
	例. 探査して空間の 位置を確かめる	地理の展望 空間—自然の土台—生活状況				例. 空間利用	
	例. 時間を確かめ再 現する	歴史の展望 時間—変遷				例. 変遷	
	例. 設計する， 生産する， 技術を利用する	技術の展望 技術—活動				例. 安定性	
		例. 柔軟さ	例. 健康	例. 持続的な発展	例. メディア	次元： 構想／ テーマ領域	
展望に結びつくテーマ領域と問題提起							

図1 展望の大綱 事象教授のコンピテンシーモデル²¹⁾

「自然科学」の展望における課題は、①自然現象、非生物的自然、生物的自然、特に人間生活にとっての関連や意義、②自然現象とそれらの関係を知覚し、認識し、解明し、理解できる自然科学の思考・活動・行動方法、③自然科学の認識を基礎に自然との責任ある交流への方向づけを構築できる可能性、である²²⁾。

「自然科学」の展望で獲得される知識や能力は、学びの連続性の意味で、物理、化学、生物または専門との関連で重要な前提条件を形成する。基本的な自然科学の教育は、基礎学校の児童自身の経験から出発して、人間と自然との関係の根本的な問題に出会い、解明し、話し合うために重要な例で、模範的な基盤へと導かれる。その際の重点は、以下の通りである²³⁾。

- 基本的な生物や化学や物理の構想や関連（モデルと規則性）を利用・応用し、生物的自然と非生物的自然の現象を知覚し、認識し、深く理解すること
- 自然科学的な思考・活動・行動方法を習得し、より主体的に応用すること
- 自然科学的な知識の本質を理解すること（その可能性において、同様にその制約において）
- 自然科学的な認識の意義と（日常の）生活状況における行動でのその応用
- 自然科学的な事態における自分の学習の振り返りと評価

「自然科学」の展望の枠内で、子どもは解明可能な、同時に事象内容の豊かな例に基づいて、本質的な自然科学の思考・活動・行動方法に習熟する。これにより、自然科学の学習の基本的な前提条件が、非生物的自然と生物的自然を対象に形成される。「自然科学」の展望に関する思考・活動・行動方法は、表1の通りである。

表1 「自然科学」の展望に関する思考・活動・行動方法²⁴⁾

- ①自然現象を事象（対象）に即して探究する。
- ②自然科学の方法を習得し活用する。
- ③自然現象を法則に導き戻す。
- ④自然科学の認識から日常の行動を導き出す。
- ⑤自然科学の学習を評価し省察する。

「自然科学」の展望に関する「テーマ領域」は、表2の通りである。

表2 「自然科学」の展望に関する「テーマ領域」²⁵⁾

- ①非生物的自然—物質／物体の特性
- ②非生物的自然—物質変換
- ③非生物的自然—物理的事象
- ④生物的自然—植物、動物とその分類
- ⑤生物的自然—生物の発生と生存条件

生物的自然と非生物的自然の基本的な関係性を理解するには、非生物的自然に関する物質とエネルギー

ギーの概念、物質とエネルギーの保存の概念、そして相互作用の概念にアプローチする必要がある。物質とエネルギー及びその保存の概念で中心になるのは、物質性、循環性、物質とエネルギーの変換、状態と状態変化、物質変化の概念であり、これらを理解し定着させることが求められている。

エネルギー概念の要点は、動く、生きているという自然の事象に対し、その重要な条件となるエネルギーの意味について理解することである。人間社会に起こるエネルギー問題、エネルギー源やエネルギーの種類、エネルギーの交換、技術的なエネルギー利用、エネルギー効率やエネルギーの節約などは、「技術」の展望と結びつけて学習しやすい。相互作用の概念では、自然現象の相互の関係性や単純化したシステム、ビオトープ、生育空間への植物や動物の適応、さまざまな側面の均衡（生物では食物連鎖、物理ではてこ、天文学では天体の動きや位置など）について考察することである。生物的自然では、生きていることの意味が、発生、生殖、栄養、運動といった特徴で形成される²⁶⁾。

3. 「自然科学」の展望における範例的な学習事例²⁷⁾

2002年の事象教授の学会版教育スタンダードでは、「自然科学」の展望において、最初にコンピテンシーを定め、次に内容と方法を提示するという形式であった。一方、2013年版では包括的な思考・活動・行動方法も含めたコンピテンシーモデルが明示されている²⁸⁾。

範例的な学習事例として、第1・2学年は「飛ぶ—種子のパイロット／飛行機はどのように操縦しますか?」、第3・4学年は「生息空間 池／池の中の動物」が示されている。

その構成は、まず、「学習状況／出発点」として、具体的な自然物とのかかわりの中で、より深く理解させ認識させようとしている。第1・2学年では選択された動植物を例にペア活動による学習も提案される。一方、第3・4学年では行動圏の探究によって、より学習内容が拡大される。

次に、「課題と使命」では、観察やスケッチ、比較、特徴の記載、実験などに取り組む。第3・4学年ではグループでさらに資料やインターネット検索も活用して観察結果を補ったり、記録を交流したりして、小冊子を作成する。

また、「補充の可能性／比較が可能な二者択一」として、第1・2学年では紙飛行機を実際に飛ばすなど比較のための実験が行われる。第3・4学年では、グループ活動やクラス全体での活動、継続的な観察や他の生態学的な行動圏の探究なども考慮される。

教師が「支援するコンピテンシー」としては、第

1・2学年では表1に記した思考・活動・行動方法の①②③⑤、表2に記したテーマ領域の④について、また第3・4学年では表1に記した思考・活動・行動方法の②③④⑤、表2に記したテーマ領域の④について具体的に提示されている。さらに、「コンピテンシーの発達を明確にし、しかも評価できるような指示」に関する記述も見られる。

教育スタンダードの導入によって、教師が子どもにインプットする学習到達度の水準ではなく、子どもがアウトプットする水準が明確に示されるようになっていく。範例的な学習事例を提示することによる、コンピテンシー指向の授業実践が構想されている。

4. 具体的な学習事例集

(1) 『自然科学の展望を具体的に』(2017年)

2017年には、「自然科学」の展望をさらに具体化するための学習事例集として『自然科学の展望を具体的に』(Die naturwissenschaftliche Perspektive konkret) が出版されている。その構成は、①非生物的自然の学習状況／事例と②生物的自然の学習状況／事例に加えて、展望を包括する観点の学習状況／事例が提示されている²⁹⁾。

①非生物的自然の学習状況／事例

思考・活動・行動方法の養成、開発のための活動観点では、「自然現象を事象(対象)に即して探究する—温度測定」, 「自然科学の方法を習得し活用する—物質の凝集状態やその推移を例に探究し、科学的なモデルを活用する」, 「自然現象を法則に導き戻す—力学の黄金則」, 「自然科学の認識から日常の行動を導き出す—再生可能なエネルギーの利用—太陽熱」について学習状況／事例が示されている。

テーマ領域の観点では、「テーマ：磁力—自然科学的な事象教授における内容と過程に関連するコンピテンシーの結合を例に」, 「噴出ガスの専門家のための粉末探索—授業テーマとして物質と物質交代の特性」が示されている。

②生物的自然の学習状況／事例

思考・活動・行動方法の養成、開発のための活動観点では、「自然現象を事象(対象)に即して探究する：顕花植物の生活循環」, 「事象教授における種の多様性—生物的自然の視点で自然科学的コンピテンシーを促進する」, 「春をチューリップのどこから『知る』? 自然科学の方法を習得し活用する」について学習状況／事例が示されている。

テーマ領域の観点では、「春の目ざめ」, 「動物と生き物の生活条件」が示されている。

次に、この①と②の学習状況／事例に加えて、「展望を包括する観点」の学習状況／事例で構成さ

れ、「健康的な飲み物—目に見えない砂糖」,「バイオニクス—自然について学ぶ」が提示されている。

このように、2017年に出版された学習事例集では、2013年に改訂された学会版教育スタンダードに示されたコンピテンシーモデルの「思考・活動・行動方法」,「テーマ領域」の観点と「展望を包括する観点」で13の学習事例が具体的に提示されている³⁰⁾。以下、これらの中でも特に ESD や GAP との関連が深い「自然科学の認識から日常の行動を導き出す—再生可能なエネルギーの利用—太陽熱」に焦点を当てて考察する。

(2) 範例的な学習事例「再生可能なエネルギーの利用—太陽熱」³¹⁾

「自然科学」の展望における教育の可能性の中心的な要素は、人間と自然の関係、感覚的に持続性へ方向づけられた自然やそのエネルギー資源と人間の交流である³²⁾。その際、子どもたちは特に持続性の観点で「非生物的自然(例:土壌,水,空気)への生きているもの(植物,動物,人間)の依存関係を認識する」³³⁾こと、範例的な基礎づけ、責任の伴った話し合いが重要である。責任のある自然との交流の必要性も含まれる。

これに関して、「再生可能なエネルギー」について討論する枠で、テーマ「太陽熱」は事象教授に適した出発点と捉えられている³⁴⁾。

1) 太陽エネルギーの利用—太陽熱

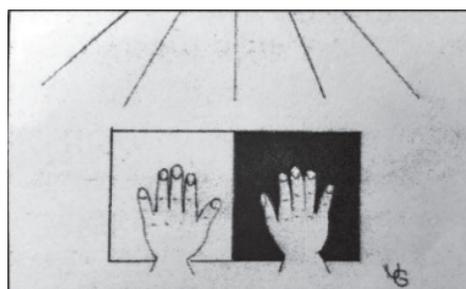
熱エネルギーの産出と利用は、昔から人間にとって極めて重要である。この関連で、「エネルギー」は、事象教授の自然科学において中心的な構想として提供されている。「自然科学」の展望の中で自然科学の科目である物理,化学,生物が結びつけられ、それと共に次に続く自然科学の学習に接続する能力の基本となるだけでなく、「技術」「地理」「社会科学」「歴史」の展望、及び「持続的開発」のような展望に網目状に結合するテーマ領域に、また展望を超えて網目状に結合する直接的な結びつきを作り出している。「エネルギー」は事象教授の教授学において中心的な接続する能力の基本構想として重視されている。例えば、児童が再生可能なエネルギーの利用について、生きているものは非生物的自然に依存しているということを明らかにするための典型的な応用例である³⁵⁾。

テーマ「太陽熱」では、例えば環境にやさしい再生可能エネルギーとして、持続性の観点に相応しい「責任を強く自覚した自然との交流」³⁶⁾がテーマとされる。同時に、このテーマで日常の行動を導き出すことと結びつけられる。それには共同や社会に関連した決定やイニシアチブの共同決定や参加も含まれる。

2) どんな色が面を温める?

夏の直射日光のもとでの遊びには、黒いTシャツよりも白いTシャツを着た方がいいことを大多数の子どもたちは知っている。この日光からの熱吸収の根本原理は、太陽エネルギーの効果的な利用と熱エネルギーへの変換に役立てられる。ソーラーパネル(温水を産出する)には、この原理が使われている³⁷⁾。

まず次のことが認識される。黒っぽい面/厚紙に、多くの日光が吸収され、多くの熱エネルギーが生産される。その面/厚紙は、暖められる。すべての子どもは、両手を白・黒・反射する紙(例、アルミ箔)の上において、①照射なし、②少なくとも30秒の照射、を比較して実感する(場合によっては、目を閉じて)。さらに長く紙が照射されると、はっきりとその違い(黒>白>反射)が知覚できるようになる(図2参照)。この3種類の紙が暖められる正確な温度測定は、小グループにより30秒サイクルで実施される。



時間	黒	白	反射	...
30秒				
60秒				
90秒				
120秒...				

図2 実験の実施「どんな色が面を温める?」³⁸⁾

3) ソーラーパネルはどのように機能している?

ほとんどの子どもは、すでに庭のホースからの最初の水は太陽の下により長く置かれていて温かいという経験をしている。例えば個人の節約において屋根の上に温水産出のために設置されるソーラーパネルの太陽熱の原理(太陽エネルギーから熱エネルギーへの変換)は、直接、吸収効果の黒—白の比較に関するこの探究で複製される³⁹⁾。

18世紀に今日のソーラーパネルの最初の形や平らなパネルの原型が開発され、それ以来、基本的な構造や機能の方式は本質的には変わっていない(図3参照)。子どもたちは光の照射によりホース内の水は温められることを経験する。

黒色のホース(より吸収する本体)内の水(エネルギー源)は、より黒い環境(吸収効果を強くする

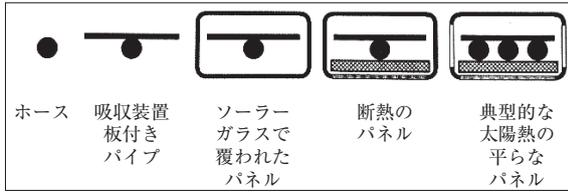


図3 ソーラーパネル構造の発展に関する図解⁴⁰⁾

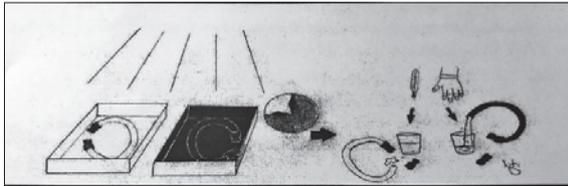


図4 実験の実施「ソーラーパネルはどのように機能しているのだろうか？」⁴¹⁾

ためのカバー)で、比較可能な白いホースよりも激しく温くなる。黒の靴箱(吸収効果を強くするためのカバー)や透けて見えるカバーを外された金属の薄片(相応しいソーラーガラス板)における黒色のホース(吸収する本体)は、温水産出に関するソーラーパネル(平らなパネル)の典型的な構造によって配置される(図4参照)。2つの靴箱の中で白と黒の紙で相応に内張され水で満たされ白と黒で覆われた2つの庭のホースは、日光/ランプ光の照射によって、並行して45-60分の時間温められる。靴箱は、密閉用のラップで覆われる。庭のホースの部分に密閉するために、ゴム栓や庭の空気弁が使用される⁴²⁾。両方の実験装置を比較できるようにすることが大切である。

アプローチの話し合いや共同の予想の収集に従って子どもたちが始める実験では、両方のホースで温められた水の温度(感じる/そして或いは温度計での正確な測定)について共同で熟考して最後に評価する。その上、ホースから2つの(プラスチック)コップに注がれた水は、明確に温度の違いを示す。これで最後の問題に帰結され、提示された課題に答えられる⁴³⁾。

つまり熱エネルギーの産出は、ソーラーパネルによって起こされ、日光が吸収される(吸収された)結果に基づいて、太陽エネルギー(光エネルギー)は熱エネルギーに変わる(図5参照)。クリーンな熱エネルギーはどのように生産されるのだろうか？

ここで学習の終わりに授業単元の本来の中核問題は、次の焦点に移動する：

自然科学の認識から日常の行動を導き出す。

その上、例えば積極的に自分たちの住環境を探究する使命が成果に繋がる。或いは相応しい図の利用によって「ソーラーハウスで何が発生するのだろうか？」という問題が討論される。

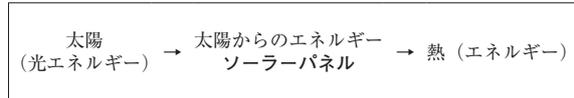


図5 クリーンな熱エネルギーはどのように生産されるのだろうか？⁴⁴⁾

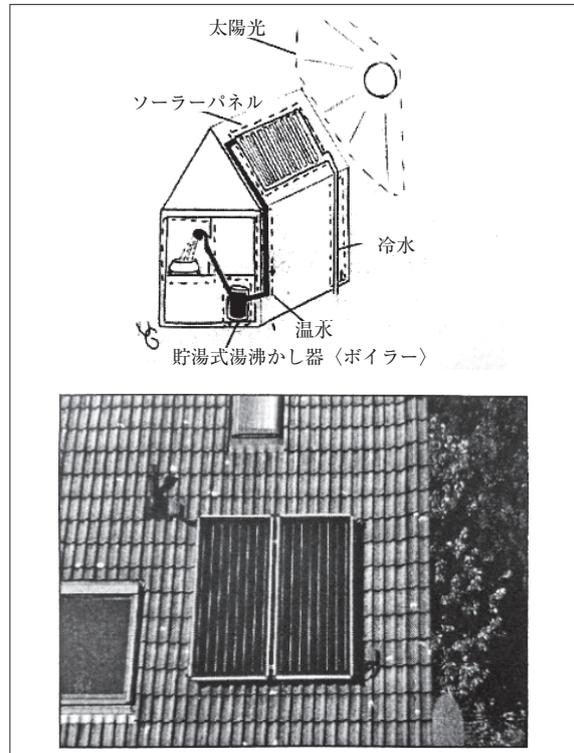


図6 太陽熱設備の機能様式に関するモデル図解、個人宅の屋根にある給水・排水口のあるソーラーパネル(南・東並び)⁴⁵⁾

暖くなる水が利用されるまでの過程は、住宅建築物に太陽熱設備の主要な構成要素を備えたモデル図解をもとに理解する(図6参照)。

「技術」の展望との直接的な結びつき(テーマ領域：エネルギーの変遷と利用)で、ここではプロジェクトのような授業の形式で、ソーラーハウスの設備が温水産出のために吸収する機能を直接応用するシミュレーションへと展開される。その上、このようなシステム、このような設備機能に関して、主要な観点や問いについて専門的に探究される。その目標は、学校で展示する成果の提出である。その際に、単に学校と関連のあるすべての人ではなく、地域の報道機関の代表者、エネルギー領域における当地居住の(小さな-)会社も招待される⁴⁶⁾。

テーマ「太陽熱」は、日常生活における再生可能なエネルギーの根本的な意義をテーマとして扱うために、拡大される。その上、絵地図や事物を手がかりに学習者に化石や再生可能なエネルギー源に関して、自分たちが日常使用するエネルギーはそこから来ているという問いを提供できる。具象的で具体的

な形に基づいて、共同のクラスでの話し合いで化石と再生エネルギーの両方の「陣営」が対比され、2つのポスター（赤=化石エネルギー、緑=再生可能エネルギー）上の図が凝視される⁴⁷⁾。

引き続き、(場合によっては、グループ活動で)その概要が仕上げられる。そのために(例えば、どのようなエネルギー形態の産出のために)、再生可能なエネルギー(太陽、風、水、地熱)を自分たちが毎日直接利用できるようにするために、どのようにするかが明らかにされる。活動段階を支援するために、写真を活用する(例えば、建物の屋根のソーラーパネルについて、風力機、ソーラー玩具などについて)。光起電力による電気や太陽熱による熱の産出は、明確にされる。学校の環境における探索経過や再生可能エネルギーの利用に関する設備の写真(光起電力設備、建物の屋根のソーラーパネル、太陽電池操作の家屋標識、屋外電灯、-温度計、風力機など)はテーマに関連する授業でまとめられる⁴⁸⁾。

4) 補充の可能性/比較可能な選択肢

再生可能エネルギーをテーマに、子どもたちの生活世界で手本とされる具体的な応用関連がたくさん示される。ソーラーエネルギーの持続的な利用に関して、生物的自然と非生物的自然の依存率が考慮される。直接の風力や水力も引き続き事象教授でテーマとして扱われるエネルギー形態である。

次のような問いが考えられる: どのような立場で、その時々エネルギー形態は、地理学上の実状だけで、或いは特別な実際に基づいて利用されるのか? かつてどのように、そして何のために、このエネルギー形態は利用されたのか? 個々の再生可能エネルギーの利用について、しかも再生とは逆方向の化石の、或いは原子力のエネルギー形態を決めるための賛成や反対の討論は、社会に対し重要な文脈で開始される⁴⁹⁾。

児童は支援され、表3のようなコンピテンシーを獲得することが目指される。さらにコンピテンシーの発達を明確にし、しかも評価できるような指示も、表4のように示されている。

このように、テーマ「太陽熱」では「自然科学」の展望の中で自然科学の科目である物理、化学、生物が結びつけられている。そしてその後続く自然科学の学習に繋がる能力の基本となるだけでなく、「技術」「地理」「社会科学」「歴史」の各展望、さらに各展望が網目状に結合する「持続的開発」のようなテーマ領域により、結びつきは深められている。

テーマ「太陽熱」では、環境にやさしい再生可能エネルギーとして、持続性の観点に相応しい「責任を強く自覚した自然との交流」がテーマとされると同時に、このテーマで日常の行動が導き出される。

表3 支援されるコンピテンシー⁵⁰⁾

<ul style="list-style-type: none"> —物質の変換として燃焼を記述する。 —日常からの例で、エネルギー形態間の変換過程を記述する(例. 化学エネルギー、熱エネルギーにおける太陽エネルギー)。 —エネルギー形態(例. 熱-, 運動-, 電気エネルギー)を区別する。 —日常(ストーブ/暖房)からの例で、化学エネルギーから熱エネルギーへの変換過程として燃焼を記述し、相応しいエネルギー源(例. 木材、石炭、ガス、石油)を指定し、区別する。 —エネルギーとの持続的な交流の可能性(省エネルギー、環境にやさしいエネルギー源、効率のよいエネルギーとの交流)を探究し、可能な行動の選択を導き出す。 —持続性の観点で自然との責任のある交流の必要性を理由づける。 —人間に相応しい特性の意義(利用と行動)を理解し、適切に記録する。 —この自分の行動帰結の認識から、日常に引き込む。
--

表4 コンピテンシーの発達を明確にし、しかも評価できるような指示⁵¹⁾

<ul style="list-style-type: none"> —燃焼の際のエネルギー変換を記述する。 —化石のエネルギー源を利用する際に、有害な排気ガスや老廃物が発生することを解明する。 —太陽エネルギーを利用する際に、このような有害な排気ガスや老廃物は発生しないことや、そこから環境にとって意義のある燃焼に関する選択を示すことを解明する。 —再生可能なエネルギーを指定し、健全な環境のためのその意義を解明する —モデルハウスを設計する際に、太陽熱の基本原則を応用する。 —学校環境において自主的な再生可能エネルギーの応用領域を探究し、記録していますか?

それには共同や社会に関連した決定やイニシアチブの共同決定や参加も含まれる。アプローチの話し合いや共同で予想したことによって子どもたちが実験する。

「クリーンな熱エネルギーはどのように生産されるのだろうか?」の問いは、「自然科学の認識から日常の行動を導き出す」ことへ繋がる。写真も活用されながら、具象的で具体的な形に基づいて、共同のクラスでの話し合いの中で化石と再生エネルギーが対比され、再生可能なエネルギーを自分たちが毎日直接利用できるようにするために、どのようにするかが明らかにされる。

5. おわりに

ドイツの初等教育においては、いわゆる環境教育から持続可能な開発のための教育（ESD）へと転換され、グローバル・アクション・プログラム（GAP）も展開されている⁵²⁾。事象教授の「自然科学」の展望におけるこれまでの範例的な学習事例に加え、「自然科学の認識から日常の行動を導き出す—再生可能なエネルギーの利用—太陽熱」に見るように、まず、「学習状況／出発点」として、具体的な自然物とのかかわりの中で、より深く理解させ認識させようとしている。次の「課題と使命」で、観察やスケッチ、比較、特徴の記載、実験などに個人やペア、グループで取り組み、交流する。「補充の可能性／比較が可能な選択肢」では、比較のための実験やグループ活動やクラス全体での活動、継続的な観察や探究なども考慮される。また、教師が「支援するコンピテンシー」や「評価」についても具体的に提示されている。

このように、持続性の観点に相応しい「責任を強く自覚した自然との交流」がテーマとされ、話し合いや共同の予想や実験に基づいて思考が深められ日常の行動の変化へと繋がられている。ESDやGAPを推進するコンピテンシー指向の授業実践が構想され、展開されている。

引用・参考文献

- 1) Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2002). *Perspektivrahmen Sachunterricht*, Julius Klinkhardt.
- 2) Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht. Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe*, Julius Klinkhardt.
- 3) 宮野純次 (2016). ドイツの初等教育における理科教育の改革—基礎領域と中等教育との接続を考慮して—, 京都女子大学発達教育学部紀要, 第12号, pp. 31–40.
- 4) 宮野純次 (2018). コンピテンシー指向のドイツの初等理科—範例的な学習事例—, 京都女子大学発達教育学部紀要, 第14号(1), pp. 19–27.
- 5) 宮野純次 (2019). ドイツ初等・基礎領域における科学教育カリキュラム改革—学びの連続性の観点から—, 京都女子大学発達教育学部紀要, 第15号, pp. 55–68.
- 6) 宮野純次 (2020). ドイツ初等理科における持続可能な開発のための教育（ESD）の構想と展開, 京都女子大学発達教育学部紀要, 第16号, pp. 49–58.
- 7) 宮野純次 (2021). ドイツ初等教育における持続可能な開発のための教育（ESD）の推進—ESDグローバル・アクション・プログラムの取り組み—, 京都女子大学発達教育学部紀要, 第17号, pp. 69–77.
- 8) Giest, H. (Hrsg.) (2017). *Die naturwissenschaftliche Perspektive konkret. Begleitband 4 zum Perspektivrahmen Sachunterricht*, Julius Klinkhardt.
- 9) 前掲論文5), pp. 59–60.
- 10) Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2002): S. 2–3.
- 11) Ebenda, S. 4.
- 12) Ebenda, S. 15–16.
- 13) Ebenda, S. 17.
- 14) Ebenda, S. 18.
- 15) Ebenda.
- 16) 前掲論文3), pp. 33–37.
- 17) Giest, H. und Hartinger, A. (2009). Diskussion zum Sachunterricht. In Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e.V., GDSU-INFO, Heft 46, S.7.
- 18) Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2013): S. 9.
- 19) Ebenda, S. 19–20.
- 20) Ebenda, S. 14.
- 21) Ebenda, S. 13.
- 22) Ebenda, S. 38.
- 23) Ebenda.
- 24) Ebenda, S. 39.
- 25) Ebenda.
- 26) Ebenda, S. 42–43.
- 27) 前掲論文4), pp. 19–27.
- 28) 前掲論文5), pp. 62–65.
- 29) Giest, H. (Hrsg.) (2017).
- 30) 前掲論文5), pp. 65–66.
- 31) Giest, H. (Hrsg.) (2017): S. 53–66.
- 32) Ebenda, S. 53.
- 33) Ebenda.
- 34) Ebenda.
- 35) Ebenda, S. 53–54.
- 36) Ebenda, S. 54.
- 37) Ebenda, S. 60.
- 38) Ebenda.
- 39) Ebenda, S. 61.
- 40) Ebenda.
- 41) Ebenda, S. 62.
- 42) Ebenda.
- 43) Ebenda.
- 44) Ebenda.
- 45) Ebenda, S. 63.
- 46) Ebenda.
- 47) Ebenda.
- 48) Ebenda, S. 63–64.
- 49) Ebenda, S. 64.
- 50) Ebenda.
- 51) Ebenda, S. 65.
- 52) 前掲論文7)