

# 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—

宮野 純次

(教育学科教授)

## 1 はじめに

ドイツでは、国際的な学力調査（TIMSS, PISA）での低調な結果に対する衝撃は大きく、2000年代になってから、児童生徒の学力向上を目指した教育改革が進められている。

PISA2000の結果を受けて、常設各州文部大臣会議（KMK）において議論がなされ、優先的に取り組まれるべき教育改革の課題として、2001年12月に7つの「行動領域」（Handlungsfelder）が設定されている<sup>1)</sup>。就学前教育や基礎学校に関連した課題が大きく取り上げられるとともに、KMKが作成した全国的なレベルでの教育スタンダード（Bildungsstandards）の導入が進行している。2003年から2004年に公表され、現在、運用されている教育スタンダードは、ドイツ語、数学、第1外国語（英語、フランス語）、理科（物理、化学、生物）である。その中で、基礎学校を対象とする教育スタンダードは、ドイツ語と数学だけである。これらの教育スタンダードは、「結果—指向」（outcome-Orientierung）の意味で教育政策のパラダイム変換を示している。

初等領域において理科教育を担う事象教授（Sachunterricht）に関しては、事象教授学会（GDSU）が2002年に学会版教育スタンダード（Perspektivrahmen Sachunterricht）を発表している<sup>2)</sup>。そこでは、達成されるべき「コンピテンシー」（Kompetenz）が明示されている。これに伴い、各州で事象教授の教育計画が改訂されている。

一方、基礎領域の就学前教育においても、「保育施設における幼児教育のための各州共通

の枠組み」（2004）が提示され<sup>3)</sup>、2003年から2006年の間に、16州すべてにおいて、教育要領が作成されていた。就学準備という観点から、言語の習得が重視され、幼小の接続の問題にも焦点が当てられ、就学前教育における知的教育への志向性は強まっていた<sup>4)</sup>。

初等・基礎領域ともに「コンピテンシー」概念が導入され、その後の継続的な教育計画の改訂により、学びの連続性が図られようとしている<sup>5)</sup>。さらに、2013年には、学会版教育スタンダードの改訂版（vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe）も出されている。本稿では、2000年代になって進められているドイツの初等教育における理科教育の改革について考察する。

## 2 事象教授の学会版教育スタンダード<sup>6)</sup>

2002年の事象教授の学会版教育スタンダードには、基礎学校の課題として、①自己の環境に習熟すること、②環境を適切に理解し共に構成すること、③体系的かつ省察的に学習すること、④後の学習の基礎を形成すること、が挙げられていた<sup>7)</sup>。「事象教授」は、子どもの身の回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）との関連において、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。「社会・文化科学」の展望、「空間」の展望、「自然科学」の展望、「技術」の展望、「歴史」の展望について、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て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<sup>9)</sup>。

「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学的な自然と無生物学的な自然の現象に区別できること、③問いかける態度を築き、問題を確認し、問題解決の方法を使うこと、④無生物学的な自然の法則性を生物学的な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<sup>9)</sup>。

「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た。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学年の内容として表1に示すように15テーマが示されていた<sup>10)</sup>。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。

第3・4学年の内容と方法は、コンピテンシー②～⑤に関係している。表2に示すように7つの内容が例示されていた<sup>11)</sup>。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。

「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「自然科学」の展望は、事象教授のテーマの中で化学的、物理的、生物学的、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。

表1 「自然科学」の展望：第1・2学年の内容

- ①植物や動物の外観と名前、②少女と少年の身体、③食事と飲み物、健康的な栄養、④健康と病気、⑤昼と夜、太陽の日周運動と季節、⑥太陽、月と星、⑦石と鉱物、⑧衣服、繊維製品と洗濯、⑨鉱物の特性、⑩溶解と凝固、⑪熱膨張（温度計）、⑫燃焼過程、⑬気象現象、⑭光、色と影、⑮風と水の力

表2 「自然科学」の展望：第3・4学年の内容

- ①人間、動物と植物の発生・生存条件：人間の体のつくり、脊椎動物と昆虫；（高等）植物の構造と構成要素；成長、物質交代、生存欲求と生殖；生育空間、生物群集と種の多様性；生態学的な食料の生産と加工
- ②物質の特性：木、ガラス、金属、プラスチックのような原料の特性；固形物の混合、水、油、酢のような様々な液体の特性（味や粘度など）；液体の混合；水の凝固状態；温度によっては砂糖や塩などの固形物質が水に溶けること
- ③化学的な物質の変化：ろうそくの燃焼過程；火と火災の防止；空気中での鉄、銅、銀のような金属の酸化；酸素と呼吸
- ④物理的な法則性：音と音の響き；光と影；浮き沈み；大気と気圧；電流とその利用；磁力の影響とコンパス；シーソー、天秤のようなてこを使う経験；熱と熱による膨張；状態変化（固体—液体—気体）；自然の力：風と水
- ⑤気象と宇宙の関連：気象現象、天気図と天気予報；風と雲；地球、月、太陽と星；太陽の日周運動、日時計；季節
- ⑥健康を促進する生活様式：健康的な食事の基本ルール；運動やスポーツの意味；病気や怪我の予防；休養によるストレスの克服；薬物防止
- ⑦環境形成、環境保護と環境危機：種、ビオトープと生育条件に関する知識；生態学的な観点からつくられた学校の敷地や学校環境の設計と維持；植物相と動物相とのかかわりにおける保護の意味；環境汚染による危機

表3 「自然科学」の展望：評価の観点

- ①植物、葉、実を分類できること
- ②植物と動物を同定し、名前が言え、その生育条件を記述し、生育空間の特性が認識できること
- ③特定の植物（植物種）と動物（動物種）の典型的な特徴と必須条件が言えること
- ④植物と動物を適切に飼育栽培できること
- ⑤植物と動物の生育段階を年間サイクルで整理できること
- ⑥物質の特性が言え、特徴によって物質を区別し、選択された物質の変化について、その特徴が記述できること
- ⑦化学的な、或いは物理的な過程の規則性が挙げられること
- ⑧実験で課されていることを（構造物を目の前にして、或いはイメージして）実験を記述し、説明できること
- ⑨（範例や手引書に従って）実験を組み立て、開始し、改善できること
- ⑩実験装置を考え出し、（それを言葉や図や物で）描けること
- ⑪問題解決を進め、議論し、確かめ、最善の状態にできること
- ⑫自然科学的に記述できる諸現象や実態について説明できること
- ⑬生態学的な関連を（例を挙げて）説明できること
- ⑭新しい関連で知識を応用し、転移力を発揮できること
- ⑮器具や補助具が適切に扱えること

「自然科学」の展望では、ネットワークの例として、「空気」のテーマが挙げられていた<sup>12)</sup>。

児童が空気のテーマと対峙する時、空気はある場所を占めていること、抵抗の原因であること、重さがあること、温めると膨張することを発見する。これが物理的な観点である。次に、空気は酸素を含むこと、私たちの呼吸や燃焼・酸化の過程で重要であることを身につける。これが化学的、生物的な観点である。そして、空気の汚染が、環境に危機的な影響をもたらすことを学習する。これが生態学的な観点である。

観察、簡単な実験、測定を通して、空気全体

はとてつもない重さを持つこと、地球上のあらゆる対象に大きな圧力をかけていることを、児童は経験する。これが物理的な観点である。

そして、食品を瓶詰めにして保存するために、この気圧を利用していること（家庭科の観点）や気圧の変化が天気に影響していること（気象学や技術の観点）も経験する。真空状態のピーナッツ袋を開封した時に起こる騒音など、日常生活の諸現象からの理解が可能になる。

気圧の作用、気圧計の構造の発見やマクデブルク市長オットーの天気予報の史実は、人間がいかに自然の法則性を探究し、新しい知識を構築したかを示すものである。これは、歴史的な観点である。

さらに、「自然科学」の展望では、表3に示すように、15の評価の観点が示されていた<sup>13)</sup>。

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。

### 3 2013年改訂の学会版教育スタンダード

諸専門学会に先駆けて作成された2002年の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、学会版教育スタンダードがドイツ各州の事象教授の教育計画に影響を与えてきた状況を確認した上で、以下のような改訂の方向性が示されている<sup>14)</sup>。

- 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、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

また、事象教授学会のギースト (Giest, H.) 会長 (当時) は、改訂に際して、「学習は子どもの疑問や認識を発展的に導いていくために、その考えやイメージを受容する立場を取らなければならない。同時に、展望の大綱は子どもたちの負担にならず信頼できる方向づけであり、接続する教科特有の基礎を獲得するため、事象教授の対象としてどのような認識と方法の獲得がふさわしいのかを示している」<sup>15)</sup>と事象教授の教授学、発達心理学、学習理論の認識から出発していることを確認している。

その背景には、バーデン・ヴュルテンベルク州のように事象教授を「人間・自然・文化」といった輪郭のはっきりしない集合教科 (konturlose Sammelfächer) に統合した例やハンブルク州の教科学習の前倒し傾向の例にみられるように、事象教授のあり方に対する危機感があった<sup>16)</sup>。

事象教授は社会や自然の環境に関する知識を発達させることに貢献する基礎学校の学習領域であり、基礎段階と中等段階の交点・接点において、自然科学諸教科と社会科学諸教科の効果的な学習のための決定的な前提条件を作り出す。

子どもたちがその世界を解明するために自然、技術や社会を見る基本的な方向づけを彼らに与え、同時に中等段階の教科学習の準備をすることが本質的に重要であると考えられていた<sup>17)</sup>。

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、次のように示されている<sup>18)</sup>。

- 生物界の現象と関連を知覚し理解すること
- 自主的な方法で熟考して新しい認識を組み立てること
- 環境への興味を新たに発達させ保つこと
- 就学前の学習前提や経験に関連づけて継続的な学習のための負荷をかける基礎を築くこと
- 事象との交流において彼らの人格をさらに発

達させること

—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

2002年の学会版教育スタンダードが32ページであったのに対して、2013年に改訂された学会版教育スタンダードは約160ページとなり、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、第2章「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」においては、事象教授と就学前学習との接続が明確にされている。基礎学校の事象教授との接続を図るのに、就学前教育で獲得しておくべき最も重要な能力、知識の持続、態度は、①調査と経験、②暗黙知と概念形成、③熟慮と振り返り、④経験の対象化、共同の作業、分類、の4つと考えられている<sup>19)</sup>。

さらに、次のページの図1<sup>20)</sup>に示すように、事象教授の展望における包括的な思考・活動・行動方法や展望に結びつくテーマ領域もコンピテンシーモデル (Kompetenzmodell) の中で明確に構成されている。そして、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。

この5つの展望を設定した意図について、「中等教育段階にある教科への接続を確実にすると同時に子どもたちの生活経験や興味への接続を確実にするため、思考・活動・行動方法としての展望の大綱及びテーマ領域において5つに区分された展望の中で各展望に関連づけて理解されている」<sup>21)</sup>と述べられている。

さらに、「教科文化に由来する認識、課題設定を解明するために開発された入り口、教科に適した方法や活動の方法が鮮明に出ている」<sup>22)</sup>と説明されている。

これらの展望については、次のようにまとめられている<sup>23)</sup>。

- ①自然、文化、社会、技術の環境との交流において、子どもたちにとって重要で教育効果のある諸経験を考慮している。
- ②教科文化の中で発展し、準備し、大切にされてきた内容や方法と関連するコンピテン

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 生物的自然と無生物的自然				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

シーやコンピテンシーの向上という言葉と十分に区別している。

③中等教育段階にある教科学習との接続可能性を提供すると同時に、重要な知識領域が適切に考慮されるように保障している。

このように、2013年に改訂された学会版教育スタンダードでは、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。5つの展望のそれぞれにおいて、展望特有の「思考・活動・行動方法」と「テーマ領域」を定めている。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。

以下、理科教育を担う「自然科学」の展望に焦点を当て詳しく見ていく。

#### 4 「自然科学」の展望

##### (1) 「自然科学」の展望に関連する思考・活動・行動方法

「自然科学」の展望では、子どもたちは推論可能で同時に事実に即した内容のある例で、本質的な自然科学的思考・活動・行動方法に習熟する。無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。その課題は、①自然現象、無生物的自然、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<sup>24)</sup>。

「自然科学」の展望に関連する思考・活動・

表4 「自然科学」の展望に関連する思考・活動・行動方法

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

\*DAH: Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen の略

NAWI: Naturwissenschaft の略

行動方法は、表4のように示されている<sup>25)</sup>。

(2) 「自然科学」の展望に関連するテーマ領域

「自然科学」の展望に関連するテーマ領域は、表5のように示されている<sup>26)</sup>。

生物的自然と無生物的自然の基本的な関係性を理解するには、無生物的自然については物質とエネルギーの概念、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において中心になるのは、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関する理解である。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ところである。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

表5 「自然科学」の展望に関連するテーマ領域

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

\*TB: Themenbereiche の略

ステム、ビオトープ、生育空間への植物や動物の適応、様々な側面の均衡(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<sup>27)</sup>。

「自然科学」の展望に関連するテーマ領域について詳しく示すと、表6のようになる<sup>28)</sup>。

表6 テーマ領域の詳細

**TB NAWI 1: 無生物的自然—物質/物体の特性**

- ・児童は物質の化学的な特性を適切に立証し、調べることができる(例、燃焼性、錆)。
- ・児童は物体の物理的な特性の典型例を把握し、記述できる(例、電流、磁力、速さ、重さ、力・圧力、溶解度、温度、量、軌道、時間)。
- ・児童は人間に適した特性の意味(利用と危険性)を把握し、適切に記録できる。

**TB NAWI 2: 無生物的自然—物質変換**

- ・児童は物質の変化として、錆や燃焼を記述できる。
- ・児童は日用品(オープンレンジ/暖房器具)を例に、燃焼は化学エネルギーが熱エネルギーに変換する過程として記述し、適切なエネルギー源(例、木材、石炭、ガス、石油)を挙げ、区別できる。
- ・児童は再生してくる燃料(木材)と化石燃料(石炭、石油)を例に、炭素循環について記述し、生態学の視点から評価できる。
- ・児童はエネルギーの持続的な利用の可能性(エネルギーの節約、環境を損なわないエネルギー源、エネルギーの効率的な利用)を探り出し、可能な行動を選択することができる。

**TB NAWI 3: 無生物的自然—物理的事象**

- ・児童は簡単な物理的事象(例、三態の変化、排水、浮沈、力の作用、磁力、音、光、光の拡散、或いは断熱)における物体の変化について調べ、観察し、記述できる。
- ・児童は何かの作用が働くと物体(一般的に: 物質)も反応して変化することを認識できる。
- ・児童は簡単な循環(例、水の循環)について記述できる。
- ・児童はエネルギーの種類(例、熱・運動・電気エネルギー)を区別できる。
- ・児童はエネルギーの種類間の変換過程(例、

機械的に電気エネルギーにおいて、またその逆も一発電機、モーター)について、日常を例にして記述できる。

- ・ 児童は自然や日常の中で選び出した現象について相互作用の概念(例、天体の動きと位置)を使って記述できる。
- ・ 児童はエネルギー変換を評価する際の質の視点として、技術的に利用可能なエネルギーの損失を応用して、そこから行動を選択することができる。
- ・ 児童は物質の構造について、最初のモデル概念を発展させ、応用することができる(例、物質の溶解と気化、空気とその他のガスの物質特性、簡単な粒子概念)。

**TB NAWI 4: 生物的自然—植物、動物とその分類**

- ・ 児童は様々なビオトープにおける典型的な植物と動物を記述し、認識し、名前を挙げて区別できる。
- ・ 児童は植物(植物の各部分)と動物(体のつくり)の形態的な特徴を調べ、名前を挙げ、記述し、比較することができる。
- ・ 児童は植物と動物の生存の条件や事象を栄養、生殖、発生の特徴に関連づけて調べ、記述し、比較することができる。
- ・ 児童は適切な方法で植物を世話(例、学校園で、温床を作るとき、或いは室内植物で)することができる。

**TB NAWI 5: 生物的自然—生物の発生と生存条件**

- ・ 児童は植物と動物がどのような方法で周囲の環境と密接に関係しているか、どのような方法で適応の事象が行われているか、記述することができる(例、植物の葉と花の形、或いは動物の皮の形成、毛、爪、ひづめ、かぎづめ、指、水かき)。
- ・ 児童は自然保護と環境保護が植物や動物(人間)の生存条件を守るように向けられなければならないことを認識できる(例、しげみ、或いは湿原を守ることの意味)。
- ・ 児童は野生の植物や動物の自然な生存条件の保護、及び植物種に適した栽培/世話、または動物の飼育に対する人間の責任を自覚できる。
- ・ 児童は野生植物と作物、または野生動物と家畜の違いを認識し、記述できる。

先に記したように、2002年の学会版教育スタンダードでは、各展望において最初にコンピテンシーを定め、次に内容と方法を例示するという形式であった。一方、2013年の学会版教育スタンダードでは、範例的な学習状況として、第1・2学年のための事例と第3・4学年のための事例も1つずつ示されている。第1・2学年「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?」と第3・4学年「生息空間池/池の中の動物」の学習事例である。以下に、第1・2学年の学習事例を取り上げて、具体的な展開を見ていくことにする。

(3) **第1・2学年の学習事例「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?」<sup>29)</sup>**

○学習状況/出発点:

植物の種子が直接その下の土壌へ落下した場合、発芽した植物が水や栄養素のために戦う際に、親植物との競争があり、繁殖できない。そのため、植物は種子を広める多様な形態を持っている。種子は非常に小さく、風だけの力で広められる。風によって吹き飛ばされるために、種子には強い翼が必要である。

その際に、自然発生的ではなく系統的な取り組みにより、種子の飛行(例、タンポポの場合)は子どもたちに頻繁に日常生活から明らかにされる。例えば、授業活動の枠で、児童が秋の自然における本質的な変化を観察する際に、これらの現象へ意識的に気づかせようとしている。さらにまた、児童はすでに簡単な探究での観察や実験の基礎能力を自由に使い、それと同時に、原因の認識または予想の検証に結びつけて意味を理解し、また紙を使った工作で一定の技能を習得する必要がある。ペア活動が提案され、これに関して最初の経験も提案される。

その授業は、具体的な自然物でその背後にある(飛ぶ)原理を子どもたちが理解することを可能にするために、秋の季節に結びつけられる。

○課題と使命:

- ①授業活動で、落下した種子が観察される。「種子のパイロット」が採集され、授業で実際に、例えば、図2<sup>30)</sup>のようにカエデ、タン



図2 落下した種子

- ポポ、ニレ、トネリコが取り扱われる。
- ②様々な種子を比較することによって、翼の形態と大きさの違いが目立ってくる。種子飛行に関して異なる形態が果たす原因、或いは目的に沿った疑問が浮かぶ：なぜいくつかの種子は翼を持ち、他はそうでないのか？ なぜいくつかの種子は大きな翼を持ち、他は小さい翼なのか？ 或いは：翼の大きさと重さは、種子の飛行行動にどのような影響があるのか？
- ③いまや子どもたちと一緒に問題に答えることができるように検討される。この関連で自然の中での体系的な観察と様々な「種子のパイロット」の比較が可能とされる。同様に、認識目的で本質的な条件が模造される探究が可能である。さらに、何歩も前へ進められる：諸現象に取り組む（現実との出会い）、（事象にふさわしい）問題の推論（現象の背景を探る）、現象の（典型的な）モデル化（単純化、類推）、問題を解決するための観察、探究、実験、現実への応用（理解し、実際に構成すること）。
- その際、児童に可能な課題は次の通りである。
- 君たちが答えようとする具体的な問題について熟考していますか？（例：なぜ種子は飛び、その際、翼はどんな役割をするのか？ なぜ他の種子よりもより早く飛ぶのか？）
  - 大小の翼で種子のパイロットを模造しなさい（必要な提案—図3<sup>31)</sup>を見なさい）。—その際、熟慮しなさい：さらに自分は何を必要とするか？ どのような方法で種子またはモデルを区別するか？（翼—大、小；重い、軽い—1つ或いは2つのクリップ）
  - 何が観察されるべきか、君たちで問題を解決するための実験を計画し、決めなさい！（例：どんな種子のパイロットが速く下方に

誰がより速く？		

図3 観察結果

- おち、またはより長く飛ぶか？)
- 図3に観察結果を書きなさい。（或いは、より要求高く：私たちは観察結果をどのように記録しておくことができるか？）
- 結果を言葉で表現し、問題に答えなさい。誰がそれを発見しましたか？
- 大小の翼を持った他の“パイロット”を見つけてなさい（例えば、鳥、飛行機）。
- ④実験において、重さ（1つまたは2つのクリップ）と翼の大きさ（小、大）が飛行の持続性（と同時に種子の分布）に影響することが認識される。クラスでの話し合いにおいて、大きくて重い鳥は大きな翼を（張って）持たなければならないこと—同時にグライダーが飛べることに有効であることを明らかにするために、この認識は応用される。
- 補充の可能性／比較が可能な二者択一：
- 類推により飛行機の飛行が探究される。多くの子どもたちはすでに飛行機を（休み時間に）飛ばしている。子どもたちはしばしば好んで窓に座り、飛行機がどんなふうに飛ぶか（昇降舵）を観察している。同様に紙飛行機は子どもに好まれる。飛行機をまねて作る紙飛行機での比較的簡単な課題である。それは飛行のための昇降舵の意義が実験によって調査される。紙飛行機の構造の後には、昇降舵の設定の影響が調査される（両方上—昇降、両方下—降下；1つを上、1つを下—軸に回転）。特に興味を持っている児童は、飛行機が左や右にどうやって飛ぶか（針路を変える）を自分で発見できる（昇降舵はいくらか高さを変え、他には低

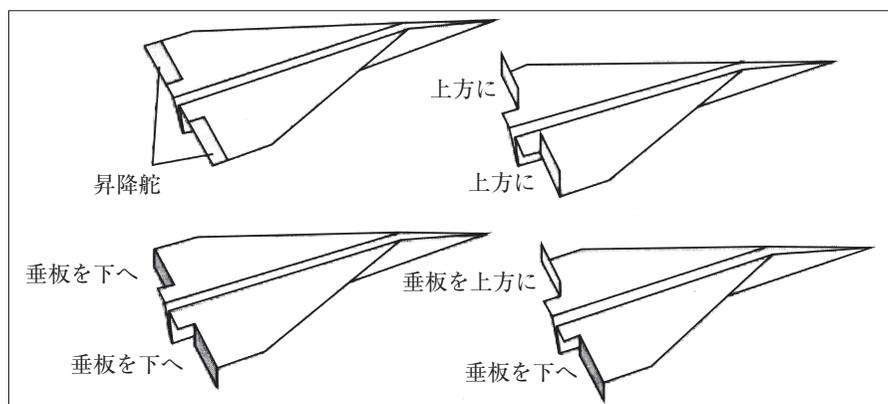


図4<sup>32)</sup> 紙飛行機の形態

くさせる)。

○支援するコンピテンシー：

教師は以下のことができる：

**DAH NAWI 1：自然現象を事象（対象）に即して探究する。**

- 自然科学的現象から意味のある課題を導き出す。
- 推測を調べるための、或いは推測を反証するための簡単な実験を助言し、計画し、実施する。
- 自然現象の最初のモデルイメージを築く（例えば、簡単な原理モデルにおける自然現象を再認識する）及び知識やモデルを解釈する特質（1：1の事実のコピーではなく）を認識する。

**DAH NAWI 2：自然科学の方法を習得し活用する。**

- 探究（ここでは、飛ぶことについて）を事象に即して実施する（例えば、考察、観察、比較、命名、記述などによって）。
- 観察は相互に比較し、その際ますます事象に関連した特徴が利用される（ここでは、例えば種子のパイロットの重さ、速さ）。
- 選択された特性（ここでは、例えば重さ、形と翼幅）に従って、材料と対象を分類し、整理する。
- 最もよく行われるように、探究されることは、話し合って取り決める、或いは自力で決める。
- 探究の際に目標に合ったパラメーター変異を理解し、変更を自主的に実施する。

**DAH NAWI 3：自然現象を法則に導き戻す。**

- 簡単な原因—作用関連（ここでは、翼の大きさ、パイロットと飛行行動）を認識し、適切な言葉で表現する。

**DAH NAWI 5：自然科学の学習を評価し省察する。**

- イメージと推測を開発し、筋の通った言葉で表現し、相互に比較する；特に何に納得し何故かを選択し、基礎づけ、論証する（ここでは、例えば、種子のパイロットの飛行行動）。
- その他、発見した解決策と認識の利用と応用のもとで実情を説明し、その際、言葉で分かりやすく適切に論証する。

**TB NAWI 4：生物的自然—植物、動物とその分類**

- 植物（植物の各部分）と動物（体型）の形態的な特徴を探究し、名前を言い、記述し、比較する。

○コンピテンシーの発達を明白にし、しかも評価できるような指示：

- 子どもたちは観察した自然現象を感覚を使って背景を探ること（重要な問題へと彼らを導く）ができますか？
- 彼らは、種子とモデル“種子のパイロット”の間の類似を理解しますか？（モデルには、翼、種子など、何がふさわしいですか？）
- 子どもたちは事象に関連して分かりやすく表現できますか？ 彼らは見つけ出した概念を事象にふさわしく利用しますか？

—彼らは翼の大きさ／重さと飛行行動の関連を理解しますか、またはこの関連を言葉で分かりやすく表現できますか？

—子どもたちは観察結果を正しく図表に記入することができますか？

## 5 おわりに

2000年代に進められているドイツの初等教育における理科教育の改革は、コンピテンシー概念の導入により、基礎領域の就学前教育との接続を考慮するだけでなく、中等教育の入り口としての役割を十分に配慮した構成になっている。

今回の学会版教育スタンダードの改訂は、専門諸学会に先駆けて作成された旧学会版教育スタンダードの成果を確認した上で行われている。

予備的展望の授業として、就学前教育との接続に関する内容も章を設けて示されている。事象教授の展望については、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。コンピテンシー指向の授業に向けて、具体的な学習事例も第1・2学年用と第3・4学年用に1例ずつ示されている。

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きている。しかし、KMKによる中等理科の教育スタンダード（物理、化学、生物）<sup>33)</sup>では、課題例として物理12例、化学8例、生物15例が示されていることに比べ、事象教授の学習事例は少ない状況である。コンピテンシー指向の授業が十分に展開されるためには、具体的な学習事例がさらに示されることが大切になってくる。

## 註

- 1) KMK-*Pressemitteilung*, 296. Plenarsitzung der Kultusministerkonferenz am 05./06. Dezember 2001 in Bonn.
- 2) Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2002). *Perspektivrahmen Sachunterricht*, Julius Klinkhardt.
- 3) KMK/JMK (2004). *Gemeinsamer Rahmender Länder für die frühe Bildung in Kindertageseinrichtungen*.

- 4) 宮野純次 (2014). 自然に関する学習—ドイツの初等・基礎領域を中心に—, 京都女子大学発達教育学部紀要, 第10号, pp. 31–38.
- 5) 宮野純次 (2015). ドイツの初等・基礎領域における自然に関する学習—ハンブルク州における学びの連続性について—, 京都女子大学発達教育学部紀要, 第11号, pp. 41–48.
- 6) 宮野純次 (2013). ドイツ基礎学校における科学教育の最新動向—ハンブルク州「事象教授」を中心として—, 京都女子大学発達教育学部紀要, 第9号, pp. 45–54.
- 7) Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2002). S. 2–3.
- 8) Ebenda, S. 4.
- 9) Ebenda, S. 15–16.
- 10) Ebenda, S. 16–17.
- 11) Ebenda, S. 17–18.
- 12) Ebenda, S. 18.
- 13) Ebenda, S. 25.
- 14) Giest, H. und Hartinger, A. (2009). Diskussion zum Sachunterricht. In Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e. V., *GDSU-INFO*, Heft 44, S. 6.
- 15) Giest, H. (2010). Diskussion zum Sachunterricht. In Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e. V., *GDSU-INFO*, Heft 46, S. 7.
- 16) Ebenda, S. 8.
- 17) Ebenda, S. 7–8.
- 18) Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht. Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe*, Julius Klinkhardt, S. 9.
- 19) Ebenda, S. 19–20.
- 20) Ebenda, S. 13.
- 21) Ebenda, S. 14.
- 22) Ebenda.
- 23) Ebenda.
- 24) Ebenda, S. 38.
- 25) Ebenda, S. 39.
- 26) Ebenda, S. 39.
- 27) Ebenda, S. 42–43.
- 28) Ebenda, S. 43–45.
- 29) Ebenda, S. 96–100.
- 30) Ebenda, S. 96.
- 31) Ebenda, S. 98.
- 32) Ebenda, S. 99.
- 33) Sekretariat der Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2005). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*, Luchterhand. / *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. / *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss*.