

# ドイツのエネルギー環境教育の状況

## Situation of Energy and Environmental Education in Germany

橋場 隆 (Takashi Hashiba)\*

**要約** 京都エネルギー教育研究会や(社)科学技術と経済の会の現地調査に同行して、欧州の主要国におけるエネルギー環境教育の実施状況を視察した。ドイツは連邦国家であり、教育体制等は各州の学校法によって自主的に定められるが、環境教育の先進国であり脱原子力政策をとっていることもあってか、ボトムアップ的に、全国をあげて省エネルギー推進と再生可能エネルギー導入に向けた実践的なプロジェクト学習が進められていた。一方で様々なエネルギー源などに関する教育は国策に関わらず、公平に取り上げて教育しているとのことであった。訪問調査結果を裏付けるため、学習指導要領や現地で実際に使用されている教科書についても調査し、原子力発電も含めてエネルギー問題の判断に必要な知識は教科教育において公平に与えられていることを確認した。また理科教育は科学的知識だけでなく科学と社会との関わりも学ぶ教科と位置づけられており、社会の持続可能な発展のための教育の観点から、エネルギー問題も含めた多くの相克する課題が設定され、教科教育とプロジェクト学習などを活用して進められている。

**キーワード** ドイツ、エネルギー環境教育、省エネルギー、プロジェクト学習、持続可能な開発のための教育

**Abstract** We conducted the interview survey to investigate the implementation of energy and environmental education in key European countries with the participation of the study teams of Kyoto Energy Education Study Group and Japan Techno-Economics Society. The education system is independently defined by the law of the states in Federal Republic of Germany. Germany is so famous for environmentally-advanced education and energy policy abolishing nuclear energy, and practical school projects for promoting energy saving and introducing renewable energy are actively engaged from bottom up in whole country. However it was said that accurate knowledge about various energy resources are taught in class regardless of the national policy. After the visit, we confirmed that the necessary knowledge to think of energy issues including nuclear energy are taught in school subjects in a fair manner with checking school curriculum guidelines and ongoing textbooks. In their guidelines, natural science is the subject to learn natural scientific knowledge and engagement between science and society. From the educational viewpoint of sustainable development many cross-sectional themes are given and learned in subjects or school projects.

**Keywords** Germany, energy and environmental education, energy-saving, school project, education for sustainable development

## 1. はじめに

京都エネルギー教育研究会や(社)科学技術と経済の会の現地調査に同行して、欧州の主要国におけるエネルギー環境教育の実施状況を視察した。欧州と一括りで呼んでも、日本同様国内のエネルギー資源は乏しいが原子力大国のフランス、脱原子力政策を掲げ再生可能エネルギーの開発とロシアの天然ガスへの傾斜を強めるドイツ、北海油田の恩恵にかげりが見え始めた英国など、各国のエネルギー事情は様々

である。

各国のエネルギー環境教育の状況は、エネルギー政策の違いを反映して異なる点もあるが、共通点も多数みられた。違いは国境を接する隣国土の国でありながら、フランスとドイツで際立っていた。エネルギー資源小国であり中央政府の強力な指導のもと地政学的側面を重視した教育を進めるフランスに対し、ドイツでは各州が自主的に、しかし結果的に全国をあげて省エネルギー推進と再生可能エネルギー導入に向けた教育が進められていた。

\* (株)原子力安全システム研究所 社会システム研究所

各国に明確に共通する点は、形は多少異なるとはいえ持続可能な発展に向けた教育が熱心に進められていることであった。エネルギーの効率的利用や再生可能エネルギーの推進をねらいとした教育に関する情報交換、知識の共有化が積極的に行われ、各国で実施されている。英国は日本の教育指導要領に対応する明確なナショナルカリキュラムを持つ国であるが、ナショナルカリキュラムとの関連を考慮した優れたエネルギー環境教育用の教材がエネルギー関連企業の研究機関等で開発され、学校関係者に提供されていた。

関係者のインタビューで感じたもう一つの共通点は、たとえエネルギー政策の違いがあっても、原子力を含め、エネルギー環境教育に必要な知識はきちんと学校教育で教えるとの発言があったことである。脱原子力政策をとるドイツにおいても、それは同様である。しかし、残念ながら、訪問先において実際に教科書の内容やその授業の様子までを確認することはできなかった。そこで、幾つかの国について実際に使用されている教科書を取り寄せて内容を確認し、視察結果と合わせて、エネルギー環境教育の状況を取りまとめることとした。

## 2. 研究の目的と方法

### 2.1 エネルギー環境教育を取り巻く状況

原子力安全システム研究所（以下「INSS」という）が学校教育を対象にエネルギー環境教育に関する研究を始めて、既に10年以上が経過した。クロスカリキュラムの視点から始めた研究は、おりしも途中からクロスカリキュラムの狙いを実現する時間そのものである「総合的な学習の時間」が正規の制度として導入されたことによって、この時間に使用できる学習教材の開発、出版などの成果に結びついた。

これらの教材に限らず、エネルギー環境教育の普及に向けたこの10年余りの期間における社会的な環境整備には目を見張るものがある。社会のIT技術基盤は様変わりし、多くのエネルギー関連企業が施設見学だけでなく、ウェブ上で様々な情報提供、学習素材の提供を行うようになってきた。エネルギー環境教育の推進普及に中心的役割を担う(財)社会経済生産性本部・エネルギー環境教育情報センター（以下「情報センター」という）は、学校への教材提供や講師派遣を行うとともに、エネルギー教育実践校やエ

ネルギー教育地域拠点大学の事業を全国的に推進している。さらに昨年9月には、これらの活動を学術的観点から育成・推進し情報発信する組織として日本エネルギー環境教育学会が設立された。

このように、エネルギー環境教育の推進に向けた環境整備は、着実に積み上げられてきている。しかし、これに伴って学校でのエネルギー環境教育が、点から面に広がり、内容的にも底上げされてきたかと言えば、必ずしもそうではない。昨年度の情報センター・エネルギー教育検討委員会による中間報告書(2005)は、学校にはエネルギー教育を実践する時間的余裕がない、環境に関する取り組みが行われてもエネルギーにまで踏み込めていない、学校内での連携・学校外との連携がまだ不十分などの問題を指摘している。残念ながら環境整備はなされたが、それが実際の教育に生かされる状況にはまだまだ達していないといえよう。

### 2.2 研究の目的

前述の状況を踏まえ、日本の現在の状況が国際的にどのような水準にあるのか、また不十分な点を改善するにはどのような方策があるのか検討することを目的に、海外におけるエネルギー環境教育の状況を調査した。

なお、主要国の訪問調査は既に行っているが、実際に使用されている教科書、指導要領等の調査が終了していないこと、また日本国内の調査は現在実施中のため、今回の報告は分析が進んでいるドイツの状況報告に留めた。

### 2.3 研究の方法

主要国の学校、教育関係行政機関、NGO等を訪問しインタビュー調査を行った。可能な場合は実践状況を見学した。教育制度の枠組み、制度上決められている教育内容については、関係機関が発行またはホームページに掲載している資料を調査した。教科書については一部であるが実際に使用されているものを取り寄せて分析した。

### 3. ドイツの教育制度

#### 3.1 教育権限

ドイツ連邦共和国はその名のとおりに、立法・行政・司法を持つ国家としての性格を与えられた16の州からなる連邦国家である(図1参照)。憲法に相当する基本法(Grundgesetz)が規定していない分野については州が立法権限を持ち、教育に関しては高等教育の一部や奨学金制度を除いて、州の専属的立法事項である。初等教育から中等教育までの学校形態や修業年限、教育方針(Richtlinie)や学習指導要領(Lehrplan)の制定、教員の訓練・採用や继续教育、教科書検定などはいずれも各州の学校法(Schulrecht)に基づいて行われる。



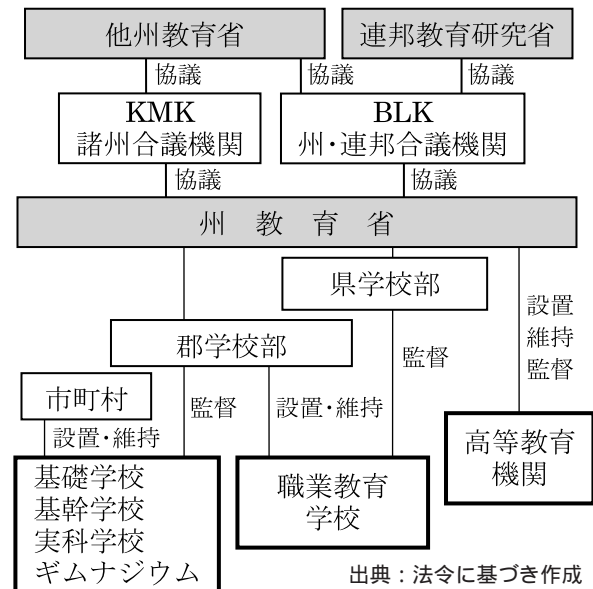
出典：ドイツ連邦共和国  
国外務省「ドイツの実情」22頁の図を修正

図1 ドイツ国土と16州

#### 3.2 教育に関する連邦と州の関係

教育行政は連邦全体で最大限の協調を図る必要があることから、基本法は同時に、連邦と諸州が協力して行う任務の1つとして教育に関する項目も規定している。この目的で、全連邦的な教育計画に係る連邦と諸州の合意形成の場として、連邦教育研究省(BMBF)大臣を委員長とし連邦関係省庁及び各州の教育担当省(以下「州教育省」という)などの代表者によって構成される「教育計画・研究振興のための連邦・州委員会」(BLK)が、実質的な教育行政の連絡調整の場として州教育大臣常設会議(KMK)が設置されている。ドイツ語、数学などいくつかの教科については、全連邦的な教育スタンダードが提示されている。

州によって教育行政機構は異なるが、以下の事例で取り上げるノルトライン・ヴェストファーレン州をもとに、ドイツにおける教育行政機構の全体概要を図2示す。



出典：法令に基づき作成

図2 ドイツ教育行政機構  
(ノルトライン・ヴェストファーレン州)

#### 3.3 義務教育

義務教育はいずれの州も満6歳(あるいは6歳になる年)から18歳までの12年間である。多くの州は初めの9年間を学校義務教育期間としており、大学など高等教育機関への進学を希望する者は引き続き進学に向けた学校教育を受けるが、就職を希望する者は義務教育としての職業訓練を受ける。この職業訓練は、企業における実地訓練と職業学校(Berufsschule)における理論学習を並行して行うものであり、「デュアルシステム」と称されている。

#### 3.4 初等教育と中等教育の学校制度

##### (1) 初等教育(Primarbereich)

図3にドイツにおける教育制度の基本構造を示す。満6歳を迎えた児童は全員が基礎学校(Grundschule:日本の小学校に相当)に入学し、4年間の初等教育を受ける。第4学年修了時にそれまでの成績や本人の適性・能力に基づき、教師の助言と保護者、本人の意向を勘案して前期中等教育への進路の選択が行われる。

基礎学校では国語（ドイツ語）、数学、事実教授（Sachunterricht）、芸術、宗教（ベルリンのみ選択教科）、体育が必修である。州によっては第3学年から英語を履修する。事実教授は社会、理科、交通教育、性教育などを統合した科目で、児童の身近な事象から実践的に社会や自然との関わりを身につけることを目的としている。

(2) 前期中等教育 (Sekundarbereich )

ドイツの学校制度は「3分割システム」と呼ばれ、基本的には前期中等教育で、「基幹学校」「実科学校」「ギムナジウム」の大きく3つの学校種に分かれる。近年ではさらに、これらの学校種別を越えた「総合制学校」という形態も一部の州で導入されているが、在籍する生徒の比率は高くない。

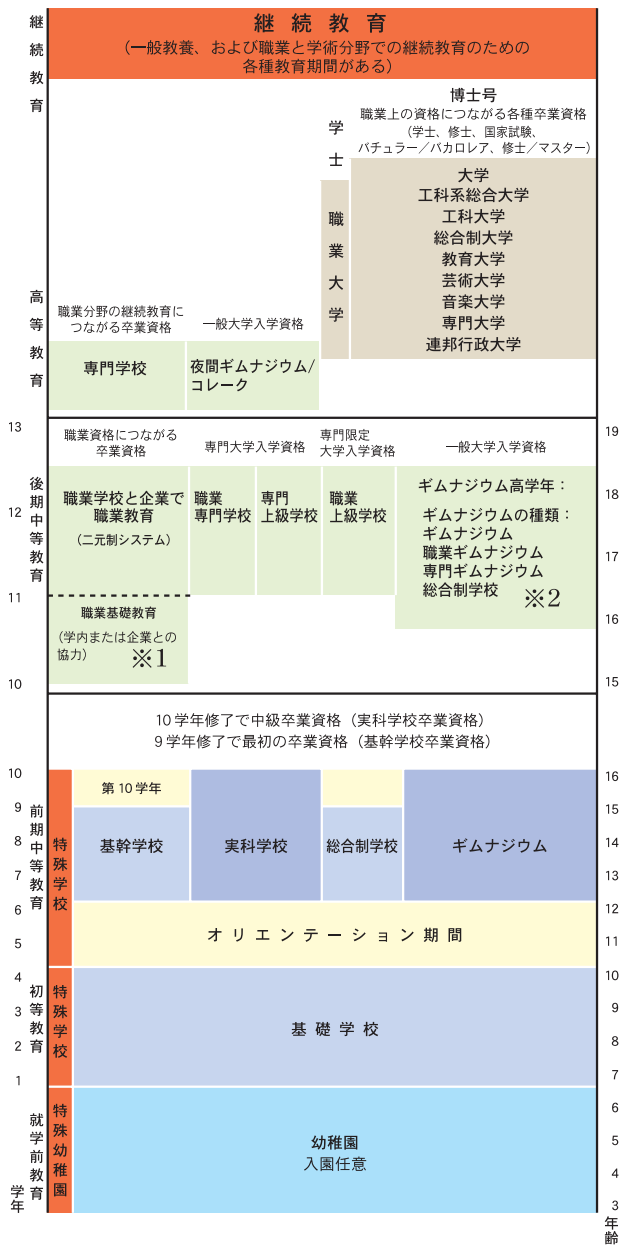
なお、生徒と学校のミスマッチを防ぐため、最初の2年間は各学校種共通の教育を行う「オリエンテーション期間」と位置づけられており、この間に学校種を変更することも可能である。ほぼすべての生徒が学校のみでの教育を受ける学校義務教育は、この前期中等教育までである。表1に前期中等教育に対応する学校種別の内容を示す。

表1 前期中等教育に対応する学校種別

学校種	内 容
基幹学校 Hauptschule 30%*	日本の中学校に相当。義務教育(9年)のみ修了。基幹学校修了資格(Hauptschulabschluss)を得る。第10学年まで修了して、実科学校修了と同等の修了資格を得ることもできる。
実科学校 Realschule 23.5%*	日本の中学校～実業系高等学校に相当。第10学年で修了し、中級学校修了資格(Mittlerer Schulabschluss)を得る。職業訓練を経て職業専門学校等へ進学できる。
ギムナジウム 低学年 Gymnasium 31.2%*	日本の中学校～普通科高等学校に相当。大学入学資格(Abitur)取得を前提としたコースの第5学年から10学年まで。
総合制学校 低学年 Gesamtschule 8.4%*	上記の学校種を統合した学校の第5学年から10学年まで。就職を希望する生徒も大学進学を希望する生徒も在籍する。大学進学を希望する生徒は、第11学年以降、ギムナジウム高学年に準じた上級段階に進み、就職を希望する生徒は職業教育を受ける。

\*13歳人口全体に占める学校種別の在籍比率 [2003年]

ドイツ連邦共和国における教育制度の基本構造



1：職業基礎教育年では、基幹学校修了資格を有する者(第9学年修了者)を対象に、1年間の全日制教育により一般教育と基礎的な職業教育を行い、デュアルシステムに基づく職業教育に備える。

2：ギムナジウム(低学年)からギムナジウム(高学年)への進級には特別な試験(入学試験など)はない。進級は第10学年までの成績で決まるが、高学年へ進まず職業教育を選択する生徒もいる。総合制学校の生徒(第10学年修了者)が大学進学を希望する場合には、ギムナジウム高学年に応じた課程に進級する。この場合もギムナジウム同様、特別な試験はない

出典：ドイツ連邦共和国外務省「ドイツの実情」に注釈を加筆

図3 ドイツ連邦共和国における教育制度の基本構造

前期中等教育ではドイツ語，社会科学 (Gesellschaftslehre：歴史・地理・政治)，数学，自然科学 (Naturwissenschaft：生物・化学・物理)，外国語，芸術，宗教 (ベルリンでは選択科目)，体育が全学校種で必修である。

就職希望者向けの基幹学校ではこれらに加えて職業科 (技術・経済・家政) が，実科学校やギムナジウムでは第二外国語が必修となる。総合制学校では一般的に職業科が必修であると同時に，選択必修として第5，6学年から第二外国語を選択できるようになっているなど，就職希望・進学希望の生徒双方に対応できる構成をとっている。

なお，自然科学，社会科学，職業科の各科目は，カッコ内に示した各専門教科に分割することもできる。たとえば自然科学を1科目とすることもあれば，「生物」「化学」「物理」をそれぞれ，独立した1教科として教えることもできる。一般的に基幹学校や実科学校，総合制学校では自然科学や社会科学という統合科目として教えられる傾向にあるのに対し，大学進学を前提とするギムナジウムでは，これらを各専門教科に分割して学習する傾向が強い。

### (3) 後期中等教育 (Sekundarbereich )

この段階になると学校義務教育期間は終了しており将来の進路に応じて多くの可能性に分岐するが，大学進学コースと職業教育コースとに大別することができる。大学へ進学する場合は引き続き学校のみで教育を受けるが，大学へ進学しない場合はデュアルシステムに基づく職業教育を受けることが義務付けられている。表2に両コースの概要を示す。

表2 後期中等教育における2つのコース

学校種	内 容
<大学進学コース> ギムナジウム及び総合制学校高学年 25%*	修了資格兼総合大学入学資格 (Abitur) を取得する。
<職業教育コース> 職業専門学校 Berufsfachschulen 13.4%* 専門ギムナジウム Fachgymnasien 6.3%* 職業学校 Berufsschulen 32.1%*	主に実科学校修了者が，デュアルシステムの枠組みで職業実地訓練と平行して通学する学校群。専門大学への入学資格を取得する。 主に基幹学校修了者が，デュアルシステムの枠組みで職業実地訓練と並行して通学する学校。各種職業に必要な資格を得る。

\* 17歳人口全体に占める学校種別の在籍比率 [2003年]

## 3.5 教科内容に関する連邦レベルの共通基準

### (1) KMK教育スタンダード

州教育大臣常設会議 (KMK) はいくつかの教科について，諸州の生徒が学ぶべき最低限の共通項目を教育スタンダード (Bildungsstandard) として示している。初等教育段階 (基礎学校終了時) では「ドイツ語」と「数学」の2教科に，義務教育の修了資格に相当する中級学校修了資格では「ドイツ語」，「数学」，「外国語」 (英語またはフランス語)，「生物」，「化学」，「物理」の6教科にKMK教育スタンダードが定められている。

ただし，スタンダードそのものには法的拘束力はなく，実施のあり方は諸州の裁量に委ねられている。

### (2) KMK教育スタンダードにおけるエネルギー関連項目

エネルギー関連の履修項目は中級学校修了資格の「生物」，「化学」，「物理」に設定されている。これらの教科のKMK教育スタンダードの構成は3教科とも同じで，次のとおりである。

第1章 当該教科の教育全体に対する意義

第2章 当該教科に必要とされる能力の種類

第3章 当該教科での学習内容

第4章 生徒に与えるテーマの設定例

第1章ではこれら自然科学の教科全体の意義が次のように示されている。

自然科学教育は，技術の進歩や自然科学分野の研究についての社会的なコミュニケーションや意見形成への個々人の積極的な参与を可能にする。したがって，自然科学教育は普遍的な教育の重要な一部である。

出典：Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10) (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004)

また，第2章に示される必要とされる能力の種類として次の4つのカテゴリが示されている。

F：専門知識 (Fachwissen)

E：認識獲得能力 (Erkenntnisgewinnung)

K：コミュニケーション能力 (Kommunikation)，

B：評価能力 (Bewertung)

自然科学教育を普遍的な教育とし，専門知識だけでなく科学と社会との関わりを認識・評価し参加できる能力をも求めているところに，ドイツの自然科学に対する教育の姿勢が表れている。

自然科学で言うところのいわゆる「エネルギー概念」は、「物理」において専門知識の一項目としてあげられている。その内容を表3に示す。

表3 KMK教育スタンダード「物理」でのエネルギーについての専門知識

専門知識	例
エネルギー資源には有限のものとの再生可能なものがある。	化石燃料, 風力, 太陽光発電, 原子力発電
エネルギーの移動ないしは消費の際には, エネルギー資源の状態変化が起こる。利用されるエネルギーは一部分に過ぎない。	発電機, 電動機, 変圧器, 効率, エントロピー, 廃熱, エネルギー損失
エネルギー保存の法則。	揚水発電, 蓄電池, ヒートポンプ(冷蔵庫)
温度の異なる物体間では, 高温から低温のものへのみエネルギー移動が起こる。	熱伝導, 輻射

その他のエネルギー環境に関する項目は, 各教科の「生徒に与えるテーマの設定例」の中で取り上げられている。1992年の国連環境開発会議(リオデジャネイロ地球サミット)における持続可能な開発についての行動計画「アジェンダ21」の採択後, 「持続可能な開発のための教育」(ESD: Education for Sustainable Development)の考え方は欧州各国で学校教育に取り入れられており, KMK教育スタンダードのテーマ例にもESDの概念が色濃く反映されている。各教科でのテーマの設定例として示されているものを表4に示す。

### 3.6 持続可能な開発のための教育の推進

ESDは, 連邦レベルでは「教育計画・研究振興のための連邦・州委員会」(BLK)によって推進されている。BLKは1998年6月にESDの枠組みを決議し, 1999年8月から2004年7月までの5年間, ESD推進のための学校教育プロジェクト(BLK-21)を全国的に展開した。一方, 連邦議会も2000年5月にESDの推進決議を採択し,

- ・連邦が権限を持つあらゆる教育を持続可能な開発の理念の下で行い, ドイツにおけるアジェンダ21の中のひとつの要素として位置づける
- ・州や自治体その他の社会団体とともに持続的な取り組みを行う体制をつくる

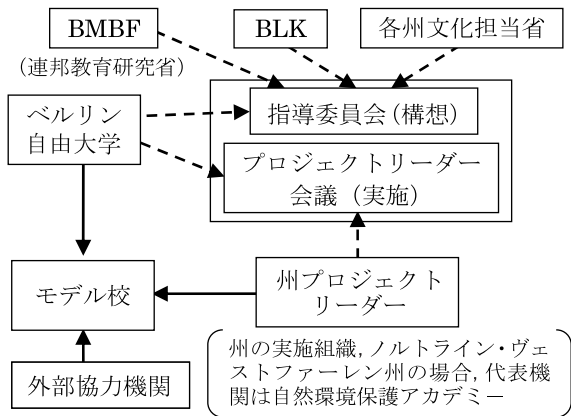
表4 生徒に与えるテーマの設定例

	テーマ名(カッコ内は学習課題)
生	1. 密閉水槽(水草とカタツムリのミニ地球)
	2. 太平洋ヒシコイワシ(海洋の生態系)
	3. マウナ-ロア環礁(CO <sub>2</sub> 濃度増加)
	4. 両生類の謎の死(オゾン層破壊)
	5. 紫煙(禁煙教育)
	6. 参加を求む!(牧歌的な村の観光開発と持続可能な発展)
	7. 熱帯雨林からのお客(熱帯植物の観察)
	8. 忘れられたジャガイモ(じゃがいもの発芽)
	9. 紙でできた骨(骨の強度)
	10. 多様な節足動物(生物の分類と特性)
	11. 指で読む(点字と触覚)
	12. もし目が老化したら...(眼球の仕組み)
	13. 遺伝性疾患予測のチャンスと限界(遺伝学・生殖医学とリスク)
	14. パーキンソン病を救えるか?(遺伝子治療とリスク)
	15. 樹上に生える植物(寄生植物と生物の変異)
物	1. カルキ除去(電気ポットでの化学反応)
	2. 4種の化学物質(化学的性質から特定)
	3. ガスライター(しくみ)
	4. 氷河人の銅の斧(精錬)
	5. 醸造(アルコール醸造の化学反応)
	6. 水質(水質検査)
	7. 畑からタンクへ(環境団体と業界研究所によるバイオディーゼルの環境影響評価の比較)
	8. 撒き塩(凍結防止剤による金属腐食)
学	1. 液体の混合(温度の異なる液体混合時の温度変化)
	2. 甲状腺(主要マーカー物質の放射線の種類による影響の比較)
	3. 熱気球(気体の状態変化)
	4. 太陽光(太陽光の組成と働き)
	5. 電池の要らない懐中電灯(電磁誘導)
	6. 浮力の実験(浮力の原理)
	7. シーソー(てこの原理)
	8. 流れ(不平衡状態から安定状態への移行)
	9. ホースの中の水の均衡(重力バランス)
	10. ゆでジャガイモに必要なエネルギー(潜熱とエネルギー効率)
	11. 太陽光発電(太陽光発電の原理と効率)

ことを求めている。BLK-21は2005年から, 日本が提唱し国連で決議された「持続可能な開発のための教育の十年」に対応して「Transfer-21」と呼ばれる新しい局面に移行している。

なお, BLKはプログラムの策定を行えるが, 教育実施の権限は諸州にあり, 実際にこのプログラムに参加しているのは, 全16州のうちバーデン・ビュルテンベルク州とザクセン州を除く14州である。興味深い取り組みがなされているが, 実施事例の調査結果については, 以下に16州の代表として取り上げるノルトライン・ヴェストファーレン州の中で紹介す

る。図4にBLK-21(Transfer-21)の実施体制図を示す。



出典：BLK Transfer-21 ウェブサイトより作成

図4 BLK-21(Transfer-21)実施体制図

出典：ドイツ連邦共和国外務省「ドイツの実情」22頁の図を修正



図5 NRW州の位置と主な都市

#### 4. ノルトライン・ヴェストファーレン州にみるエネルギー環境教育の枠組み

上述のように、ドイツでのエネルギー環境教育の状況を把握するには、全州を対象に学校種ごとの調査が必要となる。しかし、そのような調査は現実的でないことから、ここでは州としてはドイツ最大規模の人口を要するノルトライン・ヴェストファーレン州(以下「NRW州」という)を、学校種としては日本の義務教育と高等学校普通科の初期段階に相当する基礎学校と前期中等教育までのギムナジウム及び総合制学校を代表例として取り上げた。

##### 4.1 NRW州の連邦内の位置づけ

NRW州はドイツ西部に位置し、州都はデュッセルドルフ(Düsseldorf)である(図5参照)。日本企業の進出が盛んであるほか、ルール工業地帯を擁することで知られる。人口はおよそ1,808万を数え、これは国内16州のうちで最大である。ドイツの人口は約8,253万であるから、全人口の5人に1人はNRW州に居住している計算となる。学校教育を受ける生徒数も多く、全国の学校生徒数およそ1,245万3千人に対し、NRW州の生徒数はおよそ290万8千人であり、全体の23%を越えている(数値はすべて2003年現在)。また、一次エネルギー消費量は全ドイツの26.1%(2003年)、発電電力量も29.7%(2004年)であり、エネルギーの生産、消費の面からもドイツ国内で大きな存在である。但し、州内に原子力発電所は立地していない。

#### 4.2 NRW州におけるエネルギー環境教育にかかわる体制

##### (1) NRW州の教育に関する法体系

NRW州における教育は、その基本理念を州憲法に、実施細目を学校法(Schulgesetz NRW)に依拠している。学校法は各種学校形態や修業年限、監査の体系、教育指針(Richtlinie)や学習指導要領(Lehrplan)の制定、教員の訓練・採用や継続教育、学校理事会、教科書検定などを規定しており、さらにそれらの項目の個々の実施細目が各種の規則に定められている(図6参照)。

州内の学校を所管する行政組織は学校・継続教育省(州教育省)である。実際に義務教育を担う学校を設置し維持しているのは、日本同様市町村である(図2参照)。したがって、後述するドイツを代表するエネルギー環境教育の学校プロジェクト「50/50プロジェクト」は、市町村の行政当局と連携して行われる。

各学校は学校の最高意思決定機関として学校規模に応じて教員・保護者、生徒からなる理事会を置くことが学校法において規定されている(表5参照)。理事会の責任事項は、教育計画、他機関との協力、授業時間外の教

表5 学校理事会の構成

人数	
生徒数200名以下	6
生徒数500名以下	12
生徒数500名以上	18(初等)
	20(中等)
構成比(教師:保護者:生徒)	
初等教育	1:1:0
中等前期	1:1:1
中等後期	5:2:5

育の提供や行事計画，社会活動やスポンサー活動など多岐にわたる。

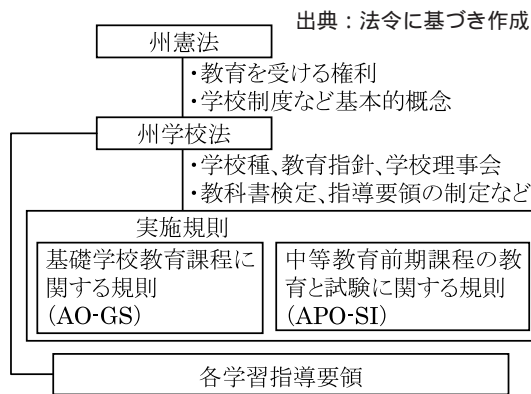


図6 NRW州の教育法体系

(2) 履修科目と単位時間

履修科目とその単位時間は，基礎学校は「基礎学校教育課程に関する規則 (AO-GS)」に，ギムナジウム及び総合制学校は「中等教育前期課程の教育と試験に関する規則 (APO-SI)」に規定されている。基礎学校，ギムナジウム (第5-10学年) 及び総合制学校 (第5-10学年) における履修科目と週当たりの単位時間 (1単位時間 = 45分) 数を表6に示す。年間の単位時間はこの表の枠内で学校理事会において決められる。

日本のように教科横断的課題を扱う総合的な学習の時間が特別に設定されていないので，エネルギー環境教育やそれに伴うプロジェクト (クラス全体の取り組み)，調査，行事等の時間は，その内容に関係する各教科または分野から，教師間の調整を経て割り当てられる。

(3) エネルギー環境教育の位置づけ

いわゆるエネルギー環境教育を扱う特定の教科が存在するわけではない。しかしドイツ連邦教育研究省の「持続可能な発展のための教育報告書」(2002)によれば，ドイツでは教科横断的領域にも関わらず従来から環境教育が任意のプロジェクト学習だけでなく自然科学の教科内に組み込まれて行われており，それが表4に示した自然科学の教科に関するKMK教育スタンダードのテーマ例が，環境や社会との関わりを意識したものが多くなっていることとして表れている。欧州では伝統的にエネルギーと環境を結びつけて扱っており，したがってエネルギーに関連する課題は環境教育の一環として従来からある程度扱われる傾向にあったといえる。なお，環境教育は自然科学の教科だけで扱えるものではなく，したがっ

表6 履修科目と週当たり単位時間

a.基礎学校

	1/2 学年	3 学年	4 学年
ドイツ語/事実教授/数学/特別授業	12	14-15	15-16
美術/音楽	3-4	4	4
英語	-	2	2
宗教	2	2	2
体育	3	3	3
計	20-21	25-26	26-27

b.ギムナジウム (第5-10学年)

	5-6 学年	7-10 学年	合計
ドイツ語	8	14	22
社会科学 歴史・地理・政治	6	16	22
数学	8	14	22
自然科学 生物・化学・物理	6	18	24
英語	9 (4)	13 (12)	22 (16)
第2外国語	4 (9)	12(13)	16 (22)
芸術	8	8	16
宗教	4	8	12
体育	6-8	10-12	18
選択必修	-	6-9	6-9
コアの単位時間	59-61	119-124	180-183
補習時間			8-5
学年別 週単位時間数	5:29-32 6:29-32	7:30-33 8:30-33 9:31-34 10:31-34	
総 計			188

c.総合制学校 (第5-10学年)

	5-6 学年	7-10 学年	合計
ドイツ語	8	16	24
社会科学 歴史・地理・政治	6	12	18
数学	8	16	24
自然科学 生物・化学・物理	6	18	24
英語	8	14	22
職業科 技術・経済・家政	2	8	10
芸術	8	8	16
宗教	4	8	12
体育	6-8	10-12	18
選択必修	2-3	8-12	10-15
コアの単位時間	58-61	114-120	174-179
補習時間			14-9
学年別 週単位時間数	5:28-31 6:29-32	7:30-33 8:30-33 9:31-34 10:31-34	
総 計			188

\*1 同一分野内の教科はバランスよく教えること  
 \*2 基礎学校の特別授業は，放課後に行われる弱点克服などを目的とした自由参加の補習授業  
 \*3 ギムナジウムと総合制学校の選択必修教科は第3外国語の他，自然科学系教科や栄養学，情報学など，あるいは教科を組み合わせたものから提供。補習授業は，ドイツ語，数学，英語あるいは自然科学系教科に充てられる重点学習の時間。



てドイツにおいても近年は、社会科学や人文科学の教科でも実施されるようになってきている。これらの傾向はNRW州においても同様である。

#### (4) 学校プログラム

州学校法は学校の自立と品質向上の観点から、「基本方針に基づいて、教育的取り組みの特別目標、重点、組織形態を学校プログラムとして策定」することを求めており、これが各学校の独自性やプロジェクト学習などに表れる特徴を生み出している。プログラム策定に当たって留意すべき事項等は学校種ごとの教育指針に示されている。

ギムナジウムの場合、生徒、保護者及び教員が共同で自らの学校の教育に特色を出すように取り組むことを求めており、プログラムのヒントとして次のような項目が示されている。

- ・学校での既存の授業を活かす：語学コースあるいは特定の外国語/二言語授業/数学・自然科学系・技術系に重点/芸術・音楽に重点/弱点克服授業/選択必修科目/自主的なワーキンググループ/さらにはスポーツや演劇祭、各種上演や職業選択に関する指導、交通教育
- ・各校の教育的伝統を活かす：コンサート、美術展、演劇、学校旅行、国際交流、他校との交流、社会福祉、プロジェクト週間
- ・学習の場としての学校と学校周辺の文化、社会、スポーツ、経済、政治などの教育機関とを結びつける。学校教育に貢献する活動を行う校外の機関や個人と協力する。

多様な生徒が混在する総合制学校の場合、学校全体として一貫性のある教育コンセプトを保つことに重点がおかれ、教員に対して校内活動や個々の教科指導の取り組みを相互に関連させ孤立しないように取り組むことを求めている。その上で各学年の発達段階に応じた目標とともに、重点的な取り組みを年間計画として定めるとしている。

#### (5) 外部支援組織

歴史的にボランティア活動に長い伝統を持つドイツには、様々な分野に多数の非営利団体(NPO)・非政府組織(NGO)が存在し、支援を提供しており、学校教育においても例外ではない。NRW州のエネルギー環境教育に大きな役割を果たしている外部組織として、組織名にNRWを冠しNRW州がイニシアチブをとっている事業を支援している次の2つの組織が挙げられる。なお、両組織の活動の詳細にはついては実態調査の項に述べる。

#### エネルギーエージェンシー NRW

エネルギーエージェンシー NRW (EA-NRW : Energieagentur NRW) は1990年に、NRW州経済・中小企業・エネルギー省によって設置され、企業・団体等に対して、エネルギー利用のあらゆる課題について、中立の立場で指導助言を行っている。全額、州からの資金で運営されている。また、学校で働く人(生徒・先生・管理者)のエネルギーに関する認識を向上させるため、「エネルギー学校プロジェクト」を推進しエネルギー環境教育の普及にも努めている。

#### 自然環境保護アカデミー NRW

自然環境保護アカデミー NRW (NUA : Natur- und Umweltschutz-Akademie NRW)は1997年に、NRW州環境・自然保護・農業・消費者保護省の傘下の州立エコロジー・土壌整備・森林施設(Lobf)によって設立され、次の3つの環境団体と共同で、一般及び学校(教師と児童生徒)を対象に、環境教育のプログラムの提供や助言活動を行っている。全額、州からの資金で運営されている。

- ・ドイツ環境自然保護連盟(BUND)
- ・州自然・環境保護協会(LNU)
- ・ドイツ自然保護連盟(NABU)

ドイツの環境教育にはエネルギーに関する内容も含まれており、環境教育に関するプログラムの中でエネルギーに関する内容も教えられている。図4に示したように連邦レベルのESDプログラムBLK-21(Transfer-21)のNRW州における実施組織でもあり、「学校におけるアジェンダ21」(Agenda 21 in der Schule)のプロジェクト名で推進している。

### 4.3 NRW州の学習指導要領と教科書の記述

NRW州学習指導要領と実際に州内で使用されている教科書の記載内容について調査した。教科書はその他の州でも使われドイツ国内で広く採用されていることから、Diesterweg(ディースターヴェーク)社およびwestermann(ヴェスターマン)社のものを対象とした。

#### 4.3.1 初等教育：基礎学校

##### (1) 学習指導要領

基礎学校でエネルギー環境に関係することを扱う教科は「事実教授」である。事実教授は社会、理科、交通教育、性教育などを統合した教科で、NRW州の

学習指導要領はこの教科の目的を、「児童たちが身の回りの現実世界を理解し切り拓き、その一員として参加するための手引きと手助けをすることにある。また、事実教授で取り扱うさまざまな分野へ児童の関心を促すことによって、今後の学習の基礎を形成する。」と規定している。学習目標は次の5つのカテゴリに分類して設定されている。

- ・ 自然と生命
- ・ 技術と職業世界
- ・ 地域と環境
- ・ 人間と文化
- ・ 時間と文化

表6 基礎学校学習指導要領「事実教授」学習目標

	重点課題	学習内容	
		第1/2学年	第3/4学年
技術と職業世界	・建物と乗り物	・簡単な模型を作り、基本的な技術を体験する	・エネルギー資源とエネルギーの形態および省エネの仕方を学ぶ
	・エネルギーの形と力		・力の働きと変化を調べる
地域と環境	・家庭と学校の環境保護	・ゴミを減らし、分別する	・資源（水、エネルギー、土壌、大気）の意義とその利用方法を知る
	・社会的責任としての環境保護		・資源を節約できる方法を試し、考察する

これらのうち、「技術と職業世界」と「地域と環境」の分野には、エネルギー環境教育に係る目標が設定されている（表6参照）。この授業を通して、「エネルギー資源とその環境にやさしい使い方」に関する知見を獲得することが求められている。

(2) 教科書の記述

表7に「事実教授」におけるエネルギー関連の内容を示す。2年生で風を題材にエネルギーの存在に気づかせ、3年生で太陽が動植物のエネルギー源であること、木を燃焼させると熱源になること、化石燃料が多くの熱源として使われていること、そして暖房としての利用から省エネルギーの必要性に気づかせる展開となっている。次に飲料水としての水の利用からエネルギー源としての利用についても学び、4年生で電気エネルギーの初歩的概念と省エネの意義を学ぶ構成となっている。統合教科であるため、観察、実験、工作、調べ学習などの様々な学習方法に個人、

表7 「事実教授」におけるエネルギー関連の内容

単元	目標と学習課題
2年 秋の風	<p>&lt;目標&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 空気や風の使われ方を認識する</li> <li>・ 多様な空気/風の利用法から人類が風に頼ってきたことを知る</li> </ul> <p>&lt;学習課題&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 絵(風車(かざぐるま)、たなびく煙、ヨット、グライダー、風車ミル、風力発電機などが描かれる)を見て説明する・空気や風はどこでどのように使われているか</li> </ul>
3年 熱	<p>&lt;目標&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 太陽をエネルギー資源として認識する</li> <li>・ 燃料という概念を認識する</li> <li>・ エネルギーの効率的利用の意識を持つ</li> </ul> <p>&lt;学習課題&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 石炭、石油や天然ガスがどこからくるか調べる</li> <li>・ 身近な道具の燃料を調べ、さらに熱を発生させるその他の方法について調べる</li> <li>・ 絵(暖房中の子供部屋)を見て説明する・エネルギーの無駄遣い、省エネ方法について話し合う</li> </ul>
	<p>&lt;目標&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水車の基本的な働きを知る</li> <li>・ 水を動力源として仕事をしたり電気がつくられたりすることを知る。</li> </ul> <p>(注) 上水道の仕組みについても学んでいる</p> <p>&lt;学習課題&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水車をつくり(工作)、動き方を説明する</li> <li>・ 絵(水車ミルと水力発電所)を見て粉挽き水車と水力発電を比較する。</li> </ul>
4年 電気	<p>&lt;目標&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電気エネルギーの初歩的概念を得る(電気ではなく電気エネルギーの概念で教える)</li> <li>・ 電気は種々の発電所でつくられことを知る</li> <li>・ 電気は他の形態のエネルギーに変換されて利用されることを知る</li> <li>・ 省エネの意義(コスト、環境影響)を認識する</li> <li>・ 節電方法を知る。</li> </ul> <p>&lt;学習課題&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 教科書の記述(様々な発電方法)から環境に優しい発電方法を理由を付して述べる</li> <li>・ 身の回りですべての電気が使われているか調べる。</li> <li>・ 一次、二次電池について学び</li> <li>・ 電気を通す物質と通さない物質を調べる</li> <li>・ いろんな家電機器を1時間使用時の電気料金を計算する</li> <li>・ 省エネ電球と白熱電球の使用費電力量を比較する。</li> </ul>

Diesterweg 出版「Bausteine Sachunterricht - 2/3/4 Druck A 2005」から

ペア作業、グループ作業を織り込んだ合科的な学習内容となっている。

### 4.3.2 前期中等教育

ギムナジウム・総合制学校ともエネルギー環境に関することは自然科学と社会科学の両方で学ばれる。また、総合制学校の場合、職業科の中でも学ばれる機会がある。したがって、これらの科目全てを調査対象とすべきだが、上述までの調査で自然科学における比重が大きいことと時間的な制約から詳しい調査は主として自然科学、その中でも物理を対象に行い、その他の科目については、必ずしもNRW州の調査だけではないが先行調査結果等を参照した。

#### (1) 総合制学校の自然科学

##### a. 学習指導要領

NRW州では2005/2006年度から、学校種別を問わず第5・6学年の理科系教科は統合教科「自然科学」として履修することとなった。ギムナジウムの場合第7学年以降は、「生物」「化学」「物理」の教科別に履修することになるが、総合制学校の場合、第7・8学年では「自然科学」か教科別のどちらかを選択し、第9・10学年ではギムナジウム同様、教科別に履修する。

学習指導要領において自然科学系科目の目的は、「現代の自然・技術・環境問題について社会と対話しながら取り組み、解決を導く能力を養うこと」とされている。そのため生徒に、日常生活や社会的、政治的局面で、自然科学にかかわる問題に対処できる専門的能力を身につけさせるとともに、自然と環境の観点から現在の人間が解決を迫られている大きな課題や問題を理解させ、さらにその解決に自らも協力できる可能性があることに気づかせることを求めている。

この目的を踏まえて、自然科学の学習指導要領では生徒たちが学ぶべき方向性を、次の3つの観点から示している。

各専門分野の知識 (分野別重点項目と主要概念)

自然科学に関連する課題 (認識と行動)

学習テーマの枠組み

では物理、化学、生物ごとの分野別重点項目 (表8参照) と獲得すべき主要概念を示している。

では自然科学が社会に及ぼす影響に関する今日的課題が列挙 (表9参照) されており、自然科学の授業においてこれら全ての課題について何らかの形で取り扱い、社会的課題の認識と問題解決に向けた行動力の育成を図ることを求めている。

では と を踏まえて学習テーマの枠組みを示

している (表10参照)。

各テーマの詳しい内容については学習指導要領の後段に解説が付されている。また各テーマには必須の履修項目が設定されているが、それ以外の項目については各学校の裁量にまかされている。

表8 分野別重点項目

分野	重点項目	
物理	放射線と光	
	熱とエネルギー 力と運動	
	電気と磁気	
化学	物質 熱とエネルギー 化学反応 モデルと構造 日常の中の化学	
	生物	細胞と生命 制御とバランス 成長、複合作用、死 生態系

表9 自然科学が社会に及ぼす影響に関する課題

課題	具体的項目
1. 再生可能エネルギー	風力, 太陽エネルギー, 水力, バイオエネルギー, 再生可能エネルギーの限界, 省エネ
2. 原子力	原子炉の炉型, バックエンド, 輸送, 放射線
3. 廃棄物、ゴミ	排気, 騒音, 家庭・産業廃棄物, 排水, 廃棄物の削減, リサイクル
4. 気候変動	温暖化現象, 温室効果ガス, 森林伐採と砂漠化, 海流の変化
5. オゾンホール の発生とその 影響	フロンガス, 長期にわたる影響, 成層圏における反応のメカニズム, 家庭や産業におけるフロンガスの抑制, 紫外線が生物に与える影響, 防御手段, 国際条約の成果と効果
6. 水	水質汚濁, 過剰な利用, 水温上昇
7. 現代病	食生活, 健康, アレルギー, 身体の湾曲
8. 中毒症	煙草, アルコール, 薬物, 麻薬, 医薬品, 鎮静剤
9. 新種伝染病	エイズ, 狂牛病, 結核, 耐性
10. 臓器移植や その他進化への 人為的介入	生殖医学, クローン
11. 種の保存	種の多様性, 生態系の柔軟性, 病害とその駆除, 有用植物とそれ以外の識別
12. 遺伝子技術	農業における開発と利用, 耐性, ヒトゲノム分析とその成果の評価
13. デジタル化	現実世界における新しい感覚の獲得と感覚の喪失
14. エコロジー	系, バランス, グローバリゼーションと地域性
15. 自然科学的世界観	物質, 材料, 「ともにある世界」としての自然の評価

表10 学習テーマの枠組み

学習時期(目安)	学習テーマ
第5/6学年	1. 知覚と感覚 2. ミクロコスモスでの発見 3. 周囲の環境の動植物 4. 身体と能力 5. 日常の物質 6. 天気と年間の気候
第7/8学年	1. 生命の基盤としての水 2. 自然と技術における前進 3. 物質は変化する/変化させられる 4. 地球の歴史 5. 自然と日常の中の電気 6. 太陽光と生命 7. コミュニケーションと相互理解
第9/10学年	1. 健康と疾病 2. エネルギーと環境 3. 進化と遺伝 4. 農業と食糧生産 5. 生産の自然科学的基礎 6. 複雑なシステムの中の人間 7. 自然科学と社会

## b. 教科書記述

総合制学校、ギムナジウムを問わず第5・6学年が学ぶ自然科学の教科書の学習テーマの例を表11に示す。ほぼ学習指導要領に示された時期にしたがって構成されている。

表11 自然科学(第5・6学年)の教科書テーマ例

全ての知覚でとらえる感覚 1. 感覚で環境を体験する	(5/6-1)*
太陽 - 天気 - 季節 2. 天気 3. 季節の中での(生命)の暮らし 3.9 太陽 天然の熱源 3.10 太陽なしには食糧も得られない 3.11 太陽光の利用	(5/6-6, 7/8-6)*
私の身体 - 私の健康 4. スポーツで健康 5. セクシュアリティ 6. 中毒 - 生への恐れ	(5/6-4, 9/10-1)*
日常の機器と物質 7. 物質を試してみる 8. 電気 8.1 電気一般 8.2 電気回路 8.3 電気による熱, 光, 運動 8.4 電気と安全 8.5 電気スイッチの設計と製作 8.6 回路におけるエネルギー伝達 8.7 エネルギーと環境 8.8 再生可能エネルギー資源	(5/6-5)*
植物・動物・生存圏 9. 私たちの周りの動植物 10. 特殊な環境下の動植物	(5/6-3)*
小さなものたちの世界へ 11. 微生物を探してみよう 12. 土壌	(5/6-2)*

\*学習指導要領に示されたテーマとの対応  
Westermann出版「Natur bewusst 5/6 Natuwissen-shaft Nordrhein-Westfalen Druck A 2005」から

8.7「エネルギーと環境」で、ドイツの主要な電源である褐炭・瀝青炭を燃料とする火力発電所では大量の二酸化炭素が排出することから節電の意義を学び、待機電力の存在、省エネ型電球への取替えなど、日常生活での節電の方法を具体的に学ぶ。そして8.8「再生可能エネルギー源」で、太陽光発電、水力発電、風力発電及びバイオガス利用の長短を学ぶ構成となっている。

## (2) ギムナジウムの物理

## a. 学習指導要領

現行のギムナジウム物理の学習指導要領は1993年に制定されて以来改訂されていない。前述のように2005/2006年度から、第5・6学年の理科系教科は統合教科「自然科学」として履修することとなったため、現在この学習指導要領が適用されるのは第7学年以降(第7学年の履修項目はないため実質第8学年から)である。

学習指導要領は物理の授業の意義を、「自然科学的知見を個人や社会の領域、あるいは職業の領域に技術として導入した際に社会やエコロジーに与える影響を、深く理解するのに役立つ。こうして生徒たちに、自らが社会と環境に対し個人的に責任を負っているということを理解させ、この責任をわが身に引き受け、将来的にその責任にふさわしい行動を取ることができる心構えをさせる」としている。また物理の主要テーマであるエネルギーの環境教育への意義を次のように強調している。

…物理学の中心的概念の1つとしてのエネルギーの基本理念が教えられる一方、エネルギー供給の問題や環境問題と結びついたエネルギー概念にも目を向ける。省エネの必要性への認識を促進するとともに、生徒たちがその認識に応じた行動をとれるようにする。…  
…総じて、物理で教えられる内容や物理で示される方法論は、環境問題を判断し、評価するための確固たる基礎を提供することにより、環境教育におけるエネルギー概念に貢献している。…

出典：Richtlinien und Lehrpläne für das Gymnasium-Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen Physik

分野・領域別の履修計画を表12に示す。各領域はさらに細かな項目に分けられるとともに、各領域ごとにその特徴を踏まえた教え方に関する注釈が追加されている。たとえば「放射能と原子力」に関しては、「原子や原子に係る事象は、生徒にとって学校の授業のみならず、学校外の生活圏においても重要な役割を果たしている。そのため、「放射能と原子力」

は第9/10学年の必須履修項目となっている。学習項目の最後に位置しているとはいえ、授業時間不足から教えずに済まされることがあってはならない。放射線についてはその利用と危険性が前面に出されているが、たとえばレントゲンを放射線防護の観点と結びつけて学ぶことにも大きな意義がある。…」と記載されている。

表12 物理の分野・領域別の履修計画

分野	第8学年	第9/10学年
機械学		力学, 圧力, エネルギー, 仕事, 効率
音響学		音波, 振動, 音響
熱力学		内部エネルギー
電磁気学	電気	電気エネルギー
光学	光線	
核物理学		放射能と原子力

#### b. 教科書記述

物理の教科書の章立ての例を表13に示す。全体構成は日本と似てはいるが、それぞれの内容は自然科学と社会科学の双方の視点から考察させる構成となっている。

表13 物理教科書の目次例(章立てのみ)

電気の基本現象 電気の動き 電流の基本原則
光の基本現象 光学上の像 - 眼球 光と色彩 - 物体の色
力とその働き 固体の構造と特徴 液体・気体における力
エネルギー, 仕事, 仕事量 内部エネルギー, 熱, エネルギー変換 固体に対する熱の作用
電気エネルギーと仕事
電磁気変換 電動機の原理 発電機の原理 変圧器の原理 電気エネルギーの生産と供給 在来型発電技術 代替発電技術 電力供給の現状
音響 - 振動と音波
放射能 - 原子と核物理 原子構造 - イオン - 電子殻と原子核 自然放射能 人工放射能 - 原子力 放射能の利用 電子の基礎概念 - 半導体

Diesterweg 出版「Einführung in die Physik  
Sekundarstufe Ausgabe E 1994 初版」から

「電気エネルギーの生産と供給」とそれに相当する日本の教科書の内容(中学校理科での「エネルギー資源の利用」とエネルギーと物質を重点的に扱った高校理科総合A(高校1年生で履修, ただし理科基礎・理科総合A・理科総合Bの3教科からの選択)での「エネルギー資源の利用と課題」, いずれも東京書籍発行)との対比を表14に示す。両者とも電気エネルギーを中心テーマに据えてエネルギー利用に伴う課題を考察させる内容であるが, ドイツの教科書はかなりのページ数を割いて電力利用の仕方や電力技術にまで踏み込んだ内容を扱っており, 現実の社会の課題を踏まえた具体的, 実践的な検討, 考察を期待しているとの印象である。日本の理科総合Aの内容も非常に充実しているが, エネルギー資源とその利用に伴う科学的事実や課題に関する全般的解説が続き知識の習得に重点を置いている印象を受ける。なお, 日独とも数式は一切出していない。また, 理科総合Aの内容ではこの項目で原子力発電についても学ぶが, ドイツの教科書では「放射能 - 原子と核物理」の別項目を設定してより詳しく学ぶ内容となっている。

#### (3) 社会科系の教科

社会科系の教科には日本同様「歴史」「地理」「政治」の教科があり, この中でエネルギー環境について学ぶ。総合制学校の場合, 理科系科目と同様に統合科目「社会科学」が存在する。

社会科系教科では知識だけでなくテーマの選択, 計画立案, 調査分析そして結果のとりまとめ発表といった社会学的方法論の習得に重点が置かれている。したがって, エネルギー環境については, 産業革命以降のエネルギー消費の増大, ドイツ国内におけるエネルギー資源の中心地であったルール地方の変遷, 世界のエネルギー資源分布と化石燃料への深刻な依存とエネルギーセキュリティの課題, 化石燃料の使用に伴う環境影響と持続可能性などについて学ぶとともに, 価値対立的な学習テーマについて双方の立場で生徒に調査させたり, 持続可能という視点から考察させたりする構成となっている。

表 14 物理教科書「電気エネルギーの生産と供給」に対応する日本の教科書記述の例

電気エネルギーの生産と供給 (20 頁)

電力供給の問題への導入部分:発電所における電力生産について意識させるとともに、化石燃料やウラン資源の可採年数を示し、エネルギー問題が喫緊の課題であることを示している。

エネルギー資源	石炭	石油	ガス	ウラン再処理なし	ウラン再処理あり
可採年数	200-300	30-50	50-80	70-100	約 150

再生可能エネルギーへの転換についてはまだ時間を要し、省資源と効率化を図り、移行までの時間を稼ぐことが現時点で有効な対策であるとしている。

〈在来型発電技術〉

火力発電:仕組み、効率、環境影響(温排水、ガス(NOx、COx、SOx))

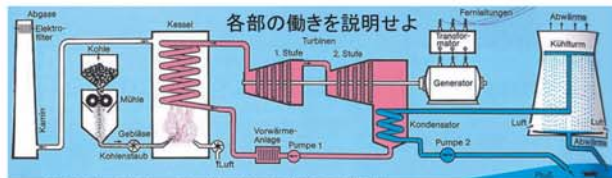
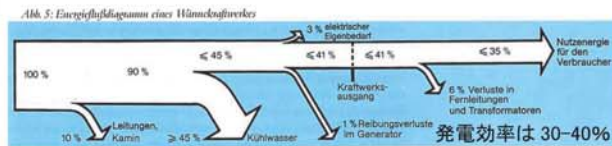


Abb. 2: Aufbau und Funktionsweise einer Hämmerkühler (Kondensationskühler)



電熱併給システム:高い総合効率、水の消費がほとんどない(冷却塔方式の火力発電所では蒸発のため多くの水消費)、家庭用暖房燃料の削減効果。  
気候変動:温暖化の仕組み、発電と環境負荷、CO<sub>2</sub>の排出抑制を考慮するには LCA 的発想が必要

設備	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	粉塵	CO <sub>2</sub>
褐炭火力発電所	64	85	10.6	116100
石炭火力発電所	75	71	9.2	92900
石炭電熱併給施設*	19	28	8.1	43800
原子力発電所	3	13	2.6	5400
天然ガス電熱併給施設*(集中型)	-64	54	0.8	3300
天然ガス電熱併給施設*(分散型)	-76	30	-0.4	-2200
風力発電所(小規模)	1	3	0.2	1100
太陽光発電所	1	2	0.2	600
水力(小規模)	1	1	0.1	200

〈代替発電技術〉

無尽蔵なエネルギー源である自然エネルギー  
水力発電:仕組み、タイプ  
風力発電:仕組み、タイプ、国内の風況  
太陽光発電:仕組み、コストはまだ高い  
化石燃料やウラン資源が有限であり環境負荷が高いことを考慮すれば風力発電や太陽光発電などの導入拡大を図るべき。電力網から離れた地域の電源としてはコスト競争力もある。

中学校理科「新しい科学 1 分野下」

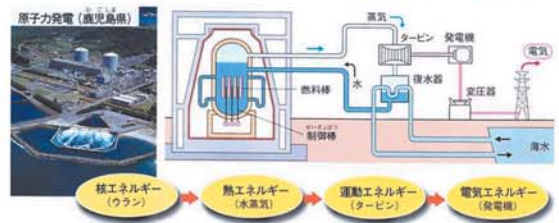
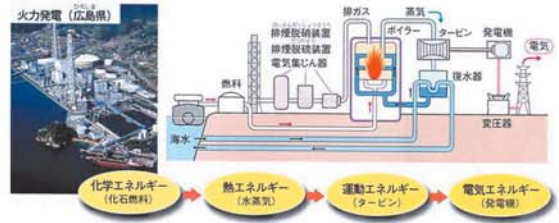
東京書籍 平成 16 年 2 月 10 日発行

7. 科学技術と人間

2 章 エネルギー資源の利用(8 頁)

〈エネルギー資源の利用を調べよう〉

日本の発電はほとんど水力、火力、原子力で行われる。しくみ、長所や短所を調べ話し合おう



大規模水力は建設が難しくなっている  
火力発電は地球温暖化の原因の一つ  
原子力発電には課題が残されている  
〈効率よくエネルギーを使うために〉

電熱併給システムが実用化  
燃料電池の開発への期待



図8 エネルギーを効率的に利用するシステムの例(コ・ジェネレーションシステム)

〈資源・エネルギーの大量消費がもたらすものはなにか〉  
私たちの生活はエネルギー資源の膨大な消費によって支えられている。  
新しいエネルギー資源の開発が進んでいる。



新しい発電方法にすぐ変わる状況ではなく、よりいっそうの省資源と省エネルギーが必要。

図10 太陽光発電を利用した住宅 太陽光発電をし、電気があまった場合(右のメーター)は電力会社に売り、不足する場合(左のメーター)は買うようになっている。



〈電力供給の現状〉

電気エネルギーなしに今日の工業化社会は成り立たず、産業・交通・家庭生活の一部も停滞する

電力供給の主力は石炭・原子力発電であり、これに関係する環境問題は我々の世代が解決すべき課題

電圧が高いほど電圧低下や送電損失が減り、高压送電によって初めて商業規模での電力輸送が可能



Abb. 4: Übertragung elektrischer Energie: a) unwirtschaftlich mit Niederspannung, b) wirtschaftlich mit Hochspannung

一日の電力需要は生活習慣や労働習慣、季節や時間によって変化する

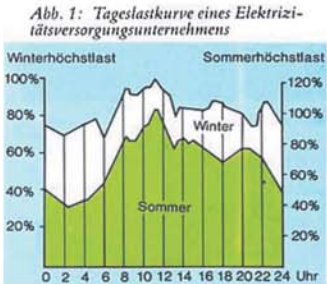


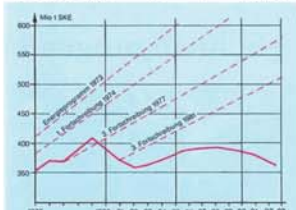
Abb. 1: Tageslastkurve eines Elektrizitätsversorgungsunternehmens

電源は運転方式に応じて基底負荷(褐炭、原子力)、中間負荷(石炭、ガス)、ピーク負荷電源(ガスタービン、揚水)に区分される。電力系統は欧州の電力網と連携している。



国際ガスパイプライン  
ガスパイプラインの建設によって、消費者の近くで電気や熱を生産できるようになり、輸送に伴う損失を減らすことができる。供給安定性も向上する。

不確実なエネルギー需要予測と供給計画



Tatsächlicher Primärenergieverbrauch der Bundesrepublik Deutschland (durchgezogene Linie) und Vorausschätzungen (gestrichelt); (1 TWh = 10<sup>12</sup> kWh)

問われるべきは「どれだけ必要か」ではなく「どれだけ使えるか」である。太陽エネルギーの転換には何十年もかかる。必要なのは今ある資源からの移行を慎重に行うことである。



Abb. 5: U/I-Kennlinie einer Si-Solarzelle  
Abb. 6: Solargenerator (AEG)



高等学校理科「理科総合A」

東京書籍 平成 16 年 2 月 10 日発行

第4編 資源の開発と利用  
第1章 エネルギー資源の利用と課題 (16 頁)

我々の生活はエネルギー資源を電気エネルギーに変えることで成立

A 化石燃料エネルギー資源

石油・天然ガス、石炭の起源を説明

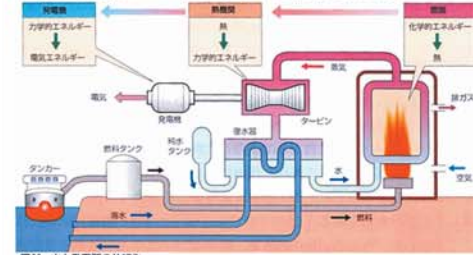


図11 火力発電所の仕組み

化石燃料と環境問題: 温暖化、酸性雨

B 原子力エネルギー

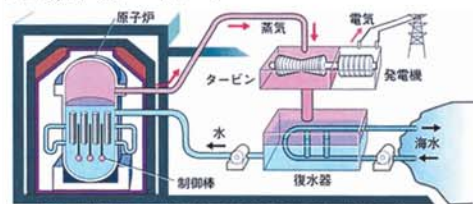
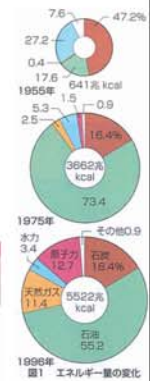


図19 原子力発電 制御棒によって核分裂の速度を制御している。



日本の全発電量の約1/3を発電

放射線、放射能、放射線崩壊、半減期  
細心の管理が必要、放射性廃棄物の処分方法が未解決



図22 原子炉外での臨界反応による事故 (1999年茨城県東海村)

C クリーンエネルギー

太陽エネルギーを利用  
太陽光発電、太陽熱発電、風力発電、波力発電  
長所: クリーンエネルギー

短所: 気候や地形の影響、エネルギー変換効率低  
水力発電: 日本全体の10%を発電、環境破壊も考慮要  
燃料電池: 水素と酸素で直接発電、熱も利用可能  
バイオマスエネルギー: 再生産が可能な生物資源  
地熱エネルギー: 豊富でクリーン、大規模化は困難

D 再生・非再生エネルギー

再生: 非蓄積型、太陽エネルギーや地熱エネルギー  
長所: ほぼ無限、環境影響が小さい  
短所: 運搬・蓄積が難しく、大規模発電がしにくい  
非再生: 蓄積型、化石燃料や原子力エネルギー  
短所: 有限、環境影響が大きい  
長所: 運搬・蓄積が容易で大規模発電ができる

\* 日独とも数式は一切出していない。

## 5. 視察結果

### 5.1 視察時期と箇所

視察は2回行った。1回目は「京都エネルギー教育研究会」に、2回目は「科学技術と経済の会」の現地調査に同行して行った。それぞれの調査時期と主な視察箇所は次のとおりである。基礎学校については調査できなかったが、学校、行政、外部支援機関など幅広く調査を行った。なお、NRW州の施設・団体を中心に行ったが、他州についても一部訪問した。

#### 1回目の視察

- ・日程：平成16年2月29日～3月10日  
(京都エネルギー教育研究会の調査に同行)
- ・訪問国：ドイツ、デンマーク
- ・ドイツ国内の主な調査箇所：  
ギムナジウム、総合制学校、実科学校  
外部支援組織

#### 2回目の視察

- ・日程：平成17年10月22日～10月30日  
(科学技術と経済の会の調査に同行)
- ・訪問国：ドイツ、フランス
- ・ドイツ国内の主な調査箇所：  
ギムナジウム、総合制学校、行政組織  
外部支援組織

### 5.2 視察結果

上述の視察箇所のうち今回の調査に関連する箇所の状況を以下に示す。なお、どの箇所もウェブサイトがあることからその記述も参考にした。

#### 5.2.1 行政関係

##### (1) デュッセルドルフ市環境課 (NRW州)

訪問時期：平成17年10月28日、デュッセルドルフ市環境課を訪問し、Dr. Hans- Wilhelm Hentze及びMs. Margit Roth両氏から、エネルギー環境教育への支援状況等について聞き取り調査を行った。

学校教育に対する市民の姿勢：ドイツでは生徒、親、先生、市民からボトムアップで意見があがっていき、最終的にカリキュラムに反映される。歴史的背景もあって、中央からの押し付けを無批判に受け入れることへの警戒感は強い。環境やエネルギーについて教えることは学習指導要領で求められている

が、どのように教えるかは教師にまかされており個人差がある。しかし、教師が偏った授業をすると、生徒から話を聞いた親からクレームが寄せられる。

学校教育での原子力発電の取り扱い：原子力発電も含めて全てのエネルギー源の長所・短所を教え、中立の立場で扱うことが義務付けられている。現在のエネルギー政策に対して賛成と反対に分けて議論をさせるとか、インターネットで調べて温暖化対策について議論するといったことが授業で行われている。

50/50プロジェクト：学校施設は市の建物であり青少年学校課がその維持管理を行っている。維持管理費削減のため学校に省エネ活動を働きかけている。1997年頃、学校で自主的に省エネを進める機運が高まり、それ以来、市も50/50プロジェクト(基準年に対して省エネによって生じた差額の半分を学校に還元する)を奨励している。1997年は12校だったが、毎年キャンペーンをやって少しずつ増え、現在(2005年10月)は170校中42校が参加しているが最近では伸び悩んでいる。幼稚園向けのシステムも導入されており26の幼稚園が参加している。

省エネへの姿勢：費用が還元される節約対象は、電気、熱、水などの消費量やゴミなど廃棄物発生量の削減など。これらをテーマとしたクラブ活動の実施を市から学校に申し入れた。開始に際し重要なのは任意性であり学校が職員会議を開いて決める。実施が決定されれば市に申し込み、市と学校、それに専門家を交えて、どこに省エネ可能性があるかを検討する。生徒たちの生活態度の変化による省エネが重要であり、設備投資による省エネ量は評価から除く。しかし、がまんによる省エネではなく無駄を省くというのが基本的な姿勢である。

省エネ効果：プロジェクトによる効果は平均で5～15%の削減、還元金額で100ユーロから1万ユーロまでと様々である。節約したお金でソーラーパネルを購入し、それが理科の授業に使われたりもしている。低学年は特に熱心に学校中をチェックして回っている。また生徒が家庭でも同じように行動することで省エネが広まっていく効果が期待できる。但し、3年毎に市がエネルギー収支決算をするが、そのようなレベルで目に見える効果はまだ出ていない。また、このプロジェクトは参加してくる学校を支援するものであり、参加しない学校には具体的に働きかける手段がないという問題点がある。

その他の市による支援：市には学校貸出用の学習



ツールのキットがあり、ハンドブック、タイマー、照度計及び温度計などの測定器、ならびにビデオ教材が入っている。意欲のある教師が任意に参加できる研修も用意しているが、研修を受けたことで特段の待遇がえられるということはない。市内に省エネ活動に教育版 EMAS を導入している学校がいくつかあり、そのような学校とは情報交換の場を設けている。

外部支援組織との関係：エネルギーエージェンシー NRW 作成の学校での省エネに関するハンドブックは市に届けられており、市から学校に配布したりしている。学校に対してはまず市が積極的に働きかけることが重要だが、担当職員だけで対応しきれない部分は外部に委託している。

学校と企業の連携：学校と企業が直接連携しあう場合もあるし、市の広報にのって企業から協力の申し出がある場合もある。ヘンケルやボーダフォンなどが専門家を学校に派遣して支援している。省エネコンクールなどのスポンサーとして企業が参加する場合もある。

市民に対する活動：一般市民に向けては京都議定書の目標達成に向けて省エネキャンペーンを行い、家庭でできる省エネ方法の紹介などしている。

## 5.2.2 支援組織 (NRW 州イニシアチブ事業を支援)

### (1) エネルギーエージェンシー NRW (EA-NRW)

訪問時期：平成 17 年 10 月 27 日、ヴッパータル (Wuppertal) にある EA-NRW を訪問し、カウンセリング部門 (暖房関係) と学校教育部門を担当する Mr. Christian Dahm から、エネルギー環境教育への支援状況等について聞き取り調査を行った。

任務：EA-NRW は 1990 年に、NRW 州経済・中小企業・エネルギー省によって設置され、企業・団体等のエネルギー利用に関するあらゆる課題について中立の立場で指導助言を行っている。その一環として学校教育にも力を注いでおり、省エネの実践を目的としたプロジェクト「エネルギー学校 (Energieschule NRW)」や、エネルギー教育を経済や社会教育と結びつける目的で、学校設置の再生可能エネルギー源 (太陽光発電が主) による収入を競う「気候保全でクラスに収入を」コンテストなどを実施している。ウェブサイトには省エネ学習のための実験教材の紹介、見学施設の案内、学校への太陽光発電設置の手引き (手順、補助金情報など) や、情報源となる関連サイトへ

のリンクなどがまとめられている。

学校教育に対する役割：州の委託を受けてプロジェクト学習をしたい教師を支援する。プロジェクト「エネルギー学校」を推進し、学校向け情報誌「エネルギー学校 NRW」、学校向け省エネハンドブック、自治体向け手引きなどを配布している。地域で活動している教師は想像力があり意欲も十分なので、少しの援助、新技術のヒントなどちょっとしたきっかけで、教師の考えを取り入れた授業に結びつけられる。教師に対する研修もコース別に提供している。Dahm 氏の席には教師用ホットラインがあり、教材や見学先などいろいろな質問が直接寄せられる。ただし EA-NRW が学校と直接関わりあうのは後述のエネルギー相談バス (Energieberatungsmobil) による活動だけで、学校との直接対応は市町村のエネルギー担当職員と緊密に連携し彼らにまかしている。

エネルギー相談バス：一般市民を対象としたエネルギーに関する相談や学校でのエネルギー教育を目的とした移動型施設。路面バスを改良したものを 1 台所有しており、遊歩道や広場、祭り・見本市などのイベント開催地、学校内などへ出張する。1 チーム専門エンジニア 2 名の 2 チームで、5 年前から州内で毎日運行されている。

プロジェクト「エネルギー学校」：学校に関わる人 (生徒・先生・管理者) のエネルギーに関する認識向上を目的とするプロジェクトで、ランドセルが参加校を表すロゴマークである。節約対象は電気、ガス、水であり、評価対象となる節約方法は、生活態度を改善する、組織を改善する、わずかな投資で効果の出るものに限っている。管理者は地方自治体であるので 50/50 プロジェクトと連動させて実施される。約 10 年前に始められ現在では NRW 州の約 1/6 校が参加しており、電気、ガスで 10% 前後、水で 20% 弱の節約効果が得られている (図 7 参照)。学校が自主的に進めていくプロジェクトであるが、EA-NRW が学校での学習に関わる場面は、授業、アクションの日そしてクラブ活動の 3 つである。学校によっては 1 日または数日にわたってエネルギーをテーマにプロジェクト活動を実施するところもある。

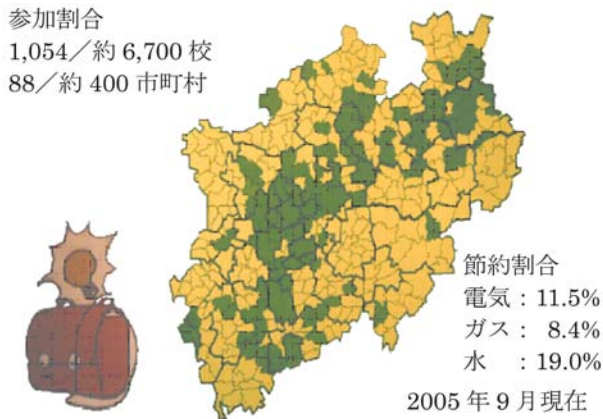


図7 エネルギー学校NRW参加区域

学校の活動事例：プロジェクトの具体的な進め方はEA-NRWが提供する先行プロジェクトの教訓をとりまとめた3冊のハンドブック（組織づくりと進め方，省エネ技術，教育教材）に非常に細かく記載されている。実際に学校が取り組んでいることは，たとえば照明や窓開閉チェックの当番を決める，窓側と廊下側の照明スイッチを色分けするなど，非常に簡単なことの積み上げである。このハンドブックは多くの学校に配布されており，後述する学校での省エネの取り組みは基本的にはこのハンドブックに沿った活動となっていた。また意識付けのために暖房の仕組みを学ぶ，消灯という言葉に関する世界各国の言葉を調べる，プロジェクトのロゴを作成するなどの実践を行っている。職業選択に備えた職場訪問も兼ねてプロジェクト活動の一環として企業の作業場を見学した例もある。

## (2) 自然環境保護アカデミー NRW (NUA)

訪問時期：平成 17 年 10 月 28 日，レクリンクハウゼン(Recklinghausen)にある4ヶ月前に出来上がったばかりのNUAを訪問し，所長のMr. Horst Frese（途中退席）及び生物と地理が専門でエネルギー環境教育担当のMr. Ottmar Hartwigから，エネルギー環境教育への支援状況等について聞き取り調査を行った。

任務：NUAは1997年に，NRW州環境・自然保護・農業・消費者保護省の傘下の州立エコロジー・土壤整備・森林施設(Lobf)によって設立され，環境教育の分野でプログラムの提供や助言活動を行っている。具体的活動は，研修・セミナー・会議，印刷物の出版，インターネットによる情報提供，それから後述する移動バス(Lumbricus)である。アカデミー以外のNGOによる環境教育センターは全国に約800あるが，これらのNGO職員に対して教育内容などに

関する研修だけでなく，企業からの資金確保作など運営方法に関する指導も行っている。活動の3/4は成人の生涯教育であり，残りの1/4は学校の教師や生徒を対象としたものである。

自然保護とエネルギー：日本では一般的に自然保護教育ではエネルギーを扱わないがドイツではどうかと尋ねたところ，ドイツでは自然保護と結びつけて省エネルギーの必要性が認識されており，この地域では，市民が地元の木質バイオマスを利用するネットワークをつくり普及に取り組んでいるとのことであった。

展示コーナー：木質ペレットや石炭，石油などのエネルギー資源のサンプルがあり，それぞれのエネルギー密度を比較できる。生徒はそれを題材にワークシートでエネルギー資源について学習する。また，自転車発電も設置されている。

エコバス：本アカデミーは移動環境教室であるエコバス(Lumbricus)を2台所有している(図8参照)。ドイツ全国では25台ある(ちなみに日本国内にも3台あるとのこと)。エコバスによる授業は午前と午後1クラスずつ行われる。バスの内部にはテレビ，ビデオ，顕微鏡，図鑑，机，椅子などが備えられ，屋外で集めた土壌・水・葉・虫などの様々な材料を分析できる。1992年から始められ，これまでに5万人の子どもが利用した。



図8 エコバス

学校におけるアジェンダ21：NUAは図4に示すように連邦レベルのESDプログラムBLK-21(Transfer-21)のNRW州における実施組織である。NRW州は早い段階からこのプログラムに取り組んでおり，NUAにおいて「学校におけるアジェンダ21」(Agenda 21 in der Schule)のプロジェクト名で取り組まれている。持続可能な開発の観点から取り組む教育であるためその範囲は非常に広いが，エネルギーに特化した例としてドルトムント(Dortmund)市の学校が取り組んだ「将来のパワー(Power für die Zukunft)」と呼ばれるプロジェクトがある。

将来のパワー：このプロジェクトは，学校教育へ

のアジェンダ21の取り入れ方を異なる学校種での実践を通して比較し、その結果をNRW州のローカルアジェンダに反映する実験プロジェクトとして、ドルトムント市の中等教育過程から様々な学校種の5校が参加して行われた。ドルトムント市のアジェンダ事務局をはじめとして様々な外部機関から支援が提供された。学校での実践内容は基本的に省エネプロジェクトであり、EA-NRWのプロジェクト「エネルギー学校」に近いものであったが、学校種でのカリキュラムの相違、テーマの選定方法、時間配分などについて、多くの知見が積み重ねられている。

### 5.2.3 学校関係

#### (1) ショール兄妹ギムナジウム (NRW州)

訪問時期：両調査団の予定がたまたま重なり平成16年3月2日と平成17年10月28日の2回の訪問となった。ナチスへの抵抗運動で知られる兄妹の名を冠したショール兄妹ギムナジウム (Geschwister- Scholl-Gymnasium - Düsseldorf) はNRW州のデュッセルドルフ市内にあり生徒約900名、教師約70名、いずれの訪問でも校長のMr. Hans- Hermann Schraderほか、教師、生徒達から取り組み状況について報告を受けた。

一つの世界プロジェクト：Think globally act locallyを実践する目的で1993年からずっと課外活動で取り組んでいる。開発途上国の資源や労働力を使ってドイツ市民の生活が成り立っていることを学び、それらの国の商品(チョコレートなど)やりサイクル紙を使ったノートを平日の休憩時間に校内で販売している。生徒中心の別の取り組みとして、コルクの木を保護するためコルク栓を集め断熱床材の製作企業に引き取ってもらい代価をもらっている。これらの収入はオーバーハウゼンの「子どもの平和村」へ寄付し、義足や松葉杖の購入に当てている。生徒にインタビューしたところ、この課題について親と話すようになった、この学校に進んだことでこのようなことを学べてよかったとの意見があった(図9参照)。



図9 生徒による説明

週間“ごみ”プロジェクト：2000年から始められた6年生対象のごみ分別のプロジェクト。ドイツ語、地理、宗教、政治、体育、音楽、生物の教科にまたがる授業として普通の時間帯に行われる。このプロジェクトは2001年に前述のNUAプロジェクト「学校におけるアジェンダ21」に参加するとき始められた次のプロジェクトの原型である。

ごみ分別コンテスト：一定期間、クラスと教師が参加してごみの分別や省エネ・節水に取り組み、その成果に10名の生徒と4名の教師からなる審査委員が評点をつけ得点を競う。学校はデュッセルドルフ市の50/50プロジェクトに参加しており、この還元金を使って高成績のクラスに賞品が送られる。第一回目は2001年の10月に始められ1月に表彰が行われた。この間、11月第2週に第2回目の週間“ごみ”プロジェクトが行われ、意識高揚のため「持続可能な環境教育の夜会」が学校で開催された。またスタッフを対象とした研究施設の見学や「学校におけるアジェンダ21」のマネジメントシステム「エコオーディット/持続可能性オーディット」に関する講演会も開催された。

“水”の月間プロジェクト：2001年から8年生を対象に始められた水のいろんな側面(飲料水の浄化と費用、干ばつ、氾濫、水質など)について調査し学ぶプロジェクト。地理、政治、宗教、科学、生物、数学、音楽、芸術、ドイツ語、英語、ラテン語、体育にまたがる授業として行われ、2001年は25名の教師も自主的に参加した。調査結果はホテルロビーや教会で発表した。

省エネプロジェクト：1998年からデュッセルドルフ市の50/50プロジェクトに参加して進められている。プロジェクト開始時に1.1kWの太陽光発電装置を設置するとともにエネルギー調査を行い、窓の断熱性を向上させるなどの対策を行った。生徒は室温を細かく記録したり、照明や窓の管理を行うことを実践している。50/50プロジェクトによる還元金は2002年で4,763ユーロであった。第2回目の訪問時、11、12年生の生徒3名から、学校の蛍光灯を全てスターター付きにし消費電力を30%削減した事例の発表を受けた。市長と話し合う機会があった時にその成果を伝え、デュッセルドルフ市役所でも一部導入されているとのことであった。

校庭造園プロジェクト：2002年に生徒たちにどんな校庭を望むかアンケートをとることから始められたプロジェクト。9、10年生対象の政治と地理にまた

がる授業として、生徒自身に自分たちの望む校庭を設計させ、50/50 プロジェクトの還元金を原資に改造された。

気候とエネルギー：10年生対象の政治と物理の教科授業。エネルギー資源、温室効果、オゾン層破壊、京都議定書、排出権取引、考古学からみたノアの箱舟などについて調査し発表した。

## (2) フルダ・パンコク総合制学校 (NRW州)

訪問時期：平成17年10月28日、シヨル兄妹ギムナジウムに隣接する生徒数約1,000名のフルダ・パンコク総合制学校 (Hulda-Pankok-Gesamtschule) を訪問し、デンオスコ校長のほか、教師、10年生の生徒3名から取り組み状況について報告を受けた。

プロジェクトのきっかけ：1999年にデュッセルドルフ市から「学校でのアジェンダ21」のマネジメントシステム「エコオーディット/持続可能性オーディット」や50/50プロジェクトの提案を受け、学校が目指しているものに合致したため取り組みが開始された。50/50プロジェクトでは照明の消し忘れ防止、水漏れ箇所の早期発見・修理などEA-NRWの提供するハンドブックなどに示された日常的な対策を生徒全員で徹底し、'99年は285ユーロ、'00年は365ユーロ、'01年は725ユーロの還元金があった。このお金は生徒と相談して、太陽光発電装置や太陽光集熱器などの教材購入に当てられた。

課外活動：デュッセルドルフ市は省エネをテーマとしたクラブ活動の実施も提案し、それを受けて選択クラブの一つとして設置し、次の6つのテーマで取り組んでいる。クラブは自由参加だが、一部の内容は授業内容に関連しており、8年生の4クラス、110人が学習する。

環境に優しい文房具（「ラッキーツリー」という生徒運営の社名で校内販売）

エネルギーパトロール（省エネをテーマ）

ゴミの保安官（ゴミの分別をテーマ）

学校ガーデン（ピオトープの作り方）

校庭の美化

ライン川や近隣の川への植林（政治地理をテーマ）

プロジェクト学習：マネジメントシステム導入後、ごみ削減の週、障害者の生活を体験、校庭改修の日などのプロジェクト学習が実施されている。ごみ削減の週の活動は、数学、社会科、物理、生物、技術および労働学と関連付けて実施される。例えば数学であればごみを分別する過程で6~8年生の面積と体積計算、割合の計算、統計的記述の仕方と、社会科

では8年生の交通と環境影響、アンケートのとり方とデータの取り扱い、公共社会の中の市民などに関連づけて実施される。

教師へのインタビュー：州の学習指導要領にはエネルギーや環境についてどの程度まで身につけさせるべきか示されているが方法は教師にまかされている。教師は中立の立場で原子力も含めて偏見なく教える。最近では知識だけでなく体験を取り入れることが重要視されているとの発言があった。

生徒へのインタビュー：前述のように総合制学校では職業科（技術、経済、家政からの選択科目）も学ばれているが、説明をしてくれた生徒達は“生活に役に立つ”、“工作に興味があった”、“実用的で発展性を感じた”という理由で技術を選択し、その中で環境やエネルギーについて学んでみようと思ったとの発言であった。生徒が持ち歩いているノートを見させてもらったところ、エネルギーの消費量を計算する数式や、太陽熱発電や原子力発電などの発電施設のしくみが正確に描かれていた（図10参照）。



図10 生徒のノート

## (3) シュタウディンガー総合制学校 (BW州)

訪問時期：平成16年3月4日、バーデン＝ヴュルテンブルク (BW) 州フライブルク市内の広々とした敷地内にある生徒数約1,200名のシュタウディンガー総合制学校 (Staudinger Gesamtschule) を訪問し、化学担当でエコワット (ECO-Watt) プロジェクトの担当教師である Mr. Hosenseidel 及びプロジェクトに協力している教師 Ms. Almutwizel 他から取り組み状況について報告を受け構内を視察した。

省エネ学習：理科実験室で9年生の生徒3名から蒸気暖房の放熱器に使われる温度調整弁の特性に関する実験の説明を受けた。いまだに弁開度の調整を手動で行っている所が多いが、自動調整で適温とするとエネルギーの効率利用ができることと自動的に弁開度を調整する原理を学ぶ実験として、理科の授

業に取り入れていた。

エコワットプロジェクト：設備改善や省エネ活動によって電気・ガス・水の消費量を減らし、節約費用で設備投資の費用を回収するとともに気候保全の教育に役立てようという保護者のアイデアに基づくプロジェクト。予備検討を行った団体職員が中心になって1998年に保護者の親を代表としたECO-Watt GmbH(有限会社)を設立し、市と契約を結ぶ(50/50プロジェクトと異なり省エネ分はすべて取り分)と共に、教師、生徒の保護者などから融資や寄付を募り(25万ユーロ)、空調システム・照明の改修と太陽電池・太陽光温水器の設置を行い(図11参照)、同年11月からプロジェクトが始められた。設備費用は国、市、メーカーなどの協力で安く調達できた。融資には3~6%の利息がついているが毎年1万ユーロ程度の収入があり8年で返済する予定である。当初、10%以上の削減が実現できるか市当局と賭けをして勝ち、そのときの賭け金も収入になった。



図11 学校のエネルギーバランス

プロジェクトの徹底：プロジェクトの開始に当たって、暖房を一日中停止する日を設定し、この日に自転車発電を体験させた。また、全員徒歩または自転車で登校する日も設定した。これらの経験をもとに節約のためのクラスルールを討論させ、具体的な省エネ方法は生徒参加のエコワットプロジェクトチームで決めて実行させた。また、ロゴコンテストや作文コンテストによって意識の浸透を図ったり、上級生が下級生にルールを教えたりすることによって、省エネの徹底を図った。

教師へのインタビュー：原子力政策と教育内容について質問したところ、政策とは関係なく原子力についても教えているとのこと。ただ、再生可能エネルギーの導入に熱心に取り組んでいる学校の教師ら

しく、原子力に頼ることは簡単だが、苦勞しても再生可能エネルギーの普及に努力することが大切との意見であった。

(4) リチャードフェーレンバッハ実科学学校(BW州)

訪問時期：平成16年3月4日、BW州フライブルク市内にある生徒数約3,000人、教員スタッフ約200人、ソーラコレクタと太陽電池パネルを組み込んだ実験室がひと際目に付きリチャードフェーレンバッハ実科学学校(Richard-Fehrenbach-Gewerbeschule)を訪問し、シュローヴィック校長夫妻から取り組み状況について報告を受け構内を視察した。

太陽光発電の技能者を育成：フライブルク市は太陽光発電事業の育成に力を注いでおり、それを担う技能者の育成を目的として、太陽電池パネル据付技術、太陽電池利用装置、太陽電池パネルを組み込んだ建築デザインなどを授業で教えている。

再生可能エネ及び省エネ技術：校内にはその他、風力発電、水力発電装置もあり、太陽電池だけでなく、地熱利用、水素利用なども含めた再生可能エネルギー全般及び各種省エネ技術について教えている。

## 5.2.4 民間支援組織

(1) ナツールグートオブホーフェン(NRW州)

訪問時期：平成16年3月2日、NRW州ケルン市の北レバークーゼン・オブラーデン(Leverkusen Opladen)にあるナツールグートオブホーフェン(NaturGut Ophoven)を訪問し、施設の臨時職員Ms.Cordelaから施設の案内を受けながら取り組み状況について説明を受けた。途中、教育委員会から派遣されている現職教師の一人スザンヌさんへのインタビューを行った。

施設の特徴：1983年設立の民間による環境学習施設(社団法人)で、環境団体からの資金援助等で運営されている。周囲に広大な自然探索のフィールドを有し、敷地内や館内には太陽電池で作った花や廃棄物を組み合わせた風車など自然エネルギーをイメージさせるアート作品が多数設置されていた。研修施設の一角に2000年開設(2002年に2階部分も完成)の「エネルギーの町(Energiesadt)」と呼ばれるエネルギー教育用のスペースがある。職員は全員で40名程度、専任職員は3名で、その他はパートタイムやボランティアの職員で、教育委員会から派遣されている現職教師も5名勤務している。教育設備の仕様およびプログラムはスタッフが自主的に企画し運営

している（制作は外注）。開設後2年間は公的援助も受けていたが、その後は公的プロジェクトとして認めてもらい自力で運営している。入館は有料で、5歳以下4ユーロ、それ以上6ユーロ、大人10ユーロ、家族券17ユーロである。

エネルギーの町：1階には電気エネルギーについて学ぶ体験学習型のコースが用意されている。通常1グループ15名を一人のスタッフが引率してプログラムが進行する。学校においてエネルギーに関する1週間のプロジェクト学習を展開し、当日たまたま学習の一環として施設を訪れた児童グループの学習の様子を見学した。最初のコーナーでは家電製品に消費される電力の大きさと、それに必要な電力を発電するのに必要なエネルギーを体感する。児童全員に2,000パワーポイントのプラグが渡され、そのポイントを使って家電製品を動かしてポイントの減り方から家電製品の電力消費の大小を比較する。ポイントがなくなると人力発電装置(手回し発電機や自転車発電機など)で再びポイントを獲得できる(図12参照)。



図12 ポイントチャージ

様々な家電製品を試した後スタッフがポイントの変化の意味を説明し次のコーナーに進む。このように体験しそして学ぶというステップが、電気が届けられる仕組み、太陽電池について順次展開され、最後に未来のエネルギー都市をアニメで表現したタイムマシンに乗って見た後、全体をワークシートで再確認させ、自宅に帰ってエネルギーの節約のために自分に何ができるかを考えさせるように指導している。2階には「自然、人間、技術」というテーマで設備がつけられており、動物の生態を模擬したぬいぐるみの部屋、錯視ルーム、世界の人口を刻々と表示する電光掲示、タッチパネルによる環境に関するクイズコーナーなどが用意され、エネルギーや環境を科学、社会、芸術など、様々な教科の切り口で教える試みを行っている。

現職教師スタッフへのインタビュー：「エネルギー

の町」の見学がひととおり終わったところで、5人の現職教師スタッフの一人スザンヌさんに話を聞いた。専門は英語の教師、週に8時間学校で授業するとともに、この施設でも16時間働いている。様々な分野の専門家である施設のスタッフと協力しながら1年間かけてプログラムを検討し改訂しているとのこと。

(2) エコステーション (BW州)

訪問時期：平成16年3月3日、BW州フライブルク市の市営環境学習施設エコステーション (Öko-station) を訪問した。エコステーションは1986年にフライブルク市で行われた州庭園祭の際につくられ、一度焼失したが再建され、現在運営管理はドイツ最大の環境NGOであるBUNT (ドイツ環境自然保護連盟) の南西ドイツ支部に委嘱されている。当日は監督チームのMr. Hufnagelから取り組み状況について報告を受け施設を視察した。

施設の特徴：建物そのものはこぢんまりとしているが、地元産の木材を使い、断熱性の土壁、自然エネルギーの利用、屋上緑化等、建物自体が教材でありエコ建築のモデルである。太陽電池パネルとソーラコレクターが周囲に設置され、雨水回収、木質ボイラなどの装置が設置されている。独立教材としての太陽電池やソーラクッカーなども用意されている。

運営：施設は通常、常駐職員が2人、庭整備、経理、清掃などを合わせて6人で運営している。子供向けの学習活動に力を入れており、「エネルギーはハートから」ということで体験重視のプログラムを展開している。年間400回のイベントをこなし、12,000人程度の参加者がある。

財政：近年、市からの財政的支援は低下しつつあり、プロジェクトやイベントで収入を得ている。例えば年間200を超える学校や幼稚園のクラスが参加する自然体験教室「緑の教室」は一人当たり3時間で3ユーロである。

(3) UfU (ベルリン州)

訪問時期：平成16年3月6日、ベルリンの環境NGO、UfU (Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.) の事務所を訪問し、Mr. Harmut Oswaldから活動状況について報告を受けた。

UfUの概要：UfUは1990年3月に設立されたが、元々は1989年に旧東独で活動をはじめた環境グループに由来するNGOである。ドレスデンにも支所がある。現在15人の専門家が教育や温暖化対策、騒音防止、景観保全、市民参加、環境権、法律問題などの分野に分かれて活動しており、その財政は総計250

人のメンバー及び寄付者によって維持されている。Mr. Oswaldは教育担当でベルリン市内の学校への50/50プロジェクトの導入を推進している。

**50/50プロジェクトの状況**：区再編前の2000年は817校中222校が参加し年間で炭酸ガス換算で1883トンの削減を達成した。2001年に区が再編(30区程度から12区へ)されてからは再スタートとなり、今は150校程度に減少している。学校のエネルギー関連費用は約5万ユーロ/年であり、区の学校建物管理担当者及び会計担当者と話し合いをもっているが効果が認識されず、なかなか広まらないとのこと。

**学習プログラム**：学校で使う学習プログラムの作成も行っており、簡単な実験装置(太陽光集熱器や太陽電池など)を使った学習やイベントをメンバー自身も時折り学校で行っている。

## 6. 調査結果のまとめ

上述の調査結果を以下にとりまとめる。

### (1) 枠組み

#### 連邦レベル

- ドイツは連邦国家である。教育は州の専属的立法事項であり各州の学校法に基づいて行われる。しかし、州教育大臣常設会議(KMK)において教育行政の実質的な調整がなされており、国家全体としての統制が維持されている。

- 教育計画・研究振興のための連邦・州委員会(BLK)は持続可能な開発のための教育の学校教育プロジェクト(BLK-21及びTransfer-21)を全国的に展開しており、州レベルでもそれを受けて様々な取り組みが実施されている。

#### NRW州

- エネルギー環境教育は教科教育と教科横断的課題を扱うプロジェクト学習を大きな2本柱として進められている。プロジェクト学習の実施は義務づけられているが時間枠の設定はなく、関係する教科や分野から教師間の調整を経て割り当てられる。

- ドイツでは以前から環境教育が任意のプロジェクト学習だけでなく自然科学の教科内に組み込まれており、近年は社会科の中でも実施されている。またエネルギーは環境教育の重要な要素の一つとして以前から位置づけられている。

- 理科は自然科学的概念の習得だけでなく社会とのかかわりも学ぶ教科と位置づけられている。社会科は社会科的知識とともに社会学的方法論の習得

に重点が置かれている。これが日本の総合的な学習の時間のような特別枠を設定しなくとも、教科の時間内に教科横断的課題を取り扱うことを可能にしていると考えられる。

- 学校種による差はあるが、原子力も含めてエネルギーに関する基礎的知識はきちんと教えることとされている。ギムナジウム物理の学習指導要領には原子力発電についてもきちんと教えるように明記されている。

- 州政府の教育政策の推進を直接支援する外部機関があり、無償で学校に対して様々な支援を提供している。また民間のNPO、NGOが多数あり、教育関係者と密接に交流しながら支援を提供している。

### (2) 視察結果

- 訪問した学校の生徒のノートにエネルギーについて教科で学んだことがぎっしり書き込まれていた。教科教育においてもきちんと教えられているとの印象であった。

- 訪問校及び外部支援機関で紹介を受けたプロジェクト活動は50/50プロジェクトに代表される省エネや再生可能エネルギー導入のプロジェクトが多かった。省エネプロジェクトはドイツ国内全土で広く実施されている。

- 省エネは難しいことをやるのではなく簡単なことを積み上げることを基本としている。省エネ方法は例えばエネルギーエージェンシーNRWが制作した学校の省エネに関するハンドブックを各学校が活用する、行政当局を窓口としたネットワークで情報交換するなどの方法で共有化されていた。

- 学校は独自色を出すことを求められており、その一環として省エネ教育や持続可能な開発のための教育の視点を取れ入れている。これらの活動には保護者だけでなく地域社会の関係者が参加しているプロジェクトも多い。

- 外部機関の学習プログラムの策定に現役の教師が参画するなど、教育関係者と外部支援機関の連携は非常に密接に協調を取りながら実施されていた。

### (3) 教訓

以上の調査結果から我が国に対する的確な教訓をあげるには、日本の現状を正確に把握することが必要であるが、国内調査が終了していないため、ここではドイツの調査を通して印象に残った点を整理する。

#### a. 教科教育の重要性

情報センター・エネルギー教育検討委員会による中間報告書(2005)よれば、日本の学校でのエネルギー

やエネルギー問題に関する教育は、70～80%の学校が教科書に沿って実施し、残りの学校では教科書の内容をさらに充実して実施している。内容を充実させた教科は、小学校では社会科が70%弱と圧倒的に多い。中学校・高等学校では理科が60%前後と多くなるが社会科も45%程度である。一方、「総合的な学習の時間」にエネルギー関連項目を取り上げた学校は全体の10%程度である。教科教育にエネルギー環境教育に求められる内容が既にドイツの教科書のようにかなりの部分が盛り込まれているならば、この結果は十分過ぎることになるが、実情はきちんとエネルギー問題に関連することを教えようとすると教科書だけでは不十分なことを示していると考えられる。これを補完できるものとして「総合的な学習の時間」があるがエネルギー関連項目はマイナーな位置づけにあり、結果的に多くの児童生徒が十分なエネルギー環境教育を受けていないこととなる。学校教育が教科書に沿って進められることを考慮すれば、教科教育の内容の充実、特に教科書にきちんと記述することが最も求められる対応策であるといえる。

#### b. 理科教育からのアプローチをより充実

上述のようにエネルギー環境教育は、小学校では圧倒的に社会科からアプローチされることが多い。中学校・高等学校では理科からのアプローチも増えているが、エネルギー領域としての発展に留まっているものがまま見受けられ、必ずしもエネルギー環境教育への発展につながっていない。しかしエネルギー環境問題のような多面的・複合的な社会全体の課題を正しく理解し科学的事実に基づいて社会に参画する態度・能力を身につけるうえでの理科教育の果たす役割は非常に大きいと考えられる。日本の教育の伝統の中で理科がどこまで教科横断的な側面を担うべきかの議論はあるであろうが、現代社会においては科学者や技術者が専門分野に閉じこもらず社会と対話することを求められていることを踏まえると、理科教育者が学習者に、理科的知識だけでなく科学と社会のかかわりについて、より積極的、具体的にコミットしていくべきではないかと考えられる。

#### c. 学校と外部機関の連携

ボランティア活動の歴史が長いドイツでは教育にも外部機関が大きな役割を果たしている。日本でも派遣講師、施設見学などの形で外部の教育資源を活用する取り組みが行われている。しかし、教育関係者が民間の施設の構成やそれを使ったプログラムの内容について具体的に提案・協力したり、またその

逆で外部のエネルギーに関する専門家が学校でのカリキュラムづくりを支援・協力したりする活動がまだ十分に行われてはいない。単に用意できるもの、あるものを使うだけでなく、お互いのニーズをきちんと把握し長所を生かしあう連携関係へ発展させることが望まれる。

#### d. 地域社会を巻き込む活動

ドイツ国内では全土をあげて省エネのプロジェクトが推進されている印象であった。省エネを効果的かつ継続的に実施するのに必要なのは言うまでもなく家庭の保護者や地域社会の協力である。したがって、これらのプロジェクトは地域を巻き込んだ大変息の長い継続的プロジェクトとして実施されている。日本における省エネ活動でよく聞く感想に、実際に児童生徒が省エネを実践する段階になると「親の協力が得られない」というのがある。しかしこれはある意味で当然の反応であろう。ドイツは分権国家であり教育についてもボトムアップ的で地域との連帯が強いとの印象であったが、活動の開始時点から保護者の参画を求めたり、活動のキックオフに当たって学校の暖房全停の日（ドイツは全般的に日本より寒い）を設定して児童生徒だけでなく保護者の関心も引くなど地域を巻き込むための努力がなされている。すなわち省エネ活動は当初から地域を巻き込んだ活動として計画することが必要であり、また見方を変えれば地域を巻き込むのに非常に適した活動の一つともいえる。

## 7. おわりに

ドイツの学校の取り組みは省エネ活動が非常に目立ち、盛んにエネルギーに関する様々な実験をしたり調べ学習をしたりしている日本のエネルギー教育実践校の取り組みに比べて当初は何か物足りないという印象を受けた。しかしプロジェクト学習が義務付けられているとはいえ、そのための特別な時間枠が設定されていないドイツでは、教科横断的な部分も含めて理科や社会科できちんと学ぶ必要があり、事実そのように実施されている。すなわち我々が視察で目にした省エネルギーや再生可能エネの活動を主体とした学習以外のところできちんと学ばれている部分があり、それが非常に重要な役割を果たしている。

日本には「総合的な学習の時間」という時間枠があるため、ついその特別な活動に眼を奪われがちに



なるが、普通に行われる教科教育の目標や考え方こそ原点であり、さらにその背後にあるNPO・NGOなどの地域社会の教育力も含めて、それこそ総合的に考察することの重要性を、ドイツのエネルギー環境教育に対する取り組みを通じて再認識していただきたい。

## 謝辞

ドイツ国内の調査を実施できたのは調査を企画された京都教育大学京都エネルギー教育研究会代表(当時)の岡本正志教授及び同メンバーの山下宏文教授、ならびに(社)科学技術と経済の会特別参与 国際部長 調査研究部長 安元昭寛氏及び同担当部長山崎順氏の多大なご好意による。また調査結果の検討に当たっても過大な助言をいただいた。ここに記して感謝を申し上げる。また文献調査に当たっては(株)アイ・イー・エー・ジャパンの小林詩奈子氏に多大なご協力をいただいた。小林氏の支援なくしては調査を実施することは不可能であった。同じく感謝を申し上げる。

## 引用文献

Andre Weber (編著) 2004 BAUSTEINE  
Sachunterricht Schülerband 2 Diesterweg  
Andre Weber (編著) 2004 BAUSTEINE  
Sachunterricht Schülerband 3 Diesterweg  
BLK-Programms Transfer-21 2006  
<http://www.transfer-21.de/>  
鳥海靖他 2004 日本史 A 現代の日本史 株式会社山川  
出版社  
ドイツ連邦教育研究省 2002 持続可能な発展のための  
教育報告書  
ドイツ連邦共和国外務省 2003 ドイツの実情  
Energieagentur NRW 2006  
<http://www.ea-nrw.de/>  
European Sustainable Energy Education Forum  
2004 Best Practice Guide to Energy Efficiency  
Information, Education and Training Project  
targeted at Children  
Geschwister-scholl-Gymnasiums-Düsseldorf 2006  
<http://www.gsg-duesseldorf.de/>  
平木幸二郎他 2004 倫理 東京書籍株式会社  
Hulda-Pankok-Gesamtschule 2006 Düsseldorf  
Netzwerk Bildung für nachhaltige Entwicklung

<http://www.umweltschulen.de/audit/duesseldorf/hpg1.html>  
石井進他 2004 日本史 B 詳説日本史 株式会社山川  
出版社  
Jürgen Nebel (編著) 2002 Gesellschaft bewusst  
Geschichte Erdkunde Politik 3 Westermann  
金田利子・鶴田敦子 2004 家庭基礎 - 明日の生活を  
築く - 開隆堂出版株式会社  
金田利子・鶴田敦子 2004 家庭総合 - 明日の生活を  
築く - 開隆堂出版株式会社  
川島誠一郎他 2004 高等学校生物 数研出版株式会  
社  
川島誠一郎他 2004 高等学校生物 数研出版株式会  
社  
小宮山宏他 2004 理科総合 A 物質とエネルギーのサイ  
エンス 数研出版株式会社  
Kultusministerkonferenz 2004 Bildungs-  
standards im Fach Biologie für den Mittleren  
Schulabschluss  
Kultusministerkonferenz 2004 Bildungs-  
standards im Fach Chemie für den Mittleren  
Schulabschluss  
Kultusministerkonferenz 2004 Bildungs-  
standards im Fach Physik für den Mittleren  
Schulabschluss  
國友正和他 2004 高等学校物理 数研出版株式会社  
國友正和他 2004 高等学校物理 数研出版株式会社  
Ludwig Heibig(編著) 1998 Tat Scche Politik Band  
3 Diesterweg  
間田泰弘他 2004 技術・家庭(技術分野) 開隆堂出  
版株式会社  
丸山茂徳他 2004 理科総合 B 生物と自然環境のサイエン  
ス 数研出版株式会社  
Ministerium für Schule, Jugend und Kinger des  
Landes Nordrhein-Westfalen 1993 Richtlinien  
und Lehrpläne für das Gymnasium -  
Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen Physik  
Ministerium für Schule, Jugend und Kinger des  
Landes Nordrhein-Westfalen 1993 Richtlinien  
und Lehrpläne für das Gymnasium -  
Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen  
Politik(Wirtschaft)  
Ministerium für Schule, Jugend und Kinger des  
Landes Nordrhein-Westfalen 1999 Richtlinien  
und Lehrpläne für Sekundarstufe I - die

- Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen  
Naturwissenschaft Physik, Chemie, Biologie  
Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand,  
Technologie und Verkehr des Landes  
Nordrhein-Westfalen 1999 Energieeinsparung  
In NRW Band Organisation/Didaktik  
Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand,  
Technologie und Verkehr des Landes  
Nordrhein-Westfalen 1999 Energieeinsparung  
In NRW Band Technik  
Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand,  
Technologie und Verkehr des Landes  
Nordrhein-Westfalen 1999 Energieeinsparung  
In NRW Band Material
- 三浦登他 2004 新しい科学1分野上 東京書籍  
三浦登他 2004 新しい科学1分野下 東京書籍  
三浦登他 2004 新しい科学2分野上 東京書籍  
三浦登他 2004 新しい科学2分野下 東京書籍  
三浦登・奥井智久・毛利衛他 2005 新編新しい理科3  
東京書籍株式会社  
三浦登・奥井智久・毛利衛他 2005 新編新しい理科4  
東京書籍株式会社  
三浦登・奥井智久・毛利衛他 2005 新編新しい理科5  
上 東京書籍株式会社  
三浦登・奥井智久・毛利衛他 2005 新編新しい理科5  
下 東京書籍株式会社  
三浦登・奥井智久・毛利衛他 2005 新編新しい理科6  
上 東京書籍株式会社  
三浦登・奥井智久・毛利衛他 2005 新編新しい理科6  
下 東京書籍株式会社  
長倉三郎・梶田叡一・松井孝典他 2004 理科総合A  
システムとしてみる自然 東京書籍株式会社  
長倉三郎・梶田叡一・松井孝典他 2004 理科総合B  
歴史としてみる自然 東京書籍株式会社  
中間美砂子他 2004 技術・家庭(家庭分野) 開隆堂  
出版株式会社  
NaturGut Ophoven 2006  
<http://www.naturgut-ophoven.de/>  
Natur- und umweltschutz-akademie nrw 2006  
<http://www.nua.nrw.de/>  
野村祐次郎他 2004 高等学校化学 数研出版株式会  
社  
野村祐次郎他 2004 高等学校化学 数研出版株式会  
社  
岡本正志他 2004 ヨーロッパ視察旅行報告京都教育  
大学エネルギー教育研究会 News Letter,  
[http://cert.kyokyo-u.ac.jp/energy\\_home.html](http://cert.kyokyo-u.ac.jp/energy_home.html),  
No.1, 4-20.  
岡崎勝世他 2004 明解世界史A最新版 株式会社帝国  
書院  
Ökostation Freiburg 2006  
[http://www.oekostation.de/jp/ueber?\\_uns/](http://www.oekostation.de/jp/ueber?_uns/)  
Rente Jung他(編著) 2005 BAUSTEINE  
Sachunterricht Schülerband 4 Diesterweg  
Richard-Fehrenbach-Gewerbeschule Freiburg 2006  
<http://www.rfg.fr.bw.schule.de/>  
櫻井純子 2004 生活技術 教育図書株式会社  
櫻井純子 2005 小学校わたしたちの家庭科5・6 開  
隆堂出版株式会社  
佐々木毅他 2004 現代社会 東京書籍株式会社  
佐々木毅・岩田一彦・谷川彰英他 2005 新編新しい  
社会6上 東京書籍株式会社  
佐々木毅・岩田一彦・谷川彰英他 2005 新編新しい  
社会5上 東京書籍株式会社  
佐々木毅・岩田一彦・谷川彰英他 2005 新編新しい  
社会3・4上 東京書籍株式会社  
佐々木毅・岩田一彦・谷川彰英他 2005 新編新しい  
社会6下 東京書籍株式会社  
佐々木毅・岩田一彦・谷川彰英他 2005 新編新しい  
社会5下 東京書籍株式会社  
佐々木毅・岩田一彦・谷川彰英他 2005 新編新しい  
社会3・4下 東京書籍株式会社  
佐藤次高他 2004 世界史B詳説世界史 株式会社山川  
出版社  
資源・エネルギー・環境教育に関する総合的研究プ  
ロジェクト 1995 資源・エネルギー・環境教育に  
関する海外調査報告  
Staudinger Gesamtschule Freiburg 2006  
<http://www.staudi.fr.schule-bw.de/>  
杉山滋郎他 2004 理科基礎 私たちにとって科学とは  
数研出版株式会社  
高橋彰他 2004 高等学校新地理A最新版 株式会社帝  
国書院  
高橋彰他 2004 新詳説地理B最新版 株式会社帝国書  
院  
田邊裕他 2004 新しい社会 地理 東京書籍株式会  
社  
田邊裕他 2004 新しい社会 公民 東京書籍株式会  
社  
田邊裕他 2004 新しい社会 歴史 東京書籍株式会  
社  
Thomas Sudeik・Bernd Vorwerk(編著) 2005 Natur  
bewusst 5/6 Naturwissenschaft Nordrhein-

Westfalen Westermann

筒井若水他 2003 高等学校政治・経済 数研出版株式会社

Unabhängiges Institut für Umwelt-fragen e.V. 2006  
<http://www.ufu.de/home/>

Walter Ihne 他 (編著) 1994 EINFÜHRUNG IN  
DIE PHYSIK Sekundarstufe I Ausgabe E  
Diesterweg

山下宏文他 1997 初等・中等教育における資源・エ  
ネルギー・環境教育の教材開発の総合的研究  
Journal of the Institute of Nuclear Safety System, No.4, 51-  
69

財団法人社会経済生産性本部エネルギー環境教育情報セン  
ターエネルギー教育検討委員会 2005 エネルギー教育検  
討委員会中間報告書