

7. ドイツ

(1) 教科書の特徴

1) 体様

ドイツの教育には州ごとの多様性がある。教科書についても州ごとの多様性があり、同一の出版社でも、ドイツ各州に対応した州別版を出版しているし、また特定の州用ではない共通版も出版している。以下の教科書分析の結果は、そうした多様性を網羅するものではない。しかし、ここで分析した教科書は代表的な出版社の教科書であり、また、基本的には共通版の教科書とした。また州別版の分析の場合は、旧西ドイツの首都であったボンがあるノルトライン・ヴェストファーレン州版を分析対象とした。教科書検定における認可手続きは各州の教育監督官庁によってなされるのが原則であるが、ザールラント、ブランデンブルク、ザクセン州では、ノルトライン・ヴェストファーレンなど3州でパスした教科書を自動的に認可している¹。この意味で、ノルトライン・ヴェストファーレン州の教科書は、当該州だけに特有な面ばかりではなく、ドイツの標準的な面をもっているといえよう。したがって分析結果は、ドイツの理科教科書の特徴の一端を示している、と思われる。

さて、初等教育は、全ての国民に共通の4年制の基礎学校で行われ、理科は、独立した教科ではなく、日本の生活科に一脈相通じる「事実教授」(Sachunterricht, 州によって呼び方多様)の中の一つの領域として教えられている。教科書はソフトカバーで、また大きさは、B5判、A4判などである。Schroedel社の教科書場合、第1~4学年までの教科書名は、『綿毛のタンポポ』である。この教科書シリーズの場合、1冊の平均のページ数は77ページであり、教科書1冊の重さの平均は322gである。サイズは、縦296mm×横210mmである。第1~4学年の教科書の平均価格は、€16.1(約1,900円)である。多色刷りで、写真、イラスト、図、表等が多用されている。

中等段階になると、理科の教科は物理学、化学、生物学に分かれる。これは、基幹学校(ハウプトシューレ)、実家学校、ギムナジウム、総合制学校(ゲザムトシューレ)とも基本的には同様である。ただし、例外もある。例えば、ノルトライン・ヴェストファーレン州の総合制学校の教育課程には、物理、化学、生物と分科しない「自然科学」という科目が新設され議論を呼んだ²。中等段階は、第5~9学年の中等段階Ⅰと第10~12学年の中等段階Ⅱに分かれる。教科書は、ハードカバーで、B5判が多い。Schroedel社の教科書、『物理』の場合、教科書は中等段階Ⅰ、Ⅱと分冊になっており、教科書1冊の平均のページ数は464ページであり、教科書1冊の重さの平均は1116gで、ずっしりと重い。サイズは、縦265mm×横195mmで。『物理 中等段階Ⅰ』、『物理 中等段階Ⅱ』の平均価格は、€39.2(約4,700円)である。教科書の記述は、小さな文字で詳細であり、多色刷りで、写真、イラスト、図、表等が多用されていて、その説明も大変詳しい。

2) 目次から見た教科書の構成

「事実教授」の目次は、例えば、上記 Schroedel 社の教科書である『綿毛のタンポポ』

IV. 理科の教科書

の場合、「時代と文化」、「人間と社会」、「自然と生命」、「技術と労働界」の4つの領域に区分されていて、後者2つの領域が、自然科学的・技術的重点がおかれている領域である。4学年の「自然と生命」の領域には、「混ぜる、溶ける、分かれる」、「脈拍と呼吸」、「健康の危機」、「池：生活空間」、「水辺や水の中の植物」、「水辺の保護」、「水の中の動物と植物の観察」、「マガモとビーバー」、「ヒキガエルの成長」という生物的内容や環境の内容が取り上げられている。「技術と労働界」には、「工場でリンゴジュースはどのように作られるか」、「リンゴジュースはどのようにお客様のところにやって来るか」、「輸送経路」、「重要な発明」、「電磁石」、「私たちは通信機を作る」、「エネルギーの色々な形」、「再生可能なエネルギー」があり、社会的内容を別にすれば、物理的内容と技術的内容が取り上げられている。

中等段階の理科では、第一に、目次の最初に凡例があり、実験、資料、辞書、CD、危険などを示す固有のロゴマークなどを解説し教科書の利用に供している。第二に、教科書の最初に、「生物学とは何か」、「物理学とは何か」、あるいは、科学的な認識を獲得する方法（科学の方法）についての独立したまとまった記述があることである。これは、現代理科教育の潮流の一つとなっている「科学の本性」(nature of science)の内容である。例えば、Klett社の教科書、『インプルス物理』では、「自然科学的方法」というタイトルがあり、科学方法は次のように説明されている³。

「私たちは私たちの環境を観察し、現象の原因について疑問をもつ。」→「私たちは現象の説明を探し求める。私たちは現象の間に特定の連関を予想する。」→「私たちは私たちの予想を実験で確かめる。」→「実験が私たちの予想を立証しなければ、私たちは新たに観察し考えなければならない。」または「実験が私たちの予想を立証すれば、私たちはその予想を法則性で見なすことができる。」

確かに、こうした科学の方法の記述は、極めて素朴かつ図式的で、現代科学論の知見から見れば首肯しかねるものであることはいうまでもない。しかし我が国の理科教育では、科学の成果としての知識とその方法の習得に主眼を置き、理科教育の内容として、学習指導要領にも、科学の営み・科学的探究を意識的に対象化する「科学の本性」(nature of science)の内容を明確に位置づけてはいないのが現状である。この現状と比較すれば、ドイツの教科書のこの特質は注目されてよい。

3) 特定分野に関する教科書の記述

①小・中学校の特定分野に関する教科書の分析

ア) 原子力や原子核エネルギー

日本の小学校第4学年までに相当する基礎学校の「事実教授」の自然科学・技術領域には、発電との関係で原子力発電所や核分裂についての記述がある。Westermann社の教科書、『モービル』の第4学年用には、次の様に記述されている。

「原子力発電所では、核分裂の熱によって電気が得られている。その際に、決して発電所から外へ漏れ出てはならない危険な放射線が発生する。核分裂で生じる廃棄物は、極めて長い時間にわたって危険である。」⁴

IV. 理科の教科書

中等段階 I では、放射能、核物理学に関する独立した単元がある。Klett 社の『インプセ物理 1』では「原子・核物理学」(全 32 ページ)の単元、Schroedel 社の『物理』(ギムナジウム・中等段階 I)では「放射能と核物理学」(全 28 ページ)の単元、Westermann 社の教科書、『クーン物理学 1』では「核物理学」(全 30 ページ)の単元がある。教科書に学年区分はなされていないので、中等段階 I の 5 年間のどの学年で当該内容を扱うかは教科書からだけではわからない。

表 1 単元「核物理学」

<p>原子</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 導入 ・ 我々は原子について何を知っているか <p>イオン化する放射線</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ X線と放射線 ・ 放射線の実証 ・ 放射線の種類 ・ α, β, γ線の特徴 <p>原子核と放射能</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 原子核の構造—核崩壊 ・ 半減期 ・ 私が知りたかったこと：核種による年代規定 <p>イオン化する放射線による危険—放射線の遮蔽</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 放射線の生物への影響 ・ 放射線源 <p>医学、生物学、技術における放射線</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ラジオアイソトープの利用 <p>原子からのエネルギー</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 核分裂 ・ 原子力発電所

3 社の教科書全てにおいて原子力や原子核エネルギーが扱われている。例えば、『クーン物理学 1』の当単元は表 1 のような内容を扱う⁵。

日本の小・中学校に相当する段階から、核分裂、原子力発電所はもとより、原子物理学の基本的内容が扱われている。表 1 からわかるように扱われる内容は、日本の高校物理の内容である。しかも、放射線について、物理学的に学習するのみならず、その生物学的影響、医学、生物学、技術におけるその利用など、多面的に学び、放射線・原子力と実社会、実生活とのかかわりを生徒が学習できるような内容構成になっている。また、原子力発電については、分析した中等段階 I の教科書全てにおいて取り上げられていて、日本の中学校

までの段階に相当する生徒にとっては、相当高いレベルにあると思われる専門的知識が扱われる。例えば、『クーン物理学 1』では、核分裂の制御、原子炉、連鎖反応の制御、減速材、中性子反応、原子力発電所の構造、加圧水型原子炉、軽水炉、沸騰水型原子炉、原子力発電所の安全性、廃棄物の問題、再処理施設など、詳細な内容が扱われている。

イ) 粒子概念 (原子・分子) の導入

初等段階の「事実教授」では、例えば、Schroedel 社の『綿毛のタンポポ』の第 3 学年用におけるように、水の三態が扱われているが、粒子概念はまだ出てきてはいない。

しかし、日本の小学校第 5 学年から中学校第 3 学年までに相当する中等段階 I の化学教科書では、さまざまな化学現象が基本的には粒子概念 (原子・分子) で説明され、物質質量 (モル) 概念も扱われている。例えば、Klett 社の化学教科書『元素』における粒子概念関係の内容は次のようになっている。ただし、上述の物理と同様、教科書に学年区分はなされていないので、中等段階 I の 5 年間のどの学年で当該内容を扱うかは教科書からだけではわからない。表 2 に示されているように、生徒が物質の構造から化学反応について学習し、粒子数、物質質量、原子価などの概念と進み、気体反応の法則、アボガドロの法則などの関連の法則をも学習し、化学反応を量的にとらえ、算定できるような内容構成になっている⁶。

表 2 の 3「物質の構造」における粒子概念の導入は、アルコールと水との混合の際に、その体積が混合前のアルコールと水の体積の和よりも小さくなる現象から始まっている。粒子観は次のような記述になっている。

「粒子観：アルコールと水という物質が、例えば球形をしている微粒子から構成されて

表2 粒子概念に直接にかかわる内容

<p>3 物質の構造</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物質は微粒子からできている。 ・微粒子の運動 ・物質の三態の粒子モデル ・プロジェクト：固体状態における粒子の配列 ・再考と深化 <p>4 化学反応</p> <ul style="list-style-type: none"> ・金属はイオンと反応する。 ・元素と結合 ・化学反応とエネルギー ・プロジェクト：化学反応のメルクマール ・化学反応と粒子モデル ・再考と深化 <p>5 化学反応の量的関係</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子とその質量 ・関係式 ・プロジェクト：プラスチック・ブロックで作った原子結合 ・プロジェクト：関係式の算出 ・反応図式から反応式へ <p>6 分子と分子性の物質</p> <ul style="list-style-type: none"> ・粒子数と物質量 ・反応式と質量計算 ・気体の反応—気体反応の法則 ・分子—アボガドロの法則 ・気体粒子の質量算定 ・原子価と化学式 ・再考と深化

表3 単元「遺伝学」とDNA

<p>遺伝学</p> <p>1. メンデルの法則</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メンデルが遺伝の法則を発見する ・交雑図—あるモデルがその実験を説明する ・戻し交雑 ・メンデルの遺伝の第三法則 ・実習：遺伝の法則のモデル実験 <p>2. 細胞と遺伝の分子的基礎</p> <ul style="list-style-type: none"> ・核分裂 ・遺伝の染色体説 ・DNA—遺伝子にある物質 ・遺伝子から形質へ—あるたんぱく質がエンドウ豆を赤くさせる。 <p>3. 形質の遺伝 (略)</p> <p>4. 人間の進化 (略)</p>

いる、と仮定すると、実験で観察された体積減少が説明できる。水の微粒子とアルコールの微粒子が互いに同じような形であるが、その大きさが異なるとすれば、より小さな方の粒子（例えば水粒子）のいくつかがより大きな方の粒子（例えばアルコール粒子）の隙間に入り込む。こう考えると、体積減少がよく説明できる。」⁷

このように粒子観を導入すると、次に、すべての物質は微粒子からできていること、球形の粒子モデル、微粒子の固有運動、拡散、溶解と結晶化へと進み、それから物質の三態の粒子モデル、固体の粒子配置へと至る内容構成になっている。

ウ) DNA の導入

基礎学校の「事実教授」の自然科学・技術領域では、人体の作りや成長について、また動植物について扱われるが、DNA については取り上げられていない。

中等段階 I になると DNA について詳しく扱われる。例えば、Klett 社の中等段階 I (8・9 学年) 用の生物教科書 (ノルトライン・ヴェストファーレン州版) である、『自然 ギムナジウムの生物学』では、「遺伝学」(全 28 ページ) の章が設けられ、その中の節として「DNA—遺伝子にある物質」(全 3 ページ) が設けられている。

「遺伝学」の単元構成は表 3 のようになっている。メンデルの法則では、遺伝の規則性から、細胞と遺伝の分子的な見方へと学習が展開する。DNA という術語が初めて現れる「DNA—遺伝子にある物質」の節では、「DNA の構造」、「DNA の複製」、「遺伝子から形質へ—あるたんぱく質がエンドウ豆を赤くさせる」という小項目がある。また、重要な概念として、「リボゾーム」、「転写」、「翻訳」、「mRNA」、「tRNA」、「コドン」、「トリプレット」などがゴシック体で強調されている⁸。DNA の内容は、次の様な導入文で始まっている。

「染色体は遺伝因子のキャリアーである。染色体の中に遺伝子が作られている物質が発見されるに違いない。化学的な実験を通して、特に、細胞核の中に二つの物質集団、すなわち、たんぱく質 (プロテイン) とヌクレイン酸 (核酸) があることが明らかになってきた。長い間、たんぱく質を遺伝物質と見なしてきた。というのは、例えば、酵素としての

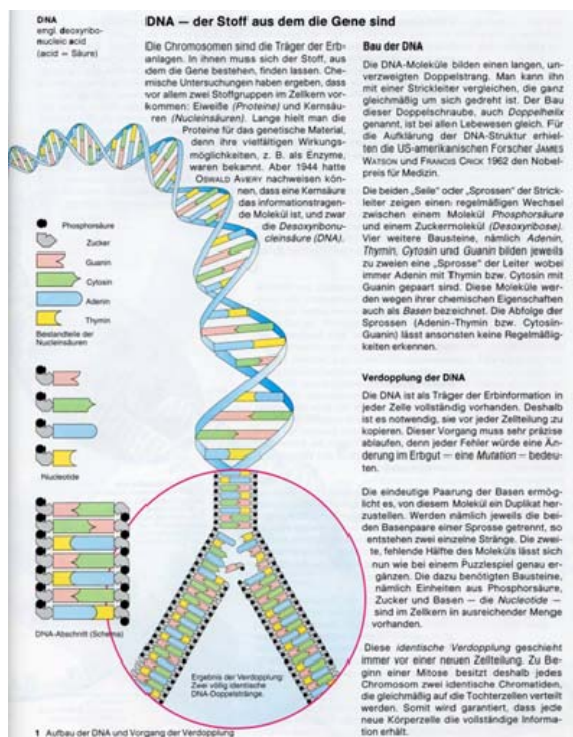


図1 中学2~3学年用教科書のDNAのページ

ように、たんぱく質の多様な可能性が知られていたからである。しかし、1944年に、オストワルド・アベリーが、核酸が情報を伝える分子であること、しかもデオキシリボ核酸 (DNA) であることを証明した。」⁹ (図1参照)

この教科書は、上述のように第8・9学年用であり、日本の中学校第2・3学年用に相当する。日本の高校の「生物II」の教科書でのDNAの扱いほど詳細かつ高度ではないものの、高校の「生物I」の教科書でのDNAの導入よりもはるかに詳しく高度である。

エ) 惑星

分析した基礎学校の「事実教授」の教科書、Westermann社の『モービル』にもSchroedel社の『綿毛のタンポポ』のいずれにも、惑星はもとより天体についての内容が取り上げら

れていない。惑星についての内容は、日本の中学校に相当するドイツの中等段階Iにおいても扱われていない。もともと、ドイツには地学という独立した教科・科目は存在せず、天文学的内容は物理学で扱われ、地質学的内容は地理学で扱われるのが一般的である。

日本では小学校の理科でも扱われる「月の満ち欠け」も「事実教授」の教科書には取り上げられてはいない。月相は、中等段階Iの物理学の教科書の中にある「光学」の単元の内容の一つとして簡単に記述されているに過ぎない。

惑星についての内容は、日本の高校に相当する中等段階IIで扱われる。Klett社の『インプルセ物理2』(第11学年)では「重力」(全10ページ)の単元、Schroedel社の『物理』(ギムナジウム・中等段階II)では「重力と惑星の運動」(全14ページ)の単元、Westermann社の『クーン物理学2』では「重力と天体力学」(全14ページ)の単元で、惑星が扱われている。つまり、惑星の内容は、中等段階IIの物理学の「重力」の内容の中で扱われるのが一般的である、といえる。

例えば、『クーン物理学2』の「重力と天体力学」の単元では、「古代における旅立ち」、「天動説的世界像」、「プトレマイオスの周転円理論」、「地動説的世界像」、「地動説的体系の拡張」、「ニュートンの天体力学」、「ニュートンの天体力学的方法的構想」が内容として取り上げられている。また、Schroedel社の『物理』(ギムナジウム・中等段階II)の「重力と惑星の運動」の単元では、「重力の法則についての3つの文献」、「ケプラーの法則」、「コンピュータの威力ー人工衛星の軌道の数値計算」、「重力場におけるポテンシャルエネルギー」、「補説：歴史的概観」が取り上げられている。

②高等学校の教科書の分析

教科書の記述や内容構成を見るといくつかの特質を指摘することができる。まず、第一

表4 中等段階IIの物理教科書目次

<p>『クーン物理学2』</p> <ul style="list-style-type: none"> ・力学の基礎 ・力学的な振動と波動 ・熱力学の基礎 ・電気論 ・電磁気的な振動と波動 ・相対性 ・量子と原子 ・核物理学 	<p>『物理』（ギムナジウム・中等段階II）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・直線運動と力 ・落下と投射運動 ・保存則 ・円運動 ・重力と惑星の運動 ・熱学 ・電場 ・磁場と場における粒子 ・電磁誘導と交流 ・振動 ・波動 ・干渉現象 ・20世紀の物理学 ・核と粒子
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

に、内容が詳しく記述され、日本の高校では扱わないような高度な内容まで取り上げていることである。例えば、Westermann社の『クーン物理学2』では、「相対性」(全19ページ)が独立した単元を構成し、そこでは、特殊相対理論と一般相対性理論が扱われる。また、「量子と原子」の単元では、光子、原子構造とスペクトル、量子としての電子と原子、量子力学の説明が扱われる(表4・図2参照)。

第二に、日常生活にかかわる内容が取り上げられるとともに、社会生活・日常生活との関連が図られていることである。圧力の学習

Lorentz-Transformation und Längenkontraktion

Galilei und Lorentz-Transformation
In der newtonschen Mechanik erfolgt die Umrechnung von Orts- und Zeitangaben von einem Bezugssystem S in ein dazu bewegtes System S' mit der GALILEI-Transformation (281 f.). Sie kann in der Relativitätstheorie keinen Bestand mehr haben. Denn nach der GALILEI-Transformation ist die Zeit t eine absolute Größe, die in allen Bezugssystemen den gleichen Wert hat. Dass der Zeitbegriff vom Bezugssystem abhängt, ist jedoch eine der grundlegenden Einsichten der Relativitätstheorie, die sich in Phänomenen wie der Relativität der Gleichzeitigkeit und der Zeitdilatation zeigt.

Längenkontraktion
Man kann eine weitere Vorhergabe der Relativitätstheorie aus der LORENTZ-Transformation herleiten: Die Länge von Objekten ändert sich mit der Geschwindigkeit. Macht man sich klar, dass man zur Längenmessung eines Körpers gleichzeitig den Ort seiner beiden Enden bestimmen muss, ist dies plausibel. Der Begriff der Gleichzeitigkeit hängt ja selbst schon vom Bezugssystem ab.

Ein Körper besitzt in seinem Ruhesystem S' die Länge $l_0 = x_2' - x_1'$. Im Laborsystem S werde seine Länge durch gleichzeitige Ortsbestimmung seiner Enden zur Zeit t_0 bestimmt. Nach (1) gilt:

$$l = x_2 - x_1 = \frac{x_2' + vt_0}{\gamma} - \frac{x_1' + vt_0}{\gamma} = \frac{x_2' - x_1'}{\gamma} = \frac{l_0}{\gamma}$$

Löst man nach $l = \gamma \cdot x_2 - x_1$ auf, ergibt sich die Formel für die Längenkontraktion:

$$l = l_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Längenkontraktion:
Die Längenmessung eines bewegter Körpers ergibt einen kleineren Wert als seine Ruhelänge. Es gilt:

$$l = l_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$


Wie die Zeitdilatation ist die Längenkontraktion symmetrisch zwischen den Bezugssystemen: In jedem Bezugssystem wird ein bewegter Körper verkürzt gemessen.

Von der Längenmessung, die zu einem kleineren Wert für l führt, muss man die **visuelle Erscheinung bewegter Objekte** unterscheiden. Da hierbei noch die Laufzeit des Lichts zwischen Objekt und Auge berücksichtigt werden muss, sehen bewegte Körper nicht verkürzt, sondern **verdreht** aus (304 f.).

Ableitung der Zeitdilatationsformel
Mit der LORENTZ-Transformation kann man die früher in Gedankenexperimenten gewonnenen Ergebnisse systematisch ableiten. Um die Formel für die Zeitdilatation herzuleiten, betrachtet man eine in S am Ort x_0 ruhende Uhr. Die Zeitspanne zwischen zwei Sekundenstrichen der Uhr sei $\Delta t' = t_2' - t_1'$. Im Bezugssystem S ist der zeitliche Abstand zwischen diesen beiden Ereignissen $t_2 - t_1$. Mit der Umkehrformel zu (1) ergibt sich unter Beachtung von $x' = x_0$:

$$t_2 - t_1 = \frac{t_2' + \frac{v}{c^2} x_0}{\gamma} - \frac{t_1' + \frac{v}{c^2} x_0}{\gamma} = \frac{t_2' - t_1'}{\gamma} = \gamma \cdot \Delta t'$$

Es gilt also $\Delta t = \gamma \cdot \Delta t'$. Das ist die auf S.287 gewonnene Zeitdilatationsformel.



1 Visuelle Erscheinung schnell bewegter Objekte am Beispiel einer Teekanne: a) ruhende Teekanne, b) schnell bewegte Teekanne

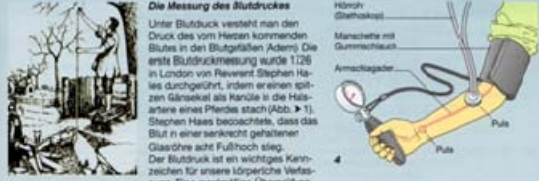
図2 ローレンツ変換と長さの収縮

Die Messung des Blutdrucks

Unter Blutdruck versteht man den Druck des vom Herzen kommenden Blutes in den Blutgefäßen (Adern). Die erste Blutdruckmessung wurde 1726 in London von Revierarzt Stephen Hales durchgeführt, indem er einen spitzen Glanzkel als Kanüle in die Halsarterie eines Pferdes stach (Abb. >1). Stephen Hales beobachtete, dass das Blut in einer senkrecht gehaltenen Glasröhre acht Fußhoch stieg. Der Blutdruck ist ein wichtiges Kennzeichen für unsere körperliche Verfassung. Eine regelmäßige Überprüfung des Blutdruckes ist daher wichtig. Blut verfließt, wie jede Flüssigkeit, nur dann durch ein Gefäß wie ein Rohr fließen, wenn zwischen Anfang und Ende ein **Druckunterschied** besteht. Je länger das Rohr und je kleiner sein Radius ist, desto mehr behindert die Reibung das Strömen der Flüssigkeit. Ihr Druck sinkt. Besonders deutlich macht sich dies nach wegen Stellen bemerkbar. Versuche wie in Abb. >2 zeigen dies. Die Druckanzeige geschieht durch kleine senkrecht zur Strömung angeordnete Röhrenchen. Je kleiner der Druck in der vorbeiströmenden Flüssigkeit ist, umso weniger steigt sie in den senkrechten Röhrenchen hoch.

1 Niveau bei **stehender Strömung**
2 **Niveau bei** **vorwärtiger Strömung**

Das Herz pumpt das Blut fortwährend in die Arterien. Es erzeugt im Blut einen Druck von etwa 17 kPa. Dieser hohe Pumpdruck heißt **systemischer Druck** (Abb. >3). Um neues Blut ins Herz einströmen zu lassen, entspannt sich der Herzmuskel. Wegen der Elastizität der Arterien sinkt der Druck dabei nicht völlig ab. Dieser niedrige Blutdruck heißt **diastolischer Druck**. Er beträgt etwa 10 kPa. In den Venen fließt das Blut wieder zum Herzen zurück. Der Blutdruck beträgt dort nur noch 0,25 kPa.



3 **Blutdruck** in mm Hg im Ruhezustand

zu niedrig	< 110	60
normal	110 - 130	60 - 85
zu hoch	≥ 140	90

4 Sind die Blutdruckwerte an verschiedenen Tagen über den Normalwert, so liegt **Bluthochdruck** (Hypertonie) vor. Dabei reicht es, wenn nur einer der beiden Werte erhöht ist. Bluthochdruck ist sehr gefährlich, weil er die Blutgefäße überlastet und auf Dauer eine Herzschwäche zur Folge hat. Die Ursache für zu hohen Blutdruck ist auch heute noch weitgehend unbekannt. Familiäre Veranlagung, Übergewicht, Nikotin- und Alkoholkonsum, Bewegungsmangel, Tabakkonsum der Anti-Baby-Pille, Nierenleiden, Arteriosklerose (Gefäßverengung) sind oft Auslöser. Zu **niedriger Blutdruck** (Hypotonie) ist gesundheitlich weniger problematisch. In Folge zu schwacher Durchblutung des Gehirns kann es zu Schwindlungen, Schwindel und plötzlicher Ohnmacht kommen.

図3 圧力の学習における血圧

では、最高血圧や最低血圧の意味やその測定など人間の血圧についての内容も詳しく扱われている(図3参照)。また、原子物理学では、放射能の生物体への影響や核エネルギー利用のリスクなども詳細に記述されている。第三に、自然科学そのものだけではなく、技術・工学的なテーマなどが取り上げられ、それらとの関連が図られていることである。例えば、電磁波を扱う時には、家庭にある電子レンジの仕組みを取り上げたりする。原子物理学では、原子力発電所の構造などが詳しく取り上げられている。第四に、科学の歴史や著名な科学者の人物像と業績が取り上げられていることである。

4) 教科書充実の工夫

日本の高校段階に相当する中等段階Ⅱの教科書には見られないが、中等段階Ⅰの教科書には、「プロジェクト」が導入されている教科書が見られる。これは、現在のドイツの学校教育におけるプロジェクト重視の傾向を反映したものである、とあってよい。プロジェクトとは、学習者と生活を結びつける比較的広い課題を生徒自らが活動的に追究する学習形態であり、一斉画一授業からの脱却、個別化志向ための授業形態の弾力化の流れの中で近年盛んになってきている¹⁰。基礎学校や中等段階Ⅰの学校ではプロジェクト授業が興隆し、そこでは、教授内容が学習指導要領によって厳密に規定されるかわりに「自由学習」に力点を置いた教育活動が重視されているのである¹¹。プロジェクトのテーマとしては、物理や化学の内容そのものばかりではなく、そうした内容と日常生活や実社会とを結びつけるような学習活動を促すもので、習得した基礎的知識を活用したり、また、発展させたりする内容となっている。例えば、Klett社の『インプルス物理 1』の教科書では「血圧」（血圧の仕組みとその測定など）、「自転車」（自転車の発達史と距離と速度と加速度の関係、力とハンドルなど）、「飛行」（模型飛行機の製作と揚力・飛行の原理など）、「情報伝達」（電信、バーコード、コピーの仕組みなど）、「騒音」、「測定－制御－コンピュータの規則」、「楽器」、「気象観測」、「時間の測定」（水時計、日時計、振り子時計など）があげられている。

（2）現地調査の結果から

以下の報告は、大谷実教授（金沢大学）が平成21年1月にベルリン州で実施した、理科関係の教科書使用実態等についての現地調査の報告である。なお、筆者が一部のドイツ語を日本語訳し、また若干記述を変更していることをお断りしておきたい。

ドイツの基礎学校は、前述のように一般に4年制であるが、ベルリン州では、初等教育（基礎学校）が第1～6学年であること、教科書は一部有料制（一人当たり初等教育で€40（約4,800円）、中等教育で€100（約12,000円）を各学年の上限として教科書を児童・生徒が購入する点）に特色がある。

初等教育段階は、Joan-Miró及びSüd基礎学校、John-F.-Kennedy総合制学校を訪問した。Joan-Miró基礎学校では、Diesterweg社の「事実教授」の教科書『コンフェッティ：事実の絵本』を学校が共通に購入し、必要に応じて児童に貸与し使用する場合はあるとのことであった。参観した授業（第3～4学年混成学級）では、教科書は使用せず、教師が多種類の教科書の指導資料からコピーし、單元ごとにファイルで綴じた独自のワークブック形式の学習材を使用していた。Süd基礎学校と、John-F.-Kennedyの初等教育段階でも、児童は教科書ではなくワークブック（Schroedel社の『綿毛のタンポポ』に付随しているもの）をコピーしたワークシートを中心とし、様々な資料を用いて調べ学習をし、結果をワークシートに記録し、発表していた。John-F.-Kennedyは初等段階から中等段階Ⅱまでからなり、半数の児童は米国語を母語とし、半数はドイツ語を母語とし、幼稚園の5歳児から選抜で入学し、総合した特別な学校である。ワークシートの半数は英語のものであった。Süd基礎学校では、面談した教師がドイツ語、数学、英語のみを担当しているのでワークブックの名前は分からなかった。

中等教育段階は、Nelson-Mandela総合制学校、Friedrich-Ebertギムナジウムを訪問した。Nelson-Mandela総合制学校（初等段階から中等段階Ⅱまで生徒が在籍する）は、IB（国際

IV. 理科の教科書

バカロレア)を受験する州立学校で、参観した第12学年のクラスではバカロレアの過去問の演習をしていた。教科書はIB向け英語版を各自が購入し使用していた。Friedrich-Ebertギムナジウムでは、数学と物理学と情報学を担当する教師と面談した。教科書は、学校が購入し生徒に貸与する制度を取っていた。教師は、多数の教科書から教材を選択したワークシートを用いて授業を行い、教科書は宿題と自学のために使用することが多いとのことであった。

その他、教科書出版社としてCornelsenと教科書センターを訪問した。Cornelsen社では、「事実教授」教科書『ローリーポップ：テーマ帳・事実』のように、テーマ毎の分冊教科書や、「環境にやさしい：3段階レベルの個に応じた教材」というワークシート(CD-ROM付き)の開発について説明があった。教科書センター(Westermann, Schroedel, Diesterweg社などのグループ企業)では、コンピテンシー(方法、自分自身、事実、社会・コンピテンシー)が重視される中で、教科書のみならず、ワークブックや、ワークシート等の教材の開発に力を入れていた。

以上、短期間の限られた情報に基づくが、ベルリン州の授業では教科書の使用頻度は少なく、教科書準拠のワークブックを児童・生徒が購入して使用したり、教師が種々の情報源から教師が教材を作成し使用したりするケースが多く見られた。教科書を使用する場合には、学校が購入し児童・生徒に貸与していた。その要因として、第一に、教育上の決定に関して教師の裁量が大きいこと、第二に、コンピテンシー重視の教育により教科書中心の授業が少なくなっていること、第三に、教科書が高額であるため児童・生徒はドイツ語・英語・数学の購入を優先すること、第四に、「事実教授」や理科の教科書が含む内容を学校で定めた授業時数内でカバーすることは難しく、また教科書に説明されている観察・操作・実験等を参照せず児童・生徒が実際に取り組むことを重視すること、第五に、ベルリン州の初等学校では複数学年の混成クラスで授業を行うことが一般的であるため、教科書よりも個に応じたワークブック教材が適していること等が挙げられる。

(3) その他

ドイツも教科書に検定制度が存在している。検定権は最上級学校監督庁である各州の文部省に属している。教科書検定から教科書の採択までのプロセスは州ごとに異なるが、一般的なプロセスは次のようなものである。まず、州文部大臣が任命した検定委員が教科書の検定を行う。検定の基準は、憲法および法律との適合性、学習指導要領との合致性、専門科学上および教科教育学上の議論の現状との整合性、動機づけや学習心理の諸観点への配慮、価格の適切性等である。つづいて地域学校監督庁が、文部省から認可された教科書リストの中から所轄地域の学校に義務づける一定の教科書を選択する。個々の学校はこの中から学校会議もしくは教科教員会議を経て最終的に教科書を採択する。学校会議には親や生徒の意見が反映されることもあるが、「どの教科書を使用するのは最終的に現場教師の判断にかかっているため、教科書の最大の要件は授業実践に適していることである。」¹² (ヘッセン州文部省教科書担当官)といわれている。

また、教科書の利用形態は、前述の調査結果にも示されているように、ノルトライン・ヴェストファーレン州文部省の「事実教授」の担当官の言葉によれば、「教科書は単に一つの提供物であるに過ぎず、ちょうど事典のように利用されるのである。それは全てを示す

IV. 理科の教科書

ものではない。そこから選び、他のもので補充して教えられるのである。」¹³

つまりドイツの教科書が教授メディアの中で占める機能は相対的に小さいものである。教授メディア機能（本文、絵や写真による表現、課題の提出、部分的な授業の制御）に関連した発達段階の中で、教科書は現在次のような傾向にあるといわれている¹⁴。

- ・教授書から学習・作業書へ
- ・単一機能の教育的補助手段から複合機能を有する教育的補助手段へ
- ・主たるメディアとしての使用からメディア複合体における一つの構成要素としての使用へ

まとめて言えば、ドイツの学校教育における教科書の比重は相対的に小さく、学校教育に活用される主たるメディアではなくメディア複合体における一つの構成要素として位置づけられている、といえよう。ドイツのIPN（キール大学付設、自然科学教育学研究所）の大規模な調査によれば、そうした複合メディアの一つとして、教科書は授業中にはあまり利用されていないのである。教科書にそって授業を行っている教師はわずかであり、教科書に掲載されている図表等を一緒に考え話し合うというのが授業におけるもっとも重要な教科書の使い方になっている。こうした授業における教科書の使い方は、学校の種類にはほとんど関係なく、また教師の年齢にもあまり関係ないのである¹⁵。

【参考文献・資料】

1. 天野正治, 他編, 『ドイツの教育』, 東信堂, 1998, p.157.
2. Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, *Lehrplan Naturwissenschaften (Physik, Chemie, Biologie)*, Gesamtschule, -Entwurf-, 1999.
3. W.Bredthauer, u.a. (Hrsg.), *Impulse Physik I*, Stuttgart 2005, S.6.
4. R.Meier (Hrsg.), *Mobile*, 4, Braunschweig 2007, S.91.
5. F.Bader (Hrsg.), *Physik*, Sek I, Braunschweig 2006, S.4.
6. W.Eisner, u.a., *elemente chemie*, Stuttgart 2007, S.4.
7. Ebenda. S.50.
8. G.Haala, u.a., *Natura, Biologe für Gymnasien*, 8/9, Stuttgart 2004, S.7.
9. Ebenda, S. 313.
10. 天野正治, 他編, 前掲書, pp.187-196.
11. 天野正治, 編, 『ドイツの異文化間教育』, 玉川大学出版部, 1997, p.370-416.
12. 同上書, pp.370-371.
13. 同上書, p.371.
14. Stein, G., Schulbuch, in: Lenzen, D.(Hrsg.), *Enzyklopädie Erziehungswissenschaft*, Bd.4, Methoden und Medien der Erziehung und des Unterrichts, Stuttgart 1985, S.582.
15. Merzyn, G., *Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht*, Kiel 1994.

資料：分析した教科書

1. D.Kraft.u.(Hrsg.), *Pustelblume*, 1-4, Schroedel, 2004 u.a..
2. R.Meier (Hrsg.), *Mobile*, 1-4, Westermann, 2006 u.a..
3. W.Khun (Hrsg.), *Kuhn Physik*, 1-2, Westermann, 2006 u.a..

IV. 理科の教科書

4. F.Bader (Hrsg.), *Physik*, Sek I-II, Schroedel, 2006 u.a..
5. W.Bredthauer, u.a. (Hrsg.), *Impulse Physik* 1-2, Klasse8-10, Klett, 2001 u.a..
6. G.Haala, u.a., *Natura, Biologie für Gymnasien*, 5/7-8/9, Klett, 2003 u.a..
7. W.Eisner, u.a., *elemente chemie*, Klett, 2007.

(大高 泉)