

# スイス—ドイツ語圏ベルン邦—のギムナジウムにおける物理教育

田中 賢二

スイス—ドイツ語圏ベルン邦—のギムナジウム（通算呼称で第9～12学年）における物理教育の現状を、いわば学校教育法、同施行規則、学習指導要領などから、明らかにした。ギムナジウムにおける物理教育の教科の種類や性格（目標）などは、そもそも大枠では、学校調整に関する邦間の協定（学習指導要領の大綱）に従っていること、一方、具体的な授業時間数や内容からは、第10学年と第11学年で分岐するが、最低でも3年間、週授業時間数合計で6時間、学ばれること、物理の3教科（基礎、重点、補充教科）の違いは、履修学年、授業時間数、目標だけでなく、最後の学習内容、現代物理の範囲と程度、その他の分野という内容の違いに、現れていることを明らかにした。

Keywords：スイス連邦，ドイツ語圏，ベルン邦，ギムナジウム，物理教育

## I. はじめに

既に、筆者は、ドイツについては第二次世界大戦以前において世界をリードしてきた伝統を背景にもつ（西）ドイツにおける物理教育の現代化<sup>1)</sup>など一連の研究を行ってきた。ほぼ40年を経て、東ドイツ（ドイツ民主共和国Deutsche Demokratische Republik）は、邦（Land）を復活し、西ドイツ（ドイツ連邦共和国Bundesrepublik Deutschland）に編入する形で、ドイツ統合（1990）を達成したが、この旧東ドイツ地区のチューリンゲン邦に焦点を当て、いわゆる西ドイツ化のもと、8年制ギムナジウムの物理教育の現状<sup>2)</sup>も明らかにした。

ドイツ語圏であるオーストリア（オーストリア共和国Republik Österreich）の前期中等教育段階における物理教育については、初等教育段階の教科「事象教授」との関連<sup>3)</sup>を、また、前期中等教育段階のハウプトシューレにおける物理カリキュラムの変化<sup>4)</sup>も、明らかにしてきた。加えて、オーストリアとスイス（スイス連邦Schweizerische Eidgenossenschaft）とに挟まれたドイツ語を公用語とするミニ国家・リヒテンシュタイン（リヒテンシュタイン侯国Fürstentum Liechtenstein）については、初等中等教育段階における科学教育の現状<sup>5)</sup>も、明らかにしてきた。

引き続き、本稿の具体的な目標は、スイス—ドイツ語圏ベルン邦（Kanton）—に焦点を移し、ギムナジウム（通算呼称で第9～12学年）における物理教育の現状を、いわば学校教育法、同施行規則、学習指導要領<sup>6～10)</sup>などから、明らかにすることである。

ちなみに、スイス—ドイツ語圏ベルン邦—における初等科学教育と前期中等教育段階における科学教育との現状は、既に、前稿<sup>11, 12)</sup>で、明らかにしている。

なお、スイスのベルン（フランス語読みでベルヌ）邦（面積で東京区部、人口で仙台に相当）は、26邦からなるスイス連邦の首都かつ邦都ベルン市（面積で足立区、人口で台東区に相当）を有し、人口・面積で第2の邦であり、フランス語圏地区が一部あるものの、ドイツ語圏の邦とみなされている。

## II. 枠組み (Rahmen)

スイス連邦憲法によれば、スイスが26の邦からなる連邦国家であること（1条）、ドイツ語を含み4つの国語があること（4条）、学校制度は邦の権限であること（62条）を、確認できる。

26邦は協定（学校調整に関する邦間協定Konkordat über die Schulkoordination）を結び、学

校制度の調整を行っており、義務教育年限を9年、大学入学資格であるマトゥーラ試験まで12ないし13年などを定めている。

II. 1. 学校制度 (Schulwesen)

ベルン邦の学校制度は、633制、前期中等教育段階から分岐するフォーク型である。義務教育9年間にわたり通学するベルン邦の学校は国民学校 Volksschule と称されるが、初等教育段階6年間の学校を初等学校 Primarschule と称することもあり、前期中等教育段階の3年間は、実科学校 Realschule (コース) と中等学校 Sekundarschule (コース) などに分かれている (ともに5割程度が在学)。

表1は、ベルン邦・ギムナジウム (Gymnasium) のいわば学校教育法—Gesetz über die Maturitätsschulen (MaSG) マトゥリテート・シューレ法—の第2条目的、第4条教育課程、第5条期間、学習指導要領である。

表1 ベルン邦・ギムナジウム(マトゥリテート・シューレ)の目的、教育課程、期間、学習指導要領

<p>第2条 目的</p> <p>1 マトゥリテート・シューレは、後期中等教育段階の普通教育学校である。</p> <p>2 マトゥリテート・シューレは、基礎的な普通教育を行い、大学入学や高等教育段階の他の教育機関入学の準備をととのえる。</p> <p>...</p> <p>第4条 教育課程</p> <p>1 マトゥリテート・シューレは、連邦の相互承認規定を充たし連邦で認められた教育課程を提供する。</p> <p>2 邦はバイリンガル・マトゥリテートを薦めている。</p> <p>3 邦行政府は規則によって詳細を定める。</p> <p>第5条 期間、学習指導要領</p> <p>1 マトゥリテート取得までの教育課程は4年間である。国民学校の第9学年におけるギムナジウム教育で始まる。</p> <p>2 義務教育年齢でのギムナジウム教育の特別規定は、国民学校学習指導要領の枠内で教育長によって出される。</p> <p>3 マトゥリテート・シューレ学習指導要領は、連邦と邦との規定に従い、学校委員会によって出される。教育長による承認を必要とする。</p>
--

後期中等教育段階に属す学校、ギムナジウム (同年齢の2割程度が在学) は、法的には Maturitätsschule マトゥリテート・シューレ (Matura マトゥーラ, Maturität マトゥリテート: 大学入学資格を授与できる学校) と呼ばれている。マトゥーラ取得までは4年間であるが、最初の1年間は中等学校 (コース) の中で行うことで、いわば最終試験でもあるマトゥリテート試験までを計12年間に定

めている。

学習指導要領は、学校協定 (Schulkonkordat : 学校調整に関する邦間協定 Konkordat über die Schulkoordination) に基づいて各邦への勧告として作られた規定や学習指導要領の大綱 (Rahmenlehrplan) に従うことを、明示している。

表2が、スイス連邦・ギムナジウム・学習指導要領 (大綱) の序である。統一と現代化とをねらいとしていることがわかる。

表2 スイス連邦・ギムナジウム・学習指導要領 (大綱) の序

<p>序</p> <p>ギムナジウムは、古くからあり変化のない伝統を有する学校形態であるばかりでない。邦を越えて、国を越えたり部分的に国際的に合致した枠で、展開してきた学校形態でもある。</p> <p>それゆえに、スイス連邦の学習指導要領大綱が今初めて公示されることを、不思議に思うかもしていない。数百年以来、ギムナジウムの目標と教科基準を規定してきた成熟証の相互承認ルールは、一部、補足として役立つだろう。「未来の中等学校」に関する議論 (1972) 以来、ギムナジウム教育の目標と内容を全体としても部分としても規定する必要を、強めてきた。</p> <p>今や教育長会議によって公表された学習指導要領大綱は、能力あるギムナジウム教員や専門家の強力で広範な協力でもってのみ、作られ得た。彼らと、スイスギムナジウム教員連合とに、協力と積極的な関与に関して、心から感謝したい。教育長会議の管轄部局として先導し決着をもたらしてきた教育長会議のギムナジウム委員会にも、ルテェルンの研修センターにも、もとより、感謝を捧げる。</p> <p>学習指導要領大綱は1970年の学校協定の第3条に明示的に基づいている。教育長会議は、協定の機関としてその機能でもって、作成決議してきた。公的な「全邦にわたされる勧告」としてある。その具体化は、その後、第一に、邦と学校の義務である。</p> <p>新学習指導要領大綱と将来の新成熟証基準とでもって、スイスのギムナジウムは、初めて、統一的なイメージを得たといえる。そして、現代のマトゥリテート・シューレ学習指導要領の現代的な発展を促すのに、協力することになる。</p> <p>1994 ベルン、スイス・各邦教育長会議、議長 Peter Schmid Moritz Arnet</p>
--

表3は、ベルン邦・ギムナジウム (マトゥリテート・シューレ) のいわば学校教育法施行規則—Maturitätsschulverordnung (MaSV) マトゥリテート・シューレ規則—第10節マトゥリテート試験に関する第30条受験の前提、第33条受験範囲、第34条受験教科、第36条筆記試験と実技試験、第37条口述試験と実技試験、第39条平常点、試験の点数、マトゥリテートの評点、第40条マトゥーラ論文、第

41条結果の確定, 第42条マトゥリテート証書である。

表3 ベルン邦・ギムナジウム（マトゥリテート・シュレ）のマトゥリテート試験に関する受験の前提, 受験範囲, 受験教科, 筆記試験と実技試験, 口述試験と実技試験, 平常点, 試験の点数, マトゥリテートの評点, マトゥーラ論文, 結果の確定, マトゥリテート証書

<p>X. Maturitätsprüfungen 第10節 マトゥリテート試験</p> <p>第29条 日程 ...</p> <p>第30条 受験の前提</p> <p>1 学校に少なくとも最終学年は在学し、評価可能なマトゥリテート論文を終了している生徒に、受験の許可が与えられる。</p> <p>2 試験に合格しなかった受験生は、最後の1年間の授業を繰り返すことのみで、母校か他の学校で、2回目の試験を受けることができる。</p> <p>3 スイスで認められたマトゥリテート試験を2度も合格しなかった者は、もはや受験を許可されない。</p> <p>第31条 受験料 ...</p> <p>第32条 受験日欠席 ...</p> <p>第33条 受験範囲</p> <p>1 試験は、受験生が一般大学成熟証を受領できるものかどうかを、確かめる。</p> <p>2 試験内容は、マトゥリテート委員会との調整の下、学校の学習指導要領に基づき決定する。学校は、受験生に受験内容と教科群の場合は教科とを知らせる。</p> <p>3 試験は、最後の2年間の授業を大切にする。一方で、論理的・直感的・アナロジー的思考の能力、他方で、基本的な知識・能力・技能の修得が検査される。</p> <p>4 筆記試験でも口頭試験でも、受験生の明確な言語表現に、注意を向けられる。</p> <p>5 教科群から受験教科が出される場合には、試験に際して全ての教科が割合に応じて配慮されるべきである。総合的な試験が望ましい。</p> <p>第34条 受験教科</p> <p>1 マトゥリテート試験は次の5教科が対象である。</p> <p>a 学校の第一言語（ドイツ語かフランス語）</p> <p>b 邦の第二言語（フランス語かドイツ語）</p> <p>c 数学</p> <p>d 重点教科</p> <p>e 学校管理指導によって定められた教科から、生徒の選択による1教科ないし1教科群</p> <p>2 残りの（マトゥリテート）教科は受験対象にされない。</p> <p>第35条 実施 ...</p> <p>第36条 筆記試験と実技試験</p> <p>1 受験教科全てで、筆記か実技試験がなされる。</p> <p>2 第一言語と数学との筆記試験は4時間、その他は2～4時間である。マトゥリテート委員会は教科ないし教科群当たりの受験時間を決める。</p>	<p>3 試験担当教員と専門委員は、教員の提案の基に、協力して、筆記試験問題を作る。統一できない場合には、専門委員が問題の選択を行う。その専門委員が当該学校その専門委員が当該学校の関係者であれば、マトゥリテート委員会委員長が、公正な勧告を、必要に応じて、行う。</p> <p>4 教員が採点し、評点案に添えて専門委員に届ける。評価を統一できない場合には、専門委員長が決定し、専門委員長が関与していない時には、マトゥリテート委員会委員長によって指名された中立委員が決める。</p> <p>第37条 口述試験と実技試験</p> <p>1 マトゥリテート委員会は、どの教科を口述か実技で付加的に試験するかを決める。試験時間は15か20分にする。</p> <p>2 口述ないし実技試験は、専門委員の同席のもと教員によって担当される。専門委員が参加し、試験時間内に、付加的に受験生を評価する。</p> <p>3 口述試験と実技試験は、専門委員によって評語で採点される。</p> <p>第38条 不正行為 ...</p> <p>第39条 平常点, 試験の点数, マトゥリテートの評点</p> <p>1 半期毎の評点と筆記試験あるいは実技ないし口述試験の点数は0.5刻みであり、最良6から1である。4未満が良くない成績である。</p> <p>2 平常点は、教科ないし教科群の全てについて、最後の2半期の評点合計の算術平均である。</p> <p>3 平常点は以下の教科で決められる、つまり、</p> <p>a. 7基礎教科分野：ドイツ語／フランス語／第3言語／数学／自然科学、つまり生物・化学・物理を同じウエイトにして／人文・社会科学、つまり経済入門法律を考慮して地理歴史／造形ないし音楽</p> <p>b. 重点教科, 教科群であれば教科全てを同じウエイトにして</p> <p>c. 補充教科</p> <p>第8条3項は該当しない。この場合には平常点が基礎教科分野の部分について最後の2半期の評点合計の算術平均である。</p> <p>4 試験の点数は、筆記と口述との算術平均である。筆記しか行われなない場合には筆記試験の点数となる。</p> <p>5 34条第1項に従う受験教科のマトゥリテート評点は、0.5刻みに丸められた平常点と試験の点数との算術平均である。0.25と0.75は丸められる。残りの受験教科でない教科では、マトゥリテート評点は、0.5刻みに丸められた平常点となる。0.25と0.75は丸められる。</p> <p>6 その他の教科では、邦のマトゥリテート委員会が判断する。</p> <p>第40条 マトゥーラ論文</p> <p>1 評点でもって評価される。</p> <p>2 評点は、筆記的に提出あるいは論評された論文と口述でのプレゼンテーションと口述でのプレゼンテーションとの総合評価から得られる。</p> <p>3 標題と得られた評点とはマトゥリテート証書に記載される。</p>
---	--

第41条 結果の確定

- 1 平常点と試験の点数とは評点表に、マトゥリテートの評点は「マトゥリテート試験結果」に、記入される。試験担当教員と専門委員、校長が、記入事項の正当性を、署名をもって示す。
- 2 マトゥリテート試験は9教科において以下の場合に合格である、つまり、
  - a. 4未満の評点のズレ合計の2倍が4以上の評点のズレ合計より大きくない場合、かつ
  - b. 4未満の評点が3つを越えない。
- 3 試験終了毎に、専門委員や試験担当教員からなるマトゥリテート委員会の代表の会が開催される。最後の会で、この規定に従って試験結果が出しうるかどうかが確定する。
- 4 最終の会の後で、校長は結果をマトゥリテート委員会の名をもって、書面で確定する。
- 5 受験生は、試験修了後に各試験の点数や採点された試験を閲覧できる権利を有している。
- 6 学校は試験記録を10年間保管する。

第42条 マトゥリテート証書

- 1 マトゥーラ相互承認規則の20条に従う書式でもってマトゥリテート証書を発行する。
- 2 証書は教育長、マトゥリテート委員会委員長、校長によって、署名される。

ギムナジウムの最終試験であり大学入学資格取得試験であるマトゥリテート試験に関する詳細、いわば卒業論文、平常点、試験の点数などが定められている。

授業結果である最終学年の平常点として対象になるのは、12教科（ドイツ語、フランス語、第3言語、数学、生物、化学、物理、経済・法律入門を含む地理と歴史、造形ないし音楽、重点教科、補充教科）、マトゥリテート受験教科として筆記か実技ないし付加的に口述試験対象になるのは、5教科（ドイツ語、フランス語、数学、重点教科、第3言語か補充教科）である。教科物理、自然科学の諸教科が他の教科に比べて、重視されているものでない。

なお、後期中等教育段階には、職業教育にかかわる3ないし4年制の諸学校として、ディプローム・ミッテルシューレ Diplommittelschule 3年制、商業ミッテルシューレ Handelsmittelschule 3年制、職業マトゥリテート・シューレ Berufsmaturitätsschule 4年制などがある。

II. 2. 学習指導要領・週授業時間数 (Lektionentafeln)

表4は、ベルン邦ドイツ語圏・第9～12学年ギムナジウム教育課程・学習指導要領 LEHRPLAN für den GYMNASIALEN BILDUNGSGANG vom 9. bis 12. Schuljahr im deutschsprachigen Teil des Kantons Bernの冒頭部分である。

表4 ベルン邦・ギムナジウム・学習指導要領 冒頭

ベルン邦教育長は、1995年9月12日のマトゥリテート・シューレ法5条に従い、定める。

1. この学習指導要領は、ベルン邦ドイツ語圏において、第9学年でギムナジウムコースを持つ邦立国民学校、邦立ギムナジウム、成人用邦立ギムナジウム、援助金交付私立ギムナジウム、邦認可マトゥーラを出す私立ギムナジウムのギムナジウム教育課程を定める。
2. 学習指導要領は、以下のように適用開始する。つまり、
  - 第9学年：2006年8月1日
  - 第10学年：2007年8月1日
  - 第11学年：2008年8月1日
  - 第12学年：2009年8月1日
3. 以下の命令は2006年8月1日をもって無効となる。つまり、
  - a) 第9学年でのギムナジウムコースの授業、邦のドイツ語圏、1996
  - b) ギムナジウム課程への移行課題、1996
  - c) 邦の学習指導要領の施行に応じて、学年進行で、教育長が認めた邦のドイツ語圏ギムナジウム及び援助金交付私立ギムナジウムの学習指導要領

ベルン2005年7月29日 教育長 Mario Annoni

このベルン邦・ギムナジウム・現行（新）学習指導要領は2006年度から3年間の年次進行で完全実施に移されてきていること、旧学習指導要領が1996年であったことを、確認できる。

ベルン邦・ギムナジウムの週授業時間表は、表5である。なお、時数は前期後期の平均として示されている学年毎の週授業時間であるので、0.5刻みとなる。

次のような様々な配慮がされている。

- 1) 連邦基準（マトゥーラ相互承認規則）を満たす。
  - ・重複禁止：基礎教科を同時に重点教科として選択すること、重点教科（あるいは重点教科の一部として選択された教科）を、同時に補充教科として選択すること。

・分野の重み（割合）：表6参照。

- 2) 受験可能教科の同等性を保証する。（選択分野の教科を除き）計6時間以上。

- 3) 教科の協力を推進する。

言語、自然科学また人文・社会科学における諸教科の協力を支援する為に、分野内の各教科を可能な限り同一時間数。

表5 バルン邦・ギムナジウムの週授業時間表

Schuljahr 学年	9 学年	10 学年	11 学年	12 学年	
Stufenbezeichnung 学年名称	Quarta 4級	Tertia 3級	Sekunda 2級	Prima 1級	Total 計
Teil A: Fachbereiche nach MAR A区分：マトゥーラ相互承認規則に従う教科分野				小計 119	
Deutsch (Erstsprache) ドイツ語 (第1言語)	4	4	3	4	15
Französisch (Zweitsprache) フランス語 (第2言語)	4	3	2.5	3	12.5
Englisch od. Italienisch od. Latein (Drittssprache) 英語かイタリア語かラテン語 (第3言語)	3.5	3	3	3	12.5
Zeitanteil Sprachen am MAR-Bildungsgang 言語の時間配分		33.6% (40/119)			
Mathematik 数学	5	3	3	4	15
Biologie 生物	1.5	2.5	2		6
Chemie 化学	1.5	2.5	2		6
Physik 物理	1.5	2	2.5		6
Zeitanteil Mathematik und Naturwissenschaften 数学・自然科学の時間配分		27.7% (33/119)			
Geografie 地理	2	2	2		6
Geschichte 歴史	2	2	2	2	8
Einführung in Wirtschaft und Recht 経済・法律入門		2			2
Zeitanteil Geistes- und Sozialwissenschaften 人文・社会科学の時間配分		13.5% (16/119)			
Bildnerisches Gestalten 造形	2				2
Musik 音楽	2				2
Bildnerisches Gestalten oder Musik 造形か音楽		2	2	2	6
Zeitanteil Kunst 芸術の時間配分		8.4% (10/119)			
Schwerpunktfach 重点教科		4	5	5	14
Ergänzungsfach 補充教科			2	3	5
Maturaarbei マトゥーラ論文				1	1
Zeitanteil Wahlbereich 選択分野の時間配分		16.8% (20/119)			
Teil B: Weiterer Unterricht B区分：その他の授業				小計 19	
Sport スポーツ	3	3	3	3	12
Religion/Lebenskunde 宗教/生活科	1				1
Schullektionen 学校裁量		1	2	3	6
Informations- und Kommunikationstechnologien 情報コミュニケーション技術	*	*			
必修授業時間数合計 (A区分+B区分)	(119+19)	33	36	36	138

Legende 注

(\*)：9・10学年において学校は独自の計画に従い情報コミュニケーション技術ICTの必修的な入門を提供する。

学校裁量の最高6時数から学校は少なくとも4の必修的な授業を定めて、指示を行う。追加注：このうち第12学年の3は、最低でも2を重点教科に配当する。

Wahlbereich 選択分野

ギムナジウムの第2学年(10学年)開始時に、生徒は選択分野から1つの重点教科を選ぶ。

以下の教科か教科群から選ぶ。つまり、ラテン語、ギリシャ語、英語、イタリア語、スペイン語、ロシア語、物理と数学応用、生物と化学、経済と法律、哲学/教育学/心理、造形、音楽。

ギムナジウムの第11学年開始時に、最後の2年間に対して、重点教科に加えて生徒は1つの補充教科を選ぶ。

以下の教科か教科群から選ぶ。つまり、物理、化学、生物、数学応用、歴史、地理、哲学、宗教、経済と法律、教育学/心理、造形、音楽。

また、ギムナジウムの教育課程の選択分野には、論文がある。ギムナジウム教育の修了時に、全ての生徒は、より大きな自主的筆記論文が筆記的に解説された論文を作成し、口頭で演示することになる。学校が、手続きと発表会と定める。

表6 ギムナジウム週授業時間数の分野別割合—基準と実際—

分野	連邦基準に従う許容幅% Vorgabe nach MAR	バルン邦の実際% Zeitanteile effektiv
1 言語	30 ~ 40	33.6
2 数学・自然科学	20 ~ 30	27.7
3 人文・社会科学	10 ~ 20	13.5
4 芸術	5 ~ 10	8.4
5 選択 (重点・補充教科, 論文)	15 ~ 25	16.8
計	100 (80 ~ 125)	100.0

### Ⅲ. ギムナジウムにおける物理教育

教科物理は、初等教育段階（初等学校）にも、前期中等教育段階、履修言語（フランス語、英語、イタリア語、ラテン語の履修の有無や時数）と選択授業のミッテルシューレ準備（上級の学校進学準備）授業の有無で違いのある実科学校と中等学校にも、登場しない。これら両教育段階の科学教育は、筆頭教科である自然-人間-共同社会（Natur-Mensch-Mitwelt）の中の科目理科（Naturkunde）で行われている。

#### Ⅲ. 1.3 タイプ・教科

ギムナジウムにおける教科物理には、基礎教科・重点教科・補充教科の3つが準備されている。それぞれの開設学年、授業時間数などをまとめ、表7に示した。

ギムナジウムにおける物理教育は、3タイプであり、第10学年と第11学年で分岐する。つまり、第9学年では、基礎教科として全員が共通して学ぶ（週1.5時間）。第10学年進級時に、そのまま、基礎教科として学ぶか、あるいは、重点教科に替えて、数学応用と関連させ、後3年間、最終第12学年まで学ぶか（ $1.5+14/2+a = \text{計} 8.5+a$ ）を決める。次に第11学年進級時に、そのまま、基礎教科として学んできたが、後1年間、第11学年を最後にして、第12学年では学ばない（ $1.5+2+2.5 = \text{計} 6$ ）か、補充教科に替えて、後2年間、最終第12学年まで学ぶ（ $1.5+2+2+3 = \text{計} 8.5$ ）かを決める。つまり、4年間のギムナジウムにおける物理教育は、最低でも基礎教科として3年間にわたり週授業時間数の合計で6時間、学ばれることになる。

マトゥリテート試験との関係で言えば、基礎教科物理は、第12学年で授業がないので平常点としても関係しない。重点教科物理は、受験教科である。補充教科物理は選択によっては受験教科になる。

なお、重点教科物理は、「物理と数学応用」の物理分野を指し、総合部分は物理分野と数学応用分野の両方に含まれるとみなされている。

### Ⅲ. 2. 目標（Richtziele）

表8は、スイス連邦・ギムナジウム・学習指導要領（大綱）における教科物理の目標である。

Richtziele目標は、Grundkenntnisse基礎知識、Grundfertigkeiten基礎能力、Grundhaltungen基礎態度からなっている。項目数は、順に、5・8・5である。

表9は、ベルン邦・ギムナジウム・学習指導要領における教科物理の目標である。

大綱の場合のRichtziele目標では、Grundkenntnisse基礎知識、Grundfertigkeiten基礎能力、Grundhaltungen基礎態度の3区分であったが、ベルン邦・ギムナジウム・物理の3教科とも、Richtziele目標はKenntnisse / Fertigkeiten知識／能力とHaltungen態度の2区分にしている。基礎教科では項目数が、順に4・3である。

スイス連邦・ギムナジウム・学習指導要領（大綱）における教科物理の目標（表8）、ベルン邦・ギムナジウム・学習指導要領における基礎教科物理の目標（表9）において、同じ部分にはそれぞれ下線を付した。同一部分は多くなく、区分数や項目数は異なるが、しかし、全体としては、目標においてベルン邦は大綱に従っていることを教えてくれる。

基礎教科、重点教科、補充教科における目標における対比、以下の部分から、教科の性格を教えてくれる。重点教科の知識／能力では、「- 現実の解釈と把握とにモデルを意識的に導入する / - 現代のコミュニケーション、医学診断法など、様々な技術分野へ洞察を向ける / - 獲得した知識を新しい問題解決に使う / - 微分方程式を使って簡単な問題を表現し解法する」ことまでも、生徒に求めている。態度では、補充教科において「生徒は物理への強力な取り組みによって一般教育を広げ深めようと望み、学際的な問題に向かうことが、期待されている」、重点教科において「- 基礎的能力と知識を自主的な訓練によって確実にする / - 学術的な学習を観察、測定、実験、モデルとの比較によって意識的に追実施する」までも、生徒に求めている。

表7 ベルン邦・ギムナジウムにおける物理の3タイプ・教科

Schuljahr 学年	9 学年	10 学年	11 学年	12 学年	
Stufenbezeichnung 学年名称	Quarta 4 級	Tertia 3 級	Sekunda 2 級	Prima 1 級	Total 合計
1 Grundlagenfach 基礎教科 Physik 物理	1.5	2	2.5	0	6
2 Schwerpunktfach 重点教科 Physik und Anwendungen der Mathematik 物理と数学応用	0	4	5	5+a *	14+a
重点教科の一部 Teilfach eines Schwerpunktfachs 7 Jahreslektionen Physik 物理 7	(1.5)	7 (= 14/2) + a **			計 8.5 + a
3 Ergänzungsfach 補充教科 Physik 物理	(1.5)	(2)	2	3	5 計 8.5

\* 第12学年では、マトゥリテート試験への準備の為に、少なくとも計2時間を加えられる。（学校裁量）

\*\* 重点教科「物理と数学応用」の1つの分野（Teilfach）であり、もう1つの分野「数学応用」との連携必修である。

表8 スイス連邦・ギムナジウム・学習指導要領（大綱）における教科物理の目標

<p><b>Richtziele 基礎目標</b></p> <p><b>Grundkenntnisse 基礎知識</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 物理的基礎現象と重要な技術的応用とを知る、それらの関連を理解する、また、これらの表現に必要な概念を我がものにする。</li> <li>- 物理学的方法を知る（観察、記述、実験、シミュレーション、仮説、モデル、法則、理論）</li> <li>- 簡単な技術的応用を理解する</li> <li>- どのような現象に物理的考察方法を使えるかを、知る</li> <li>- 物理学が変化していることと過去や現在の世界像に影響している様子とを、知る</li> </ul> <p><b>Grundfertigkeiten 基礎能力</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 自然現象と技術過程とを観察し、自分の言葉で表現し、物理的関連を、数学的にも日常用語でも示す</li> <li>- 事実、仮説、観察、解釈、前提、結果とを区別する、新規の中で既知を再発見すると同様に、矛盾と欠陥、関連と一致を認める</li> <li>- 事象を本質的な規模で理解する（還元する）</li> <li>- モデルを考え具体的な状況で使う</li> <li>- 問題を発見し、把握し、分析し、解決に向かう</li> <li>- 簡単な実験を計画し、組立、実施し、読みとり、考察する</li> <li>- 情報教材を扱う</li> <li>- 一人で、そして、仲間で学習する</li> </ul> <p><b>Grundhaltungen 基礎態度</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 自然と技術とに対する好奇心、興味と理解力を育む</li> <li>- 他の教科との関連を認め、対応した知識を使う</li> <li>- 責任感をもって振る舞い、必要な知識を習得する</li> <li>- 自然、経済、社会への自然科学的な認識の適用結果を考察する</li> <li>- 物理学的問題状況に、精確に体系的に取り組む</li> </ul>
--

なお、表9ベルン邦・ギムナジウム・学習指導要領における教科物理の目標と同じ部分に、下線を付した。

表9 ベルン邦・ギムナジウム・学習指導要領における教科物理の目標

<p><b>Physik, Grundlagenfach 物理, 基礎教科</b></p> <p>1.2 Richtziele 基礎目標</p> <p>1.2.1 Kenntnisse / Fertigkeiten 知識 / 能力</p> <p>ギムナジウムの生徒は、自然現象と日常の<u>重要な技術的応用とを知り、それらの関連を理解し、これらの表現に必要な概念を我がものにする。</u></p> <p>ギムナジウムの生徒は、感覚によって把握できる現象の物理学的モデルとその定量的記載の為に重要な数学的方法とを知る</p> <p>ギムナジウムの生徒は、20世紀の物理学に適切で簡単な洞察を得る</p> <p>ギムナジウムの生徒は、<u>物理学的方法の知識を学ぶ、つまり、</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>簡単な実験を一人そして仲間で組立、実施し、読みとり、考察する</u></li> <li>- 物理量間の様々な依存性を把握し、この関係の結果を認める</li> <li>- 簡単な問題の解法に際して、記号、単位、数学公式を正確に扱う</li> <li>- 物理と一般自然科学の知識源として様々なメディア情報手段を使う</li> </ul> <p>1.2.2 Haltungen 態度</p> <p>ギムナジウムの生徒は、<u>自然と技術とに対する好奇心・興味と理解力を育む</u></p> <p>ギムナジウムの生徒は、<u>他の教科との関連を認め、対応した知識を使う</u></p> <p>ギムナジウムの生徒は、<u>自然科学的認識・発展と社会・環境との相互関連と影響を、自分の行為において、責任感をもって考察する</u></p>
<p><b>Physik, Ergänzungsfach 物理, 補充教科</b></p> <p>1.2 Richtziele 基礎的目標</p> <p>1.2.1 Kenntnisse / Fertigkeiten 知識 / 能力</p> <p>補充教科は基礎教科の知識と能力を深め広める。</p> <p>1.2.2 Haltungen 態度</p> <p>態度は基礎教科のそれを基盤にする。</p> <p>補充教科の生徒は物理への強力な取り組みによって一般教育を広げ深めようと望み、学際的な問題に向かうことが、期待されている。</p>
<p><b>Physik und Anwendungen der Mathematik, Schwerpunktfach Teil Physik 物理と数学応用, 重点教科, 物理分野</b></p> <p>1.2 Richtziele 基礎的目標</p> <p>1.2.1 Kenntnisse / Fertigkeiten 知識 / 能力</p> <p>知識と能力は基礎教科のそれを基盤にする。</p> <p>更に、以下の知識と能力が獲得される。:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 現実の解釈と把握とにモデルを意識的に導入</li> <li>- 現代のコミュニケーション、医学診断法など、様々な技術分野へ洞察を向ける</li> <li>- 獲得した知識を新しい問題解決に使う</li> <li>- 微分方程式を使って簡単な問題を表現し解法する</li> </ul> <p>1.2.2 Haltungen 態度</p> <p>態度は基礎教科のそれを基盤にする。</p> <p>生徒は、期待される</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 基礎的能力と知識を自主的な訓練によって確実にする</li> <li>- 学術的な学習を観察、測定、実験、モデルとの比較によって意識的に追実施する</li> </ul>

なお、表8スイス連邦・ギムナジウム・学習指導要領（大綱）における教科物理の目標と同じ部分に下線を付した

Ⅲ. 3. 内容 (Grobziele, Inhalte)

スイス連邦・ギムナジウム・学習指導要領 (大綱) における教科物理には、大綱という性格上、具体的な内容は指示されていない。一方、ベルン邦・ギムナジウム・学習指導要領における教科物理の内容は、

目的 (Allgemeine Bildungsziele) や目標 (Richtziele) に引き続き、表10のように指示されている。内容である具体的なねらい (Grobziele) と内容項目 (Inhalte) を、そして、内容項目の括弧内に事例的な事項を示している。

表 10 ベルン邦・ギムナジウム・学習指導要領における教科物理の内容

Grobziele ねらい	Inhalte 内容項目
<b>基礎教科</b>	
第9学年	
Teil Hydro- und Aerostatik 流体静力学と空気静力学 メートルの歴史的定義とキログラムの定義とを知る 大きさと向きとをもった量として力を理解する  物質の基礎的な特性として密度を知る	地球の大きさに基づくメートルの定義 国際キログラム原器 バネばかり (フックの法則) 質量と重量との区別 固体液体気体や様々な物質の密度を決める 様々な単位で密度の計算をする パスカルとバールの単位で圧力計算をする 固体の圧力
圧力の現象と定義を知り、量間の関係をグラフで示す  液体と気体とにおける浮力を明らかにし、計算する	(針, 雪靴…) 液体の圧力: フラスコ, 重さ, 静流体パラドックス (水圧, 血圧, ポンプ, 弁…) 気体の圧力: 大気圧とその測定, 大気圧の高度依存性 (水の気圧計, 大気構造, マグデブルグの半球, 吸盤, 釣鐘型潜水具…) 温度一定での圧力と体積の関連 アルキメデスの原理 (船, 浮きばかり, 気球, 潜水艦, 浮き袋, 浮沈子…)
Teil Optik 光学 光線の特性を知る  光学レンズ, その特性と応用とを知る  事例でもって法則, 像, レンズの式を応用する  幾つかの光学機器の機能を理解する	直線伝搬, 逆進性, 影絵, カメラ, 触 (月の形, 食, 光速…) 反射と分散, 平面鏡での反射, 像 (球面鏡での反射…) 2つの媒質界面での屈折, 全反射 (並行板, プリズム, 導光管, スペクトルの色, 虹…) 収斂レンズ, 分散レンズ, 焦点距離, 実像と虚像とそれらの作図 式として法則の演繹と応用 レンズの公式の演繹と応用 日常の様々な応用と機器とについて議論 (写真機, 目の構造と機能, 眼鏡, ルーベ, 望遠鏡, 顕微鏡, フレネルレンズ…)
第10学年	
物理学が何かを悟り, 大きな枠で学問としての物理学の歴史を知る  S I 単位系の基本単位とその定義とを知る	他の自然科学や数学との比較からも, 物理学の特性と特異性 古代の物理学 (ミレトスのターレス, ゼオン, アリストテレス…) 古典物理学と世界像 (プトレマイオス, コペルニクス, ガリレイ, ケプラー, ニュートン, ファラデー) メートル, キログラム, ケルビン, モル (アンペアは第11学年で扱われ, カンデラは無視されてよい)



<p>Teil Mechanik 力学 直線運動を示し、グラフを描き、計算する</p> <p>動力学の基礎を理解する</p> <p>仕事、エネルギー、仕事率の意味を知り、応用する</p> <p>重力の現象を知り、簡単な問題を解く</p>	<p>距離、速度、加速度、また、等加速度運動におけるそれらの関係 慣性と力、また、質量と加速度とのそれらの関係 ニュートンの公理 (力の加算減算、重力、抗力、バネの力…) 加速の仕事、持ち上げの仕事、摩擦の仕事 運動エネルギーと位置エネルギー、内部エネルギー エネルギー保存則 重力、重力定数 (重力場、星の軌道、ケプラーの法則)</p>
<p>Teil Warmelehre 熱学 エネルギー形態として熱を認め、理解する</p> <p>熱、エネルギー、仕事の間を関係を認め、理解する</p>	<p>温度、熱量 熱の移動(伝導、対流、放射) 集合状態と相変化 熱学の第1, 2法則の現象論的扱い、エネルギー保存、永久機関、効率 (熱機関の原理と熱ポンプ、エネルギーの問題、家庭でのエネルギー、更新可能なエネルギー、温室効果…) 11学年の内容に従い20世紀物理学の一分野を既に扱われてよい</p>
<p>第11学年</p>	
<p>大きな枠で学問としての物理学の歴史を知る</p>	<p>経済・文化・社会発展への物理学の影響 (ファラデー、マクスウェル、アインシュタイン、ハイゼンベルグ、ファイマン、ホーキング…)</p>
<p>Teil Elektrizitätslehre 電気学 静電気概念を知りこれでもって簡単な計算をする 簡単な配置での電場を描き、計算する 簡単な直流回路を描き、計測し、計算する 電流の強さと磁場との関係を理解する 日常において電気を扱う際、基礎的な知識を使う</p>	<p>電荷、素電荷、クーロン力 ファラデー、電場、電圧、容量</p> <p>電流の強さ、電圧、抵抗、オームの法則 動電荷、ローレンツ力(電動機、発電機) 日常の電気(安全、接地、安全器、プラグ、テストライトスイッチ…)</p>
<p>Teil Wellenlehre 波動 運動形態として振動を理解する 強制振動の現象を理解する 波の現象を認め、描く</p>	<p>振動: 周期、振動数、歪み 励起振動、固有振動、共鳴 連結振動 波: 波長、振動数、並進速度 波の式 横波と縦波 簡単な干渉現象</p>
<p>Teil Moderne Physik 現代物理 20世紀物理学の分野から少なくとも1つの分野の知識を得る</p>	<p>核物理学(放射性崩壊、核融合、核分裂…) 量子物理学(物質波、二重スリット、放射スペクトル…) 相対性理論(同時性、エーテルの存在否定、ローレンツ短縮…)</p>

補充教科	
第 11 ~ 12 学年	
力学, 電気学, 波動, 現代物理の分野における基礎教科物理の様々なねらいの深い知識を持つ	Teil Mechanik 力学 運動量, 円運動 Teil Elektrizitätslehre 電気学 誘導, 交流 Teil Wellenlehre 波動 干渉, 調和振動 Teil Moderne Physik 現代物理 20 世紀物理学の一分野の発展と補充 (核物理学, 量子物理学, 相対性理論)
物理の方法を使い, 学際的な思考方法を習得する	適当なテーマの 1 つ以上の扱い, 例えば, 天文学, 物理学と哲学, エネルギー問題, 音響学と音楽, 色の理論, 光学の応用, 放射性, 物理学の歴史, 微分方程式, エレクトロニクス, 空気力学, 生物物理学

重点教科	
第 10 学年	
Teil Mechanik: 力学 ニュートン力学の深い知識を持つ  物理学の基礎的原理としてエネルギー保存と運動量の保存との知識を学ぶ 剛体の簡単な回転運動の特性を理解する 重力の現象を理解し, 簡単な計算をする	慣性系, 相対性原理, 運動の重なり, 円運動, 運動量, 運動量の保存則 保存則による動力学的現象の記述  トルク, 慣性モーメント (回転エネルギー, 平行軸定理…) 重力場と重力ポテンシャル, 簡単な衛星軌道と惑星軌道
Teil Wärmelehre: 熱学 熱学, とりわけ理想気体と熱学の主要原理の深い知識を持つ	気体分子運動論, 熱学の第 1 法則を計算で利用, 熱力学的な効率
第 11 ~ 12 学年	
物理学のモデルと理論との意味を認め, 抽象化の能力を育てる  物理学の実験的方法を知り, 応用できる  データ分析法を知り, 応用できる	精選した事例で深く学習, ニュートン力学の限界を議論, 数学的な手段で様々なモデルを記述し, 理解し, 明らかにする, 測定を行い, その精度を論じる 実験の自主的な実施 (クラスを半分にして実習…) 測定誤差, 平均値, 直線回帰, 許容, コンピュータの利用, データの表示, 予想と測定との比較
Teil Elektrizitätslehre: 電気学 場の概念を理解し, 電気磁気現象に応用する  電気の重要な技術的応用を知る 半導体の機能を知る	電場, 容量, キルヒホフの法則 磁場, 誘導, ローレンツ力, 交流 電動機, ダイナモ, 簡単な電気配線 ダイオード (抵抗, エネルギー単位, 半導体, トランジスタ, ソーラーセル…)
Teil Wellenlehre: 波動 干渉の現象を知り, 光を波動現象として認める	ホイヘンスの原理, 干渉, 音響学, ドップラー効果, 時間・場所依存の波の式, 電磁波, 偏光, 回折
Teil Moderne Physik: 現代物理 20 世紀物理学の分野から少なくとも 2 つの分野の深い知識を我がものにする	核物理学 量子物理学 相対性理論 素粒子物理学

<p>Integrativer Teil PAM: 総合 微分方程式の意味を知り、解き、解釈する</p> <p>適当な事例でモデル作成とシミュレーションとを理解する</p>	<p>定数係数の1階か2階線形微分方程式とその利用(運動方程式, ロケットの式, 振動, 放射性崩壊, 衛星軌道, 強制振動, コンデンサーの充放電, 動流体系, 冷却, 静力学平衡) 物理学における数学応用のその他の可能性: データ分析法, 交流理論(複素数), 展開(フーリエ分析, テーラー), ベクトル関数(空間曲線)</p>
--	---

表 11 ベルン邦・ギムナジウムにおける物理3教科の内容の概要(学年, 単元, 時数など)

<p>基礎教科 (第9～11学年) (計6)</p>	<p>重点教科の分野(物理と数学応用, 物理分野) (第10～12学年) (計7 + a = 14/2 + a)</p>	<p>補充教科(第11～12学年) (計5)</p>
<p>第9学年(1.5) Hydro- und Aerostatik 流体静力学と空気静力学 Optik 光学</p>	<p>第10学年 Mechanik: 力学 Warmelehre: 熱学</p>	<p>第11, 12学年 Mechanik 力学 Elektrizitätslehre 電気学 Wellenlehre 波動 Moderne Physik 現代物理</p>
<p>第10学年(2) 物理学史(古典)・単位系 Mechanik 力学 Warmelehre 熱学</p>	<p>第11, 12学年 物理学の理論と分析法 Elektrizitätslehre: 電気学 Wellenlehre: 波動 Moderne Physik: 現代物理 Integrativer Teil PAM: 総合</p>	<p>第11, 12学年 Mechanik 力学 Elektrizitätslehre 電気学 Wellenlehre 波動 Moderne Physik 現代物理 物理学の方法と学際</p>
<p>第11学年(2.5) 物理学史(近代) Elektrizitätslehre 電気学 Wellenlehre 波動 Moderne Physik 現代物理</p>	<p>第11, 12学年 物理学の理論と分析法 Elektrizitätslehre: 電気学 Wellenlehre: 波動 Moderne Physik: 現代物理 Integrativer Teil PAM: 総合</p>	<p>第11, 12学年 Mechanik 力学 Elektrizitätslehre 電気学 Wellenlehre 波動 Moderne Physik 現代物理 物理学の方法と学際</p>

学年, 単元, 時数などに注目して, 物理3教科の内容をまとめれば, 表11のような概要となる。

●おおよその順序は, (静力学→幾何光学→) 力学→(熱学→) 電気学→波動→現代物理である。

●3教科の違いは, 以下のような点にある。

(1) その他の分野

基礎: 第10学年の始めに, 物理学史(古典)・単位系, 第11学年の始めに, 物理学史(近代)。

重点: 第11学年の始めに, 物理学の理論と分析法。

補充: 第12学年の終わりに, 物理学の方法と学際。

(2) 最後の学習

基礎: 先端-現代物理の1つ以上, 核物理学か量子物理学か相対性理論。

重点: 総合-いわば物理数学。

補充: 学際-適当なテーマの1つ以上の扱い, 例えば, 天文学, 物理学と哲学, エネルギー問題, 音響学と音楽, 色の理論, 光学の応用, 放射性, 物理学の歴史, 微分方程式, エレクトロニクス, 空気力学, 生物物理学。

(3) 現代物理の範囲と程度

基礎: 第11学年-核物理学か量子物理学か相対性理論から1つ以上。

重点: 第12学年-核物理学か量子物理学か相対性

理論か素粒子物理学から2つ以上。

補充: 第12学年-核物理学か量子物理学か相対性理論から1つ以上(発展・補充)。

#### IV. おわりに

スイスドイツ語圏ベルン邦-のギムナジウム(通算呼称で第9～12学年)における物理教育の現状を, いわば学校教育法, 同施行規則, 学習指導要領などから, 明らかにした。

教科の種類や性格(目標)などは, そもそも大枠では, 学校調整に関する邦間の協定(学習指導要領の大綱)に従っている。

一方, 具体的な授業時間数や内容からは, 第10学年と第11学年で分岐する, 計3つのタイプが準備されている。つまり, 第9学年は, 全員が基礎教科として履修し, 第10学年進級時に, そのまま, 基礎教科として学ぶか, あるいは, 重点教科に替えて, 数学応用と関連させ, 後3年間, 最終第12学年まで学ぶかを決める。そのまま, 基礎教科として学んできた場合には, 第11学年進級時に, 後1年間, 第11学年を最後にして, 第12学年では学ばないか, 補充教科に替えて, 後2年間, 最終第12学年まで学ぶかを決める。ギムナジウムにおける物理教育は,

最低でも3年間、週授業時間数合計で6時間、学ばれることになる。

物理の3教科(基礎, 重点, 補充教科)の違いは, 履修学年, 授業時間数, 目標だけでなく, 最後の学習内容, 現代物理の範囲と程度, その他の分野という内容(ねらいや内容項目)の違いに, 現れていることを明らかにした。

なお, 本論文は, 第26回物理教育研究大会(平成21年8月4日, 早稲田大学・本庄キャンパス埼玉県本庄市)において口頭発表した内容に, 基づいたものである。

#### 文献

- 1) 田中賢二, ドイツにおける物理教育の現代化に関する研究, 風間書房, 1996年2月, 430頁.
- 2) 田中賢二, 中等教育学校における物理教育—ドイツ・チューリンゲン邦の8年制ギムナジウムの場合—, 日本物理教育学会・物理教育, 49巻6号(2001), 565-575頁.
- 3) 田中賢二, オーストリアの前期中等教育段階における物理教育—初等教育段階の教科「事象教授」との関連—, 岡山大学教育学部・研究集録, 135号(2007), 51-64頁.
- 4) 田中賢二, オーストリアのハウプトシューレにおける物理カリキュラムの改訂, 岡山大学教育学部・研究集録, 137号(2008), 29-38頁.
- 5) 田中賢二, リヒテンシュタインにおける初等中等教育段階の科学教育, 岡山大学教育学部研究集録・133号(2006), 91-102頁.
- 6) Gesetz über die Maturitätsschulen (MaSG) des Kantons Bern, 1995.
- 7) Maturitätsschulverordnung (MaSV) des Kantons Bern, 1997.
- 8) Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK), Rahmenlehrplan für die Maturitätsschulen vom 9. Juni 1994.
- 9) Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK), Reglement über die Anerkennung von gymnasialen Maturitätsausweisen (Maturitäts-Anerkennungsreglement MAR), 1995.
- 10) Erziehungsdirektion des Kantons Bern, LEHRPLAN für den GYMNASIALEN BILDUNGSGANG vom 9. bis 12. Schuljahr im deutschsprachigen Teil des Kantons Bern, 2005.
- 11) 田中賢二, スイス—ドイツ語圏ベルン邦—における初等科学教育, 岡山大学大学院教育学研究科・研究集録, 140号(2009), 55-63頁.
- 12) 田中賢二, スイス—ドイツ語圏ベルン邦—の前期中等教育段階における科学教育, 岡山大学大学院教育学研究科・研究集録, 143号(2010), 1-11頁.