

# カンボジアにおける理科教育

—物理カリキュラムおよび教科書を中心として—

安藤 雅夫 (物理学)

## 1. はじめに

国際教育到達度評価学会によれば、日本の理科教育は、国際比較において到達度の順位が下降している。一方、アジアの諸国では、理科教育に熱心に取り組み、力を伸ばしていることが報告されている<sup>1)</sup>。

このアジアの一国であるカンボジアに2001年2月21日から4月4日にかけて訪問し、理数科カリキュラム・教科書を中心とした分析を行い理科教育の実態を調査したので報告する。

カンボジアはインドシナ半島の南東に位置し、タイ、ラオス、ベトナムと国境を接している。総面積は日本の約1/2で、人口は約1100万人である(18歳以下の人口が半数を超える)。気候は大きく雨季と乾季に分かれ、年平均気温は28.5度である。

近代以降のカンボジアの歴史はフランスによる植民地時代に始まる(1863年から1953年)。このため政治、社会に対してだけでなく科学技術に与えた影響も少なくない。植民地であった近隣の諸国(例えばミャンマー)と比較し、国際単位系(SI単位系)を初めから採用したため日常生活で扱う単位と科学教育で扱う単位が一致しているため混乱がない。その一方で、後述するように、科学用語、科学表記に問題がある。

フランスからの独立後、政権が不安定となり、特に1975年から1978年までのポル・ポト政権はカンボジアに負の遺産を残した。都市の無人化、貨幣の廃止など極端な政策を打ち出し、150万人とも200万人ともいわれる知識人を中心とする大虐殺を行った。そのため、プノンペン大学をはじめとする教育機関での教員(教官)の年齢層は現在20代、30代がほ

とんどで、40代以上の教員はわずかである。

## 2. カンボジアの教育の概観

教育制度は<sup>2)</sup>、1975年以前はフランスになり、学校制度は6-4-2-1制であったが、1975年以降4-3-3制、5-3-3制とめまぐるしく変化し、教育制度改革により、1996年から日本と同じ6-3-3制へと移行した(図1)。

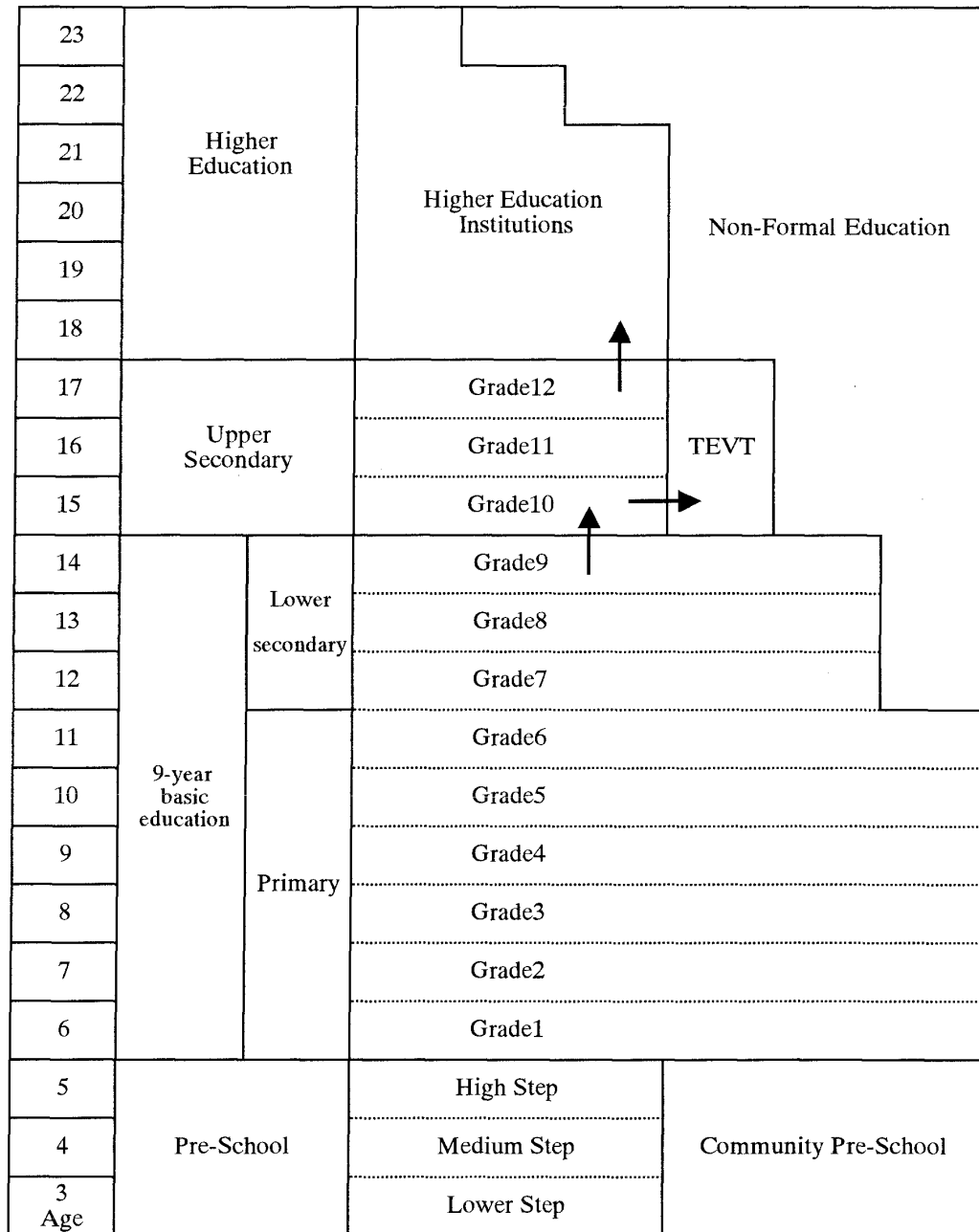
小学校(Primary school)は1997年の統計で6820校、生徒数約200万人である。中等教育は、3年制の中学校(Lower secondary school)とそれに続く3年制の高校(Upper secondary school)から構成されている。中学校は、全国で509校、生徒数約23万人である。カンボジア王国憲法では小学校、中学校の9年間の無償教育を保証している。しかし、就学率は小学校では、約85%だが、中学校では約23%にとどまっている<sup>3)</sup>。

中学校から高校への進学は、中学卒業時の国家卒業試験に合格したものが、入学試験を受けることができる。高校は、全国で125校、生徒数約7万4000人である。

大学は、ほとんど首都プノンペンに集中している。そのうち、プノンペン王立大学は1980年に再開され、4年課程で学生数は毎年約1000人である(年度により入学者が変化し、定員が確定していない)。

## 3. 教員養成システム

教員養成訓練は<sup>4)</sup>、教員養成局と、高等師範学校(Faculty of Pedagogy、以下FOP)が担当している。教員養成局は、小学校教員養成学校(Provincial Teacher Training



(注) ↑ : 国家卒業試験

TEVT : Technical Education and Vocational Training

図1

Center、PTTC) と、中学校教員を養成するのを主な目的とする地方教員養成学校 (Regional Teacher Training Center、RTTC) を管轄している。小学校・中学校教員になるには、高校を卒業後、それぞれ PTTC (全国で18校)、RTTC (全国で6校) の2年間教職課程を受けなければならない。

一方、高等学校の教師になるには、プノンペン大学を卒業後、FOPで1年間教職課程を修得する必要がある。ただし、プノンペン大学外国学部の英文学科、フランス学科については大学卒業すれば教員になることができる。FOPの入学者は毎年約300人で、そのうち約120人が理数科志望である。(1999年度は、

入学者が294名、そのうち、物理は31名、化学は9名、生物は23名、数学は58名である)。

以上のように現在は教員養成システムが確立しているが、ポル・ポト政権後、極度の教員不足に陥り、教育システムを立て直しを行わなければならない、そのため、少なくとも「読み書き」ができれば教員に採用されてきた。そのため教員の学歴は大学卒が約10~14%、FOP卒業が約2~4%、RTTC、PTTCを卒業が約26~31%、高校卒業のみが約14~20%、中学校卒業のみが約37~42%となっている。

教員経験については、経験数が3年~10年未満のものが全体の70%を占めている。10年以上のキャリアを持つものの割合が約20%と低いのは、ポル・ポト政権下での知識層への虐殺の結果であると考えられる。

#### 4. 理数科カリキュラム・教科書開発

カリキュラム・教科書開発は、教育開発局(Pedagogical Research Department)で行われている。担当者は各教科ごとに、プノンペン大学や各学校の教員から委嘱され組織されている。ポル・ポト政権崩壊後、カリキュラムの再編が検討され1996年になり現在の新しいカリキュラムが開始した。

中学校(G7~G9)での教科は、国語(クメール語)、社会、数学、科学(物理・化学・生物)、外国語、体育であり、高校(G10~G12)では、国語(クメール語)、社会、数学、科学(物理・化学・生物)、外国語である。

特徴的なことは、すでに1950年代より、中学校の段階から理数科は重要視され、数学・物理・化学・生物の教科が必修科目で、さらに近年地球科学がそれに加わった。そのため、例えば高校の理数科目が占める割合は、全体の34.4%である。

#### 5. 物理学カリキュラムの分析

第7学年から第12学年の現行の物理学カリ

キュラムを学習内容ごとにまとめた(表1)。日本の中学校・高等学校のカリキュラムと比較すると次の特徴がある。

第7学年の内容は、日本とほぼ同じ水準である。ただ、力の単位をはじめからニュートンで導入し、重量kgを使わないのが日本と異なる点である。第8学年でのニュートンの運動の三法則、力学的エネルギーの法則、力のモーメントは、日本では高等学校で扱う内容である。

第10学年では、運動学を後回しにして、波動を先に学ぶ。そのため内容の展開に無理が生じている。第12学年でのRC回路、RLC回路などは、日本では詳しく扱わない。論理回路は、日本では学習しない内容である。角運動量についても、日本では大学で学習することになっている。

一方、熱力学の内容は、第9学年までで温度など初等的内容に止まり、日本の高校で学習する気体の法則、熱力学第1法則、第2法則などはその後も学習しない。

#### 6. 物理教科書

カンボジアでは、これまで、英語、フランス語、ロシア語などヘンサムソン時代の古い教科書を利用して、教師自ら教科書を作成していた。1996年のカリキュラム改訂に従い、理数科に関しては、中学校から順次カリキュラムに基づき教科書を作成する作業が進められ、2001年に高校3年の教科書(G12)が完成したばかりである。

作成された教科書は、教科書委員会で評価検討され、全国に配布される。

なお、カンボジアでは、教科書は各教科とも1種類だけである。

##### (1) 教科書作成の現状

教科書の作成には、教科書委員会にて任命された教科書執筆者が担当する。執筆者が協議し、各学年について章ごと分担を行っている。ただ、実質的に教科書作成に関わっている執筆者はごく少数で、物理は3人である

表1 カンボジアの物理学カリキュラム

<b>Physics Sequence, Grades 7-9</b>			
Substances	Grade7	Grade8	Grade9
Generality			
	Length, Time, Volume, Density		
<b>Motion and Force</b>			
Motion		Speed, Acceleration Free fall	
Force	Kinds of forces Unit of force [N] Weight	Newton's first law Newton's second law Friction Gravity Moment of force (Lever) Incline, Pulley, Sprocket	
<b>Energy</b>			
Kinds of energy	Work	Work, Power Kinetic energy Potential energy (gravitational)	
Conservation of energy	Energy conversion	Conservation of mechanical energy	
Thermodynamics	Dilatation Temperature		Temperature (Absolute scale) Thermal expansion Conduction of heat Specific heat Joule's law Radiation Thermal energy Melting Evaporation
<b>Fluid dynamics</b>			
Fluid		Pressure Archimedes' principle Atmospheric pressure	
<b>Waves</b>			
Optics		Reflection and refraction of light Lens	
<b>Electromagnetism</b>			
Electrostatics	Electricity Battery		Electric charge Battery
Electric circuit	Electric current Ohm's law		Electric current Ohm's law Combined resistance Electric power
Magnetism	Magnet Magnetic field		
<b>Atomic Physics</b>			
			Brownian motion

<b>Physics Sequence, Grades 10-12</b>			
Substances	Grade10	Grade11	Grade12
<b>Generality</b>			
	Radian measure Length unit	Definition of mass	
<b>Motion and Force</b>			
Motion		Speed, velocity Acceleration Uniform accelerated motion Curvilinear motion Circular motion Rotation of rigid body Motion of projectile	
Force	Hooke's law	Hooke's law Strain, Stress Equilibrium of forces Moment of force Universal gravitation Composition and decomposition of forces Center of gravity Gravity Centripetal force Centrifugal force	Universal attraction

カンボジアにおける理科教育

<b>Energy</b>			
Kinds of energy		Work, Power Kinetic energy Kinetic energy (of a rigid body) Linear momentum Potential energy (gravitational, stored in a spring) Moment of inertia Angular momentum	
Conservation of energy		Conservation of mechanical energy Law of conservation of momentum	
Thermodynamics			
<b>Fluid dynamics</b>			
Fluid		Air resistance Lift	
<b>Waves</b>			
Oscillation	Oscillation, Period, Frequency Spring pendulum, Simple pendulum		Oscillation Spring pendulum, Simple pendulum Forced oscillation
Wave properties	Transverse wave Longitudinal wave Speed, Wave length, frequency Reflection, refraction Diffraction		
Sound	Medium, speed, ear Pitch, timber, noise Ultrasound Resonance		
Optics	Source of light Eye Diffraction Speed of light Index of refraction Law of reflection Law of refraction (Snell's law) Dioptric system Prism Lens		Diffraction, interference Electro magnetic wave
<b>Electromagnetism</b>			
Electrostatics	Electricity Definition of current Conservation of charge		Coulomb's law Electric field Capacitor
Electric circuit	Electric current Ohm's law Ammeter, Voltmeter Oscilloscope		
Magnetism			Magnetic field
Electric current and magnetism			Lorentz force Generator
Electromagnetic induction			Self-induction Mutual induction Lenz's law
Electric oscillation			RC-circuit RL- circuit LC- circuit RLC- circuit
Electronics	Diode		Diode Transistor Logic gates
<b>Atomic Physics</b>			
			Photon Atomic spectrum Laser

(他の理数科科目も同様である)。

教科書を作成するために、教科書執筆者が参考に行っているおもな外国教科書はつぎの通りである。

*Physique*, Treherne, NATHAN (1957)

*Physique*, Tomasino, Penigud, NATHAN (1993, 1994, 1995)

*Physics* (3d), Giancoli, Prentice Hall (1991)

*Understanding Physics*, Millar, Heinemann Asia (1995)

この他にも何冊か使用されている。

完成した現行物理教科書と、上記の外国教科書を比較すると次のことが判明した。写真、イラストを含めて原文とほとんど同じといってよい文章がクメール語に翻訳されている箇所が少ない。また、1957年度版のフランス教科書の引用の比重が大きく、その内容の古さが問題である。

さらに、分担者間の調整がされているとはいえないので、ある章では電圧の記号をUと定義し、別の章では、Vと定義して統一されていない。あるいは、同じフックの法則でも符号が異なることが起こる。すなわち、ひとつの章だけを見ると論理的に正しくても、教科書全体を通してみると矛盾が生まれる。また、たとえば角振動数 $\omega$ の定義が何度も記載されるのも、分担者間で調整をしていない結果である。

## (2) 教科書記述の誤り

第10学年超音波の単元の「超音波の応用」では以下のように書かれている。「…魚の肝臓は、超音波により簡単に調理でき、食べることができる。」この記述の誤りを執筆者に指摘しても、すぐには理解してもらえなかった。

その他、スカラーとベクトルの混同、定義をせずに物理量を導入する、などの基本的誤りや符号、誤植などの誤りが多い。

## (3) 物理用語

フランス教科書を引用した場合、クメール語にない物理用語はフランス語を音訳し、物

理用語として定着する傾向にある。

たとえば、dipoleなる用語が頻繁に教科書に出てくるので、双極子だと判断していたが、調べてみると抵抗につながった線の両端をdipoleというらしい。この用法は物理学では一般的ではないが、フランス教科書に載っているので、そのままクメール語に音訳され、物理用語として用法と共に定着しつつある。

科学用語を混乱なく使用できるためには、おもいつきで音訳するのではなく、数学・科学用語集を検討・整備する必要がある。

## (4) 内容の難易度

全体的に生徒にとって、難解なところが多く、生徒の発達段階が考慮されていない。たとえば、第7学年では力の単位をニュートンの法則を教える前に、ニュートン[N]を導入している。同じく第7学年で、重力による位置エネルギーが説明されている。第10学年では、ダイオードの扱いがかなり詳しい。

第11学年には、オシロスコープの取り扱いが写真を含めてかなり詳しく記述されている。しかし、調査をした限りでは、高校、FOP、プノンペン大学いずれもオシロスコープは1台も納入されていない。第12学年の目次を調べると、論理回路をはじめ難しい項目が多い。教科書執筆者自身が内容の理解に困っている状態である。

教科書の内容を難解にすることが、よい教科書作りであるように見受けられるが、果たして生徒が理解できるかどうか、さらには教師自身が自信を持って教えられるかどうかいささか疑問である。

## (5) 数字表記の問題

教科書には、たとえば光の速度を $2.9979 \times 10^8 m/s$ ではなく、 $2,9979.10^8 m/s$ とコンマとピリオドを通常の科学表記とは異なる使い方をしている。すなわち、(i) 小数点をコンマ(.)で表し(逆に、位取りのコンマをピリオドで示す)、(ii) 積をピリオド(.)で表す。

この表記は、フランス教科書に多く採用されている。カンボジアでは物理学だけでなく、

数学の教科書にもおなじ表記方法である。(i) に関しては、広く社会に浸透しているもので、すぐに改善ができるものではないが、将来的には国際的に広く使われている表記にするのが妥当と思われる。

#### (6) 高校授業の見学

教科書がどのように使われているかを調査するため、プノンペン市内の2箇所の高等学校を見学した。

FOP附属高校では、第11学年（オシロスコープの単元）、第12学年（磁場の単元）をそれぞれ見学した。

オシロスコープの授業では、オシロスコープ装置がないため、教師が説明図を黒板に張るなど授業の展開も工夫され、生徒も熱心に授業を受けていた。ただ、陰極線から、光が出て、その光が容易に電場で曲がると力説していたのは残念であった。

第12学年の授業では、教科書が刊行されていないため、どのように授業を進めるのか、興味があった。しかし、教師は磁場の定義を何度も繰り返し、それを生徒はノートに書き写し、声に出して反復するという暗記中心の授業であった。

Beng Trabek高校では、第12学年の授業（電磁気学）を2時間続きで、見学した。物理教師は、プノンペン市内で入手可能な部品を用いて、実験装置を工夫し自作するなど教材開発に熱心である。たとえば、プラスチックの乾電池ホルダーは入手できないので木材で加工してあった。

授業内容は、各班ごとに生徒用実験解説書（この高校で制作）に従った実験である。ただ、教師による実験の目的・方法・まとめなどはなかった。また、第12学年のカリキュラムにそって授業を進めているようでもなかった。

2、3人の生徒に授業の印象を聞いたところ、物理の授業は面白いと答えてくれた。

また、この教師によると、物理の実験室に電磁気学、光学の実験装置を揃え、生徒用に実験解説書を2冊出版しているが、物理全体

を網羅した適切な実験解説書がないため、他の分野の実験をどうすればよいかわからない状態である。

## 7. おわりに

カンボジアの理科教育を見てみると、日本と比べて、カリキュラム、教科書とも必ずしも優れているとはいえない。社会的・政治的状況が非常に困難な状態から再出発しているため、様々な要因が教育の発展を阻害しているのも事実である。教師（教官）の能力の問題も無視することはできない。

しかしながら、中学校の段階から物理など理数科科目を必修にして理科教育に力を入れ、生徒の理科教育への意欲も高いのも事実である。近隣の諸国が理数科教育を重要視し、かつ成果を上げているため<sup>5)</sup>、カンボジアにおいてもそれらの国に追いつこうとする教育政策が進められていることが今回の調査で判明した。

#### 参考文献

- 1) たとえば、寺川智祐他：「フィリピンの理科教育」、理科の教育、VOL.43 pp.34-37, 1994  
杉本良一：「アジアの理科学習課程と日本の理科教育の進む方向」、物理教育、第49巻第4号、pp.374-379, 2001
- 2) Nath Bunroeun, "Teacher training systems in Cambodia", *A research of report of GSID, Nagoya Univ.*, pp.23-28, 1999
- 3) 加藤徳夫：「カンボディアの理数科教育」、国際協力事業団、1998
- 4) NETH Barom, WAKABAYASHI Misturu, "Science and Mathematics Education Development in Cambodia through Building Higher Education Systems", *A research of report of GSID, Nagoya Univ.* No. 91, pp.1-79, 2001
- 5) 吉村忠与志、木村捨雄：「インドネシアとシンガポールに学ぶ科学教育改善についての報告」、科学教育研究、VOL.24 NO.2, pp.73-80, 2000