

# モンゴルと日本における中学校と高校の化学教育のあり方

ダシィダバ ニャマー・佐藤 節子

岐阜大学教育学部理科教育講座 (化学)

## Chemical education of junior high school and high school in Mongolia and in Japan

DASHDAVAA Nyamaa and SATO Setsuko

Faculty of Education, Gifu University, Gifu 501-1193 JAPAN

民主化とともに急速な市場経済化が進み、産業振興のために基盤となる科学教育を充実させようとしているモンゴルからの教員留学生とともに、モンゴルと日本の教育制度と化学教育のあり方を比較しながら、日本の現在の中学校、高校における理科教育、特に化学分野を省察した。

### I. はじめに

モンゴルは、19世紀に中国清朝の支配下にあり、20世紀初頭に独立した。ロシア革命時に一時自治権を失ったが、ソビエトの援助を受け、1924年にモンゴル人民共和国(社会主義国)となった。その後、ソ連のペレストロイカを経た解体と呼応して社会主義を放棄して、1992年にモンゴル国へ改称した。

社会主義国であったときはソ連の学校教育制度に倣い、教師は知識を授け、児童生徒は静かに聞き、板書をノートに写すという授業形態(伝統的教授法)であった。現在、民主化とともに急速な市場経済化が進む中、教育システムも大きく変わろうとしている。しかし、モンゴルの多くの教員は伝統的教授法の経験しかなく、このため、民主化とともに交流が始まった様々な国々から新しい教授法を学ぼうとしている。特に科学分野では、生徒が科学的な概念を教師の説明だけで理解するのは容易ではなく、産業振興の基盤となる科学技術の発展のためにもその必要性が切実となっている。

筆者の一人はモンゴルの高校(前後期中等学校)の化学教員であり、実験をとり入れて生徒が自ら確かめながら学ぶことが可能な授業法を学ぶために、2011年10月から教員研修留学生として岐阜大学に在籍して日本語を学び、2012年4月から1年間教育学部に在籍した。その間4月から7月まで岐阜大学教育学部附属中学校で、9月から12月まで岐阜県立岐阜北高等学校で、理科と化学の授業を参観した。モンゴルにおける化学教育と比較しながら、彼女がとらえた点を通して、現在の日本の中学校と高等学校の理科教育における特に化学分野について見直してみる。

### II. モンゴルにおける教育制度と学校カレンダー

何度かの改革を経て、現在モンゴルの教育は、表1に示すように、5年間の初等教育(小学校)、4年間の前期中等教育が、義務教育となっている。この上に、後期中等教育、職業学校(職業高等学校を含む)があり、大学、大学院へとつながる。

前期中等教育(前期中等学校)と後期中等教育(後期中等学校)では前者のみが義務教育にあたるが、両方とも同じ校舎で授業が行われていて、合わせて高等学校と呼んでいる。

義務教育である小学校と前期中等学校ではそれぞれの終わりに試験があり、児童生徒はその試験で6割の点数に達しない場合、もう1年それぞれの最終年度を繰り返さなければならない。試験で点数が達しない場合、もう1回試験を受けるチャンスはあり、近年留年する児童生徒はほとんどないそうだが、この試験があるという点が日本と大きく異なる。

職業高校のほとんどは公立で、農業高校や商業高校はなく、すべて技術工業高校である。2年間学

校で学んだあと、半年から1年間が実際の現場でのトレーニング期間となる。近年技術者が不足しており、モンゴル政府は、職業学校で学ぶすべての生徒に奨学金（現在月額約22ドル）を与え、職業学校への進学を奨励している。

表1. モンゴルの教育制度

	← 一般教育レベル →										
	← 義務教育 →										
課程	小学校		前期中等学校 (中学校)		職業学校 後期中等学校		大学		大学院		
年 年齢	6	5	11	4	15	3	18	4	22	1.5   3.5	27
	共通試験			最終試験							

表2は、モンゴルの小学校から後期中等学校までのおおよその学校カレンダーである。表2のように新学期は9月で6月に学校年度が終わる。大学も9月から始まり、6月で終わるが、岐阜大学と同様に二期制である。

表2. モンゴルの学校カレンダー (2013年)

9月1日～11月1日	9週間	1学期
11月3日～11月9日	1週間	休み
11月11日～1月10日	9週間	2学期
1月13日～1月24日	2週間	休み
1月27日～3月28日	9週間	3学期
3月31日～4月11日	2週間	休み
4月14日～6月6日	8週間	4学期
約3か月間		夏休み

モンゴルの1学校年は35週である。

モンゴルの大きな行事は、ナーダムとモンゴルのお正月である。ナーダムは夏休みの最中の7月にあり、太陰暦によるお正月は年によって変わるが3学期にあり、2日間の休みとなる。

### III. モンゴルと日本の授業時間、理科 (化学) の内容の比較

筆者の一人が勤める高校には、36教室がある。総生徒数は約2400人で、一クラス35～40人の生徒で授業を行うには教室の数が足りない。このために授業は午前と午後の二部制になっていて、午前は8時から13時10分まで、午後は13時30分から18時40分までである。前期中等学校 (中学) 1年から3年 (grade 6～grade 8) が午後に、前期中等学校 (中学) 4年から後期中等学校 (高校) 2年 (grade 9～grade 11) までが午前に授業を受けている。改革後にできたまだ新しい学校であるため、後期中等学校3年生 (grade 12) はまだおらず、来年度初めての3年生 (grade 12) が生まれる。化学の教員は3人、他の理科の教員が12人、教員の総数は112人である。

ここから以降は、モンゴルの前期中等学校もすべて中学あるいは中学校、後期中等学校も高校と表現するが、混乱を避ける場合にはgradeで学年を示す。

表3と表4は、モンゴルと日本における授業時間の長さや理科授業の開始学年と内容、年間の化学

の授業数を比較したものである。総時間数は、モンゴルの350時間に対して日本は393時間である。1時間の授業がモンゴルでは40分、日本では50分なので、実質的にはモンゴルの年間授業時間は233時間33分であり、日本は327時間30分となる。

表 3. 授業時間と理科開始学年, 理科の内容

		モンゴル	日本
授業時間 (分)		40	45 (小学校), 50 (中学校, 高校)
理科開始学年		小学校 4 年	小学校 3 年
理科の 組み立て	中学校	物理, 化学, 生物, 地学	理科
	高校	物理, 化学, 生物, 地学	物理, 化学, 生物, 地学

表 4. 年間の理科授業時間数と化学授業時間数

	学年 (grade)	モンゴル		日本	
		化学授業回数/週	総時間数	理科授業回数/週	化学 (理科総時間数)
中学校	(6)				
	1(7)			3	25 (35×3=105)
	2(8)	2	35×2=70	4	30 (35×4=140)
	3(9)	2	35×2=70	4	23 (35×4=140)
高校	1(10)	2	35×2=70	1	35
	2(11)	2	35×2=70	3	35×3=105
	3(12)	(2)	(35×2=70)	5	35×5=175
合計			280 (350)		393

日本の中学校の化学時間数は、理科の中で化学分野に相当する時間を合計した。日本の高校1年は内容の半分が化学である総合理科Aの授業が週2回あるので、半分とした数値を示した。モンゴルの高校3年はまだ開講されていないが予定である。

化学の授業内容を下記の表5に示す。

表 5. モンゴルと日本の中学校, 高校の化学分野の内容

	モンゴル	日本
中学 1 年 Grade 7		身のまわり物質 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 理科室での注意点</li> <li>・ 固体 (金属, 非金属, プラスティック)</li> <li>・ 気体 (捕集方法)</li> <li>・ 水溶液 (溶解度と溶液)</li> <li>・ 状態変化 (体積, 密度の変化, 融点, 沸点)</li> </ul>
中学 2 年 Grade 8	I 化学実験の基本と化学用語 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 秤量天秤, ヒーター, ろ過</li> <li>・ 原子と元素, 周期表</li> <li>・ 化学式</li> <li>・ 物質質量 (アボガドロ数とモル)</li> <li>・ 定比例の法則</li> <li>・ 混合物</li> <li>・ 化学変化と質量保存則</li> </ul>	I 物質の成り立ち <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原子と元素, 周期表</li> <li>・ 化学式</li> </ul> II 化学変化 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 物質どうしの結びつき</li> <li>・ 化学変を原子の記号で表す</li> <li>・ 燃焼 (酸化) と還元</li> <li>・ 化学変化と物質の質量</li> </ul>

	<p>II 化学物質とその特性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電気陰制度</li> <li>分子と化学結合</li> <li>化学物質の種類と金属性, 非金属性</li> <li>溶液と溶解度</li> </ul> <p>III 化学変化と物質の化学的な性質</p> <p>化学変化: 合成, 分解, 置換</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>発熱と吸熱反応</li> <li>中和</li> <li>イオン化傾向</li> </ul> <p>IV 水と空気</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>水素とその性質, 自然の水</li> <li>酸素とその性質, 空気と汚染</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>化学変化と熱</li> </ul>
<p>中学 3 年 Grade 9</p>	<p>I 化学実験の基本と化学用語</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>周期律と周期表</li> <li>結晶化と蒸留</li> <li>溶液 (モル濃度, pH, 電解質)</li> </ul> <p>II 化学物質とその性質, 無機化合物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電子軌道s, p, d, f</li> <li>17族 (ハロゲン族: フッ素, 塩素, 臭素, ヨウ素)</li> <li>1族 (アルカリ金属: ナトリウム, カリウム)</li> <li>2族 (アルカリ土類金属: カルシウム, バリウム)</li> <li>13族 (ホウ素族: アルミニウムとその性質)</li> <li>希ガス</li> <li>15族 (窒素族: リン, 窒素)</li> <li>16族 (酸素族: イオウと硫酸)</li> <li>14族 (炭素族: 炭素, ケイ素)</li> <li>銅とその性質</li> <li>亜鉛, 銀, 水銀</li> <li>金と環境</li> </ul> <p>III 有機化学</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>有機化合物とその分類</li> <li>石油</li> <li>プラスチック</li> <li>食物と炭水化物</li> </ul>	<p>I 水溶液とイオン</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電解質と非電解質</li> <li>電気分解</li> </ul> <p>II 化学変化と電池</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>金属の電気化学的な反応とイオンのなりやすさ</li> <li>電池の中でおこる変化</li> <li>身のまわりの電池と燃料電池</li> </ul> <p>III 酸, アルカリとイオン</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>水溶液とpH</li> <li>中和, 酸性とアルカリ性</li> <li>人体の中の酸性とアルカリ性</li> </ul>
<p>高校 1 年 Grade10</p>	<p>I 化学実験の基本と化学用語</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>周期表</li> <li>単体と化合物の合成法</li> </ul> <p>II 化学物質と結合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>原子と元素</li> <li>化学結合</li> <li>状態変化</li> <li>物質量</li> <li>純物質と混合物</li> <li>気体, 液体, 固体</li> </ul> <p>III 化学変化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>反応熱</li> <li>反応速度とそれに影響する因子</li> <li>化学平衡</li> <li>酸化と還元</li> <li>電解質と電気分解</li> <li>pH</li> <li>塩の加水分解</li> </ul> <p>IV 化学と生活</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鉄 その消費と生産</li> <li>石炭, バイオマス燃料, アルコール</li> </ul>	<p>理科総合A</p> <p>I 物質の構成粒子</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>原子とイオンと分子</li> <li>物質の量と化学反応式</li> </ul> <p>II 物質の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>化学反応と熱</li> <li>酸と塩基</li> <li>酸化還元反応</li> </ul>

<p>高校 2 年 Grade11</p>	<p>I 有機化学とその概念</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>有機化合物</li> <li>有機化合物の構造とその理論</li> <li>有機化学反応とその種類</li> </ul> <p>II 脂肪族炭化水素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>飽和, 不飽和炭化水素</li> <li>ジェンとポリマー</li> <li>芳香族化合物</li> </ul> <p>III 酸素を含む有機化合物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>アルコールとフェノール</li> <li>アルデヒドとケトン</li> <li>カルボン酸とエステル</li> <li>炭水化物</li> </ul> <p>IV 窒素を含む有機化合物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>アミン</li> <li>アミノ酸</li> <li>タンパク質</li> <li>核酸</li> </ul> <p>V 生物活性物質</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ビタミン, 酵素, ホルモン</li> </ul>	<p>I 物質の成り立ち</p> <p>I-1 様々な物質とその性質</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>混合物の分離と精製</li> <li>物質と元素</li> </ul> <p>I-2 原子, イオン, 分子</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>原子構造と同位体</li> <li>電子配置とイオン</li> <li>イオン間と原子間の結合</li> <li>元素の周期表</li> </ul> <p>I-3 物質と化学反応式</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>原子量・分子量と式量 物質質量</li> <li>化学反応式と量的関係</li> <li>溶液の濃度 溶解度</li> </ul> <p>II 物質の変化</p> <p>II-1 化学反応と熱</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>温度と熱</li> <li>反応熱, 状態変化と熱化学方程式</li> <li>ヘスの法則</li> </ul> <p>II-2 酸と塩基</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>水素イオン濃度とpH</li> <li>中和と塩</li> </ul> <p>II-3 酸化還元反応</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>酸化と還元 酸化剤, 還元剤</li> <li>酸化還元反応とエネルギー</li> </ul> <p>III 無機物質</p> <p>III-1 周期表と元素の分類</p> <p>III-2 非金属元素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>水素と希ガス</li> <li>ハロゲン (17族) とその化合物</li> <li>酸素・硫黄 (16族) その化合物</li> <li>窒素・リン (15族) その化合物</li> <li>炭素・ケイ素 (14族) その化合物</li> </ul> <p>III-3 金属元素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>アルカリ金属とその化合物</li> <li>2 族元素とその化合物</li> <li>1, 2 族以外の典型元素とその化合物</li> <li>遷移元素とその化合物</li> <li>金属イオンの分離と確認</li> </ul> <p>IV 有機化合物</p> <p>IV-1 有機化合物の特徴と分類</p> <p>IV-2 脂肪族炭化水素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>飽和, 不飽和炭化水素</li> </ul> <p>IV-3 酸素を含む脂肪族炭化水素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>アルコール, エーテル, ケトン, アルデヒド, カルボン酸, エステル</li> </ul> <p>IV-4 構造式の決定</p> <p>IV-5 芳香族化合物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>芳香族炭化水素</li> <li>酸素を含む芳香族化合物</li> <li>窒素を含む芳香族化合物</li> </ul>
---------------------------	--	--

高校 3 年に当たる grade 12 はまだないため授業を行っていないので, 比較していない。

化学的な内容が深まるのは、モンゴルでは13歳時のgrade 8、日本では13歳から14歳に至る中学2年である。化学において多くの生徒がつかまずくのは、物質量を示すモル (mol) の概念である。日本では中学2年でまだこの考え方は出てこないが、モンゴルでは化学が始まるとともにこのモルを含めた化学概念の理解に向けた内容が始まる。モンゴルにおけるgrade 8 とgrade 9 の内容は、日本では高校2年に集中的に行われている。日本の中学2年では、概念的な理解より実際の現象からどう捉えるかということに重点を置いた指導がなされ、このため数多くの実験がなされている。表6に日本の中学2年理科授業の中にとり入れられている化学分野の実験を示した。

表6. 日本の中学2年生理科単元1「化学変化と原子・分子」で行われる実験

	実験題目	実験内容
物質の成り立ち	炭酸水素ナトリウムの分解	炭酸水素ナトリウム $\longrightarrow$ 炭酸ナトリウム + 二酸化炭素 + 水
	酸化銀の分解	酸化銀 $\longrightarrow$ 銀 + 酸素
	水の電気分解	水 $\longrightarrow$ 水素 + 酸素
化学変化	鉄と硫黄混合物の加熱	鉄 + 硫黄 $\longrightarrow$ 硫化鉄
	燃焼前後の質量と性質の比較	スチールウールの燃焼
	光を放出する酸化	マグネシウムの燃焼
	酸化銅の還元	酸化銅 + 炭素 $\longrightarrow$ 銅 + 二酸化炭素
	硫酸バリウムの沈殿	硫酸 + 塩化バリウム $\longrightarrow$ 硫酸バリウム + 塩化水素
	反応前後の質量変化 炭酸水素ナトリウムと塩酸の反応 (密閉と解放の場合)	炭酸水素ナトリウム + 塩酸 $\longrightarrow$ 塩化ナトリウム + 水 + 二酸化炭素 銅粉末の酸化
	反応時の温度測定による熱発生の確認	鉄粉末の酸化 マグネシウムと塩酸の反応 水酸化バリウムと塩化アンモニウムの反応

中学2年生単元1「化学変化と原子・分子」における30時間(30回)の授業には13項目の実験があり、これらのほとんどが教師の演示実験だけではなく、生徒自らによってグループで実験がなされている。またさらにこれらから派生した実験を行うこともある(たとえば硫化鉄を確かめるための、硫化鉄と塩酸の反応)。

表7は同学年に相当するモンゴルのgrade 8における実験内容である。70時間(70回)の授業に6項目の実験内容である。モンゴルのgrade 8では、盛り沢山の授業内容であり、このように多くては授業の中に実験を入れる時間の余裕はない。また授業時間が40分であることも、実験を組み入れるには短すぎる。表7にある実験も、40分内で実験とそれにかかわる授業ができる簡便な内容にとどまっている。日本の中学校でも50分授業では実験に足りない場合もあり、学校によって一部の理科の授業を60分で行っているところもある。何のためにどんな実験をして、それによってどんなことが明らかになったかという導入から結論までのすべてを一回の授業でするには、50分でもかなり難しい。



表 7. モンゴルのgrade 8 の化学授業における実験内容

	実験題目	実験内容
化学実験の基本	秤量天秤, 実験器具の使い方	物質の秤量, 塩の水への溶解とろ過
化学物質とその物性	溶液と濃度	物質の水への溶解と溶解度の確認
化学変化と物質の化学的な性質	化学反応の種類	藍銅鉱・孔雀石 (炭酸銅と水酸化銅の複塩) の分解 酸 (塩酸)・塩基 (水酸化ナトリウム) 中和反応
	化学的な性質	カルシウム塩の反応 鉄イオンの反応

筆者の一人は、日本の中学校や高校のように実験を多く取り入れた授業をモンゴルでも実施することを考えている。しかし日本の中学校や高校では一般的に使われている器具や化学物質でも、モンゴルでは使われていないこともあるので、日本でなされている実験内容について検討した。

#### IV. モンゴルの化学授業への適用の検討

日本の中学1年では、塩化ナトリウムと硝酸カリウムを水に溶解し、温度による溶解度の違いや再結晶させて物質を取り出すことを学んでいる。モンゴルでは、grade 8 の「溶液と溶解度」において塩化ナトリウムと炭酸カルシウムと二酸化ケイ素を用いている。炭酸カルシウムは水に溶けにくく、酸性の水溶液には溶ける。二酸化ケイ素はそれよりはるかに水に溶けにくい物質で、溶けやすい塩化ナトリウムとの比較で用いられている。溶けやすい塩化ナトリウムと硝酸カリウムを用いて比較すると、温度による溶解度の差で結晶の析出も確かめることができ、より活用可能である。

表 6 に示した日本の中学校2年のいずれの化学実験も、特別な機材は用いられておらず、モンゴルにおいても導入可能であり、生徒が実際に自分の目で確かめて学習できることが期待できる。

日本の中学3年では、電流が流れる水溶液と電流が流れない水溶液について実験をして確かめて、電解質と非電解質いう考え方を学ぶ。そして水溶液の中で電気を運ぶイオンの存在を知る。この部分はやはりgrade 8 の「Ⅲ化学変化と物質の化学的な性質」やgrade10の「Ⅲ化学変化：電解質と電気分解」へ展開できる実験である。

日本の高校2年では、モンゴルのgrade 8 とgrade 9 の授業内容が集中して行われているので、やはりモンゴルと同様に実験を行うために十分な時間があるわけではない。しかしそれでもかなりの演示実験や生徒実験が行なわれている。筆者の一人が授業を参観した9月から12月に扱われた「Ⅲ-3 金属元素」では、水酸化カルシウムと二酸化炭素、塩化バリウムと硫酸の反応、銀イオンの反応が演示実験で示されている。これらのうち先の二つは、石灰岩や鍾乳洞、X線撮影の造影剤として用いられる硫酸バリウムとして私たちには身近であり、生活や自然と結びつけて考えさせることができる。また両性元素であるアルミニウム、亜鉛の酸、塩基との反応や遷移金属の銅イオンの反応に伴う色の変化は、生徒が実際に実験を行っている。これらは、先の銀イオンの反応とともに金属イオンの分離と確認のための定性実験へつながる。日本では高校2年の内容であるが、より専門的な授業をしているモンゴルのgrade 8 へ導入することもできそうである。日本の高校においては時間の関係から、演示実験が多くなっている。教員の習熟が重要ではあるが、この方法がまずモンゴルへ導入しやすいであろう。いずれにしても40分の授業時間と、grade 8 における1年間の学習内容の多さをどのように分散して、実験を組み込むかが問題である。

モンゴルにおいては、義務教育期間内に基礎的な知識を備えさせるために、現在のカリキュラムの枠組みとなり、grade 8, grade 9 での内容となっていると考えられる。近年モンゴルにおける高校への進学率も90%近くになっていることを考えると、中学校から高校にわたるカリキュラムの再編成も可能と思われるので、その検討も期待される。

## V. 日本の理科 (化学) 教育の展望

モンゴルと日本の理科 (化学) 教育において大きな違いは、やはり13歳時と14歳時、grade 8 と中学2年の内容である。モンゴルでは化学を学び始めると同時にモルを含めた化学概念の理解に向けた内容が始まる。実験による実証が少ないために観念的な学び方をせざるを得ず、13歳という年齢の生徒にはその学び方はまだ難しいと思われる。この年齢時には日本の中学2年のように、概念的な理解より実際の現象からどう捉えるかということに重点を置いた指導がなされ、このため多くの実験がなされることが、やはり望ましい。そしてその実験への導入では生徒自らが課題を見つけ、そのためにどのように実験をするかを考え、実験に主体的に取り組んでいくことが望まれる。

2012年の国際学力テスト (PISA) において、日本の科学的リテラシーは向上して、学力回復傾向が鮮明になったことが報告されている。文科省は脱ゆとりの成果とみているようであるが、以上のように日本の中学校や高校で、自分で実験をして確かめて学ぶということが進められてきた成果とも言える。しかし反面、日本の生徒の学習意欲はまだ十分には高くないことも報告されている。ゆとり教育から脱却するために、中学校の教科書は平成21年の改訂後厚くなった。高校では平成24年の改訂でさらに生活との結びつきを強められた内容となり、化学の授業時間はむしろ減少した。実験を行う時間的な余裕は増々少なくなっていて、学習意欲のさらなる低下が懸念される。教員が授業を工夫すればするほど、生徒の受身的姿勢が増していく中、どこまで指導し、どこから自分で見つけさせるか、生徒の反応を待つ時間の余裕も少なくなっているが、どのように実験を選択して、生徒の自主性や創造性を育てるか、大きな課題である。

## 謝 辞

著者ダシィダバ・ニャマーの授業参観には、岐阜県立岐阜北高等学校と岐阜大学教育学部附属中学校の多大な協力を頂きました。快く機会を与えて下さり、惜しまず温かい指導と手助けをして下さった先生がた、また温かく接して下さった生徒の皆さんに、ここに記して深く感謝の意を表します。

## 参考文献

- 中学校理科用 文科省検定済教科書「新しい科学1年」, 東京書籍, 平成24年発行 (平成23年2月検定済)
- 中学校理科用 文科省検定済教科書「新しい科学2年」, 東京書籍, 平成24年発行 (平成23年2月検定済)
- 中学校理科用 文科省検定済教科書「新しい科学3年」, 東京書籍, 平成24年発行 (平成23年2月検定済)
- 高等学校理科用 文科省検定済教科書「化学I新訂版」, 実教出版, 平成24年発行 (平成18年3月検定済)
- OECD生徒の学習到達調査 (PISA), 国立教育政策研究所HP, <http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/>