

日本と韓国における中学校理科教科書（化学分野）の比較

島田秀昭・田川智恵

【要旨】本研究では、日本と韓国の中学校で使用される理科教科書の化学分野に着目し、その単元構成や内容を比較することで両国の教科書における特徴や違いを明らかにし、韓国の理科教育の特に優れている点を見出し、授業づくりや教材作製に活用できるような情報を得ることを目的として実施した。その結果、韓国の教科書では日本の教科書と比較して推理や討議、表現、資料解釈など多くの活動が取り入れられていた。また、日常生活と関連づけた内容が多く、生活と結びついた学習の上に、生徒が主体となり生徒同士のコミュニケーションや資料解釈などの能力を身につけながら学習が進められる内容となっていた。このような内容は生徒の科学的な思考力・表現力を育成するために非常に有効であると考えられた。

【キーワード】 中学校，理科，化学分野，教科書，日韓比較

I はじめに

平成 24 年度から全面的に実施されている中学校理科学習指導要領では内容改善の具体的事項として、「生徒が自ら問題を見だし解決する観察・実験などを一層重視し、自然を探究する能力や態度を育成すること」、「科学的な知識や概念を活用したり実社会や実生活と関連付けたりしながら定着を図り、科学的な見方や考え方を育成することなどが述べられている¹⁾。また、理数教育の国際的な通用性が問われているため、科学的な概念の理解など基本的な知識・技能の確かな定着を図る観点から「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」などの科学の基本的な見方や概念を柱とした小・中・高等学校を通した内容の構造化がなされている²⁾。さらに、理科を学ぶことの意義や有用性を実感させるために実社会や実生活との関連を重視する内容を充実させている³⁾。

韓国で行われている学校教育は日本と同様に小学校 6 年間と中学校 3 年間の計 9 年間で義務教育となっており、その後高等学校 3 年間、大学 4 または 6 年間となっている。韓国の教育課程では日本の理科に該当する教科は「科学」と称され、小学 3 年から学習する。中学校教育課程における科学の目標として「自然現象および事物に対して興味と好奇心をもって探究し、科

学的基本概念を理解し、科学的思考力や創意問題解決力を育て、日常生活の問題を創造的かつ科学的に解決するために必要な科学的リテラシーを養う」と記されている⁴⁾。また、内容領域は「運動とエネルギー」、「物質」、「生命」、「地球と宇宙」となっており、各学年に自由探究と探究活動が導入されている。両国の学習指導要領を比較した研究では、日本および韓国の教育制度、教育課程には共通している項目が多く見られ、教育目標も科学の基礎的な概念の理解とともに、日常生活との関連や科学的な見方や考え方の育成を目指しているところに共通点が見られる⁵⁾。

本研究では、日本と韓国の中学校理科教科書の化学分野に着目し、その単元構成や内容を比較することで両国の教科書における特徴や違いを明らかにした。さらに、その結果を踏まえ、韓国の理科教育の特に優れている点を見出し、授業づくりや教材作製に活用できるような情報を得ることを試みた。

II 方法

教科書は日本で広く使用されている「理科の世界 1 年、2 年、3 年、大日本図書」⁶⁻⁸⁾と、韓国で広く使用されている「中学校 科学 1, 2, 3, 金星出版社」⁹⁻¹¹⁾を選択した。韓国教科書の翻訳は市販の翻訳ソフト

(j・Seoul V8, 高電社) を用いて行った。

III 結果と考察

1. 体様および構成の比較

1) 体様

日本と韓国の教科書の体様比較を表1に示す。日本と韓国の教科書は共に表紙はソフトカバーであり、全面カラー印刷となっている。また、1学年で1冊の教科書を使用するため学年別の冊子となっており、それぞれの冊子の中に物理、化学、生物および地学が組み込まれている。

相違点としては、日本の教科書は大きさがB5判(182mm×257mm)であるのに対し、韓国の教科書は210mm×280mmと日本のものより一回り大きく、ページ数もすべての学年において100ページほど多い。これは韓国教科書の学習内容に関する記述の多さに加えて、韓国の教育課程に記載されている項目がそのまま教科書の項目となっている場合が多いためと思われる。年間の授業時間数については、日本(1年:105, 2年:140, 3年:140)¹²⁾と韓国(1年:102, 2年:136, 3年:136)⁵⁾の間で大きな違いは見られなかった。

表1 日本と韓国の教科書体様比較

	日本	韓国
書名	理科の世界(大日本図書)	中学校 科学(金星出版)
サイズ	B5版(257mm × 182mm)	280mm × 210mm
ページ数 (化学分野)	1年 283(66) 2年 307(72) 3年 313(56)	1年 367(96) 2年 427(102) 3年 435(92)
表紙	ソフトカバー	ソフトカバー
分冊	学年別	学年別
印刷	カラー	カラー

2) 構成

日本と韓国の教科書の構成比較を表2に示す。日本の理科教科書は各学年4または6の単元で構成されており、化学分野は各学年において1単元である。第1学年においては、物質の性質や変化について小学校で学習してきた内容とのつながりを考え、身のまわりの物質に対する親しみをもち、観察や実験結果の考察を通して物質の性質を見出すことをねらいとして学習する。第2学年においては、化学変化における物質の変化や量的な関係について化合や分解の実験を行い、結

表2 日本と韓国の教科書の構成比較

学年	日本	韓国
1年	2. 物質のすがた 1章 いろいろな物質 2章 気体の発生と性質 3章 物質の状態変化 4章 水溶液 終章 白い粉末は何か	1. 物質の三態 1-1 物質の状態変化 1-2 状態変化と分子配列 2. 分子の運動 2-1 蒸発と拡散 2-2 気体の圧力と体積 2-3 気体の温度と体積 3. 状態変化とエネルギー 3-1 熱エネルギー 3-2 状態変化と熱エネルギー 3-3 状態変化と分子運動
2年	1. 化学変化と原子・分子 1章 物質の成り立ち 2章 いろいろな化学変化 3章 化学変化と物質の質量 4章 化学変化と熱の出入り 終章 原子をもとに説明しよう	2. 物質の構成 2-1 元素 2-2 元素記号と周期律 2-3 原子 2-4 イオン 3. 私たちの周りの化合物 3-1 純物質と混合物 3-2 化合物と化学結合 3-3 イオン結合 3-4 共有結合
3年	4. 化学変化とイオン 1章 水溶液とイオン 2章 酸・アルカリとイオン 終章 水溶液を区別する	2. 物質の特性 2-1 物質の性質 2-2 融点と沸点 2-3 密度 2-4 溶解度 2-5 混合物の分離 6. 電解質とイオン 6-1 電解質とイオン 6-2 沈殿物生成反応とイオンの検出

果を分析し、解釈することで事物・現象を原子や分子モデルと関連付ける微視的な見方や考え方を養うことをねらいとして学習する。第3学年においては、これまで学習してきた物質の化学構造や性質などの知識を基に、水溶液の電気伝導性、中和反応、電池、酸とアルカリの性質などの学習を通して、イオンモデルと関連づける見方や考え方を養うことをねらいとしている。全学年を通して事物・現象に対する見方や考え方を養い、日常生活の中の物質とのつながりを考える構成となっている。一方、韓国の理科教科書は各学年6~9の単元で構成されている。化学分野は第1学年に3単元、第2および第3学年にそれぞれ2単元である。第1学年においては、物質の状態変化について粒子概念を用いた学習を行い、分子の運動、気体の圧力と体積、温度と体積について学習する。第2学年においては、元素や周期律、原子の構造を学習し、それと関連してイオンについても学習する。次に、物質の化学構造について学習した後、物質を形成する結合の種類について学習する。第3学年においては、物質の性質の違いや混合物から物質を分離する方法を学習するとともに、イオンの性質について電解質や非電解質、化学反応による沈殿物の生成を例にとって学習する。

韓国の教科書も日本の教科書と同様に、各章の初めに学習内容に関する日常生活や実社会にみられる事物・現象についての問いかけがあり、これから学習する内容について興味・関心をひくようになっている。次いで、学習内容についての問いかけがあり、それに関する観察・実験を行い、結果のまとめや考察を行う流れとなっている。また、韓国の教科書の章末には「終えること」と称する問題があり、概念理解を確認する問題に加え、その章で学習した内容と関連した日常生活の中の現象などについて記述式の問題が設定されている。両国ともに各単元の最後にはまとめと問題が設けられているが、韓国では学習内容に関する問題に加え、日常生活に関連した問題について考えるコラムが設けてある。また、韓国の教科書には所々に「サイバ一家庭学習」と称して「Edunet」というサイトが紹介されており、ここでは学習内容に関連する詳細な情報が閲覧できるようになっている。

以上、韓国の教科書は日本の教科書と同様に日常生活との関連を考えた構成になっていた。しかし、韓国の教科書は日本の高等学校の内容や他分野の内容も含んでおり、より幅広く深く学習する構成となっている。また、インターネットを活用した学習は理解をより深めるのに役立つものと考えられる。これらは生徒の知識の幅を広げ、科学的思考力や問題解決力を身につけるのに効果的であると思われる。

2. 内容の比較

1) 第1学年 物質の三態

韓国教科書の最初の単元である「物質の三態」について日本の教科書と比較した。両国教科書「物質の三態」に関する項目を表3に示す。韓国教科書本単元の項目は、日本では第1学年と第2学年で学習する項目である。

次に、各項目の内容について比較した。「物質の状態変化」の比較を表4に示す。韓国ではまず「気体」、「液体」、「固体」の性質を学習し、次いで「融解」、「凝固」、「気化」、「液化」、「昇華」について分子の状態と物質の性質との関係を学習する。「物質の状態」については、その性質の違いや体積の違いについて分子モデルで説明されている。また、「気体」、「液体」、「固体」の性質については、日本では「粒子」という単語を用いて説明されているのと類似して、韓国では「分子(微粒

表3 「物質の三態」の項目比較

日本	韓国
2. 物質のすがた(1年) 3章 物質の状態変化 1. 状態変化と質量 2. 状態変化と粒子の運動 3. 状態変化と温度 4. 蒸留 4章 水溶液 1. 物質の溶解 2. 溶解と物質の粒子 3. 溶解度と再結晶 4. 溶液の濃度 1. 化学変化と原子・分子(2年) 1章 物質の成り立ち 1. 熱分解 2. 水の電気分解 3. 物質をつくっているもの 4. 化学反応式	1. 物質の三態 1-1 物質の状態変化 1. 物質の三態 2. 融解と凝固 3. 分子 4. 気化と液化 5. 昇華 1-2 状態変化と分子配列 1. 分子モデルと分子配列 2. 分子モデルの重要性と際限点

表4 「物質の状態変化」の内容比較

	日本	韓国
単語	・状態変化 ・粒子 ・蒸発 ・沸騰 ・融点 ・沸点 ・水溶液 ・溶解 ・分子	・固体 ・液体 ・気体 ・融解 ・凝固 ・気化 ・液化 ・湯気 ・昇華 ・分子 ・三態 ・状態変化 ・分子モデル ・分子間距離 ・分子配列
内容	・物質の状態変化 ・各状態の粒子のようす ・蒸発と沸騰 ・液体 ⇄ 固体の質量、体積変化 ・液体 ⇄ 気体の質量、体積変化 ・溶解と物質の粒子のようす ・分子について	・固体、液体、気体の各状態の性質 ・物質の状態変化 ・融解、凝固による物質の性質の変化 ・状態変化に伴う分子の性質の変化 ・分子間距離、分子配列と物質の性質 ・気化して目に見えなくても物質は存在している ・気体は冷却され液体になれば目に見えるようになる ・昇華性物質は分子が非常に弱い力で一つになっている
実験活動	やってみよう ・液体 ⇄ 気体の状態変化を調べてみよう ・エタノールの状態変化を粒子のモデルで考えてみよう ・グラフをかいてみよう ・角砂糖が水に溶ける様子をモデルに表してみよう ・原子や分子の模型 実験 ・いろいろな物質を加熱したときの変化を調べよう ・ろうの状態変化を調べよう	実験 ・虹キャンドル作り ・気化と液化 推理 ・砂糖は何で構成されているだろうか ・セッケン膜を無限に薄くさせることができるだろうか ・ドライアイスの状態変化 表現 ・分子モデルで気化と液化現象を表現する 討議 ・ナフタレンはどこへ行ったのだろうか

子)」という単語が用いられている。さらに、「状態変化」については、韓国では物質の状態が変わっても物質を構成する分子の性質は変わらず、分子の配列と分子間の距離が変わることで物質の状態が変わることが記述されている。一方、日本の教科書では、

粒子の運動と位置によって状態変化が起こることが記述されている。また、日本の教科書では状態変化における質量や体積の変化について学習するのに対し、韓国では状態変化における質量の変化については触れておらず、体積の変化に加えて「融解・凝固」、「気化・液化」および「昇華」について学習する。これらの内容は日本では高等学校で学習する内容である。

「状態変化と分子配列」の内容を表5に示す。ここでは物質の各状態における分子配列の規則性と体積変化を関連付けて学習する。日本では分子モデルや分子配列と関連付けて状態変化を学習するのは第2学年の「化学変化」の中であり、その内容も韓国に比べて浅い。また、韓国の教科書には日本では見られない「際限点」という単語が登場する。「際限点」とは、分子モデルで表現することができない事象、例えば物質の色や形など“分子モデルでは説明することができない限界”のような意味として用いられている。分子モデルが表現することの利便性や分子モデルが表現できる限界について考えることが主な内容となっている。

表5 「状態変化と分子配列」の内容比較

	日本	韓国
単語	・状態変化・化学変化 ・分子・粒子	・状態変化・分子配列 ・分子モデル・際限点
内容	・液体⇄固体の質量、体積変化 ・液体⇄気体の質量、体積変化 ・状態変化と粒子の運動 ・化学変化と状態変化	・分子配列の規則性による性質の違い ・状態変化と体積変化 ・物質のすべての性質を分子モデルで説明できるか ・分子モデルを用いる理由
実験・活動	やってみよう ・液体⇄気体の状態変化を調べてみよう ・エタノールの状態変化を粒子のモデルで考えてみよう ・原子や分子の模型 ・水の電気分解を原子のモデルで表してみよう 実験 ・ろうの状態変化を調べよう	実験 ・固体と液体状態の分子モデル 推理 ・気体と液体の分子配列はどのように違うのだろうか ・分子モデルで物質のすべての性質を説明することができるだろうか

以上の結果から、韓国の教科書の「物質の三態」における特徴は物質の状態変化について「気体」、「液体」、「固体」の性質に加え、状態変化の定義がなされている点である。また、微視的な見方や考え方を養うための基礎となる内容が含まれており、これからの学習の基礎となる知識や概念の習得を重視している点が挙げられる。

2) 第1学年 分子の運動

韓国の教科書「分子の運動」について日本の教科書と比較した。両国の「分子の運動」に関する項目を表6に示す。本単元の項目は日本の教科書においても第1学年で学習する内容であり、ここでは蒸発と拡散の現象について学習し、気体の圧力・温度と体積との関係について学習する。

表6 「分子の運動」の項目比較

日本	韓国
2. 物質のすがた(1年) 3章 物質の状態変化 1. 状態変化と質量 2. 状態変化と粒子の運動 3. 状態変化と温度 4. 蒸留 4章 水溶液 1. 物質の溶解 2. 溶解と物質の粒子 3. 溶解度と再結晶 4. 溶液の濃度	2. 分子の運動 2-1 蒸発と拡散 1. 蒸発 2. 拡散 2-2 気体の圧力と体積 1. 圧力 2. 気圧 3. ボイルの法則 4. ボイルの法則と分子運動 2-3 気体の温度と体積 1. 気体の温度と体積 2. シャルルの法則 3. シャルルの法則と分子運動

次に、各項目の内容について比較した。「蒸発と拡散」の内容の比較を表7に示す。韓国では「蒸発」は風による蒸発と温度変化による蒸発について分子の運動と関連付けて記述されている。一方、日本では「蒸発」は「沸騰」と同時に学習し、「蒸発」と「沸騰」の違いについて粒子運動の違いから説明されている。また、日本では「蒸発」を学習した後「融点」および「沸点」を学習する流れとなっているが、韓国では「融点」、「沸点」は別の単元で学習する。

韓国では「拡散」は大気中および水溶液中の両方の場合において記述されている。拡散するときの温度や

表7 「蒸発と拡散」の内容比較

	日本	韓国
単語	・蒸発・沸騰・融点・沸点 ・溶解・粒子・拡散	・蒸発・分子運動・温度・風 ・拡散・分子運動速度
内容	・液体→気体の状態変化と温度の関係 ・固体→液体の状態変化と温度の関係 ・溶解と物質の粒子 ・溶解と拡散	・蒸発しやすさと温度と風の関係 ・蒸発と拡散の分子運動 ・蒸発と拡散の違い ・温度と分子の拡散速度
実験・活動	やってみよう ・グラフをかいてみよう ・角砂糖が水に溶けるようすをモデルで表してみよう 実験 ・パルミン酸が固体から液体に変わるときの温度変化を調べよう	推理 ・洗濯物はどんな天気でもよく乾くだろうか ・香水瓶はどこにあるだろうか 実験 ・アセトンの蒸発 ・温度に伴うインクの拡散比較

分子の拡散速度について実験を通して学習する。一方、日本では「拡散」は水溶液中の場合においてのみ記述されており、「溶解」とともに学習する。両国ともに水溶液中に溶質が拡散していく写真が掲載され、視覚的に理解できるようになっている。韓国の本項目の実験・活動は「洗濯物がよく乾く条件」など日常生活に関連のある内容となっていた。

「気体の圧力と体積」の内容を表8に示す。「圧力」および「気圧」は日本では化学分野ではなく物理および地学分野で扱う内容である。また、日本とは異なり韓国では重さの単位は“kgf”，圧力の単位は“kgf/cm²”，気圧の単位は“atm”が用いられている。「圧力」については、圧力の定義や日常生活で使用されている圧力を用いた道具の原理について学習し、「気圧」については温度と高度の変化による気圧の変化について学習する。また、本項目では「ボイルの法則」について学習するが、これは日本では高等学校で扱う内容である。

表8 「気体の圧力と体積」の内容

韓国	
単語	<ul style="list-style-type: none"> ・圧力 ・気圧 ・大気圧 ・体積 ・ボイルの法則 ・分子運動 ・分子モデル ・分子間距離
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・蒸発しやすさと温度と風の関係 ・蒸発と拡散の分子運動 ・蒸発と拡散の違い ・温度と分子の拡散速度
実験・活動	討議 <ul style="list-style-type: none"> ・スポンジが入る深さ比較 推理 <ul style="list-style-type: none"> ・圧力の原理を利用した道具 分子モデルによるボイルの法則の説明 実験 <ul style="list-style-type: none"> ・気圧の作用 ・気体の圧力に伴う体積変化測定

「気体の温度と体積」の内容を表9に示す。ここでは「温度」と「体積」の関係を学習する。本項目も日本では高等学校で扱う内容であり、気体の温度と体積の関係を表したグラフから「気体の温度が高まれば体積が一定に増加し、温度が低くなれば体積は一定に減少する」という「シャルルの法則」も学習する。また、気体を加熱・冷却して気体分子の運動がどうなるかについての実験や、分子モデルを用いた活動を通して気体の温度変化に伴う気体分子の大きさや個数、分子間距離の変化について考える内容が含まれている。

表9 「気体の温度と体積」の内容

韓国	
単語	<ul style="list-style-type: none"> ・温度 ・体積 ・シャルルの法則 ・分子運動 ・運動速度 ・分子間距離 ・分子モデル
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・気体の温度変化による体積の変化 ・気体の温度が高まれば体積が一定に増加する ・シャルルの法則 ・気体の温度変化と気体分子の個数と大きさ ・温度変化に伴う気体の体積減少と分子間距離
実験・活動	観察 <ul style="list-style-type: none"> ・温度変化に伴う風船の体積変化 討議 <ul style="list-style-type: none"> ・インクの水滴の移動 実験 <ul style="list-style-type: none"> ・気圧の温度に伴う体積変化測定 表現 <ul style="list-style-type: none"> ・加熱すれば気体分子の運動はどうなるだろうか ・冷却すれば気体分子の運動はどうなるだろうか

以上の結果から、韓国の教科書の「分子の運動」では気体における分子の運動を説明する実験・活動が含まれており、圧力や温度の変化による体積の変化に加え、気体分子の運動まで幅広く学習する内容となっていた。また、活動においては日常生活で見られる内容や分子モデルを多く取り入れた内容となっており、生徒が実感を伴いながら学習できる内容であると考えられた。

3) 第1学年 分子の運動

韓国の教科書「状態変化とエネルギー」について日本の教科書と比較した。両国の「状態変化とエネルギー」に関する項目を表10に示す。日本では第1学年と第2学年で学習する内容である。ここではまず温度と熱の違いを学習し、次いで熱エネルギーと分子運動について学習する。また、前単元で学習した物質の三態の変化について「熱エネルギー」に着目し、熱エネル

表10 「状態変化とエネルギー」の項目比較

日本	韓国
2. 物質のすがた(1年) 3章 物質の状態変化 <ol style="list-style-type: none"> 1. 状態変化と質量 2. 状態変化と粒子の運動 3. 状態変化と温度 4. 蒸留 	3. 状態変化とエネルギー <ol style="list-style-type: none"> 3-1 熱エネルギー <ol style="list-style-type: none"> 1. 温度と熱 2. 熱エネルギーと分子運動 3-2 状態変化と熱エネルギー <ol style="list-style-type: none"> 1. 熱エネルギーを吸収する状態変化 2. 熱エネルギーを放出する状態変化 3-3 状態変化と分子運動 <ol style="list-style-type: none"> 1. 物質の状態に伴う分子運動 2. 状態変化と分子運動
1. 化学変化と原子・分子(2年) 4章 化学変化と熱の出入り <ol style="list-style-type: none"> 1. 熱を発生する化学変化 2. 熱を吸収する化学変化 	

ギーの吸収・放出と状態変化，状態変化と分子運動との関係について学習する。

次に各項目の内容について比較した。「熱エネルギー」の内容を表11に示す。この内容は日本の教科書にはない内容である。日常生活において類似した意味で使われている「熱」と「温度」について意味が違うこと，物質の温度上昇には熱エネルギーが必要であること，熱エネルギーは物質の量によって異なること，温度が違う物体間では低い方から高い方へ熱エネルギーを移動することを学習する。また，温度上昇による分子運動の変化や物質の体積の変化についても学習する。熱エネルギーの移動について，「伝導」，「対流」，「放射」があることが紹介されており，これは日本では第3学年の物理分野の内容である。化学分野の内容と他分野の内容とを関連付けて述べてある点は韓国の教科書の特徴である。

表11 「熱エネルギー」の内容

韓国	
単語	<ul style="list-style-type: none"> ・温度・熱・熱エネルギー ・伝導・対流・放射・分子運動
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・温度と熱の違い ・熱エネルギーと物質の量の関係 ・熱エネルギーの移動 ・熱エネルギーと分子運動の関係 ・熱エネルギーと体積変化
実験・活動	<ul style="list-style-type: none"> 予想 ・物質の量に伴う温度と熱 実験 ・熱エネルギーの移動 ・温度計の原理

「状態変化と熱エネルギー」の内容の比較を表12に示す。ここでは状態変化による「熱エネルギー」の吸収・放出について学習する。「気化」，「融解」，「昇華（固体から気体）」は熱エネルギーを周囲から吸収し，「凝固」，「液化」，「昇華（気体から固体）」は熱エネルギーを周囲に放出するという内容を日常生活の中で見られる現象を例に挙げて学習する。日本では熱の出入りについては化学変化と一緒に学習するため，韓国と日本では熱の出入りの内容で扱われる項目が異なる。両国ともに「沸点」と「融点」について学習するが，韓国では「凝固点」についても学習する。さらに，韓国では「気化熱」，「融解熱」，「液化熱」，「凝固熱」，「昇華熱」の各状態変化が起こるときの熱エネルギーについても記述されており，より詳しい

表12 「状態変化と熱エネルギー」の内容比較

	日本	韓国
単語	<ul style="list-style-type: none"> ・蒸発・沸騰・融点・沸点 ・化学変化・熱・発熱反応 ・吸熱反応・反応熱 	<ul style="list-style-type: none"> ・気化・気化熱・沸点・融点・融解 ・融解熱・昇華・昇華熱・液化 ・液化熱・凝固・凝固点・凝固熱 ・熱エネルギー
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・液体⇄固体の質量、体積変化 ・液体⇄気体の質量、体積変化 ・蒸発と沸騰について ・固体→液体の温度変化 ・融点と沸点について ・熱を発生する化学反応 ・熱を吸収する化学反応 	<ul style="list-style-type: none"> ・気化熱、沸点、融解熱、融点、昇華熱の定義 ・気化、融解、昇華(固体から気体)する時は熱エネルギーを周囲から吸収する ・凝固点、凝固熱、液化熱の定義 ・凝固、液化、昇華(気体から固体)する時は熱エネルギーを周囲に放出する
実験・活動	<ul style="list-style-type: none"> やってみよう ・液体⇄気体の状態変化を調べてみよう ・瞬間冷却パックの温度変化を調べてみよう(発展) 実験 ・ろうの状態変化を調べよう ・パルミン酸が固体から液体に変わる時の温度変化を調べよう ・かいろうの成分を使って熱が発生する化学変化を調べよう ・アンモニアの発生で熱を吸収する化学変化を調べよう 	<ul style="list-style-type: none"> 推理 ・液体が蒸発する時の温度変化 実験 ・エタノールが沸く時の温度変化 ・ステアリン酸が凝固する時の温度変化 資料解釈 ・氷が溶ける時の温度変化 予想 ・温度に伴う昇華のはやさ 推理 ・ナフタレンの昇華

内容となっている。日本では化学変化とともに学習するため各状態変化が起こるときの熱エネルギーについての記述はなく，「反応熱」という単語のみが使われている。また，熱エネルギーの吸収・放出に関しても「吸熱反応」および「発熱反応」など化学反応の過程においてのみの内容となっている。

「状態変化と分子運動」の内容の比較を表13に示す。韓国では分子モデルで各状態を表すことに加え，なぜ状態変化が起こると分子運動が変わるのかについて，分子運動速度，分子間引力，分子配列および分子間距

表13 「状態変化と分子運動」の内容比較

	日本	韓国
単語	<ul style="list-style-type: none"> ・状態変化・粒子 	<ul style="list-style-type: none"> ・状態変化・分子運動・分子モデル ・分子間引力・熱エネルギー
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・物質の状態変化を粒子モデルで表す ・固体、液体、気体の粒子の運動 	<ul style="list-style-type: none"> ・固体、液体、気体の分子運動速度と分子配列とその差 ・状態変化する時の分子運動 ・固体、液体、気体の分子間引力 ・熱エネルギーの出入りと分子間引力
実験・活動	<ul style="list-style-type: none"> やってみよう ・エタノールの状態変化を粒子のモデルで考えてみよう 	<ul style="list-style-type: none"> 実験 ・物質の状態に伴う分子運動モデル ・状態変化する時の分子運動モデル討論 ・物質の状態に伴う分子運動 推理 ・熱エネルギーの出入りと分子運動

離から考え学習する。また、状態変化が起こるすべての過程における熱エネルギーの出入りについても学習する。日本では各状態を分子モデルで考える内容はありますが状態変化が起きて温度が一定になっている間については触れておらず、この内容は韓国特有である。

以上の結果から、韓国の教科書における「状態変化とエネルギー」では状態変化を「熱エネルギー」という別の観点から学習することでこれまでの学習をさらに深めていく内容となっていた。これは生徒がこれまでの学習を振り返りさらに深く学習することで状態変化について知識を積み重ねていくことになり、生徒が着実に知識を習得するのに効果的であると考えられる。

4) 第2学年 物質の構成

韓国の教科書「物質の構成」について日本の教科書と比較した。両国の「物質の構成」に関する項目を表14に示す。本単元の項目は日本の教科書においては全学年で学習する内容である。

表14 「物質の構成」の項目比較

日本	韓国
2. 物質のすがた(1年) 2章 気体の発生と性質 1. 身のまわりの気体 2. いろいろな気体 1. 化学変化と原子・分子(2年) 1章 物質の成り立ち 1. 熱分解 2. 水の電気分解 3. 物質をつくっているもの 4. 化学反応式 2章 いろいろな化学変化 1. 酸素と結びつく化学変化ー酸化 2. 酸素をうばう化学変化ー還元 3. 硫黄と結びつく化学変化 3章 化学変化と物質の質量 1. 質量保存の法則 2. 化合する物質の質量の割合 4. 化学変化とイオン(3年) 1章 水溶液とイオン 1. 電流が流れる水溶液 2. 原子の構造・イオンの構造 3. 電池とイオン 4. 電気分解とイオン	2. 物質の構成 2-1 元素 1. 物質に関する過去の考え 2. 酸素の発見 3. 金属元素の発見 2-2 元素記号と周期律 1. 私たちの周辺の元素 2. 元素記号 3. 元素の分類 4. 元素周期表 5. 元素周期表の活用 2-4 イオン 1. イオンの世界 2. イオンの形成 3. 周期表とイオン 4. 生活の中のイオン

次に各項目の内容について比較した。「元素」の内容の比較を表15に示す。韓国では元素や原子に関する内容を学習する前に物質に対する過去の考え方について学習する。タレスやアリストテレスが考えた三元素

説や四元素説、元素および酸素の発見、金属元素の発見についても記述されており、過去の物質に対する考え方が現在の化学の発展につながっていると述べられている。日本の教科書においても同様な記述はあるがトピックとして記されており、深く学習する内容としては扱われていない。また、韓国教科書の「金属元素の発見」では炎色反応と分光器を用いてスペクトルを観察することによって金属元素を区別する実験が扱われており、金属元素は固有の炎色を持つことを学習する。炎色反応の実験は両国において共通しているが、日本では「酸素と結びつく化学反応」における金属の燃焼の項目で発展的内容として扱われている。分光器を用いたスペクトルの観察実験は日本の教科書には見られない実験である。

表15 「元素」の内容比較

	日本	韓国
単語	・元素 ・酸素 ・錬金術 ・炎色反応 ・フロギストン	・元素 ・錬金術 ・四元素説 ・三元素説 ・フロギストン ・酸素 ・金属元素 ・プリズム ・スペクトラム ・連続スペクトラム ・ラインスペクトラム
内容	・元素の発見 ・錬金術と化学 ・酸素の発見 ・酸素と結びつく化学変化(金属の燃焼) ・フロギストン説	・アリストテレスの四元素説 ・錬金術師の三元素説 ・物質に対する過去の考えと現在の化学のつながり ・酸素の発見 ・金属元素の炎色反応と分光器を使った区別
実験・活動	やってみよう ・金属の化合物を炎にいれてみよう(発展)	討議 ・物質に対するタレスとアリストテレスの考え ・錬金術師が主張した三元素 ・燃える現象に対する錬金術師の考え ・酸素は誰が発見したのだろうか 実験 ・炎色で金属元素を区別する ・簡易分光器を作ってスペクトラムを観察する

「元素記号と周期律」の内容の比較を表16に示す。韓国では私たちの身近にある元素はどのようなものがあるのかを調べる活動を通して元素について学習する。

「元素記号」では元素記号が使われる理由について著作権の記号を例に挙げ、記号で表すことの利点の説明や過去にドルトンが使用した元素記号を紹介している。また、元素の名前の由来や元素記号の表し方の規則についても記述されている。日本においても原子の種類を表す記号やドルトンが使用した記号についての図表が掲載されている。「元素の分類」では元素の電気伝導性の有無で金属元素と非金属元素に分類したラボア

ジェの元素分類やテーベライナーの元素の性質による分類について学習し、「元素周期律表」ではメンデレーエフの周期表や現在の周期表について学習する。また、元素の性質と周期・族の関係性についても学習し、元素の原子番号が分かることで元素の性質が予測できることについても学習する。ここでは遊びを通じて原子番号を覚える活動や、周期表を活用して元素の性質を予測する活動が取り入れられている。日本ではメンデレーエフの周期表についてはトピックで扱われており、元素の分類や現在の周期表ができるまでの科学者たちの考え方や元素が持つ性質、周期および族の持つ性質などについては詳しく記述されていない。

表16 「元素記号と周期律」の内容比較

	日本	韓国
単語	・元素・原子・周期表	・元素・元素記号・電気伝導性 ・金属元素・非金属元素・三組元素 ・周期表・周期・族・原子番号 ・同族元素・アルカリ族・ハロゲン族
内容	・原子の種類を表す記号 ・メンデレーエフの周期表	・人間を構成する元素 ・自動車に含まれる元素 ・元素記号が使われる理由 ・元素の名前の由来 ・元素記号の表し方の規則 ・ラボアジエの元素の分類 ・メンデレーエフとモーゼリーの周期表 ・周期律の周期、族の性質 ・周期律からわかること
実験・活動	やってみよう ・周期表から探してみよう	討議 ・私たちの体を構成する元素 ・生活の中で使う記号 ・元素の名前の由来 ・元素の周期律表 調査 ・生活の中で出会う元素

「原子」の内容の比較を表17に示す。韓国では原子モデルの変遷について連続説、粒子説、ドルトンの原子説に触れながら学習し、原子構造、元素と原子の違いを学習する。元素と原子の違いについて概念のみを学習するのではなく、活動を通して具体的に理解しながら学習する内容となっている。日本では原子の大きさや原子の構造の内容については韓国と共通しているが原子モデルの変遷については詳しい記述はなく、トピックで発展的内容として扱われている。

「イオン」の内容の比較を表18に示す。韓国ではイオンと元素の性質の違いについてナトリウムイオンとナトリウムの性質を比較しながら学習し、イオンが形成される過程やイオンになりやすい元素について周期律に着目して学習する。また、生体や環境中に存在す

表17 「原子」の内容比較

	日本	韓国
単語	・原子・原子核・電子 ・陽子・中性子	・連続説・粒子説・原子説・原子 ・原子核・電子・電荷・元素
内容	・原子、分子について ・原子の大きさ、質量、性質 ・原子の構造 ・イオンの構造	・ドルトンの原子説 ・トムソンとラザフォードが考えた原子構造 ・原子の内部構造 ・元素と原子の違い
実験・活動	やってみよう ・周期表を使って調べてみよう ・原子や分子の模型	討議 ・鉛筆芯を分ければ何が現れるだろうか ・水素原子の内部構造 ・いろいろな原子の構造 ・元素と原子の差 推理 ・原子の内部構造を模型で調べてみる

表18 「イオン」の内容比較

	日本	韓国
単語	・イオン・陽イオン・陰イオン ・電子・電子殻・最外殻電子 ・希ガス・電子配置・イオン式	・イオン・陽イオン・陰イオン ・電荷・静電氣的引力・イオン式 ・金属イオン・非金属イオン
内容	・電解質水溶液で電流が流れるしくみ ・イオンの構造 ・原子の電子配置 ・最外殻電子と周期表 ・イオンのでき方 ・イオンの表し方	・イオンと元素の性質の違い ・イオンの名前の付け方 ・イオン式の書き方 ・イオンの形成過程 ・イオンになりやすい元素と周期表 ・からだの中のイオン ・生活の中のイオン
実験・活動	やってみよう ・水道水に電流が流れるか調べてみよう ・イオン式で考えてみよう	討議 ・ナトリウムとナトリウムイオンの差 ・イオン、原子の電子数比較 作製 ・磁石を利用したイオンモデル

るイオンについて調べることで、イオンが生活の中にあって必要不可欠であることを実感させる内容となっている。韓国ではイオンの名前の付け方とイオンの表し方の両方が記述されているのに対し、日本ではイオン別にイオンの表し方が記述されているのみで、イオンの名前の付け方については記述されていない。また、韓国ではイオンの形成過程について磁石を用いたイオンモデル作りをする活動を通して学習する。さらに、金属元素と非金属元素が安定した希ガスの電子配置をとる傾向があるのかについて、周期表を用いたイオンを分類する活動を通して学習する。一方、日本ではイオンの形成や原子の電子配置については第3学年の発展的内容として記述されており具体的な活動は含まれていない。

以上の結果から、韓国の教科書における「物質の構成」では概念の学習だけではなく、実験や調査活動を多く取り入れることにより生徒が理解しやすい内容と

なっていた。

5) 第2学年 私たちの周りの化合物

韓国の教科書「私たちの周りの化合物」について日本の教科書と比較した。両国の「私たちの周りの化合物」に関する項目を表19に示す。本単元の項目は日本では第1学年と第2学年で学習する。本単元では純物質と混合物について学習するとともに、化合物の性質や化合物を形成するイオン結合と共有結合について学習する。

表19 「私たちの周りの化合物」の項目比較

日本	韓国
2. 物質のすがた(1年) 3章 物質の状態変化 1. 状態変化と質量 2. 状態変化と粒子の運動 3. 状態変化と温度 4. 蒸留 1. 化学変化と原子・分子(2年) 1章 物質の成り立ち 1. 熱分解 2. 水の電気分解 3. 物質をつくっているもの 4. 化学反応式 2章 いろいろな化学変化 1. 酸素と結びつく化学変化—酸化 2. 酸素をうばう化学変化—還元 3. 硫黄と結びつく化学変化	1. 私たちの周りの化合物 3-1 純物質と混合物 1. 純物質と混合物 2. 混合物の性質 3-2 化合物と化学結合 1. 化合物の性質 2. 化合物のモデルと化学式 3. 化合物の構成 4. 化学結合 3-3 イオン結合 1. イオン結合 2. イオン結合化合物 3. イオン結合化合物を表すこと 3-4 共有結合 1. 共有結合 2. 共有結合化合物 3. 共有結合化合物を表すこと

次に各項目の内容について比較した。「純物質と混合物」の比較を表20に示す。韓国では純物質と混合物について学習し、「均一混合物」および「不均一混合物」についても学習する。「均一混合物」とは混合物の成分が等しく広がって分布する混合物のことであり、「不均一混合物」とは混合物の成分が等しく分布していない混合物のことでありと記述されている。また、混合物の性質について、鉄粉と硫黄粉の性質とこれら2つの粉末を混合した混合物の性質を比較する実験や混合物を粒子モデルで表現する活動を通して、混合物は個々の純物質としての性質を維持していることを学習する。日本では純物質と混合物は「状態変化と温度」の融点と沸点の学習の中で扱われており、純物質と混合物の違いについて1種類の物質からできているかどうか、融点や沸点が一定の値を示すかどうかで見分けることができると記述されている。また、日本の教科書では「純物質」ではなく「純粋な物質」という単語で記述されており、「純物質」は高等学校で初めて使

表20 「純物質と混合物」の内容比較

	日本	韓国
単語	・純粋な物質 ・混合物 ・融点 ・沸点	・純物質 ・混合物 ・均一混合物 ・不均一混合物
内容	・純粋な物質の性質 ・混合物の性質	・純物質と混合物 ・均一混合物 と不均一混合物 ・混合物の性質
実験・活動		分類 ・純物質を区別する 実験 ・混合物の性質 表現 ・混合物の粒子モデル

用される。「均一混合物」および「不均一混合物」に関する内容や、混合物は純物質の性質を維持していることなどの記述は日本にはなく、これらは韓国特有の内容である。

「化合物と化学結合」の内容の比較を表21に示す。ここでは「単元素物質」と「化合物」を取り上げ、化合物を形成すると元の物質の性質はなくなることや化合物を化学式で表す方法、化合物を構成する元素の種類と数によって化合物の性質が異なることなどを学習する。化合物を形成する際、電子の授受や共有によって形成される化学結合について分子模型を作る活動を通して学習する。また、同じ元素から成るが元素の個

表21 「化合物と化学結合」の内容比較

	日本	韓国
単語	・単体 ・化合物 ・分子 ・原子 ・化学式 ・化学反応 ・化合	・単元素物質 ・化合物 ・混合物 ・分子モデル ・化学式 ・化学結合 ・原子 ・電子
内容	・原子と分子 ・化学式の書き方 ・単体と化合物 ・化学反応式の表し方 ・鉄と硫黄、銅と硫黄の化合	・単元素物質と化合物 ・化合物の性質 ・化合物の性質と分子モデル ・化学式 ・同じ元素で構成された化合物の性質の違い ・化合物の形成
実験活動	やってみよう ・原子や分子の模型 ・化学式から物質のつくりを考えてみよう ・単体が化合物か調べてみよう ・水の電気分解を原子のモデルで表してみよう ・有機物の燃焼で生成するものを調べてみよう ・銅板と硫黄粉末で化学変化が起こるか調べてみよう 実験 ・鉄と硫黄の混合物を加熱するとどうなるか調べよう	資料解釈 ・鉄と硫黄の混合物と化合物推測 ・混合物と化合物のモデル実験 ・化合物モデル作り ・化合物を化学式で表す ・化学結合モデル ・水と過酸化水素の性質 ・塩化水素の模型

数が異なる水と過酸化水素を取り上げ、この2つの化合物の分子モデルを示しながら性質の差異を予想させている。日本では「単元素物質」と同義語として「単体」が用いられ、化学式の表し方については分子からなる物質と分子をつくらぬ物質で分けて記述されている。また、韓国の教科書で扱われている化合物の性質や化学結合については日本では高等学校で学習する内容である。

「イオン結合」の内容を表22に示す。「イオン結合」は日本では高等学校で学習する内容である。ここでは陽イオンと陰イオンが静電的引力によって結合した化合物をイオン結合化合物といい、主に金属陽イオンと非金属陰イオンの間で結合が起こることを学習する。また、イオン結合化合物の結晶作りの実験を通してイオン結合の規則性や安定性について学習する。イオン結合は陽イオンと陰イオンの間で電子の移動が起こることによって成り立つ結合であること、イオン式の表し方、イオン結合化合物の名前の付け方についても記述されており、単原子イオンや多原子イオンについても記述されている。

表22 「イオン結合」の内容

韓国	
単語	・イオン結合 ・静電的引力 ・イオン結合化合物 ・結晶 ・単原子イオン ・多原子イオン
内容	・イオン結合の形成 ・イオン結合化合物の構造と結晶 ・イオン結合の表し方 ・イオン結合化合物の名前の付け方 ・生活の中のイオン結合化合物
実験・活動	実験 ・イオン結合化合物の結晶作り 討議 ・イオン結合化合物の化学式 調査 ・生活の中のイオン結合化合物の調査

「共有結合」の内容の比較を表23に示す。日本では「共有結合」の内容も高等学校で学習する。韓国では「共有結合」についてイオン結合とその結合様式を比較しながら原子核と共有された電子の間の静電的引力によって形成されること、非金属元素の間で結合が形成されることを学習する。また、共有結合化合物の中の物質の最小単位を分子と呼び、水素、水およびアンモニア分子の模型を粘土で作る活動や、水分子と二酸化炭素分子の模型を比較することで様々な形の分子

表23 「共有結合」の内容比較

	日本	韓国
単語	・原子 ・分子 ・化学式	・共有結合 ・共有電子 ・共有結合化合物 ・分子 ・分子式
内容	・原子と分子 ・化学式の表し方 ・原子がもつ「手」の数	・共有結合の形成 ・共有結合化合物 ・共有結合を形成する元素 ・分子、分子式 ・原子の結合比率と分子形 ・生活の中で見られる化合物
実験・活動	やってみよう ・原子や分子の模型 ・化学式から物質のつくりを考えてみよう	推理 ・共有結合の形成 討議 ・水素の結合 ・共有結合化合物の化学式 作製 ・分子模型 調査 ・私たちの生活の中の化合物

があることについても学習する。この内容は日本では第2学年のトピックの中で少し触れてある程度であり韓国のような詳しい記述はされていない。さらに、共有結合化合物はそれを構成している原子の個数すべてを示した分子式で表さなければならないということを示したホルムアルデヒド、酢酸およびブドウ糖の原子の構成比率を比較しながら学習する。日常生活における種々の化合物との関わりについて自分の生活を振り返る活動があり、生徒の日常生活と化合物のつながりを実感させる内容となっている。

以上の結果から、韓国の教科書の「私たちの周りの化合物」では日常生活と様々な化合物のつながりを考えながら、微視的な見方や考え方をモデルや模型を作る活動を通して身につけさせる内容となっており、生徒が主体的に活動し学習できる内容であった。

6) 第3学年 物質の特性

韓国の教科書「物質の特性」について日本の教科書と比較した。両国の「物質の特性」に関する項目を表24に示す。本単元の項目は日本の教科書においては第1学年で学習する内容である。本単元では物質の「融点」、「凝固点」、「沸点」、「密度」および「溶解度」の性質について学習し、これらの物質の性質を利用して混合物を分離する様々な方法を学習する。また、韓国の第3学年の実験・活動にはその実験・活動における目標として「創意的に考えること」という項目が掲げられており、これは目的を明確に持ちながら詳細な考察を行い学習することを促している。

表24 「物質の特性」の項目比較

日本	韓国
2. 物質のすがた(1年) 1章 いろいろな物質 1. 物質とは 2. 有機物と無機物 3. プラスチック 4. 金属の性質 5. 密度 3章 物質の状態変化 1. 状態変化と質量 2. 状態変化と粒子の運動 3. 状態変化と温度 4. 蒸留 4章 水溶液 1. 物質の溶解 2. 溶解と物質の粒子 3. 溶解度と再結晶 4. 溶液の濃度	2. 物質の特性 2-1 物質の性質 1. 物質の量 2. 大きさ性質と強さ性質 2-2 融点と沸点 1. 融点と凝固点 2. 沸点 2-3 密度 1. 密度 2. 生活の中の密度 2-4 溶解度 1. 溶液 2. 溶解 3. 固体の溶解度 4. 気体の溶解度 2-5 混合物の分離 1. 純物質と混合物の特性 2. 沸点を利用した物質の分離 3. 密度を利用した物質の分離 4. 溶解度を利用した物質の分離 5. 生活の中の混合物分離

次に各項目の内容について比較した。「物質の性質」の内容を表25に示す。本項目の内容は日本の教科書には見られず韓国特有の内容である。ここでは物質の量を表すものとして体積と質量が挙げられており、体積と質量の単位や物質の表し方はその形や状態によって変わることがを学習する。また、物質の性質と量の関係について調べ、「大きさ性質」、「強さ性質」および「見かけ性質」について学習する。韓国では質量や体積のように物質の量によって変わる性質を「大きさ性質」、色や味、融点、沸点のように物質の量に関係ない一定の性質を「強さ性質」、また色、味、結晶形、触感のように人の感覚やルーペのような簡単な道具を利用して知ることができる強さ性質を「見かけ性質」と定義している。

表25 「物質の性質」の内容

	韓国
単語	・体積 ・質量 ・単位 ・大きさ性質 ・強さ性質 ・見かけ性質
内容	・体積、質量の単位 ・固体の体積を測定する方法 ・大きさ性質、強さ性質、見かけ性質
実験・活動	分類 ・物質の量を表す単位 ・物質のいろいろな性質 測定 ・固体の体積測定 観察 ・いろいろな物質の区別

「融点と沸点」の内容の比較を表26に示す。韓国では融点、凝固点および沸点については第1学年と第2学年で既に学習しており、ここでは「強さ性質」としての融点、凝固点および沸点について学習する。融点、凝固点および沸点は物質の質量によって変化しないが、物質の種類が異なれば変化するため強さ性質であること学習し、それらの違いは物質を構成する粒子間の引力に差があることで生じることを学習する。日本では融点および沸点についての記述は見られるが、粒子間の引力について記述されておらず、状態変化についてのみ記述されている。さらに、韓国では沸点について圧力の変化により沸点が変化する実験を行い、外部圧力が低くなれば沸点は低くなり、外部圧力が高くなれば沸点は高くなることを学習する。「圧力釜の原理」の活動は日常生活で用いられている圧力釜で早くご飯が炊ける理由について窒素、酸素および水分子のモデルで表現し、分子の動きを考えることで圧力と沸点の関係を学習する内容である。韓国では融点、凝固点および沸点について中学校3年間を通して様々な観点から学習していく点特徴的である。

表26 「融点と沸点」の内容比較

	日本	韓国
単語	・融点 ・沸点 ・純粋な物質 ・混合物	・融点 ・凝固点 ・沸点 ・強さ性質
内容	・状態変化と温度の関係 ・融点、沸点の定義 ・純粋な物質と混合物の融点、沸点	・強さ性質としての融点、凝固点、沸点 ・日常生活での物質の融点利用 ・圧力変化による物質の沸点
実験・活動	やってみよう ・パルミチン酸が固体から液体に変わる時の温度変化を調べよう	資料解釈 ・ラウリン酸とパルミチン酸の加熱・冷却グラフを比較 討議 ・融点が高い物質と低い物質の活用 ・100℃より低い温度で水を沸かす 実験 ・水とエタノールの沸点 表現 ・圧力釜の原理

「密度」の内容の比較を表27に示す。韓国では同体積における質量を測定し、物質1cm³の質量を密度と定義し、密度の求め方、密度の性質について学習する。また、気体の密度においては温度と圧力に着目し、物質の状態による密度の違いや日常生活で見られる密度差を利用したものについても実験・活動を通して学習する。日本では密度の定義、密度の求め方、密度差により物質が浮かんだり沈んだりすることについては記

述されているが、温度による密度の変化についてはトピックで取り上げられている程度であり、圧力変化による密度の変化や物質の状態による密度の違いについては記述されていない。

表27 「密度」の内容比較

	日本	韓国
単語	・密度 ・質量 ・体積 ・温度	・密度 ・質量 ・体積 ・圧力 ・温度
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・密度の定義 ・密度の求め方 ・水と固体の密度比較 ・水以外の液体と固体の密度比較 ・温度による密度の変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・密度の定義 ・気体の種類による密度の違い ・物質の密度差 ・温度と密度の関係 ・圧力と密度の関係
実験・活動	<ul style="list-style-type: none"> やってみよう ・身の周りの固体の密度を測定してみよう 	<ul style="list-style-type: none"> 実験 ・同じ体積の質量比較 討議 ・気体の種類によって密度が違う理由 推理 ・ガリレイ温度計の原理 ・海底探査船が浮かんだり沈んだりする理由

「溶解度」の内容の比較を表 28 に示す。韓国では溶解、溶液、溶媒および溶質の定義について学習し、溶液の濃度は溶質粒子の個数で決まり、日常生活ではパーセント濃度が使われること、溶解は溶質と溶媒の粒子間の引力が溶質粒子間、溶媒粒子間の引力より大きいときに起こることを学習する。また、固体と気体の溶解度が温度と圧力によって変化することを再結晶による析出や溶解度曲線を用いた実験・活動において学習する。同様に日本では溶解、溶液、溶媒および溶質の定義、濃度についての記述があり、溶解を物質の粒子によって表現させる活動も見られるが、溶解が溶質や溶媒の粒子間の引力が関係することについての記述はされていない。また、溶解度や再結晶についての記述も見られるが、韓国では固体・気体における溶解度が温度や圧力によって変化することにまで触れられており、日本にはそのような記述はされていない。

「混合物の分離」の内容の比較を表 29 に示す。韓国では純物質と混合物を沸点、凝固点および密度に着目して区別し、沸点、密度および溶解度を利用して混合物を分離する方法を学習する。純物質と混合物については第 2 学年で既に学習しているが、沸点や凝固点の特性による区別については本項目において学習する。日本では純物質と混合物について学習する際に、融点と沸点も純物質と混合物を見分ける基準になることを学習するが、凝固点と密度による純物質と混合物の区

表28 「溶解度」の内容比較

	日本	韓国
単語	<ul style="list-style-type: none"> ・水溶液 ・溶質 ・溶媒 ・溶解 ・溶解度 ・飽和水溶液 ・結晶 ・再結晶 ・溶解度曲線 ・質量パーセント濃度 	<ul style="list-style-type: none"> ・溶解 ・溶液 ・溶質 ・溶媒 ・溶解度 ・パーセント濃度 ・飽和水溶液 ・析出 ・溶解度曲線
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・水溶液、溶質、溶媒、溶解 ・溶解前後の質量 ・溶解と物質の粒子 ・溶解度と再結晶 ・溶液の濃度 	<ul style="list-style-type: none"> ・溶解、溶液、溶質、溶媒 ・パーセント濃度 ・溶解が起こる理由 ・固体、気体の溶解度 ・温度と溶解の関係(析出、溶解度曲線) ・圧力と溶解の関係
実験・活動	<ul style="list-style-type: none"> やってみよう ・角砂糖が水に溶ける様子をモデルで表してみよう ・質量パーセント濃度で比べてみよう 実験 ・物質が水に溶ける様子を観察しよう ・水溶液に溶けている物質を取り出そう 	<ul style="list-style-type: none"> 実験 ・水に溶ける溶質の量比較 ・温度に伴う気体の溶解度 ・圧力に伴う気体の溶解度 推理 ・砂糖水の濃さ比較 討議 ・分子モデルで説明 資料解釈 ・温度変化と硝酸カリウムの溶解度

表29 「混合物の分離」の内容比較

	日本	韓国
単語	<ul style="list-style-type: none"> ・密度 ・純物質 ・混合物 ・沸点 ・融点 ・溶解度 ・再結晶 	<ul style="list-style-type: none"> ・純物質 ・混合物 ・沸点 ・凝固点 ・密度 ・蒸留 ・溶解度
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・密度の定義・水と固体の密度比較 ・水以外の液体と固体の密度比較 ・純物質と混合物の融点と沸点 ・沸点の差による混合物の分離 ・溶解度、飽和水溶液 ・ろ過による混合物の分離 ・溶解度差による混合物の分離 ・溶解度曲線の読み方 	<ul style="list-style-type: none"> ・純物質と混合物の沸点、凝固点、密度 ・沸点の差による混合物の分離 ・密度差による混合物の分離 ・ろ過による混合物の分離 ・溶解度差による混合物の分離 ・溶解度曲線の利用 ・吸着とクロマトグラフィー
実験・活動	<ul style="list-style-type: none"> やってみよう ・身の周りの固体の密度を測定してみよう 実験 ・水溶液に溶けている物質を取り出そう 	<ul style="list-style-type: none"> 実験 ・水と塩水の沸点比較 ・水とエタノール混合液の蒸留 ・密度差による液体混合物の分離 ・硫黄と塩の分離 ・色素がありにおいがする物質の除去 討議 ・空気の分離 ・密度差による混合物の分離 予想 ・サインペンインクの色素分離

別については記述されていない。沸点を利用した混合物の分離について両国ともに「蒸留」が取り上げられている。蒸留によってエタノールを分離させる内容は両国で共通しているが、韓国では水とエタノールの混合物を蒸留するのに対し、日本ではみりんからエタノールを蒸留する点が異なっている。また、韓国では気体の混合物の分離についても記述されている。

韓国の教科書では密度差を利用した混合物の分離法として「分別じょうご法」と「遠心分離機」が、また

溶解度を利用した混合物の分離法としては「ろ過」と「分別結晶（再結晶）」が取り上げられている。日本においても「ろ過」と「再結晶」は取り上げられており、ろ過の仕方および仕組みとともに学習する。韓国では「再結晶」という単語は見られないが同義語として「分別結晶」という単語が用いられている。さらに、韓国では色素や香りの混合物の分離にまで触れており、日本では高等学校で扱われる「吸着」や「クロマトグラフィー」についての実験・活動が取り上げられている。本項目は混合物の分離の方法を様々な物質の特性と関連付けて幅広く学習する内容となっていた。

以上の結果から、韓国の教科書における「物質の特性」ではこれまでに学習してきた内容を「特性」という別の観点から学習することで、さらに深く幅広く学習することができる内容となっていた。

7) 第3学年 電解質とイオン

韓国の教科書「電解質とイオン」について日本の教科書と比較した。両国の「電解質とイオン」に関する項目を表30に示す。本単元の項目は日本の教科書においては第3学年で学習する内容である。本単元では電解質とイオンについて学習し、沈殿物生成におけるイオン反応式とイオンの検出方法について学習する。

表30 「電解質とイオン」の項目比較

日本	韓国
4. 化学変化とイオン (3年) 1章 水溶液とイオン 1. 電流が流れる水溶液 2. 原子の構造・イオンの構造 3. 電池とイオン 4. 電気分解とイオン 2章 酸・アルカリとイオン 1. 酸・アルカリ 2. 中和と塩 3. 酸・アルカリの濃さと中和	6. 電解質とイオン 6-1 電解質とイオン 1. 電解質と非電解質 2. 電解質水溶液に電流が流れる原理 3. 電解質のイオン化過程 6-2 沈殿生成反応とイオンの検出 1. 沈殿物の生成 2. 沈殿物生成物反応式 3. 未知のイオンを探し出す

次に各項目の内容について比較した。「電解質とイオン」の内容の比較を表31に示す。韓国では第2学年で既にイオンの構造やイオンの形成、イオン式、イオン結合、イオン結合化合物などについては学習している。本項目では固体状態で電流が流れる導体と流れない不導体、水に溶けて電流が流れる電解質と流れない非電解質について学習し、電解質水溶液において電流が流れる原理や水溶液中で電解質がイオンになる過程

表31 「電解質とイオン」の内容比較

	日本	韓国
単語	・電解質 ・非電解質 ・電気分解 ・導体 ・陽イオン ・陰イオン ・電離 ・イオン式 ・酸性 ・アルカリ性	・電解質 ・非電解質 ・電気伝導度 ・導体 ・不導体 ・イオン ・イオン化 ・強電解質 ・弱電解質 ・化学反応式
内容	・電解質と非電解質 ・水溶液に流れる電流の正体 ・イオン式を用いた電離の表し方 ・酸性・アルカリ性とイオン	・導体と不導体 ・電解質と非電解質 ・電解質水溶液に電流が流れる原理 ・電解質のイオン化 ・イオン反応式の書き方 ・強電解質と弱電解質
実験・活動	やってみよう ・水道水に電流が流れるか調べてみよう 実験 ・いろいろな水溶液で電流が流れるかどうか調べよう ・酸性・アルカリ性を示すものの正体を調べよう	討論 ・乾いた手と濡れた手に流れる電流の比較 ・電解質のイオン化過程を化学反応式で表す 実験 ・電解質と非電解質の区別 推理 ・硫酸銅水溶液のイオン化モデル

を学習する。イオン結合化合物はすべて電解質であり、共有結合化合物はほとんどが非電解質であることについても触れ、電解質と非電解質の違いについてイオンモデルで表現されたものから推理する活動を通して学習する。さらに、イオン化過程の化学反応式のかき方についても学習し、強電解質や弱電解質についての記述もされている。日本では電解質や非電解質については電気分解と関連付けて学習し、イオンの構造や電池とともに学習する。韓国と同様にイオン式を用いて電解質の電離のようすを表すことについても記述されているが、韓国は言葉の式とイオン式のみで説明がされているのに対し、日本ではイオン粒子モデルを用いた説明がされている。

「沈殿物生成反応とイオン検出」の内容を表32に示す。本項目の内容は日本では高等学校で学習する内容である。電解質溶液を混ぜて沈殿物を生成させる実験を通して、電解質溶液を混ぜると沈殿物が生じる場合があることを学習し、沈殿物が生成される過程をイオンモデルで表現する活動を通して学習する。また、沈殿物反応を表す方法として化学反応式を学習する。韓国の教科書では、沈殿物生成反応において反応に関与するイオンを「最重要イオン」、関与しないイオンを「見物人イオン」とし、反応に関与する最重要イオンのみを反応式で表したものを「最重要イオン反応式」としている。本項目には沈殿物生成反応を利用して未知試料に含まれるイオンを調べる実験がある。24ウェルプレートを用いて4種類の既知試料（硫酸ナトリウム

表32 「沈殿物生成反応とイオン検出」の内容

韓国	
単語	・沈殿物 ・イオン ・化学反応式 ・最重要イオン ・見物人イオン
内容	・沈殿物生成のイオンモデル ・沈殿物生成反応の化学反応式の書き方 ・最重要イオン、見物人イオン、最重要イオン反応式 ・未知試料の確認方法 ・沈殿物を生成しないイオンの炎色反応による確認方法
実験・活動	実験 ・沈殿物生成反応 ・隠れているイオンの検出 表現 ・沈殿物生成をイオンモデルで表す

ム、塩化バリウム、硝酸銀および塩化ナトリウム)に1種類の未知試料を加えて反応させ、沈殿物の生成やその色から未知試料に含まれるイオンを探り当てる内容となっている。また、沈殿物を生成しないイオンについては炎色反応を用いて確認する方法が示されている。本項目では生徒自身が実験計画を立て、実験・考察を行う生徒主体の活動が含まれており、過去に学習した内容も取り入れた学習となっていた。

以上の結果から、韓国の教科書における「電解質とイオン」ではイオンについて段階的に学習し、知識を積み重ねていくことで着実な学力の定着を図った内容となっていた。また、沈殿物生成においては12および24ウェルプレートを用いたマイクロスケール実験が取り入れられていた。

おわりに

韓国の教科書の特徴として、学習内容に対して別の観点から学習することにより、さらなる理解や知識の習得に繋がるような構成になっていたこと、第1学年の段階から分子モデルを用いた考え方や図が多く取り入れられ、微視的な見方や考え方を基本として化学的現象を理解する内容となっていたこと、分子モデルの作製、分子の動きの表現や推理などの活動を取り入れた科学的な思考力や表現力を重視した学習が行われていたことなどが挙げられる。また、日本の教科書と比較して推理や討議、表現、資料解釈、比喩など多くの活動が取り入れられていた。さらに、韓国の教科書では日常生活と関連づけた内容が多く、生徒が主体とな

ってコミュニケーションや資料解釈などの能力を身につけながら学習できる内容となっていた。これらの内容は生徒の科学的な思考力・表現力を育成するために非常に有効であると考えられる。

今後も日本と韓国の教科書の比較研究を継続することによって優れた点を見出し、日本の理科教育における授業づくりや教材資料の作成に役立つような情報を得たいと考えている。

参考文献

- 1) 文部科学省. 中学校学習指導要領解説 理科編 (平成20年9月), 大日本図書, pp.4 (2008).
- 2) 文部科学省. 高等学校学習指導要領解説 理科編 (平成21年12月), 実教出版, pp.8-9 (2009).
- 3) 文部科学省. 中学校学習指導要領解説 理科編 (平成20年9月), 大日本図書, pp.7 (2008).
- 4) 教育科学技術部. 中学校教育課程, 大韓教科書 (2009).
- 5) 孔泳泰. 日・韓新理科学習指導要領と教科書の比較研究: 中学校を中心に. 日本科学教育学会研究会研究報告 25 (2), 27-32 (2010).
- 6) 有馬朗人 他 57名. 理科の世界1年, 大日本図書 (2012).
- 7) 有馬朗人 他 57名. 理科の世界2年, 大日本図書 (2012).
- 8) 有馬朗人 他 57名. 理科の世界3年, 大日本図書 (2012).
- 9) 이성목 他 11名. 中学校 科学1, 金星出版社 (2010).
- 10) 이성목 他 11名. 中学校 科学2, 金星出版社 (2011).
- 11) 이성목 他 11名. 中学校 科学3, 金星出版社 (2012).
- 12) 文部科学省. 中学校学習指導要領解説 理科編 (平成20年9月), 大日本図書, pp.119 (2008).