

連載

天文教育スタンダード【4】

変えよう、「小学校では天動説」を！

水野孝雄（東京学芸大学教育学部）

1. はじめに

現行の教育課程・学習指導要領では、完全学校週5日制実施と「総合的な学習の時間」の導入と基礎・基本の定着のために、学習内容が改訂前に対して約3割の減少が図られた。その結果、小学校理科での天文分野も例外ではなく、それまでは5年と6年で学んでいた内容を、取扱いが難しいといわれるものを中心に縮減し、4年で学ぶレベルに下げられた。さらに、小学校と中学校における改訂作業の不十分な連携のために、理科の天文分野では小学4年で学んで以降、中学3年まで学習しないという状況になった。また、中学校理科ではその内容量減少のために、天文分野に太陽系外の内容を含まないという改訂前の状況は、現行でもほとんど改善されないこととなった。改訂前の学習内容で、削減された小学校のものは中学校に、中学校のものは高校に持ち込まれたものが多い。ところが、高校進学率が97%以上になっているとはいえ、高校には異なる校種があり、さらに理科の科目は選択制のために天文分野の内容を学ぶ生徒は限られている。

天文分野のカリキュラムを組むには、上述の教育課程・学習指導要領改訂の問題点をどのように改善するかを明らかにする必要がある。

2. 改訂の方向性

完全学校週5日制については、「教職員は週5日制であるが、児童・生徒は週6日制に戻す」（水野2001）、または「地域の協力を得て土曜日に総合的な学習の時間を開設する」（水野2004）ことによって時間数の減少を可能な

かぎり取り戻す。また、「総合的な学習の時間」については、その設定を小学6年と中学3年と高校3年のみにする（水野2001）。さらに、物理3学会の中央教育審議会への提言（2004年7月5日）のように、小学校1, 2年に理科を再び設置するのが望ましい。謎解きの考える面白さを覚えさせ、理科的（科学的）に考える習慣を早めに身につけさせることは重要である。義務教育での理科において修得させるべきことは、地球に住む人間として全員が身につけるべき基礎的・基本的なことであり、天文分野での内容としては世界観・宇宙観の形成に関わるものであろう。高校の理科については、地学の履修率の低さを考慮すると、理科全体にわたる必修科目（4単位）を1年次に設置する（有本2004、沢2004）。

3. 私の天文教育スタンダード

i) 学習内容を考える枠組み

ここでは次のような枠組みで考える。

- 小学校1, 2年の理科については、ここでは考えない。
- 小学校3, 5, 6年の理科に天文分野の学習内容を入れる。
- 中学校理科では、どこかの1学年に天文分野の学習内容をまとめるのではなく、各学年の地学的な内容に天文分野のものを含むようにする（根岸1996、西村2004）。この方が3年の高校進学に関連した時間数確保の困難さが地学分野で平等化される。さらに、天文分野を含む地学的な内容をそれぞれの学年で学習することにより、各分野への興味・関心が継続される。
- 理科教育において重要な科学的思考・方

法を天文分野においても身につけさせるが、そこでは特に、義務教育内で宇宙観を育成すると同時に、空間認識や視点移動の能力を伸ばす場として教材活用する（1992年の天文教育普及年会で討論した「なぜ天文が必要であるか」については、理科の他の分野では学べないものとして「宇宙観（我々はどのようにして、どのようなところにあるかという時間的・空間的な位置づけ）」が挙げられた。同時に科学的思考・方法の育成の重要性も強調された。この全体会でのまとめは、本会としての”共通認識”とか、”拘束性をもつ”ものでないことも確認された〔間辺1992〕）。

以上のことより具体的な学習内容を考えるが、時間数については不確定な部分が多いので、改訂前のものより若干少ない時間数を想定する。

ii) スタンダード

小学校での学習内容：C 地球と宇宙

(1) 日周運動の観察から地球の自転による相対運動をとらえさせる

従来は小学校では“天動説的な見方”、中学校では“地動説的な見方”という分け方が潜在的にあったようである。その結果、小学校では地球から見た観察事実の把握にとどまり、その現象をどのように理解（解釈）するかを学習内容に含んでいない。これは科学的思考・方法の育成として完結していない。“天動説”を教えるのが目的ではないので、小学校では太陽や月や星座の日周運動の観察を通して、その現象が地球の自転による相対的運動であることまでを学ばせる（現在はこの部分は中学校での学習である）。小学校で、「星の集まりは並び方が変わらない」ことを観察させる目的は、「星が個々に動くのではなく、地球の自転のためにそのように見える」と考

えることの合理性につなげるのでなければ意味がない（以前の学習指導要領では、東西南北の星々の動きから北極を中心として星空全体が一様に回転していることまで学んでいた）。

年周運動および地球の公転運動は、その観察が小学生では困難であることと、地球から見える現象と視点移動による理解が一層難しくなるので、小学校では扱わないこととする。

(2) 最も身近な地球外の宇宙として月を扱う

月は児童に馴染みがあり、日中でも観察できるので、地球外の宇宙にある最も近い天体として学ばせるのに適している。月の満ち欠けの理解において、月の公転運動をとらえる観察（同じ時刻に見える月が、日毎に西から東方向に移動する）は、難しい面が多いので省く。月の満ち欠けの観察においては、月の光っている側に太陽があることと、太陽から月が離れているほど月の光っている部分が多いことをとらえさせる。月が太陽との位置関係によって満ち欠けすることにより、月は自らは光ってなく、太陽によって輝いていることを気づかせ、次の模型による実習につなげる（三日月のころに地球照を観察させることにより、月が欠けて見えるときも本体は円いことを実体験させることができる）。

模型による実習では、太陽と月と地球（観察者）がどのような位置にあるときにどのように月が見えるかを理解させる（月が地球のまわりを太陽に対してどちら側に回っているかも、太陽の左側に月が位置する時は日毎に光っている部分が大きくなることを把握させることにより理解可能であるが、これは発展学習にする）。

月を望遠鏡により観察させることによって、クレーター（隕石の衝突痕）がたくさんあり、衛星写真で見る地球とは違うことを認識させ

る。この観察は地球と月との環境の違い（大気や水の有無等）を考えさせるきっかけになる。また、中学校、高校での地球形成にもつながる観察である。

(3) 惑星は写真等を見せるにとどめる

惑星までを小学校で学習させる場合でも個々の天体の話にとどめる。太陽系全体の内容は、中学校での公転運動の学習とともに導入する。

(4) 各学年の学習項目

- ・ 3年：日なたと日陰（太陽との位置関係、暖められる地面）
- ・ 5年：太陽と月（太陽・月の日周運動、月の満ち欠け、太陽と月の表面）、[惑星（地球のように自らは光っていない星）]
- ・ 6年：星とその動き（星の明るさ・色、星の日周運動）、地球の自転（日周運動は自転による相対運動であると理解させる）

中学校での学習内容：第2分野「地球と宇宙」

(1) 1年：季節によって見える星座が異なること

夏に見える星座と冬に見える星座が違うことは小学校6年での学習により知っている。同じ時刻に見える星座の位置を長期間にわたって観察することにより、星座の位置が日毎に東から西へ少しずつ移動することを見出させ、その結果、季節によって見える星座が変わることを理解させる。このことにより星座は日周運動（地球自転による相対運動と理解している）のほかに、毎日少しずつ四季（年間）にわたって別な運動をしていることを認識させる。

(2) 1年：季節によって太陽の南中高度が異なること

太陽の日周運動が地球の自転のためであることを小学校6年で学んだが、それを地球儀などの模型を使って確認する。その際に、地球に入射する太陽光に対する地軸の傾きが違えば、太陽の南中高度が異なることを考察学習させる。一方、自転軸の傾きを変えることは困難であることをモーターの回っている掃除機などを用いて体験させる。その後、一定の傾きの地軸をもった地球が太陽のまわりで位置を変えることにより、入射する太陽光に対する地軸の傾きが異なることを発見学習させる。

(3) 1年：星座と太陽の南中高度との季節変化が地球の公転運動によること

(1)と(2)の両方の現象を、地球の公転運動の結果であるにとらえさせる。その理解には視点移動を必要とするので、星座と太陽と地球を俯瞰する図や模型を活用する。

(4) 2年：惑星と太陽系

金星が真夜中には見えず、日没頃(宵)や明け方にしか見られないこと、および金星も満ち欠けすることを観察や画像などを用いて学習させる。これらのことから、金星が地球より太陽に近いところを公転しており、自らは光っていない惑星であることを考察学習させる。この際も視点移動を必要とするので、太陽と惑星と地球を俯瞰する図や模型を活用する。また、火星や木星や土星は真夜中でも見えることを観察もまじえて学習させ、それらの惑星が地球より太陽から遠いところに位置することをとらえさせる。以上の学習と惑星に関する資料を用いて、太陽系の構造（その配置と広がり）を校庭などを使った縮尺模型で実感させる。

(5) 2年：恒星の世界

太陽表面の観察を行い、資料も用いて太陽

が固体ではなく、自ら光を放出している天体であることを学習させる。太陽のように自ら光り、星座(相互の位置を変えない)をつくっている恒星は、望遠鏡で見ても点にしか見え、惑星に比べて極めて遠くにあることを学習させる。また、恒星には明るさや色の違うものがあり、その違いの本質を簡単に学ばせる(詳しくは高校で学ぶ)。

(6) 3年：銀河系と宇宙

天の川には多くの星があり、天の川から離れた方向には星が少ないことを双眼鏡による観察や写真等により学ばせる。さらに、魚眼レンズによる写真を示し、多くの星で構成された円盤内に太陽系があるならば、前述のような天の川を含む星空の見え方となることを学習させる。太陽系を含む円盤状の星の大集団を銀河系といい、宇宙には銀河系と同様の星の大集団(銀河)が数多くあることを写真や図により示す。そのような銀河が遠くにあるものほど我々から速く遠ざかっていることを資料で示し、我々が宇宙の特別な位置にいるのではなく、他の銀河も対等であるならば宇宙は膨張していると解釈すべきことを風船模型などを使って示す。また、宇宙は大爆発(ビッグバン)とともに誕生し、現在も膨張していることを話す。

(7) 3年：天文分野でない、「自然と人間」で地球形成までの宇宙の歴史や、生命にとって重要な元素(水素・炭素・酸素など)の起源などをグループ研究・発表させる。

高等学校での学習内容

(1) 4単位の理科必修科目

この科目の天文分野においては、宇宙の歴史および元素の起源に関することを学習内容とする。

(2) 地学

ステファン・ボルツマンの法則やウィーンの法則やケプラーの法則など、中学校で学んだ事柄を定量的に理解する学習内容とする。

さらに、太陽系や銀河系や宇宙の大規模構造など、その構成天体の分布を明らかにするのに必要な主な距離決定法を学習内容に含む。

参考文献

- 有本淳一, 2004, 天文教育スタンダード(1)小学生にもしっかりした宇宙観を!, 天文教育, vol. 16, No. 3, 20
- 教育課程審議会, 1998, 「幼稚園、小学校、中学校、高等学校、盲学校、聾学校、及び養護学校の教育課程の基準の改善について」(答申)
- 沢武文, 2004, 初等中等教育における天文分野の学習に関しての提言, 天文教育, Vol. 16, No. 5, p. 86
- 西村一洋, 2004, 天文教育スタンダード(3)より多く天文分野の授業を!, 天文教育, Vol. 16, No. 5, p. 29
- 根岸潔, 1996, 学習指導案の中間報告, 天文教育普及研究会回報, Vol. 8, No. 25, p. 16
- 間辺雄二, 1992, メインテーマ分科会報告及び討論, 第6回天文教育研究会集録, p. 223
- 水野孝雄, 2001, 新学習指導要領での学習内容3割減の根本問題とその対策, 第15回天文教育研究会集録, p. 105
- 水野孝雄, 2004, 完全学校週5日制の問題点と改善策, 第18回天文教育研究会集録
- 文部省, 1998, 小学校学習指導要領
- 文部省, 1998, 中学校学習指導要領
- 文部省, 1999, 高等学校学習指導要領

水野孝雄(東京学芸大学教育学部)

mizuno@u-gakugei.ac.jp