

中央教育審議会
会長 北山禎介 殿

次期学習指導要領についての要望書 ～すべての児童・生徒が現代の宇宙観を学べるために～

天文教育普及研究会^{※1}
会長 縣 秀彦

私たちはなにものであるのか。私たちはどこからきて、どこへいくのか。ギリシアの自然哲学に象徴されるように、古くから人々はこの世界の成り立ちやそのダイナミズムを探求してきました。自然を追究することは、人間を追究することであります。人間を含むこの世界の理解が基礎となって、私たちの文化や社会は成り立ってきたのです。

天文学は、そのような歴史の中においても、もっとも古い学問のひとつです。人々は天を観察し、そこに法則を見だし、その意味を考えることで、新しいパラダイムを生み出し続けてきました。コペルニクスに代表される天動説/地動説における視点の転換、ニュートンによる天上界と地上界の力学法則の統一、アインシュタインによる時間と空間の概念の書き換えなどは、自然科学の範疇を越えて思想や哲学にも影響を与え、私たちの世界観そのものを新たにしてきました。現代の天文学においても、ダークエネルギーの存在や、太陽系外惑星における生命兆候の探査などは、過去におきたパラダイムシフトに匹敵する影響を、私たちの文化に与えうる可能性を秘めています。

相互連鎖を本質とするグローバル化が進む世界の中においては、私たちがどのような思想や哲学を持ち、世界と相対するののかということが常に問われます。天文学が提供する自然や人間に対する視点は、誰しもが共感しうる可能性をもった、世界観の基礎を成すものです。この視点を私たちが持つことは、多様な価値観を持つ世界の人々と共に現代を生きていく上で、きわめて重要な意義があると考えます。

高等学校進学率が97%に達している現在、高等学校教育までで学ぶ内容こそ、国民の基本的な知的リテラシーとなるでしょう。豊かな宇宙観・自然観を醸成し、人類を俯瞰的に見つめる視点を育てていくためには、学校における天文分野の学習が必要不可欠です。

私たち天文教育普及研究会は、このような考えにもとづき、次期学習指導要領を編成するにあたって、次のことを要望いたします。

「現在の天文学が私たちに提示する宇宙観を、すべての生徒が高等学校卒業までに学ぶことができる」

私たちは、この要望を具現化するために、ワーキンググループを設置し、過去から現在にいたる学習指導要領を検討し、現行の学習指導要領をベースに議論を重ね、次期学習指導要領の内容としてどのようなものが望ましいかをまとめました。児童・生徒が、それぞれの発達段階に応じて適切な天文分野の内容を学習できるよう、小学校、中学校、そして高等学校の学習指導要領について以下に具体的な提言をいたします。次期学習指導要領の編成において、これらの提言をご活用くださいますようお願いいたします。

なお、上記の要望を実現するために、本会といたしましても天文教育研究会の開催や全国の各支部における支部研究集会の開催、本会ホームページにおける会誌のアーカイブ公開などを通して、天文教育・普及活動を進めております。

※1 「天文教育普及研究会」

日本学術会議の協力学術研究団体で、天文教育の振興および天文普及活動の推進を目指す会員数約600名の団体です。

次期学習指導要領に対する提言

小学校、中学校、高等学校の次期学習指導要領について、以下に具体的な提言事項をあげ、さらにこれらの提言の趣旨について詳しく説明いたします。

<具体的な提言事項>

1. 小学校の学習指導要領について
第6学年において「地球外から見た太陽と月の位置関係」を学習する
2. 中学校の学習指導要領について
 - (1) 銀河系外の天体（銀河、銀河団の存在）の学習を導入する
 - (2) 金星の満ち欠けや地球の自転・公転についての扱いを軽減する
3. 高等学校の学習指導要領について
 - (1) 物理・化学・生物・地学の基礎4科目すべてを必修とする
 - (2) 地学基礎について、次の項目を導入する
 - ①ハッブルの法則や宇宙マイクロ波背景放射など、現代の宇宙論をささえる観測的事実について
 - ②様々な恒星の進化と元素合成について
 - ③太陽の活動周期や太陽風など、太陽活動が地球に与える影響について
 - ④系外惑星系の存在と太陽系の特徴について
 - (3) (1)の4科目必修が達成されない場合には、4科目すべての基礎的な内容を含む総合的な科目「総合理科」を設置する

<提言の趣旨説明>

1. 小学校の学習指導要領について
小学校6年では、月の位置と太陽の位置や月の形が毎日変化することから、月の形の見え方や表面の様子についての考えを持つことができるようにすることが目標です。つまり、観察結果から月がどのように動いているか、太陽との位置関係から月の満ち欠けについて様々な考え方を持たせることが学習のねらいとされています。児童はこれまでに気象衛星「ひまわり」からの衛星雲画像を5年での「気象」学習で使用しており、さらに国際宇宙ステーションから見た地球の映像を日常的に目にしています。つまり、視点を地球の外に置いた考え方を6年生ともなれば自然に持つことができるのです。しかし、空間概念の発達は個人差も大きく、全ての児童に視点移動について理解させることは困難ともいえます。そこで、児童の思考を縛ることなく、地球の外から月や太陽を見る見方も考え方の一つとして提示できるように改善することを提案します。
2. 中学校の学習指導要領について
中学校では、身近な天体の観察から宇宙の広がりまでを学ぶことにより、宇宙についての認識を深めることを目標としています。生徒たちの天文単元の学習への興味・関心は大きく、この分野に対して非常に高い学習意欲をもっています。これに応えるためには、小学校で充実が図られた天文学習をさらに発展させ、地球や月の運動はもとより、太陽と恒星の特徴、各惑星の特徴を含めた太陽系の全体像を扱う必要があると考えます。さらに、銀河系の特徴、宇宙の広がりについて理解を深めることで、私たちの住む地球も宇宙の一部であることを学ばせます。そして、自らの生きる地球環境と宇宙を対比し、中学校理科のまとめとして、今後持続可能な社会を考える契機とする必要があると考えます。
しかし、現在の学習内容では、地球の自転・公転運動や月や金星の満ち欠けの学習が8割を占め、生徒たちの持つ宇宙の不思議や謎への疑問に応える学習内容はごくわずかとなっています。そこで、「具体的な提言事項」であげたとおり、次の2点を提案いたします。

(1) 銀河系外の天体の学習の導入について

学習指導要領本文「イ 太陽系と恒星」を「太陽系と宇宙の広がり」とし、「(イ) 月の運動と見え方」と「(ウ) 惑星と恒星」の内容を統合し、「(イ) 月と惑星の運動と見え方」とし、内容の取扱いの中で「地球の衛星である月も扱い、日食や月食にも触れること」として内容を現行より軽減すべきと考えます。

また、学習指導要領本文「(ウ) 宇宙の広がり」とし内容の取扱いに「オ 観測資料などをもとに銀河系の存在に気づき、宇宙の広がりについて理解する」を明記すべきと考えます。

(2) 金星の満ち欠けや地球の自転・公転の扱いの軽減について

地球の自転・公転について扱いを軽減し、太陽系の惑星として地球をとらえます。その上で惑星の見え方を扱い、金星の満ち欠けの学習内容を軽減（内惑星と外惑星との見え方の違いのみを扱う）すべきと考えます。

3. 高等学校の学習指導要領について

(1) 基礎4科目の必修について

私たちの提案は、すべての高校生が天文分野を学ぶことを目的としています。そのためには、天文分野を含む必修科目が必要です。現行の学習指導要領では、地学基礎・地学に天文分野が含まれています。しかし、基礎4科目から3科目以上を選択する現行の履修形態では、特定分野・科目に学習が偏り、すべての高校生が天文分野を学習できるわけではありません。高校進学率が97%を超えた今、均整をとって理科の各分野を学習することが国民の科学リテラシーを養うために重要だと考えられます。そのためには、現行の基礎4科目の内容を精選し、それらを全て必修とすることを提案します。

(2) 地学基礎への導入を要望する項目について

私たちは現行の「地学基礎」を分析し、特に天文分野について、次期学習指導要領に盛り込むべき学習内容を検討しました。その結果、劇的に変化する宇宙観を理解し、宇宙と人間の関わりを意識するためには、以下の項目が重要であると考えます。

- (1) 宇宙論を支える観測的事実
- (2) 恒星の進化と元素の起源
- (3) 太陽が地球に与える影響
- (4) 系外惑星系の存在

中学校では宇宙の全体像を学習しますが、高等学校ではその観測的な根拠を理解することが必要です。また同様に、中学校で学習する地球の位置づけに関しても、地球や太陽系を他の恒星や系外惑星系と比較することで、その理解を深めることを提案します。その他の詳細な内容につきましては、添付資料（表1）にまとめました。

(3) 総合理科の設置について

基礎4科目の必修の実現が困難な場合は、より学習内容を精選し、均整のとれた科学リテラシーを醸成できる4~6単位程度の総合的な科学の必修科目を提案します。国際的な学力調査では、日本の高校生の成績は向上しているものの、学校授業への肯定感が低く、また理科嫌が多いことが指摘されています。私たちは、科学技術立国として必要な科学力を向上させつつも、理工系に進学しない高校生にとって魅力的かつ凝縮されたものになるよう、教科の目的や科目の内容を検討しました。その結果、学習項目同士、さらには学習項目と社会・生活との関連を重視して、各分野の基礎の寄せ集めではない、この現代を生きるために必要な判断力を養う科目を創る必要があると考えました。そのためには科目横断的な理科の必修科目を新設することが望ましいと考えます。その内容の詳細につきましては、添付の資料（表2）にまとめました。

なお、基礎4科目必修あるいは総合理科設置のいずれの場合につきましても、現行の各科目2単位分の学習内容を維持したままの展開は困難で、学習内容のさらなる精選が必要であると予想されます。その場合、教科書に掲載される「発展学習」が、本来学習すべき内容に比して過剰になることがないように、その量と内容のバランスについて配慮することも重要であると考えます。

別紙資料・表1および表2についての説明

1 地学分野の学習内容の配列について（表1の説明）

理科における従来の学習指導要領は、実験実習を通して科学的な見方を養うこと、また、身近な自然現象の観察から法則性を見出すことなどが強調されてきました。したがって、手にとって触れることができず、教室内では収まりきれない地学分野、とりわけ夜間の観察が望まれる天文分野は、難しい展開を迫られることが多くみられました。そのため、小学校、中学校における学習は、太陽や月に注目し、時刻・暦に関わる位置天文学に終始してきました。このことから天文教育は、高等学校も含め、最も現代化の遅れている分野であると言えます。

私たちは、高等学校の地学基礎が必履修科目となることを想定し、太陽系、銀河系、そして宇宙の構造について、新しい知見に基づいた天体物理学的な展開を考えました。これらの内容を、発達段階に応じた空間概念の不足を理由に学習から遠ざけてはいけません。生徒が夜空を見上げた時に抱く疑問に答えるという観点から、意欲を高めつつ理解を助けることを重要視しました。

2 「総合理科」の提案について（表2の説明）

次期指導要領において、基礎4科目の必履修が望ましいと考えます。しかし、高等学校の普通科における理科の最低履修単位数を8単位とすることが現実的でない場合、この現代を生き抜くために必要な判断力を養う新しい科目（4～6単位）を創る必要があると考えます。新しい科目では、物理・化学・生物・地学の基礎事項を寄せ集めるのではなく、科目構成の枠組みの変更も視野に入れるべきです。

現行指導要領においてさえ、1981年の学習指導要領改訂で高校に先送りされた中学校理科の内容を学習することのない高校生が多数を占めます。また我が国は、国際的な学力調査で成績上位に位置するものの、学校の授業に対する肯定感が低く、理科嫌いが多いことが報告されています。中学校の理科と高等学校の理科基礎科目を比較したところ、同じ内容が繰り返されることが多く面白みに欠けます。また、学習項目同士、さらには学習項目と社会・生活との関連を学び、実体験に結びつける視点に欠けています。現状を改善するためには、科学技術立国として必要な科学力をさらに向上させるとともに、理工系に進学しない高校生にとっても魅力的かつ凝縮された内容の科目を、必履修として設置することが望ましいと考えます。

私たちは、イギリスで実施されている「21世紀科学」を参考にしながら、日本の状況にあわせた新たな総合的な科目「総合理科」について検討してきました。全体の構成を各分野で区切るのではなく、明確な対象を示しながら学習項目を配置するように考えました。

具体的な項目につきましては別紙の各表をご覧ください、ぜひご検討くださいますようお願いいたします。

表1 天文分野の学習内容の配列について

○学習する、▲発展、×学習しない

大項目	中項目	小項目	小学校	中学校	地学基礎	選択地学	小学校での学習	中学校のキーワード	地学基礎キーワード	選択地学キーワード
惑星としての地球	天体の動き	星座の動き					星座をつくる星は並び方は変化しないが、位置が変わる。	地軸、地球の自転・公転、日周運動、年周運動、季節の生じる理由	-----	天球、天の赤道、天の北極・南極、黄道、春分点、赤経・赤緯
		太陽の動き	○	○	×	○	日陰、日陰の位置は太陽の動きによって変わる、太陽は東の方から南を通過して西の方に動く。			
		月の動き					月は日によって、三日月、半月、満月と形が変化する。			
		惑星の動き	×	○	×	○	-----	内惑星、外惑星	-----	惑星の視位置、ケプラーの法則
	太陽と月	太陽	○	○	○	×	太陽は自ら光を発する。	太陽の自転、黒点、フレア、プロミネンス、コロナ	黒点と黒点周期、太陽風、フレア、プロミネンス、コロナ	-----
		月	○	○	×	×	月は太陽の光を反射している、クレーターがある。	月表面の特徴(クレーター)	-----	-----
	太陽系の惑星と小天体	地球型惑星			○	×	-----	水星、金星、地球、火星、月	特徴と内部構造(水星、金星、地球、火星、月)	-----
		木星型惑星	×	○	○	×	-----	木星、土星、天王星、海王星	特徴と内部構造(木星、土星、天王星、海王星)	-----
		太陽系の小天体			○	×	-----	衛星、小惑星、隕石、太陽系外縁天体、彗星、流星	衛星、小惑星、隕石、太陽系外縁天体、彗星、流星	-----
		惑星と生命	×	○	○	○	-----	生命を支える条件	水、ハビタブルゾーン	水、惑星大気の進化、ハビタブルゾーン
惑星系の誕生と進化	太陽系の誕生と進化	×	×	○	○	-----	-----	原始太陽系円盤、微惑星、原始惑星	原始太陽系円盤、微惑星、原始惑星	
	太陽系外惑星	×	▲	○	○	-----	系外惑星	系外惑星、系外惑星系	系外惑星、系外惑星系、ホットジュピター、ハビタブルゾーン	
恒星の世界	恒星の性質	明るさと距離	▲	○	×	○	星は、それぞれ明るさと色の違いがある。	明るさと等級、光年	-----	明るさと等級、年周視差
		恒星としての太陽	×	○	○	○	-----	太陽は恒星の一つ	スペクトル、核融合反応	スペクトル、核融合反応、ウイーンの変位則
	恒星の進化	恒星の誕生				○	-----	恒星の一生	星間物質、分子雲、原始星	星間物質、分子雲、原始星
		恒星の進化と寿命	×	▲	○	○	-----		主系列星、元素合成、赤色巨星	HR図、主系列星、質量・光度関係、内部構造の進化、元素合成、赤色巨星
恒星の最期					○	-----	惑星状星雲、白色矮星、超新星爆発、ブラックホール	惑星状星雲、白色矮星、超新星爆発、元素合成、中性子星、ブラックホール		
宇宙の構造	銀河と銀河系	銀河系の構造	×	○	○	○	-----	銀河系の構造、太陽系の位置	銀河系の構造、太陽系の位置	銀河系の構造、太陽系の位置、散開星団、球状星団
		さまざまな銀河	×	○	○	○	-----	様々な形の銀河、銀河団	棒渦巻き銀河	棒渦巻き銀河、棒渦巻き銀河、渦巻き銀河、不規則銀河
	宇宙の構造と進化	宇宙の階層構造				○	-----	ビッグバン、宇宙膨張	銀河群、銀河団、超銀河団、宇宙の大規模構造	銀河群、銀河団、超銀河団、宇宙の大規模構造
		宇宙の誕生と進化	×	▲	○	○	-----		ビッグバン、宇宙膨張、宇宙の晴れ上がり	ビッグバン、宇宙膨張、元素合成、宇宙の晴れ上がり、ダークマター、ダークエネルギー
宇宙の観測					○	-----	赤方偏移、宇宙マイクロ波背景放射	ハッブルの法則、赤方偏移、宇宙背景マイクロ波放射		

表2 「総合理科」のカリキュラム案

章	項	化学	生物	物理	地学
序章 科学と人間生活	探究の仕方、科学リテラシー				
1章 物質の多様性	分子・様々な結合 (クーロン力・無機・有機含む)	電子配列と周期表 物質と化学結合(一部) 科学と人間生活の関わり	細胞とエネルギー(一部)		
2章 物質の反応	化学反応(酸と塩基)	物質と化学反応式 酸と塩基と中和			
3章 生命のしくみ	生物の多様性		生物の多様性と生態系		
	遺伝子とその働き(DNA、タンパク質、遺伝)		遺伝子とその働き		
4章 生命の維持	体内環境と維持 (臓器のはたらき・免疫)		生物の体内環境		
5章 課題研究1 (生命科学)		2つの分野にわたった課題研究			
6章 生活の中の科学	コミュニケーション (電磁波)			光や熱の科学 光・通信	
	様々なエネルギー (原子核・放射線、エネルギーの変換と保存)			エネルギーとその利用	
7章 宇宙と物質	宇宙の誕生と宇宙の姿			熱	宇宙のすがた
	恒星の誕生と進化 (重力・万有引力)			万有引力、核融合 原子と原子核	恒星の進化 太陽と恒星
8章 地球と生命	地球環境の形成 (層構造、比較惑星、大気と海洋)				惑星としての地球(一部) ハビタブルゾーン
	生物の起源と進化 (生物進化・細胞とエネルギー・放射年代)				古生物の変遷と地球環境 放射年代
9章 変動する地球	プレートの運動と火山と地震、津波				活動する地球
	地球の熱収支と気候変動 (温室効果、大気と海洋の運動)				大気と海洋の運動 地球環境の科学
10章 課題研究2 (地球環境)				2つの分野にわたった課題研究	
終章 これからの地球	(災害と環境・科学技術と人間)	人間生活の中の科学	生態系のバランスと保全	エネルギーとその利用	日本の自然環境