

記は、日本語の点字表記や算数・数学の点字表記とは異なる体系で表記される。元素記号は、英文字の大文字一文字、または、大文字一文字と小文字一文字からなり、現在、確認されている全ての元素の記号はこの規則に従っている。化学分野での点字表記は、このような元素記号についての共通理解を前提として、点字による化学式をできるだけ煩雑にしないように考案されてきた。化学分野では、化学式や化学反応式が頻繁に用いられることから、化学式の点字表記は、少ないマス数で表記できるように、特に、大文字や「下がり数字」の表し方に特徴がある。算数・数学の数式とは異なる点字表記であることに留意しながら、系統的に指導する必要がある。

ア 化学式や化学反応式の点字表記

化学式の元素記号は英文字で表す。しかし、それぞれの元素記号に外文字 ⠠ や大文字 ⠨ を付けることはしない。化学式の始まりを明確にするために、化学式の最初には、化学式の指示符 ⠠ を付ける。なお、化学式が元素記号から始まる場合には、最初の元素記号のみ、大文字 ⠨ を付ける。また、墨字で右下の添え字として書かれている化学式の原子数は、点字では元素記号の後に数符なしの「下がり数字」で表す。

H_2O

⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

化学式中の小カッコ () は、数式で用いる ⠠ ⠠ ではなく、 ⠠ ⠠ を用いる。

Ca(OH)_2

⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

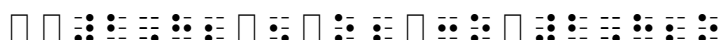
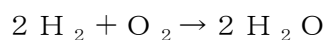
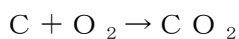
一般文章中に化学式を書き表す必要がある場合にも、化学式の点字表記を用いる。文中では化学式の前は一マス空け、後ろの仮名との間も一マス空ける。

工場からの CO_2 の排出量に留意する。

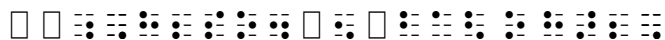
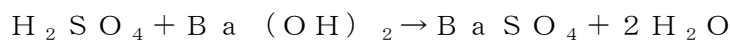
ユージョーカーノ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ ⠠ ノ ⠠ ハイシュツリョーニ ⠠
リユーイ ⠠ スル。

化学反応式では、最初の化学式が元素記号から始まる場合には、この最初の元素記号のみ、化学式の指示符と大文字を付ける。また、化学式に係数がある（化学式の前に数字が付いている）場合には、化

学式の指示符は付けず、係数の直後の元素記号のみ、大文字符を付ける。なお、化学反応式中の + $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{H}}}$ や $\rightarrow \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{H}}}\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}$ などの記号は、その両側を一マス空けて表記する。これは、化学反応式中で一マス空けずに一続きに書かれていると、原子数を表す「下がり数字」として誤読されるためである。小カッコ () に $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{H}}}$ $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}$ ではなく、 $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{H}}}$ $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}$ を用いるのも同じ理由からである。これらの表記は、算数・数学の数式の点字表記と異なる点であるので、注意して指導に当たる必要がある。

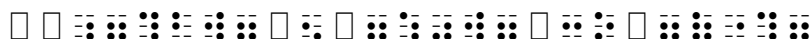


次の化学反応式は1行に書ききれないため、1行目の最後に式継続符 $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{H}}}$ を付して2行目に続けている。2行目は + や \rightarrow などの記号から始める。生徒がノートに化学反応式を書く際には、1行にどこまで書くことができるのか見通しをもたせながら指導することが重要である。読み取りに際しても、2行にわたって書かれていることなどに注目させ、化学反応式の全体像が把握できるよう、丁寧に指導する必要がある。

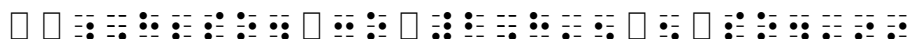


次の例は、物質名が日本語で表されている場合の化学反応式の表記である。日本語部分は $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{H}}}$ $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}$ で囲んで表し、この場合も前後は一マス空けるようにする。

水素 + 酸素 \rightarrow 水



次の例は、イオンの記号を含む化学式の表記である。墨字で右上の添え字として書かれている + や - の記号は、点字では元素記号の後に $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{H}}}$ を書き、その後に続けて + $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{H}}}$ や - $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{H}}}$ を必要数書く（4価以上のイオンを表す場合には、別の表記となる）。



たものがある。物理、化学、生物、地学の各分野における触図の具体例を次に示す。触図とともに、触図のもととなった原図（視覚的な図）を掲載している。図は、日本点字委員会編集・発行の『理科点字表記解説 2019年版』及び『文部科学省著作教科書特別支援学校中学部視覚障害者用 理科3-10』から引用、または、新規に作成したものである。

(1) 物理分野

ア 重力や垂直抗力の矢印が描かれた物体を横から見た図

次の図 8-4-1 は、触図化の配慮を踏まえた上で、視覚的な図と似たような表現で触図化されている。図 8-4-1 には、重力を表す矢印と垂直抗力を表す矢印が描かれている。図中でこれら二つの矢印を正確に表そうとすると、二つの矢印は重ねて描く必要があり、触覚的に識別することが困難となる。そのため、二つの矢印は離して描かれている。

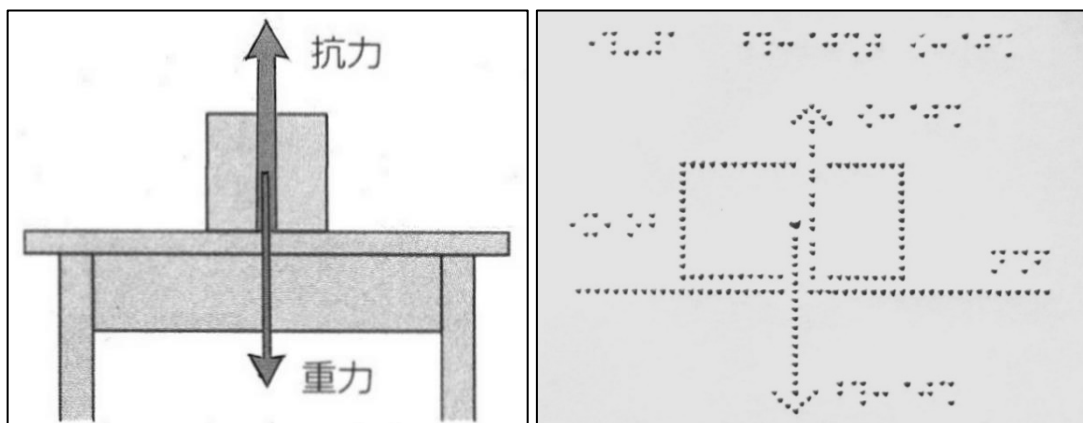


図 8-4-1 重力や垂直抗力の矢印が描かれた物体を横から見た図

イ 電気回路の記号

次の図 8-4-2～図 8-4-6 は、触図化の配慮を踏まえた上で、視覚的な図と似たような表現で触図化されている。

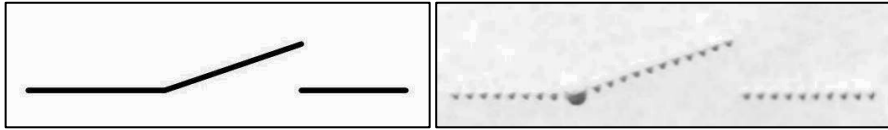


図 8-4-2 スイッチ

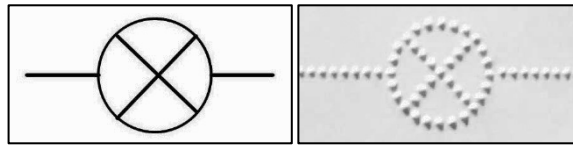


図 8-4-3 ランプ

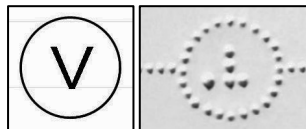


図 8-4-4 電圧計

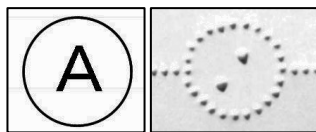


図 8-4-5 電流計

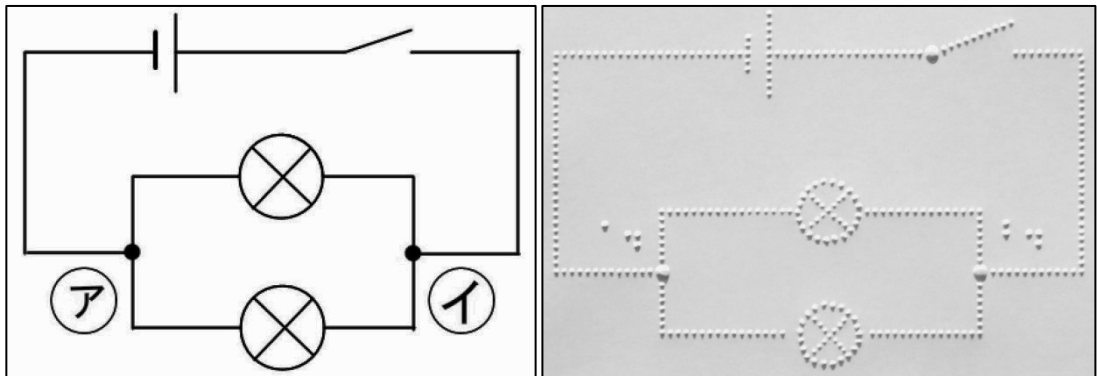


図 8-4-6 回路図

(2) 化学分野

ア 構造式

構造式の縦や斜めの価標（線）は作図線で描かれ、元素記号は点字で書かれている。作図線は点字よりも小さい点を用い、細い線で表す。

(図 8-4-7)

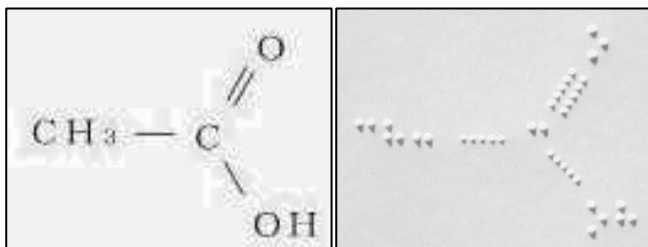


図 8-4-7 酢酸の構造式

イ 実験装置を横から見た図

次の図 8-4-8 は、触図化の配慮を踏まえ、簡略化した上で模式的に描かれている。ガスバーナーやスタンドなどの実験器具は省略されており、加熱により気体が発生していることや、その気体を石灰水に通して調べる様子を読み取れるように配慮されている。

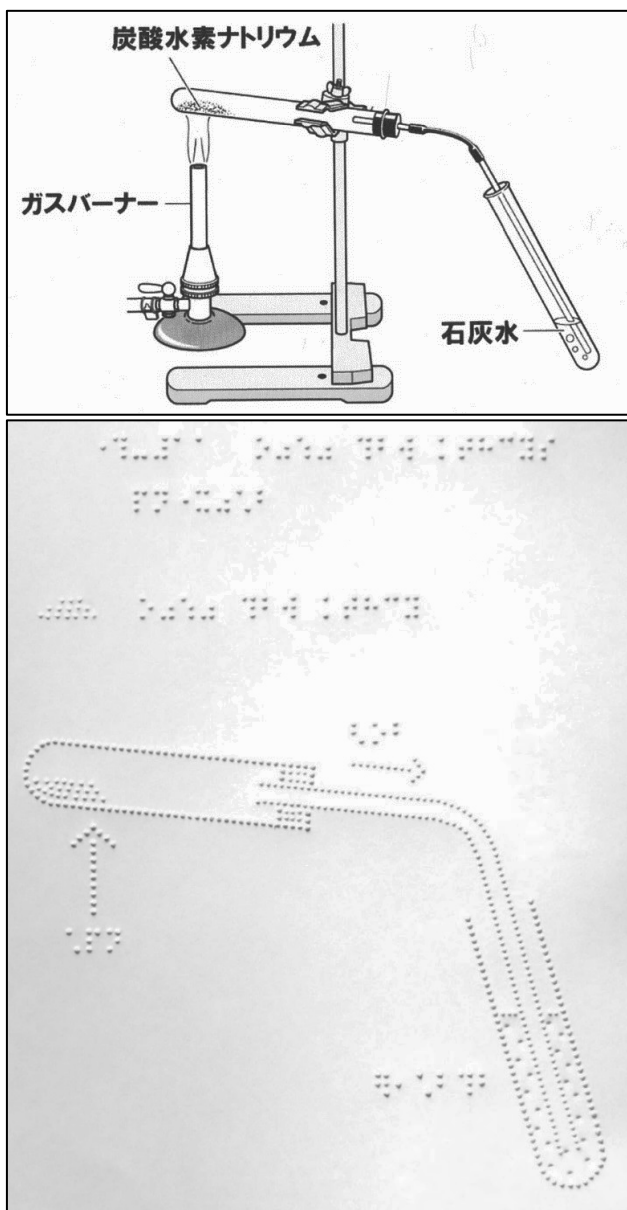


図 8-4-8 実験装置を横から見た図

(3) 生物分野

ア 細胞の断面図

原図が詳細に表現されていたとしても、触図では簡略化やデフォルメされて、模式的に描かれている。なお、原図にある引き出し線は触図では使用されず、図中に言葉で説明が加えられている。これらの言葉は必要に応じて略記されており、図の前には凡例が示されている（図 8-4-9）。

生物分野に限ったことではないが、断面図を示す場合には、横断面や水平面など、どの面で切ったものであるか、また、その面をどの方向から見たものであるかを分かるように指導することが大切である。あわせて、図の縮尺（スケール）がどのくらいであることを意識して図を読み取るように指導することも大切である。

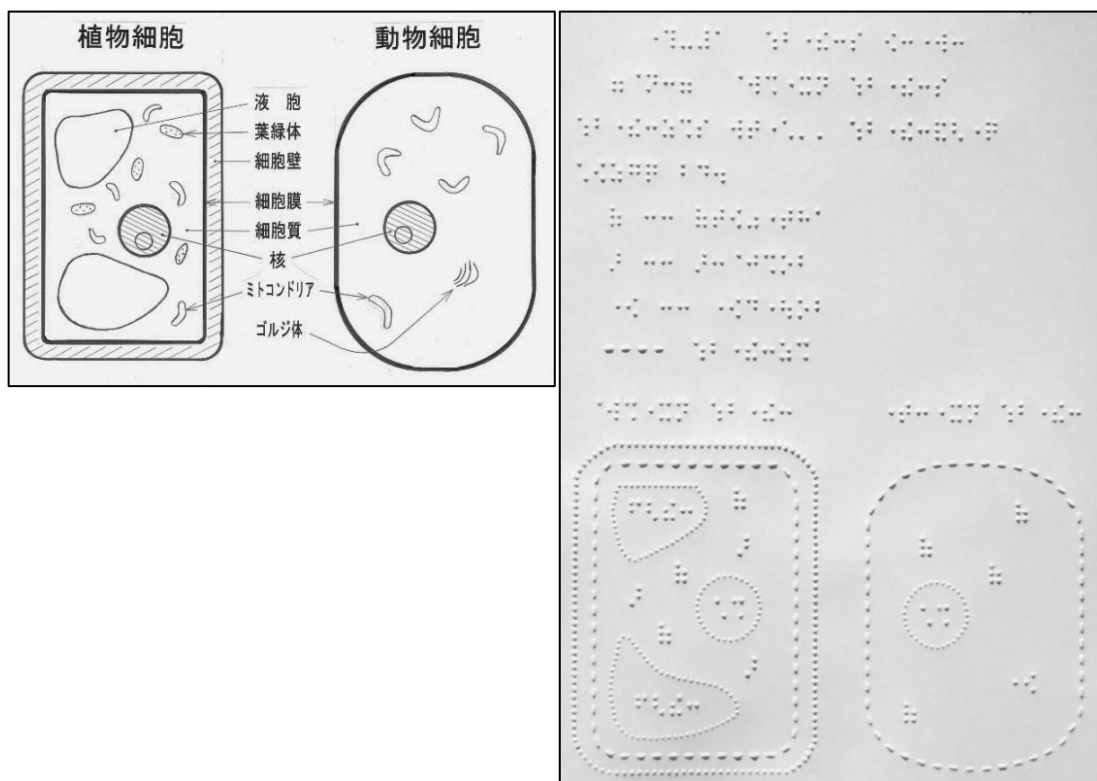
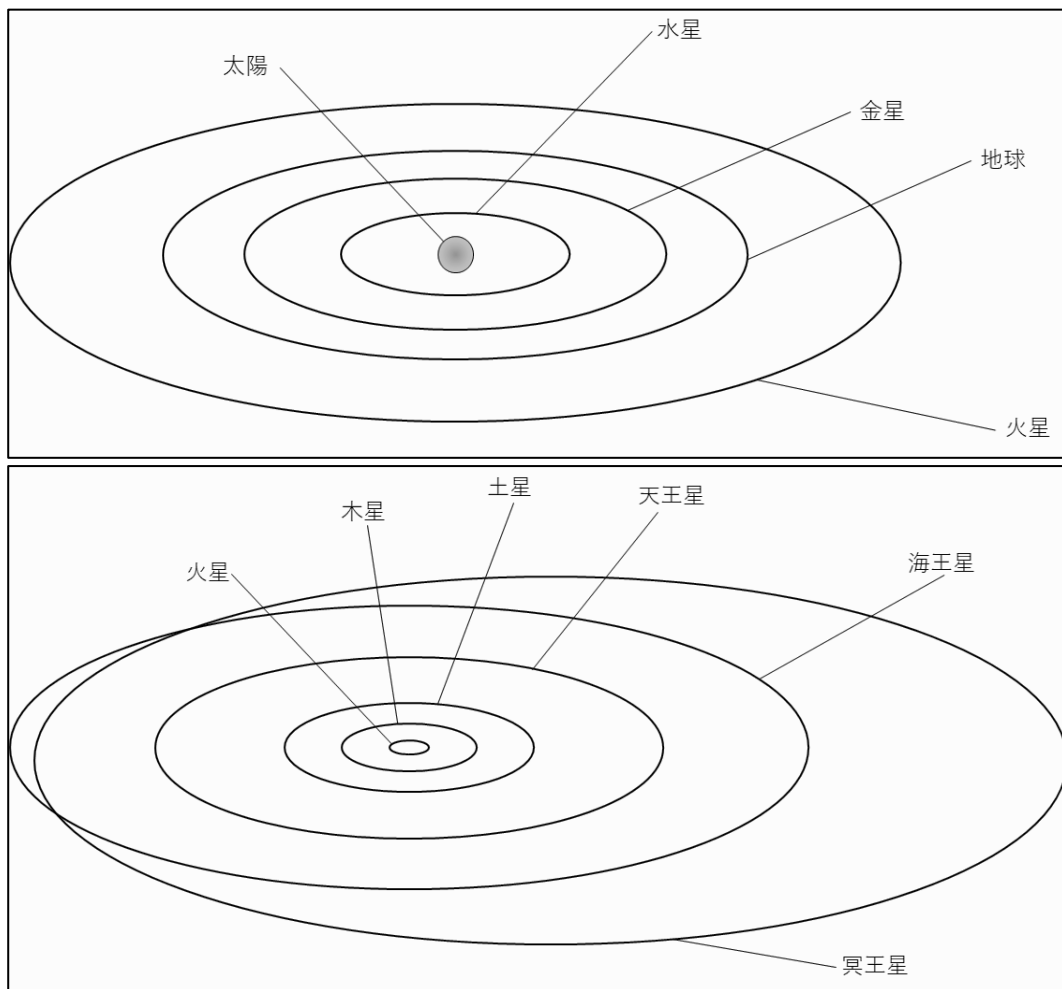


図 8-4-9 細胞の断面図

(4) 地学分野**ア 太陽系の天体の公転軌道**

原図では、公転軌道を斜め上方向から見た様子が示されているが、触図では、真上から見た様子に置き換えられている（図 8-4-10）。これは、斜め上方向から見た様子をそのまま触図化してしまうと、公転軌道が楕円であるかのように誤解されてしまう恐れがあるためである。なお、原図にある引き出し線は触図では使用されず、図中に言葉で説明が加えられている。これらの言葉は必要に応じて略記されており、図の前には凡例が示されている。なお、原図で太陽系の天体の公転軌道が1枚で示されている場合には、触図では2枚の図（太陽から火星までの図、木星から冥王星までの図）に分けるなど触図化に当たり配慮が必要である。



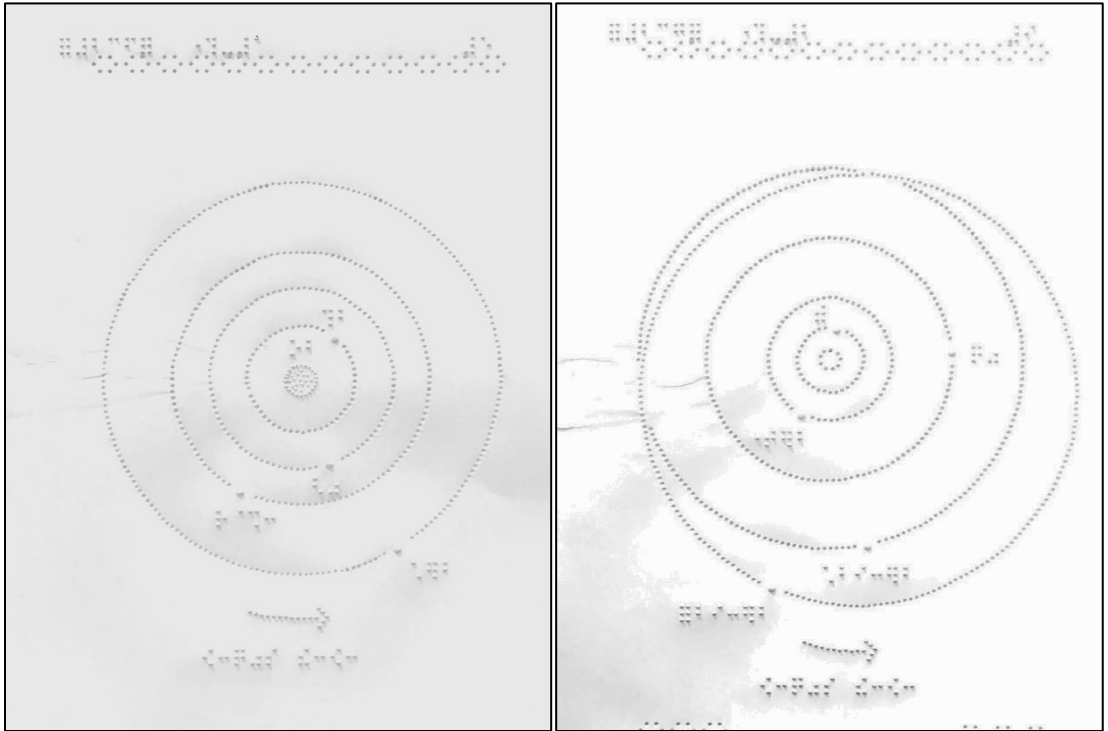


図 8-4-10 太陽系の天体の公転軌道

イ 地球の公転軌道と季節ごとの地球の位置、地軸の傾き

原図では、地球の公転軌道を斜め上方向から見た図の中に、季節ごとの地球の位置と地軸の傾きの様子が描かれており、1枚の図として示されている。一方、触図では、地球の公転軌道の公転面に垂直な方向から見た図（真上から見た図）と、水平な方向から見た図（真横から見た図）の二つの図に分けて示されている（図8-4-11）。

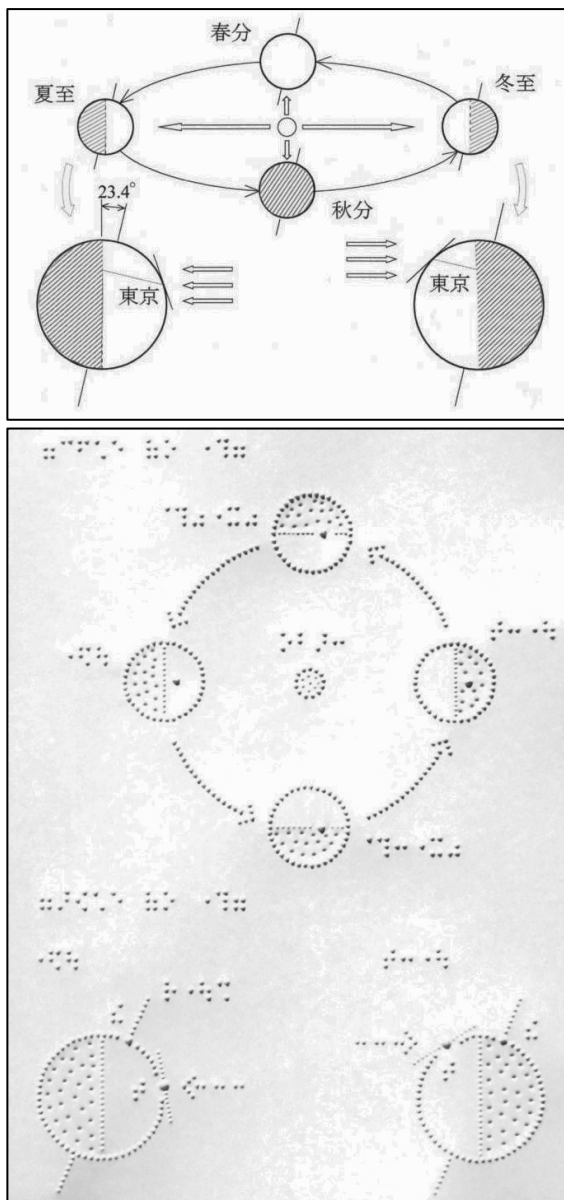


図 8-4-11 地球の公転軌道と季節ごとの地球の位置、地軸の傾き

(5) 触図の指導上の配慮事項

ア 実物や模型と触図の対応

盲児童生徒は、実物や模型の触察経験を積み重ねていくことによって、事物や事象、動作等の具体的なイメージをもてるようになる。そのため、触図の指導に当たっては、実物や模型と触図を対応させるなどして、触図が示す内容を具体的にイメージできるように指導していくことが重要である。事物や模型と触図を対応させる際には、その触図が、事物や模型をどの方向から見たものであるか意識できるように指導する必要がある。

イ 図の表題と「図の説明」（凡例）の理解

一般的に、触図には表題や、表題のすぐ後に「図の説明」（凡例等）が示されている。触図の読み取りに当たっては、初めに表題や図の説明を把握した上で、触図の本体について理解できるよう指導していくことが重要である。

ウ 触図の読み取りにおける教師の役割

視覚的な図と異なり、触図の読み取りは一目瞭然とはいかない。触図の全体像を理解するためには、指先から得た情報を経時的に認識し、頭の中でつなぎ合わせていく必要があるため、いかに盲児童生徒の触察経験が豊かであっても、初めて触る触図を正確に理解することは難しいことが多い。そこで、触図の読み取りに当たっては、教師が盲児童生徒に対し注目すべき点を順に提示するなど、丁寧に指導していく必要がある。

教師は、まず、触図の表題を盲児童生徒と一緒に確認し、その触図に描かれている内容を大まかに説明する。このとき、触図に示された内容を、実物や模型と対応させながら説明できるとよい。次に、触図中の基点となる場所と一緒に確認し、基点から手指を順に動かしながら触図の全体像に迫っていけるよう、説明を続けていく。

例えば、「(1) 物理分野」で示した「ア 重力や垂直抗力などの矢印が描かれた物体を横から見た図」を説明する際には、まず、触図の表題を盲生徒と一緒に確認し、続けて、触図の概要（机などの水平面に四角い物体が置かれていることや、その様子を横から見た図であること）を説明する。このとき、実際に机の上に物体を置いて、実物と触図を対応させながら説明できるとよい。そして、図の中央付近には

2本の矢印があり、それぞれ違う向き（上下方向）に伸びていることや、これらが重力や垂直抗力を表す矢印であることを説明する。2本の矢印の起点の位置や、矢印の長さの関係について発問するなどして、図を読み取る（図から理解する）ための観点を与えていくことが大切である。また、盲生徒に触図の内容を言葉で説明させてもよい。盲生徒が触図の内容を正しく読み取れているかどうか把握することができ、指導に生かすことができる。

エ 他教科等の学習との連携

理科では、この項で示した触図以外にも、グラフや表も多く登場する。触図やグラフ、表の読み取りについては、小学部から高等部の各段階において、算数・数学など他教科等の学習とも連携しながら指導していく必要がある（第7章 図形触読の学習、第8章第2節 社会科における配慮事項、第8章第3節 算数・数学科における配慮事項及び日本点字委員会編集・発行の『理科点字表記解説 2019年版』の「第5部 図表について」参照）。

オ 盲児童生徒によるグラフの作成

文部科学省著作教科書視覚障害者用（点字版）の理科には、グラフ用紙が掲載されたページがある。このグラフ用紙などを活用し、盲児童生徒自身がグラフを作成する経験をすることも大切である。グラフの作成は盲児童生徒にとって難しい作業であるから、グラフの作成に慣れていくためにも小学部段階から繰り返し経験できる機会をつくっていくことが必要である。また、グラフの作成に十分に慣れていない段階では、盲児童生徒の実態に応じて教師が作成を手伝うなどして、グラフが作成できる達成感をもてるように配慮することが重要である。

実験結果をグラフ用紙にプロットする（記録する）際には、触って分かりやすい厚みのあるシール（フェルトシールなど）を活用し、貼っていくとよい。シールを貼って記録する方法の他に、マップピンなどを用いて点を打ち記録する方法や、教師がルレットを用いてグラフ用紙の裏面から線を引き、表面に凸線のグラフを描き記録する方法、罫線引き用のテープを表面に貼って記録する方法などがある。

使用するグラフ用紙は、凹点の方眼が分かりやすく、便利であるが、盲児童生徒の実態に応じ、凸面の方眼を利用してもよい。凹点の方眼は、シールやルレットによる線が方眼に邪魔されずに目立ち、グラフ

の形が読み取りやすくなるという利点がある。一方、凸点の方眼は、方眼の中にシールやルレットによる線が埋もれてしまい、グラフが読み取りにくくなってしまふことがあるので、注意して利用したい。

3 指導上の配慮事項

(1) 小学部・中学部・高等部の各段階における指導

理科の点字表記の指導は、理科の授業内に行うことが中心となる。

小学部段階では、英文字による単位の表記や、算数の数式の点字表記の読み書きに慣れるよう指導を進めていくことが重要である。

中学部段階では、化学分野において元素記号や化学式が登場する。元素記号や化学式の点字表記は、日本語や算数・数学の数式の点字表記とは大きく異なることから、丁寧に指導していく必要がある。ただし、点字表記のみを取り上げて指導するのではなく、元素や化学変化についての単元の学習内容に関連させながら、点字表記の理解が進むよう、指導を行っていくことが重要である。

高等部段階では、分野（科目）ごとに、より複雑な理科の点字表記に習熟できるよう指導していくことはもちろんのこと、点字をもとに学習内容を十分に理解したり、的確に表現したりできるように指導していくことが大切である。

なお、中学部段階以降では、 Ω などのギリシア文字も使用するので、授業で取り上げる度に、読み書きに慣れるよう指導する。

小学部から高等部までの各段階において、単位の表記は特に使用頻度が高いことから、読み書きがスムーズにできるよう指導していく必要がある。

(2) 数式の点字表記の理解

特に物理分野の学習では、数式の点字表記の知識が基礎となる場合が多いので、小学部から高等部までの各段階で扱われる数式の点字表記に習熟できるよう指導していくことが重要である。

(3) 点字表記の使い分け

理科の点字表記は、分野（科目）によって表記の仕方が異なるが、例えば、全体が化学の内容であっても、化学式以外の数式や単位があった

場合には、数学や物理の点字表記の規則に従って書く必要がある。このように、分野（科目）の種類によってではなく、物理量を表しているのか、化学反応式として扱われているのかなど、内容によって点字表記の使い分けを判断できるように指導していくことが重要である。特に、物理分野に現れる核反応式や素粒子の扱い、化学分野での物理量の関係式などの表記の際には注意が必要である。

(4) 文部科学省著作教科書視覚障害者用（点字版）の活用—理科を中心として—

現代社会では、視覚による認知や情報処理、視覚情報の活用が特に求められており、昨今の大学入試においても複数の図や大量の情報を瞬時に読み取ったり比較したりして解答を導き出すような出題が多くみられる。このような視覚優位とも言える現代社会において、理科の文部科学省検定教科用図書（以下、「原典教科書」という。）はビジュアルライズされた内容になっており、これをもとに著作教科書視覚障害者用（点字版）（以下、「著作教科書」という。）を編集することは容易ではない。しかし、盲児童生徒が主体的に学習に取り組めるような内容にするために、編集に当たっては、視覚障害教育でこれまでに積み重ねられてきた指導実践や、教師による授業研究、教材研究などの不断の努力の成果が大いに反映されている。そのため、著作教科書は、改訂版が発行されるたびに充実した内容となっている。以下、令和3年発行の中学部の理科の著作教科書を例に、編集上の配慮事項を紹介する。

まず、各学年10分冊程度ある著作教科書の第1分冊は資料編となっており、原典教科書の巻頭資料や巻末資料がまとめて掲載されている。また、観察や実験の基礎操作なども掲載されている。ただし、基礎操作の内容は、原典教科書の内容とは異なっており、盲生徒が聴覚や触覚など、視覚以外の感覚を十分に活用して自然の事物・事象を認識し、理解することができるように変更されている。特に、薬品の扱い方や感光器の使い方などは、特別支援学校（視覚障害）の理科において特徴的な内容であり、原典教科書と異なっている。詳細は「点字教科書編集資料」を参照されたい。なお、この資料編には、ルーペや顕微鏡の使い方も掲載されている。これらの道具を盲生徒が直接使用することはないが、道具についての基礎的な知識を知っておいてほしいとの願いから、原典教科書

の内容が削除されずに掲載されているものである。

次に、ほぼ全ての観察や実験の内容が変更されている点は大きな特徴である。特に化学分野の実験では、原典教科書において視覚により確かめるようになっている部分が、聴覚や触覚により確認できるような実験の方法に変更されている。本来、自然の事物・事象は多面的であり、視覚以外の感覚で認識できることは非常に多く、著作教科書に掲載されている観察や実験の方法で自然の事物・事象に迫ることは大きな意義がある。各観察・実験の詳細については、「点字教科書編集資料」を参照されたい。

最後に、観察や実験以外の原典教科書の本文の内容は、盲生徒の障害の状態や特性に適切に応じ、必要な配慮として、「変更」「差し替え」「追加」「削除」などの編集が加えられ、点字化が行われていることが挙げられる。例えば、本文中に示された写真などは触図化することが難しい場合が多いため、写真等の情報は文章に置き換えられている。このとき、原典教科書と著作教科書で、教科書を通して得ることができる情報に差異が無いように配慮され、文章化されている。一方、生徒の興味・関心を惹くために原典教科書に掲載されている特殊な内容の写真については、基本的な事項に置き換えて触図化されたり、文章化されたりしている。例えば、原典教科書において単元の最初のページに、大きくしゅう曲した地層の写真が掲載されて興味・関心を惹くようになっていたとしても、著作教科書ではそれをそのまま触図化してはいない。著作教科書では、水平に積み重なった基本的な地層の様子に置き換えて触図化し、地層の学習の導入の図として掲載している。その他、盲生徒に対しては、指導内容を適切に精選し、基礎的・基本的な事項から着実に習得できるように指導する必要があることから、原典教科書に掲載されていない内容であっても、著作教科書においては、必要となる内容や資料を追加して掲載している。指導内容のつながりや順序に配慮して、著作教科書では原典教科書とは異なった内容の配列に変更していることもある。

このように、著作教科書は、原典教科書と比べて内容の変更や追加等があり異なる部分もあるが、理科における特質及び盲児童生徒の障害の特性に応じるため、工夫や配慮事項、異なる内容等を踏まえ、効果的に資質・能力を育む指導ができるように活用していくことが大切である。