

小学校理科のものづくりコンテンツ系統図

吉川 直志・伊藤 萌子*・岡部 由佳**・吉岡 佳波***・上尾 彩夏****

The System Diagram for Contents of Making Learning Materials in Elementary School Science

Tadashi YOSHIKAWA, Moeko ITO, Yuka OKABE,
Kanami YOSHIOKA and Ayaka KAMIO

要 旨

学習指導要領では小学校理科の授業でのものづくりが推奨されている。それに対応して教科書などで多くのものづくりが紹介されている。それらのものづくりを利用した学習は、単元や学びの系統に沿って行われたため、ものづくりにおいても系統性を考慮する必要がある。しかし、教科書で扱われるものづくりコンテンツでは学びや原理の系統性が明確に見えないことから、多くあるものづくりコンテンツをまとめ、つながりや系統性の情報を取り入れたものづくりコンテンツデータベースを作成し、そのデータベースを利用したものづくりコンテンツ系統図作成を提案した。ものづくりの系統図を利用することで、系統に沿って学んだことを生かしながら新しい発想を生み出していく主体的な学びの授業作りにつなげられると考える。その利用による効果については今後の研究課題とする。

はじめに

新学習指導要領（平成29年公示）^{(1) (2)}においても、引きつづきものづくりの充実が明記されている。各学年の内容の取扱いの項目において、全ての学年で『内容の「A物質・エネルギー」の指導に当たっては、○種類以上のものづくりを行うものとする。』と書かれている。また、内容の取扱いについて「個々の児童が主体的に問題解決の活動を進めるとともに、日常生活や他の教科との関連を図った学習活動、目的を設定し計測して制御するという考え方に基づいた学習活動が充実するようにすること。」とあり、新学習指導要領解説⁽²⁾では、「ものづくりの活動を充実させることが考えられる。これまでのものづくりの活動は、その活動を通して解決したい問題を見いだすことや、学習を通して得た知識を活用して、理解を深めることを主なねらいとしてきた。今回、学んだことの意義を実感できるような学習活動の充実を図る観点から、児童が明確な目的を設定し、その目的を達成するためにものづくりを行い、設定した目的を達成できているかを振り返り、修正するといったものづくりの活動の充実を図ることが考えられる。」とある。つまり、理科におけるものづくりは主体的・対話的で深い学びの実現に向けた

* 川崎市立向丘小学校、** 愛西市立八輪小学校、*** 半田市立板山小学校、**** 石川県白山市

授業改善に向けて、重要な教材となる。これまでのものづくりの活動の目的は現象の原理や法則を見出すことと学んだ原理や法則を自分で利用することの二つであった。この二つの目的に加え、児童の主体的な活動を含めたものづくり活動とすることが必要になった。児童がこれまで学んだ知識を基に、まだ知らない現象の原理や法則を見出すために考えたものづくりをし、また、そこから学んだ知識をものづくりからの確認として自ら行っていくことになる。この流れを、授業を通して実現させるためには、学びの系統、単元の系統的つながりの理解が必要になる。児童が主体的にものづくりから学びを進めていくためには、これまでに学んだ知識を利用したものづくり活動を基にして、自分で考えを進めて新たな発見や確かめにつなげていくことが必要になっていくということである。そのためにも、新学習指導要領が指し示している主体的・対話的で深い学びとなる理科の授業改善に向けたものづくりの系統的つながりを表すものづくり系統図が必要になってくると考えている。理科の授業は、学年、単元で学習内容を積み上げていくように系統的に構成されている。その中の単元で取り上げられたものづくりもその単元の系統に沿っていることになる。しかし、ものづくりは、単元の系統以上に様々な知識と経験で結びついている。例えば、電気のはたらきについて学ぶ単元の系統と、ゴムや風、磁石などの力の系統、また、空気、燃焼による力のような粒子の系統などが、車を作って走らせるというつながりで系統が交差してつながっている。子どものころから作って遊んだ車のおもちゃの経験もここでつながりに加わり、新しい力に出会ったときに車を走らせるために使うという考えに至る。これまで学んだ知識とこれまで経験してきたこと全てを総動員して、さらにそこに新しく学ぶ原理や法則を取り入れることで、今回の学びを際立たせて理解につなげるのがものづくりとなる。そして、その学びはその先の多くの興味関心の入口へと導くものになる。つまり、ものづくりの系統図は単元の系統以上に様々なつながりがあり、将来の興味関心も含まれるものとなる。系統を理解した上でのものづくりコンテンツ利用は、より効果的な学習になり、ものづくりコンテンツの系統図はそのための道しるべとなる。

そこで、この研究では、理科の教科書などで取り上げられているものづくり・おもちゃづくりのコンテンツをリストし、その系統的つながりを考慮したコンテンツ検索ができるデータベースを作成する。学びやつながりのキーワードによってもものづくりの系統図が引き出せるようなデータベースとし、そこから授業での児童の主体的なものづくりからの学びへとつなげられるシステム構築を目指す。

この論文では、ものづくりデータベースを利用した授業作りの提案を行う。

小学理科のものづくりの記憶と理科の好き嫌いアンケート調査

現名古屋女子大学の学生も小学生の頃、理科の授業でもものづくりを行ってきたはずである。そこで、名古屋女子大学の小学校教員を目指す児童教育学科1年生と2年生の学生133名に対して、理科への意識とものづくりの相関を調べるために平成29年4月にアンケート調査を行った。アンケートでは、「小学生のころ理科の授業が好きでしたか」と、物理・化学のものづくりの記憶および、覚えているコンテンツについて聞いた。図1のように、理科は約半数が好きであったと答えた。本来、小学校の理科は楽しく面白い授業であるはずが、半数に留まっているということは、女子学生のみへのアンケートということ差し引いても、理科好きが少なく感じる。つまり、今後、ものづくりや主体的な学びによる更なる授業改善が望まれると言える。

次に、「理科でもののづくりを行った記憶がありますか」については、図2のように約60%が何らかの記憶が残っている。さらに、小学校の主なものづくりを取り入れる分野である「エネルギー」「粒子」、つまり物理と化学分野に関するものづくりの記憶について、「物理のものづくりはしたことがありますか」「化学のものづくりはしたことがありますか」という問いに対しては、図3のように、物理が約30%、化学が約20%、記憶にあるという結果となり、ものづくりの記憶は残っていても、そのものづくりが何の学びで行ったものかがはっきりしていなかった。ここから小学校でのものづくりでの学びのイメージはそれほど強くないと言える。つまり、学んだことを使って自分で作る経験がものづくりの記憶として残っていないことになる。ものづくりの楽しさが理科の学びの楽しさとして記憶に留まらないということで、「理科嫌い」「理科離れ」が言われていることがここにも表れていると感じられる。そこで、理科が「楽しかった」という記憶をつくるが必要になってくる。楽しかったという記憶は学びの記憶であり、理科が好きであるというイメージにつなげることで、学んだことが定着していくことになる。そのためにも、今後、更に理科でのものづくり活動を充実させ、学んだことを生かしたもののづくりの経験を記憶に残すことで、理科で学んだ記憶をより豊かに残し、科学への興味関心を持たせることができるのではないかと考える。もの

づくり活動の充実のためにも、理科で扱うものづくりコンテンツのリストを作成し、ものづくりとそれぞれが持っている学びの系統を明らかにして理解できる系統図が必要となってくる。新学習指導要領となり児童の主體的・対話的な深い学びを取り入れたものづくり授業になれば、益々、利用するものづくりのコンテンツの系統性を知る重要性が増してくる。学びや興味関心のキーワードで系統性を確認して検索できるものづくりコンテンツリストのデータベースが必要となると言える。

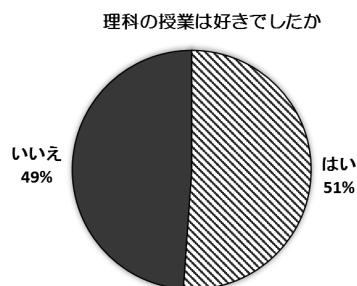


図1：「小学校のころ、理科の授業は好きでしたか」に対する回答（平成29年4月実施 対象学生 133人）

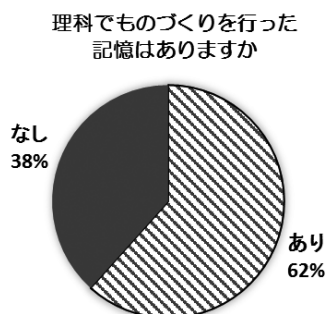


図2：小学校の理科のもののづくりの記憶（平成29年4月実施 対象 133人）

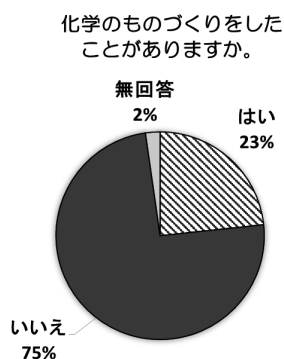
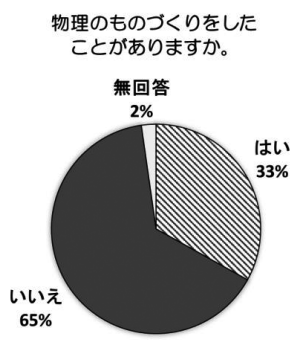


図3：物理・化学に関するものづくりの記憶について（平成29年4月実施 対象 133人）

ものづくりコンテンツデータベースおよび系統図作成に向けて

小学校理科の教科書には多くのものづくりコンテンツが紹介されている。また、教科書改訂によって掲載されているコンテンツも少しずつ変更されてきており、利用できるコンテンツは数多い。そこで、まずは現行（平成29年度）の教科書に載っているものづくりのコンテンツを全てリストアップし、そのリストに見方や学びのキーワードを加えることで、キーワードによるつながりを見やすくして分類する。そのリストを元に表計算ソフトやデータベースソフトを使ってつながり検索ができるデータベースを作成する。データベース作成に向けた手順は、

1. 平成29年度に出版されている理科の教科書のものづくり・おもちゃづくりとして紹介されているコンテンツをリストアップする。
 2. 学年、分野、単元、コンテンツ名で分類し、系統を表すキーワードを付加していく。
 3. リストを電子化し、PCなどで検索可能な表計算ソフト「Excel」とデータベースソフト「FileMaker」に入力し、手軽に利用できる形式にして整える。
 4. 各コンテンツに含まれる知識や新しい学びについての情報を加えて、ものづくりコンテンツの系統を見えるようにする。
 5. データベースでの検索結果を基に、いくつかの学びやつながりによって系統図の例を作成する。
 6. 小学校の理科授業作りで取り入れるものづくりの選択時のデータベースの有用性、利用方法について考察し、データベースの利用方法の改善を行う。
- とする。

1. ものづくりコンテンツリスト

小学校理科の教科書の、「実験」や「やってみよう」、また、「おもちゃを作ってみよう」などで紹介されているものづくりを学年、分野、単元ごとに表にする（表1、2）。分野は、物

表1：ものづくりコンテンツリスト 小学校理科 3年生

ものづくりコンテンツ リスト 3年生				
学年	分野	単元名	ものづくり	つながり
3	化学	物と重さ	重さ比べクイズ	比較
	生物	昆虫と植物	昆虫の切り紙	模型
	生物	昆虫と植物	昆虫の模型作り	模型
	地学	太陽と地面の様子	日時計	目盛り
	地学	太陽と地面の様子	温度計	目盛り
	物理	光と音の性質	ソーラーカー	光
	物理	光と音の性質	万華鏡	光
	物理	磁石の性質	魚釣りゲーム	磁石
	物理	磁石の性質	磁石で動く車	磁石 動かす力
	物理	磁石の性質	じしゃくスイッチ	磁石
	物理	磁石の性質	ぐるぐるじゃんけん	磁石
	物理	磁石の性質	磁極調べ器	磁石
	物理	磁石の性質	かけっこウサギ(かえるレース)	磁石 動かす力
	物理	磁石の性質	動くえんぼん	磁石
	物理	磁石の性質	ゆらゆらUFO	磁石 ふりこ
	物理	磁石の性質	バックンヘビ	磁石
	物理	電気の通り道	信号機	電気
	物理	電気の通り道	バトカー	電気
	物理	電気の通り道	風車スイッチ	電気
	物理	電気の通り道	金属なのに電気を通さない缶	素材 電気
	物理	電気の通り道	ゆれ発見器(タッチアウト)	電気
	物理	電気の通り道	懐中電灯	電気
	物理	電気の通り道	電気迷路	電気
	物理	電気の通り道	スイッチ	電気
	物理	電気の通り道	ミニスタンド	電気
	物理	電気の通り道	ぴかぴかホテル	電気
	物理	電気の通り道	くぐりぬけゲーム	電気
	物理	電気の通り道	じゃんけんゲーム	電気
	物理	電気の通り道	〇×ゲーム	電気
	物理	電気の通り道	回路つなぎゲーム	電気
	物理	電気の通り道	テスター	電気
	物理	風やゴムのはたらき	ゴムの力で動く船	動かす力
	物理	風やゴムのはたらき	ゴムの力で動く車	動かす力
	物理	風やゴムのはたらき	ゴムの力で飛ぶ飛行機	動かす力
	物理	風やゴムのはたらき	ピンポン玉ロケット	動かす力
	物理	風やゴムのはたらき	プロペラカー	動かす力
	物理	風やゴムのはたらき	プロペラロープシューター	動かす力
	物理	風やゴムのはたらき	パッチンカエル	動かす力
	物理	風やゴムのはたらき	かみつきワニ	動かす力
	物理	風やゴムのはたらき	風車	動かす力
	物理	風やゴムのはたらき	帆かけ車	動かす力
	物理	風やゴムのはたらき	風車で持ち上げる	動かす力

理、化学、生物、地学で分け、各単元に紹介されるものづくりとつながりを入れた。参照した教科書は、「たのしい理科」大日本図書⁽³⁾、「未来をひらく小学理科」教育出版⁽⁴⁾、「わくわく理科」啓林館⁽⁵⁾、「新しい理科」東京書籍⁽⁶⁾、「Scienceみんなで学ぶ小学校理科」学校図書⁽⁷⁾、「楽しい理科」信州教育出版社⁽⁸⁾の各学年の教科書となる。表1、2のようにリストすると物理分野のおもちゃづくりが大半を占めていることが分かる。また、リストすることで物理分野以外でも、化学の物質や粒子の力のつながり、生物、地学の模型のつながりがあり、つながりを利用したものづくりを取り入れることが可能であることが分かる。物理分野の中ではコンテンツのつながりとして多く現れるのが電気と動かす力となっている。

2. 系統のキーワード

作ったリストに系統を表すために、それぞれのコンテンツの特徴を考慮して、キーワードを付けていく。系統1：おもちゃの基、系統2：おもちゃから学ぶこと、系統3：作る種類。系統4：使う材料、系統5：使う・作る道具、系統6：その他としてキーワードを付加していく。例えば、系統1では、「回路、磁石、ゴム、風、モーター、空気、水、重さ、光、重さ、てこ、水溶液、模型」などのキーワードで分類する。系統2では「電気、力、体」など、学ぶ内容で分類する。また、このおもちゃづくりの各リストを参照した教科書の情報も入れる。こうしてデータベースの基礎となる情報を作成しておく。

表2：ものづくりコンテンツリスト 4, 5, 6年生

ものづくりコンテンツ リスト 4年生				
学年	分野	単元名	ものづくり	つながり
4	化学	金属、水、空気と温度	温度計をつくる	動かす力 目盛り
	化学	空気と水の性質	ペットボトルロケット	動かす力
	化学	空気と水の性質	水鉄砲	飛ばす
	化学	空気と水の性質	ソーラーバルーン	動かす力
	化学	空気と水の性質	空気鉄砲	飛ばす
	化学	空気と水の性質	ホースでっぼう	飛ばす
	生物	季節と生物	標本づくり	模型
	生物	人の体のつくりと運動	骨格模型	模型
	生物	人の体のつくりと運動	うでの模型	模型
	物理	電気の働き	風車	電気 動かす力
	物理	電気の働き	モーターカー	電気 動かす力
	物理	電気の働き	光電池モーター風車	電気 動かす力
	物理	電気の働き	ソーラーカー	電気 動かす力
	物理	電気の働き	逆転スイッチ	電気 動かす力
	物理	電気の働き	光のオルゴール	電気デンキ
	物理	電気の働き	炭を使った電池	電気
5	物理	電気の働き	綿あめつくり器	電気
	物理	電気の働き	電池づくり(果物、野菜)	電気
	物理	電気の働き	メリーゴーランド	電気 動かす力
	物理	電気の働き	ペンハムのコマ	電気 動かす力
	物理	電気の働き	簡易電流計	目盛り
	物理	電気の働き	モータープロペラカー	電気 動かす力
ものづくりコンテンツ リスト 5年生				
学年	分野	単元名	ものづくり	つながり
5	化学	ものの溶け方	ミョウバンの大きな粒を作る	物質
	化学	ものの溶け方	結晶でフローチづくり	物質
	化学	ものの溶け方	食塩やミョウバンの結晶でかざり作り	物質
	地学	天気の変化	雨量計	目盛り
	地学	天気の変化	雲の模型作り	模型
	物理	振り子の運動	振り子を使ったおもちゃ(うさぎとかめ、いるかのジャンプ、玉乗りダンス)	ふりこ
	物理	振り子の運動	メトロノーム作りー1秒振り子、1秒メトロノーム	ふりこ 目盛り
	物理	電流の働き	電磁石つりざお	電気 磁石
	物理	電流の働き	コイルモーター	電気 磁石
	物理	電流の働き	二極モーター	電気 磁石
	物理	電流の働き	ゆらゆらUFO	電気 磁石
	物理	電流の働き	電磁石クレヨン	電気 磁石
	物理	電流の働き	電磁石チェッカー	電気 磁石
	物理	電流の働き	鉄拾い機	電気 磁石
	物理	電流の働き	ゆらゆらチョウ	電気 磁石
	物理	電流の働き	鉄心のないモーター	電気 磁石
6	物理	電流の働き	クレーンゲーム	電気 磁石
	物理	電流の働き	強力磁石	電気 磁石
	物理	電流の働き	回る人形	電気 磁石
	物理	電流の働き	空飛ぶつる	電気 磁石
	物理	電流の働き	空き缶ブザー	電気 磁石
	物理	電流の働き	クリップモーター	電気 磁石
	物理	電流の働き	電磁力カネ打ち	電気 磁石
ものづくりコンテンツ リスト 6年生				
学年	分野	単元名	ものづくり	つながり
6	化学	水溶液の性質	二酸化炭素を水に溶かしてみよう	物質
	化学	燃焼の仕組み	炭を作って燃やしてみよう	物質
	生物	人の体のつくりと働き	肺での空気の出し入れ	模型
	生物	人の体のつくりと働き	人体模型	模型
	地学	土地のつくりと変化	堆積実験機	模型
	物理	てこの規則性	マグネットフック	てこ
	物理	てこの規則性	天秤	てこ
	物理	てこの規則性	さおばかり	てこ
	物理	てこの規則性	モビール	てこ
	物理	てこの規則性	てこのおもちゃ	てこ
	物理	電気の利用	電気ダイオードの家	電気
	物理	電気の利用	発砲スチロールカッター	電気 熱
	物理	電気の利用	風力発電の模型	電気
	物理	電気の利用	風力発電機	電気
	物理	電気の利用	電気自動車	電気 動かす力 蓄電
	物理	電気の利用	コンデンサーで動くモーターカー	電気 動かす力 蓄電
	物理	電気の利用	コンデンサーで動くプロペラモーターカー	電気 動かす力 蓄電

3. データベースへ

学ぶ内容や系統によってコンテンツが検索できるように、情報を電子化する。多くの人が利用可能であると考えられる表計算ソフトExcelで作成し、系統などの各項目でフィルター機能を使えるようにすれば、検索で該当するコンテンツを絞り込んでリストすることができるようになる。図4のようにフィルター検索で「回路」にチェックを入れて検索する例を示す。次に、データベースとして、web検索可能にし、写真や動画、作り方など必要な情報をまとめるために、データベース作成ソフトFileMakerを使う。データはExcelからやり取り可能であるために、データを移行し、利用しやすい様にレイアウトする。このデータベースを整えておくことによって、新しいコンテンツや教科書の改訂で変更されるものづくりのコンテンツをここにデータとして追加していくことが可能となる。

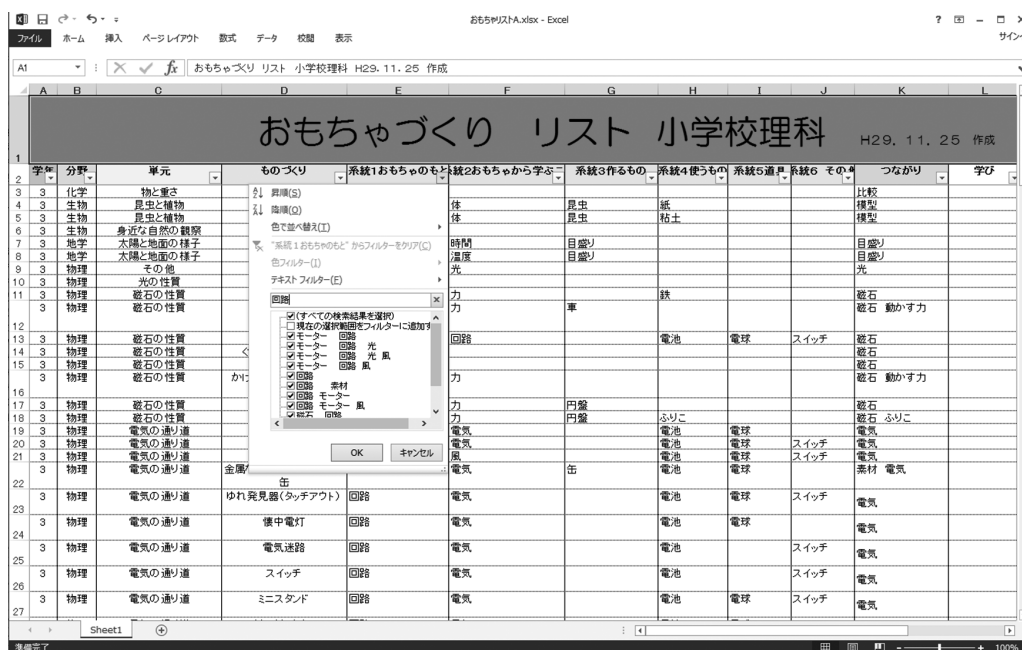


図4：Excelで作ったリストで、フィルターによる検索
系統1で、「回路」で検索する場合

4. コンテンツの系統

リストには、つながりの項目、系統1－系統6までのキーワードを付加することで、キーワード検索が可能になっている。Excelでの検索は図4のように各項目で検索をすればリストが出てくる。また、複合検索も可能となり、絞り込みも可能となる。検索利用の例を示すと、例えば図5のように、つながりで「動かす力」で検索すると26のコンテンツが出てくる。他の系統には磁石、ゴム、風、空気、回路、モーターなど様々な単元で扱われる内容もここではリストされる。こうした系統やつながりキーワードを用いて検索することで、理科で扱われるおもちゃづくりの系統も見えてくることになる。図6のように、系統3の作るものの項目で、「車」と検索すると、11のコンテンツが出てくる。これらは動かす力の元の違いはあるが、同じプラダンボールとタイヤで作り走らせる。様々な力で同じ車を走らせる仕事（エネルギー）を行うこ

とが分かる。これが、系統図の基本となる。

おもちゃづくり リスト 小学校理科										
学	分野	単元	ものづくり	系統1おもちゃのもの	系統2おもちゃから学ぶこと	系統3作るもの	系統4使うもの	系統5道具	系統6その他	つながり
3	物理	磁石の性質	磁石で動く車	磁石	力	車				磁石 動かす力
3	物理	磁石の性質	かけっこウサギ(かえるレース)	磁石	力					磁石 動かす力
3	物理	風やゴムのはたらき	ゴムの力で動く船	ゴム	力	船				動かす力
3	物理	風やゴムのはたらき	ゴムの力で動く車	ゴム	力	車	車			動かす力
3	物理	風やゴムのはたらき	ゴムの力で飛ぶ飛行機	ゴム	力	飛行機	飛行機			動かす力
3	物理	風やゴムのはたらき	ピンポン玉ロケット	ゴム	力	飛ぶ	玉			動かす力
3	物理	風やゴムのはたらき	プロペラカー	ゴム 風	力	車	車	プロペラ		動かす力
3	物理	風やゴムのはたらき	プロペラロープウエー	ゴム 風	力	車	車	プロペラ		動かす力
3	物理	風やゴムのはたらき	バネでつかまる	ゴム	力	飛ぶ	車	プロペラ	跳ねる	動かす力
3	物理	風やゴムのはたらき	かみつきウエー	ゴム	力	飛ぶ			跳ねる	動かす力
3	物理	風やゴムのはたらき	風車	風	力	車	車	プロペラ		動かす力
3	物理	風やゴムのはたらき	帆かけ車	風	力	車	車			動かす力
3	物理	風やゴムのはたらき	風車で持ち上げる	風	力			プロペラ		動かす力
4	化学	金属、水、空気と温度	温度計をつくる	空気 水 金属	温度	目盛り				動かす力
4	化学	空気と水の性質	ペットボトルロケット	空気 水	力	飛行機				動かす力
4	化学	空気と水の性質	ソーラーパルーン	空気 太陽 重さ	力	飛行機				動かす力
4	物理	電気の働き	風車	モーター 回路 風	力 電気		電池	プロペラ		電気 動かす力
4	物理	電気の働き	モーターカー	モーター 回路	力 電気	車	電池			電気 動かす力
4	物理	電気の働き	光電池モーター風車	モーター 回路 光	力 電気	車	光電池	プロペラ		電気 動かす力
4	物理	電気の働き	ソーラーカー	モーター 回路 光	力 電気	車	光電池			電気 動かす力
4	物理	電気の働き	逆転スイッチ	モーター 回路	電気	車	光電池			電気 動かす力
4	物理	電気の働き	メリーゴーランド	モーター 回路	電気					電気 動かす力
4	物理	電気の働き	ペンハムのコマ							電気 動かす力
6	物理	電気の利用	電気自動車	回路 モーター	電気 力 コンデンサー	車	コンデンサー	コンデンサー	蓄電	電気 動かす力 蓄電
6	物理	電気の利用	コンデンサーで動くモーターカー	回路 モーター	電気 力 コンデンサー	車	コンデンサー	コンデンサー	蓄電	電気 動かす力 蓄電
6	物理	電気の利用	コンデンサーで動くプロペラモーターカー	回路 モーター 風	電気 力 コンデンサー	車	コンデンサー	コンデンサー	蓄電	電気 動かす力 蓄電

図5：つながり「動かす力」で検索

5. 系統図作成

図6の系統3の「車」の検索の例より、図7の系統図の例を示す。小学校理科では、車を作って走らせることで、力やエネルギーの見方考え方を、段階を踏んで学んでいく。このことがおもちゃづくりリストからも見る事ができる。同じプラダンボールを使った車を使うことで、風の力、ゴムの力、磁石の磁力、電気の力、光から作った電気の力、手で発電して溜めた電気の力など、異なる様々なエネルギーが同じ車を走らせる仕事を生み出すことを、全体を通して実感できることになっている。また、ものづくりリストから、ゴムで風を作って車を走らせたり、電気をプロペラで風の力に変えて走らせたり、手回し発電機－蓄電－モーター－プロペラ－風とエネルギーを変換して車を走らせることまで行うことが分かる。単位ごとの学びに加えて全体を見ることで小学校の理科の4年間で系統立てて学んでいることが分かる。そこで、学

学	分野	単元	ものづくり	系統1おもちゃのもの	系統2おもちゃから学ぶこと	系統3作るもの	系統4使うもの	系統5道具	系統6その他	つながり	学び
3	物理	磁石の性質	磁石で動く車	磁石	力	車				磁石 動かす力	
3	物理	風やゴムのはたらき	ゴムの力で動く車	ゴム	力	車	車			動かす力	
3	物理	風やゴムのはたらき	プロペラカー	ゴム 風	力	車	車	プロペラ		動かす力	
3	物理	風やゴムのはたらき	プロペラロープウエー	ゴム 風	力	車	車	プロペラ		動かす力	
3	物理	風やゴムのはたらき	帆かけ車	風	力	車	車			動かす力	
4	物理	電気の働き	モーターカー	モーター 回路	力 電気	車	電池			電気 動かす力	
4	物理	電気の働き	ソーラーカー	モーター 回路 光	力 電気	車	光電池			電気 動かす力	
4	物理	電気の働き	逆転スイッチ	モーター 回路	電気	車				電気 動かす力	
6	物理	電気の利用	電気自動車	回路 モーター	電気 力 コンデンサー	車	コンデンサー	コンデンサー	蓄電	電気 動かす力 蓄電	
6	物理	電気の利用	コンデンサーで動くモーターカー	回路 モーター	電気 力 コンデンサー	車	コンデンサー	コンデンサー	蓄電	電気 動かす力 蓄電	
6	物理	電気の利用	コンデンサーで動くプロペラモーターカー	回路 モーター 風	電気 力 コンデンサー	車	コンデンサー	コンデンサー	蓄電	電気 動かす力 蓄電	

図6：系統3「車」の検索結果

年と単元を基に車を作る系統図の例を作った（図7）。小学3年生では、同じ車を「風の力」「ゴムの力」「磁力」で走らせて力を実感する。その力を踏まえて、電気を使って同じことができることを4年生で実験し、同じタイプの車を作って走らせることで、電気の力を知る。その電気の力を基にして、光電池や手回し発電機と組み合わせて教材としている。ものづくりはこの系統性を踏まえて、それぞれの力やエネルギーの変換を用いることを考慮したものづくりとすべきだといえることが分かるだろう。

同じように「回路」で検索し、系統図を作ってみると、図8のようになった。電気を理解し、電気回路が組めるようになるためにはその出発点となる単純な回路を使ったものづくりをたくさん行う3年生のコンテンツが重要になっていることが分かる。回路が全ての学年の電気の単元で重要になることから、ものづくりを通じた実感を持った回路

の理解のためにもものづくりコンテンツが必要になっていることが分かる。

このようにものづくりコンテンツの系統図を作っておくことは授業作りで効果的であり、単元の系統と合わせることで今どのようなものづくりが適しているかを知る指標とできる。

6. データベースの有用性

データベースとするには、理科の教科書で紹介されるものづくりコンテンツのそれぞれが含まれている学びや科学の要素を情報として含め、キーワードや学びの内容によって検索できるようにしておく必要がある。また、実際の動きや作り方をイメージしやすいように、写真、図および作り方など必要なデータをできる限り含めておく必要がある。一つのものづくりコンテ

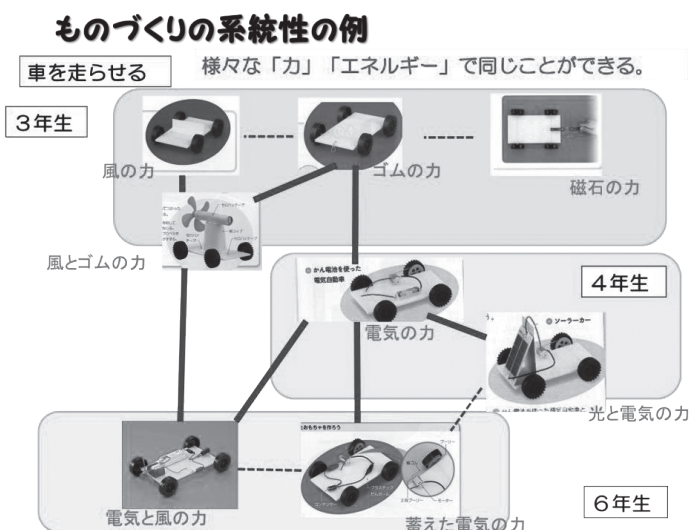


図7：車を利用したものづくりの系統図

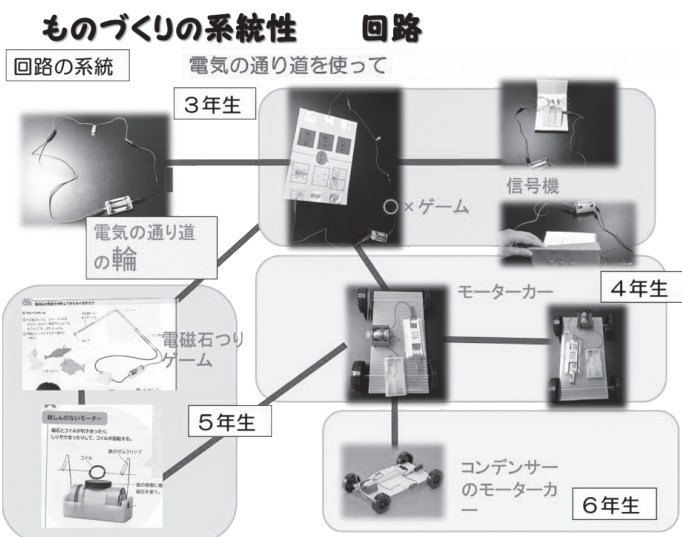


図8：回路を利用したものづくり系統図

小学校理科のものづくりコンテンツ系統図



図9：FileMakerによるものづくりデータベース入力画面

ツには多くの情報が含まれている。さらにその情報によって、検索して確認しやすい利用環境とすることも必要となる。また、新規のコンテンツや付け加える情報も増えていくことを想定して、データの追加が容易である必要もある。そのため、データベース作成ソフトとして、カード型データベースソフトであるファイルメーカー（FileMaker）⁽⁹⁾で、現状の情報によるデータベースを作成した（図9）。これによって、必要に応じてweb公開、スマートフォンでの利用やランタイム配布など誰でもPC環境に作用されず利用できるデータベースにすることも容易となる。

データベースによってつながりや系統キーワード検索できるようになれば、ものづくりを授業に取り入れる場合に学びの系統と共に、振り返りとして利用できる動きやコンテンツを容易に知ることができ、振り返りのきっかけの例や、学びの予告例を検索から知っておくことで、取り入れたものづくりによる学びの興味付けとして、教育効果をより高められると考えられる。この検索を基にして系統図が書ければ、学びの系統と同時にコンテンツの系統の両方から積み上げる授業作りが可能となると期待している。

また、データベース化しておくことで、教科書の改訂などで新しくなったものづくりコンテンツや、教科書以外でも紹介されている多くのものづくりを絶えずデータと追加していくことで、利用価値を大きくすることができる。理科の授業内で扱いたいコンテンツ探しや、特別活動などでの利用、授業外での活動、自由研究や児童への理科・科学への興味付けでの利用など、幅広く利用できるようになることが期待できる。

ものづくりコンテンツ系統図の作成と利用

私たちは子どものころから多くのおもちゃで遊び、育ってきた。おもちゃを使って遊ぶ中で、そのおもちゃに利用されている科学や理科の原理や動きにふれることになる。またおもちゃを自ら作る経験は、そのおもちゃの動作から原理を利用することを経験し学べる。おもちゃづく

り・ものづくりは、学んだことを生かし、そこから新しい興味を自分で見つけるというところに学習への効果がある。つまり、学んだことを次につなげる系統性が含まれている。多くのおもちゃづくり・ものづくりのコンテンツが存在するが、理科のものづくりでは「学んだことを生かそう」の中だけに留まり、おもちゃづくりでは、「ゴムを使った」や「空気の」などそのもので扱われ、学びの系統性は考慮されずに単独で使われていることが多い。そこで、ものづくりで学びを次へ次

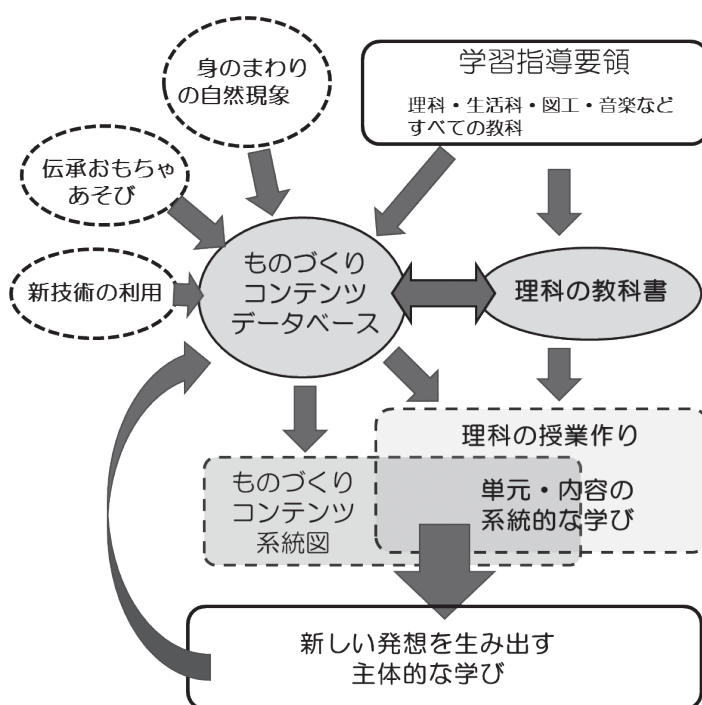


図10：ものづくりコンテンツデータベースの利用

へとつなげる系統性を考慮してまとめておくことが効果的であると言える。そのためにものづくりコンテンツデータベース作成となる。データベースによってつながりや学ぶ対象によって系統が見えるようにすると、それを授業作りに利用できるようになる。学びの系統性が明確になれば、理科の授業で同じものづくりのベースを利用して積み上げながら自ら気付き考えて学ぶことができるようになる。これが学んだことを基に新しい発想を生み出していく主体的な学びの形となる。理科の教科書での学びをサポートするものづくりコンテンツリストは、独立してデータを拡充していくことで、ものづくり系統図がより豊かなものとなり、理科の系統的な学びと同時にものづくりとして主体的な学びへと広げていくことができる（図10）。今、ものづくりデータベースを作り、拡充できるようにしておくことは重要なことであると感じ、ものづくりデータベースを提案し、そこからの系統図作成について考えてきた。

新学習指導要領では、児童の育成の視点として、思考力・判断力・表現力そして学びに向かう力等が述べられている。理科でのものづくりはこれらの力を付けるために必要な内容となっている。そのための「主体的・対話的・深い学び」を取り入れた授業作りをサポートするものづくりコンテンツデータベースとなる。そうするために、データベースを公開し、ICT利用による授業作りが欠かせなくなる。今後、教科書で紹

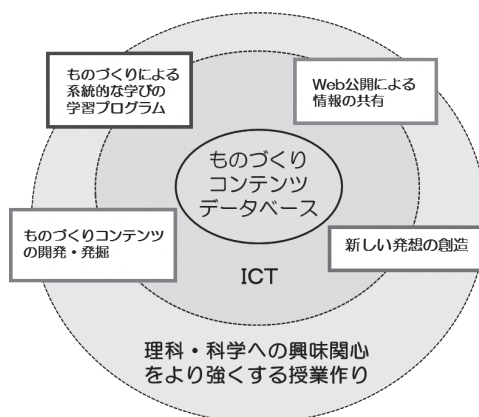


図11：コンテンツデータベースの広がり

介されたコンテンツ以外の多くのコンテンツをデータに取り込むことと同時に、系統図への組み込みと系統を利用したものづくりへの利用方法を情報として組み込んでいく必要がある。図11で、コンテンツデータベースの広がりイメージ図として示した。

今後の展開

この論文では、理科の教科書で紹介されているものづくりコンテンツからデータベースを作り、系統図作成の例を示した。これによってデータベースや系統図を利用した授業作りがこれからの主体的な学びに必要になってくると考える。そこで、今後はデータベースをみんなで拡充して使える形式に整え、さらに情報を組み込んで行くことが求められる。これまでに、私たちは実際の利用方法を検討するために、瑞穂児童館でのおもちゃづくりイベントにおいて系統を考慮したワークショップを行ってきた。今後もこの活動を続け、データベースへ反映させていくことを検討している。また、小学校での授業作りとしての利用方法についても研究を続け、より充実したデータベースへと仕上げていくことを考えている。次の課題は、新学習指導要領に対応して教科書が改訂されるため、それらの教科書で紹介されるものづくりをデータベースに追加し、系統図を再構成して、公開できるデータベースに整えることとなる。その上で、授業でのものづくりの取り入れ方と主体的な学びへの方向付けについて研究を進める。

謝 辞

この研究は、理科教育（物理）研究室の学生と共に行いました。データベース作成において、コンテンツ作りや児童館イベントでの実践の協力および有益な意見提供において研究室の秋谷真衣氏、井野恵里氏、井ノ口恵里奈氏、入江裕美氏、河原有希氏、興梠美咲氏、小林亜衣氏、長崎由加里氏、茗荷谷毬氏に感謝いたします。また、実践への意見提供や協力をゼミ生である、大熊優氏、加藤妃南子氏、切詰萌果氏、後藤綾香氏、立石朋子氏、西江友里氏、前川星奈氏、水野由貴氏、宮下歩乃佳氏、宮部綾氏、柳田朱音氏に感謝いたします。

参考文献

- (1) 小学校学習指導要領（平成29年3月公示）文部科学省（2017）、中学校学習指導要領（平成29年3月公示）文部科学省（2017）。
- (2) 小学校学習指導要領解説 理科編（平成29年6月）文部科学省（2017）。
- (3) 「新版たのしい理科」3年、4年、5年、6年 大日本図書（2017）。
- (4) 「みらいをひらく小学理科」3、4、5、6 教育出版（2017）。
- (5) 「わくわく理科」3、4、5、6 啓林館（2017）。
- (6) 「新編新しい理科」3、4、5、6 東京書籍（2017）。
- (7) 「Scienceみんなで学ぶ小学校理科」3年、4年、5年、6年 学校図書（2017）。
- (8) 「楽しい理科」3年、4年、5年、6年 信州教育出版社（2017）。
- (9) データベース作成ソフト「FileMaker Pro 14 Advanced」FileMaker社。

