

平成29年度文部科学省委託事業

ICTを活用した学習成果の把握・評価に向けた
学習要素の分類等に関する調査研究事業
事業報告書

平成30年 3 月

JAPET 一般社団法人
& CEC 日本教育情報化振興会

URL : <https://www.japet.or.jp/>

目 次

本事業の推進にあたって	1
第1章 本事業の目的	2
第2章 学習要素リストの作成	3
2.1 学習要素リスト	4
2.2 学習要素リスト作成体制	8
2.3 学習要素リストを作成した学年・教科	11
2.4 学習要素リストの作成方法と手順	12
2.5 教科書会社・教材会社によるレビュー	14
第3章 学習要素リストのID体系とその付与	18
3.1 諸外国の状況	19
3.1.1 オーストラリアの例：Australian Curriculum	19
3.1.2 アメリカの例：Common Core State Standards	20
3.1.3 MRAC（オーストラリア）およびGIM-CCSS（米国）の構造	20
3.1.4 MRAC（オーストラリア）およびGIM-CCSS（米国）の識別方法	22
3.2 学習要素および学習要素リストに求められる条件	25
3.2.1 学習要素の恒久性と対象範囲	25
3.2.2 想定する利用者	26
3.2.3 学習指導要領との対応と運用	26
3.2.4 教科書・教材との対応	26
3.3 学習要素IDの体系	26
3.3.1 人間が扱える長さの文字列であること	27
3.3.2 開発や運用コストが適切であること	27
3.3.3 教科や学年の変更に影響されないこと	27
3.3.4 将来にわたるすべての教科・学年の学習要素を網羅できること	28
3.3.5 他の学習要素のIDと衝突しないこと	28
3.3.6 発行速度	28
3.3.7 ID体系	28
3.3.8 その他の識別子の検討	29
3.4 将来課題	30
3.4.1 URIの発行と維持	30
3.4.2 学習指導要領の識別子	30

3.4.3	教育データ全体の語彙整備の必要性	31
第4章	次年度以降の実証に向けた要件整理	32
4.1	要件整理の考え方	32
4.2	実証地域の要求と学習要素リスト	33
4.2.1	実証地域におけるデータ活用モデルから導き出されるケース	33
4.2.2	校務系と学習系の連携に限定されない学習要素リストが活用できる一般的なケース	39
4.2.3	学習要素リストを活用した全体概要図	41
4.2.4	実装における技術的な要件	42
4.3	ケースの実現に必要な条件の分野ごとの整理	43
4.3.1	学習要素リストが有効な典型的なモデル	43
4.3.2	学習計画における学習要素 ID	44
4.3.3	単元テストやドリルなどにおける学習要素 ID	45
4.3.4	学習記録データにおける学習要素 ID	47
4.3.5	教科書や教材における学習要素 ID	48
第5章	学習要素リスト及び ID の、複数の学校種、学年、教科への展開や長期運用に関する課題の整理	50
5.1	複数の学校種、学年、教科への展開の課題	50
5.2	学習要素リストおよび ID を管理するサーバによる教科書・教材の連携の課題	52
5.3	学習要素リストおよび ID の管理者	53
5.4	学習要素リストとコンテンツメタデータ	56
5.5	学習要素リストを運用するための費用負担と利用に対する対価と公開方法	56
5.6	学習要素 ID とのデジタル教科書や教材との対照表	57
5.7	学習要素リストの今後の活用	59
5.8	今後の検討について	60
5.8.1	学習要素リストの調査研究の今後のスケジュール	60
5.8.2	学習要素リストと学習指導要領との関係	61
【付録】		
	学習要素リストおよび、ID 表	63

本事業の推進にあたって

我が国の学校教育では、文部科学省が定める学習指導要領のもと、検定された教科書が主たる教材として用いられています。さらに、教科書の内容に対応した教材が数多く用いられています。これらが今、一斉にデジタルシフトしています。紙の教材もデジタルの教材も混在する中、学習指導要領は大幅な改訂を迎え、教科書もこれに追従して改訂、さらにデジタル教科書の活用も認められる時代に向かいます。

このような時代において、個々の学習者の興味・関心、学習進度や理解度に適応させた教材をリコメンドしたり、学習ログをもとに学習の成立を推定したりするためには、学習指導要領や教科書に対応したデータとのマッチングが不可欠です。このデータは公的に用意される必要があり、文部科学省が JAPET&CEC に委託した事業が本事業です。本事業ではこのデータを「学習要素リスト」と呼ぶことにし、教科書会社、教材会社、IT 企業等が連携・協力して、いかに手早く、合理的にこれを作成できるかという研究を始めたのです。

有象無象の情報が溢れる時代だからこそ、教育用のシステムが適切な学習ガイドを行うために必須となる「学習要素リスト」の確立が不可欠です。本事業の重要性を、みなさまに広くご理解いただきたく願っております。

東北大学大学院情報科学研究科・教授 堀田龍也

第1章 本事業の目的

ICTを活用した学習成果の把握・評価に向けた学習要素の分類等に関する調査研究事業

事業目的

各教科書・教材会社が個別に作成している、学習進度を把握するための尺度を横断的に活用できるように、学習要素を整理するとともにそれらにIDを付与し、各教科書・教材との紐付けを行う。

⇒ **学校における教材環境の充実**（教科書とあらゆる教材を紐付けることを可能とし、学校目線ではどの教材でも同じ基準でチェックすることができるようになる）

※ 体系的に整理することが比較的容易な教科（「算数」、「理科」（現行CS））において、試行的に作成する

事業内容

- **学習要素リストの作成**
教科書や教材の発行者や有識者へのヒアリングを通じて、教科書及び教材における学習内容の分類の仕方を踏まえた『学習要素リスト』を作成する。
- **単元ID（試行版）の付与（右図では「学習要素ID」）**
上記の「学習要素リスト」に、教科書や教材と連動させるための『単元ID（試行版）』を付与する。
- **「次世代学校支援モデル構築事業」の実証校における活用に向けた要件整理**
『学習要素リスト』と『単元ID（試行版）』を実装し、使用している教科書や教材と連動させるための技術的要件の整理を行う。

【単元IDと教材の連動イメージ】

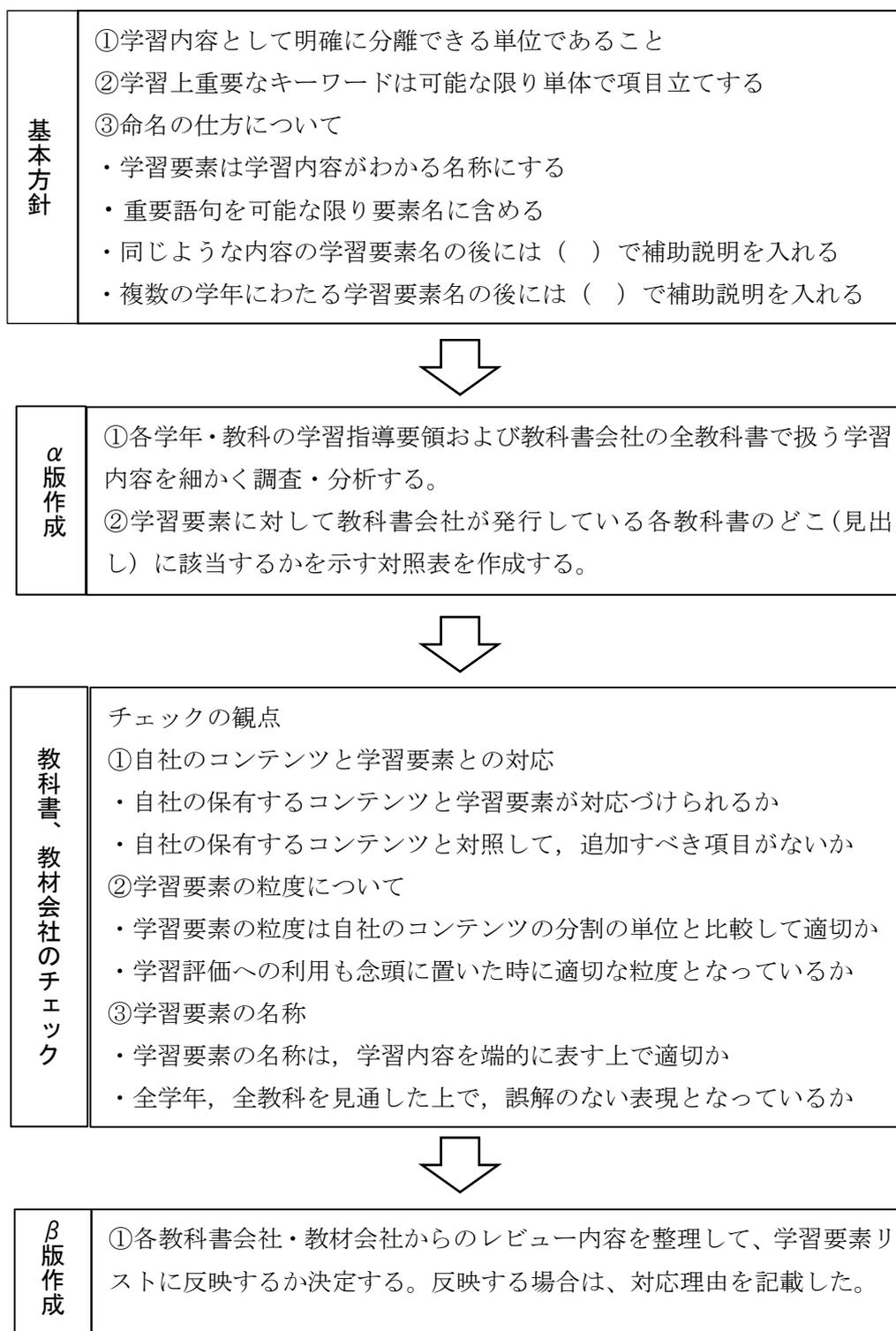
単元	学習内容	学習要素リスト	単元ID		教材ID (A社)	教材ID (B社)	教材ID (C社)
身のまわりの物質	身のまわりの物質とその性質	金属と非金属	a12071121	⇒	5609	ab0123	10001
		密度	a12071122	⇒	5611	ab0130	10002
		上皿てんびんの使い方	a12071123	⇒	5607	ab0130	10005
		ガスバーナーの使い方	a12071124	⇒	5607	ab0141	10006
		物質を加熱したときの変化	a12071125	⇒	5608	ab0150	10010
		プラスチック	a12071126	⇒	5610		10008
		二酸化炭素の発生方法と性質	a12071127	⇒	4050	ab1231	10105

「次世代学校支援モデル構築事業」における実証

「単元ID」と、各実証校が活用している教科書や教材との連動のために必要な改修を行い、有用性の検証や課題の整理を行う。

第2章 学習要素リストの作成

学習要素リストの作成手順を以下に示す。



2.1 学習要素リスト

(1) 学習要素リストとは？

「学習要素」は、学習指導要領の学習内容および、教科書の説明内容を単元等学習のまとまりを踏まえながら、学習内容を、教科書や教材の連携、学習進度の把握、指導計画の作成などの目的のために最適な粒度で細分化したものである。学習内容そのものである学習要素のかたまりを「学習要素リスト」と定義する。今まで、単元や項目といった表現をし、その表し方や区切り方は、教科書・教材メーカー独自のものとなっているものを、標準的な表し方を学習の要素で実現する共通キーである。また、それらには、システム間で連携しやすいようにIDを振り、「学習要素ID」と定義する。

学習要素リストおよび、学習要素IDは、適切な粒度で学習要素に振られた、【**学びの地図の番地**】である。郵便制度や宅配便のシステムにおける番地と同じで指導の順序など、学びの方法を規定するものではない。例えば、ある児童生徒がある学習要素でつまづいている場合、その学習要素を標準的に指し示すことができる。また、そこでつまづいている場合に遡って学習すべき前の学年の学習要素も学習要素IDで示すことができる。また、教科書と教材が学習要素リストを介して効果的に連携をとることができる。

一方、学習要素リストは、つまづいた学習要素と振り返るべき学習要素の関係を定義するものではない。学習要素リストは、さまざまな組織やシステムが共通して利用する協調領域（標準領域）であり、学習要素リストを活用したさまざまなシステムなどは、提供企業や教育機関が自らの裁量で開発する競争領域である。

次ページの図 2-1 に学習要素リストの位置付けを示す。

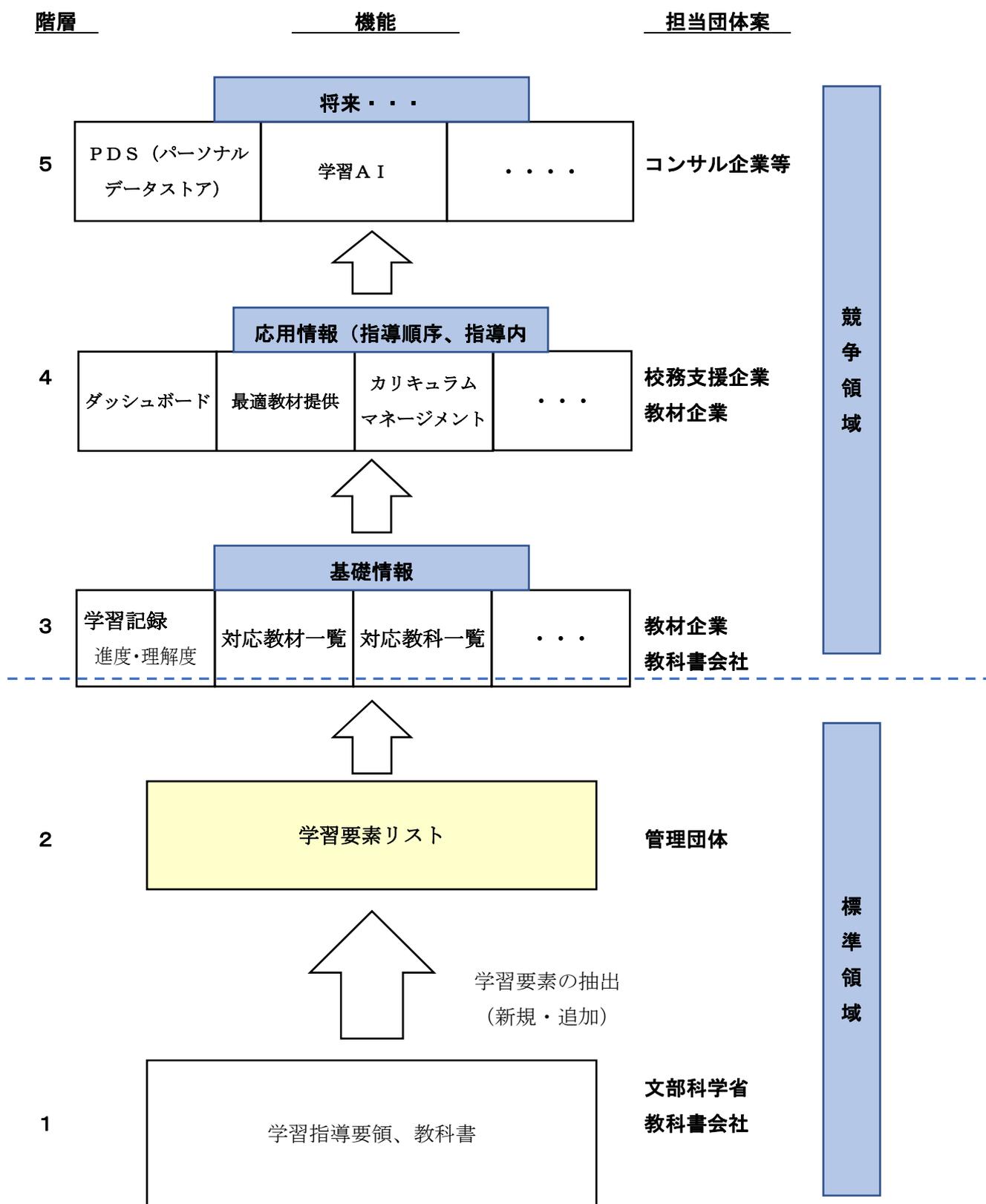


図 2-1 学習要素リストの位置付け

(2) 用語の定義

「学習要素」

- 学習内容を、教科書や教材の連携、学習進度の把握、指導計画の作成などの目的のために最適な粒度で細分化したもの
- 学習指導要領を分析して作成される
- 個々の学習要素は、学習要素名と学習要素 ID で構成される
- 学習要素名は、対象とする学習内容を示す文字列で（例「小数の乗法（整数×小数）」、「直列回路/並列回路」）、他の学習要素名と重複しない（ただし永続的に重複しないことを保証せず、識別には学習要素 ID を使うことを推奨）
- 学習要素 ID は、A～Z, 0-9 の 6 桁で構成され（例 4TAP7Q）、他の学習要素 ID と重複しない
- 学習指導要領の改訂によって学習内容が追加された場合は、新規に学習要素を作成する
- 学習指導要領の改訂によって学習内容が削減された場合でも、当該学習要素は削除しない
- 学習要素自体は学校種別・学年・教科科目といった情報を持たない（学習要素リストのグループで関係が示される）
- 学習要素同士は親子関係や順序関係を持たない（企業などが学習要素名や学習要素 ID を使って関係を規定することはできる）

「学習要素リスト」

- 学習要素が集まったもの
- 学習要素リストという用語が、あらゆる学習要素の総体を示す場合と、特定の時期の学習指導要領に基づく学校種別・学年・教科科目ごとにグループ化したものを示す場合がある
- 学習要素を、特定の時期の学習指導要領に基づく学校種別・学年・教科科目ごとにグループ化したものは、その学習指導要領が公示された西暦年を含めて「学習要素リスト中 2 理科 2010」のように呼ぶ

「学習要素リスト対照表」

- 学習要素リストのグループ（例：学習要素リスト中 2 理科 2010）と、該当する学習指導要領の対照表が作られる（学習要素リストと学習指導要領の対照表）

- 学習要素リストのグループ（例：学習要素リスト中2理科2010）と、該当する学習指導要領に準拠している検定済教科書の見出しの対照表が、教科書ごとに作られる（学習要素リストと教科書の対照表）
- 学習要素リストのグループ（例：学習要素リスト中2理科2010）と、該当する学習指導要領に準拠している教材の見出しの対照表が、教材ごとに作られる場合がある（学習要素リストと教材の対照表）

「学習要素リストが扱わないもの」

- 学習要素リストと学習指導要領の関係は対照表によって示されるが、国が制定している学習指導要領は学習要素リストの範囲には含まれず、学習指導要領の各項目にIDを振ることは行わない（将来的に学習指導要領にもIDが振られることを想定して、それと整合性が取れるように学習要素リストを設計する）
- 評価の観点、教材の難易度、アクセシビリティの対応など、学習要素リストと組み合わせると有用であると思われる情報があるが、これらは学習要素リストとしては扱わない（将来的に別途検討する可能性はある）

学習要素リストから各教科書・教材会社が対照表を作成するまでの流れを図 2-2 に示す。学習要素リストには、学校で使用されるすべての学習要素が登録されている。学年・教科別学習要素リストは、各学年教科の学習指導要領に基付き、該当する教科書を参考にしながら作成される。学習要素リストに存在しない学習要素を新たに追加する場合は、学習要素リストに登録する必要があり、教科書・教材会社は、該当する学年・教科別学習要素リストを参照しながら、所有する教科書、教材の各見出しや単元がどの学習要素に対応するかを示す教科書・教材対照表を作成する。対照表は、教科書、教材ごとに存在する。

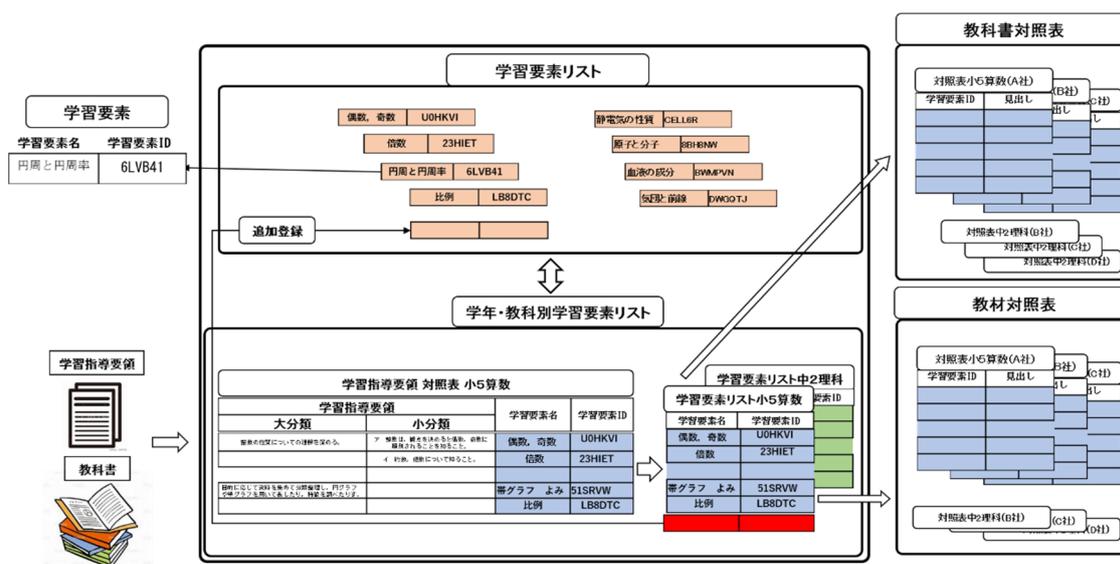


図 2-2 学習要素リスト関係図

(3) 学習要素リストの作成方針

学年・教科の学習指導要領および、全発行会社の教科書で扱う学習内容を細かく調査・分析し、下記の方針にもとづいて学習要素リストを作成した。

- ・学習要素は、いずれの教科書にも適用できる標準的な表現になるよう工夫する。
- ・学習要素を作成する場合は、他学年の振り返り要素などが含まれる部分もあるので、特定の学年だけではなく、小学校～中学校全学年の分野を考慮しながら作成すべきであるが、本事業では期間制約から小学校 5 年算数、中学校 2 年理科に限定して作成する。
- ・学習要素は、学年、教科の枠も設定しないこととし、学習指導要領や教科書の改訂によって、学習内容（学習要素）が削除、移動されても、できるだけ影響を受けないように設計する。
- ・学校現場で運用されるその時点で配当されている学年、教科情報は、学習要素リストとは別に管理する方法を検討する。
- ・学習指導要領改定時に従前の学習指導要領にはない学習内容が追加された場合は、それらを今回の実証と同じような分析・整理をして新たに学習要素を追加していく運用を想定する。
- ・最終的には、教科書や教材の発行者や有識者へのヒアリングを通じて、教科書及び教材における学習内容の分類の仕方を踏まえた『学習要素リスト』を作成する。

2.2 学習要素リスト作成体制

受託団体の日本教育情報化振興会には、多くの教科書会社、教材会社、教材流通会社、校務支援システム開発会社および、IT企業等が会員企業として所属している。また、

会員による研究プロジェクトの「第1プロジェクト」では、学習指導要領で定める単元の考え方を系統立てて整理し「学習要素リスト」として、それを仲立ちとしたデジタル教科書とデジタル教材の接続について2年間にわたり標準化の可能性を研究し議論を深めてきた。この「第1プロジェクト」が主体となった体制を構築し、成果物の品質を確保し、短期間での事業の遂行を図った。また、学習指導要領に関する有識者、デジタル教科書、IMS 標準の研究者、教育委員会・学校現場の教員および、教科書・教材会社から構成される事業推進委員会を構成した。この委員会では、本事業の要件の洗い出し、成果物への指導・助言および、レビューを行った。

第1プロジェクト内の教科書会社を中心になって、学習指導要領と新学習指導要領の学習内容および、教科書の内容をもとに学習要素リスト初案を作成した。次に教材会社が初案に対して、所有する教材コンテンツが適応できるかチェックを行い、そのフィードバックを学習要素リスト次案に反映した。最終的に事業推進委員会において有識者、技術的な専門家、教育委員会などの意見を参考に学習要素リストを完成させた。

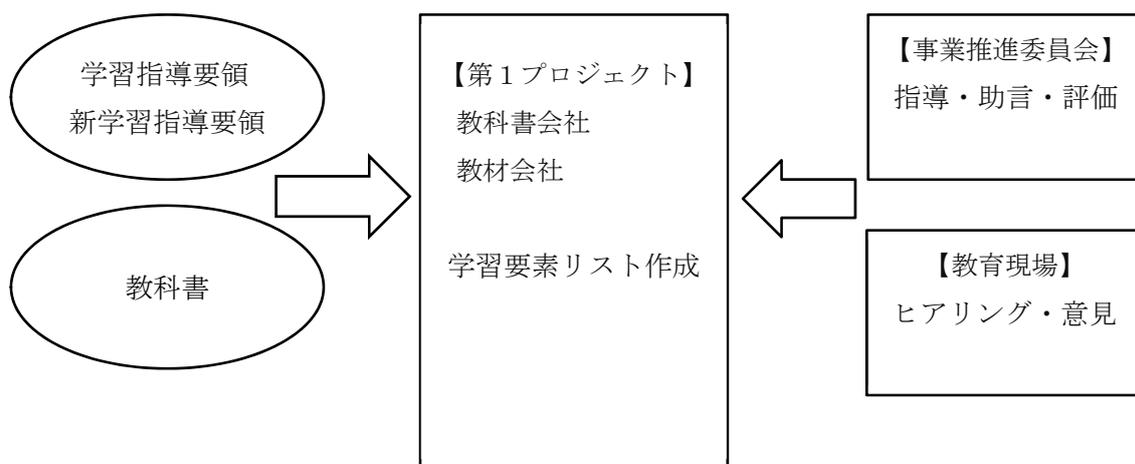


図 2-3 学習要素リストの作成の関連図

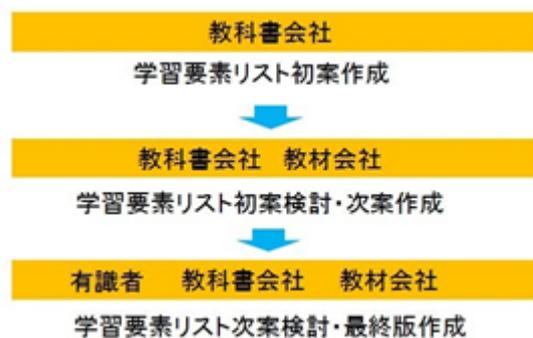


図 2-4 学習要素リストの作成の流れ

学習要素リスト作成に協力した教科書会社、教材会社を示す。

表 2-1 学習要素リスト作成に協力した教科書会社、教材会社

教科書会社			
	小学校算数 (全6社)		中学校理科 (全5社)
1	東京書籍	1	東京書籍
2	教育出版	2	教育出版
3	大日本図書	3	大日本図書
4	日本文教出版	4	学校図書
5	学校図書	5	新興出版社啓林館
6	新興出版社啓林館		
教材会社			
	小学校算数 (全8社)		中学校理科 (全6社)
1	ラインズ	1	ラインズ
2	グレートインターナショナル	2	グレートインターナショナル
3	ベネッセコーポレーション	3	ベネッセコーポレーション
4	東大英数理教室	4	東大英数理教室
5	学研プラス	5	学研プラス
6	大日本印刷	6	内田洋行
7	ジャストシステム		

2.3 学習要素リストを作成した学年・教科

(1) 実証にて作成する学習要素リストの教科・学年の選定

本調査研究にて作成する学習要素リストは、「次世代学校支援モデル構築事業（スマートスクール実証事業）」の実証地域での導入も考慮し学年・教科を選定した。

選定にあたっては、「次世代学校支援モデル構築事業（スマートスクール実証事業）」の実証地域の各地域の事業実施計画等を踏まえて行った。

各地域が計画している学校種、教科・学年に関する実証計画を表 2-2 に示す。

表 2-2 次世代学校支援モデル構築事業の実証計画

実証地域	学校	学年	教科
福島県 新地町	福田小学校	3～6年	限定せず
	新地小学校	3～6年	限定せず
	駒ヶ嶺小学校	3～6年	限定せず
	尚英中学校	1～3年	限定せず
東京都 渋谷区	広尾小学校	4～6年	全教科・領域等
	代々木山谷小学校	4～6年	全教科・領域等
	上原中学校	1～3年	全教科・領域等
大阪府 大阪市	天王寺小学校	4年	算数
	阿倍野小学校	4年	算数
	滝川小学校	4年	算数
	大和川中学校	1年	理科
	旭陽中学校	2年	数学
奈良県 奈良市	富雄第三小学校	4～6年	算数
	佐保小学校	4～6年	算数
	六条小学校	4～6年	算数

	富雄第三中学校	1～3年	数学
愛媛県 西条市	神戸小学校	4～6年	国語、算数、理科、社会
	壬生川小学校	4～6年	国語、算数、理科、社会
	西条東中学校	1～3年	国語、数学、理科、社会

また、各実証地域の教育委員会と企業の担当者に、本事業の概要と協力依頼内容を説明した。各実証地域の実証予定校種・学年・教科を踏まえ、また、学習内容の系統の関係性が高い小学校算数、中学校理科で学習要素リストを作成することにした。

中学校理科については、映像や解説教材等の副教材が豊富にあり、また、第1プロジェクトで先行して学習要素リストを開発していた中学校2年理科とした。

算数については、下の学年との系統の関係性が比較的高い小学校5年算数を選定した。

【学習要素リスト作成校種、教科、学年】

小学校	算数	5年
中学校	理科	2年

2.4 学習要素リストの作成方法と手順

- ・学年・教科の学習指導要領および、全発行会社の教科書で扱う学習内容を細かく調査・分析し、学習要素に分類していく。
- ・今回対象となった小5算数、中2理科の学習要素に対して、各教科書会社が発行した教科書のどこに該当するか示す対照表を作成する。

(1) リスト作成時の留意点

- ①学習内容として明確に分離できる単位（粒度）であること
 - ・学習の段階（計算の仕方を考える、計算に習熟する、など）ではなく、その計算の型（数の範囲）など、明確に区別できる単位で分ける
 - ・各教科書で共通化できる範囲にとどめることにし、教科書会社によって考え方が異なる細かい分け方には踏み込まない
- ②学習上重要なキーワードは可能な限り単体で項目立てする
 - ・他学年、他教科の学習と関連が深く、振り返り等で使用頻度が高そうなキーワード（倍数、約数、素数、人口密度 等）は、単体で項目を立てる
- ③命名の仕方について
 - ・学習する重要語句を可能な限り要素名に含め、学習要素がわかる名称にする

- ・計算の型分け等，同じような内容の学習要素が複数存在する際には、混乱を防ぐために学習要素名の後に（ ）で補助説明を入れる
例)「小数の乗法（整数×小数）」，「小数の乗法（小数×小数）」
- ・複数の学年にわたって学習する内容についても上記の（ ）書きによる補助説明を入れることで、学年を超えた系統がある程度分かるようにする
例)「三角形（面積の求め方）」（5年），「三角形（意味）」（3年）

(2) 作成にあたって迷った部分

各学習要素リスト作成にあたり、判断に迷った部分を表 2-3、表 2-4 に示す。

表 2-3 小学5年算数

項目	検討項目	今回の対応
公倍数、公約数	最小公倍数、最大公約数を個別で項目立てするか	現在は公倍数，公約数に含めた
小数の除法	わり進み、余りあり商を概数で表す、を区別するかどうか	区別した
異分母分数の加減	帯分数の計算を別項目として立てるかどうか	別項目として立てた
体積の単位の単位関係	対象となる単位を要素名の中に示すべきかどうか（2年や3年でも体積の単位関係を扱う可能性あり）	水のかさ（L, mL）と体積の単位（ cm^3 , m^3 ）の単位は学習要素名に含めない
0を含む平均	この項目だけ別項目にする必要があるかどうか	別項目にした
単位量あたりの大きさ	・生徒にとって難しい内容なのでもう少し丁寧に分割すべき？ ・人口密度だけ取り出す必要があるかどうか	人口密度だけ別項目にした
正多角形，多角形	・「意味」と「性質」は数学的には分割すべき？	分割した
数量の関係を表す式	この名称では、他学年の内容と区別が付きにくい（そもそもこの項目自体が他と明確に分割しづらい）	このまま「数量の関係を表す式」を学習要素として採用した
割合	・難しい内容なので、第一用法、第二用法、第三用法をそれぞれ別立てにしたが、これでよいか	第一用法，第二用法，第三用法別立て

表 2-4 中学 2 年理科

項目	検討項目	今回の対応
気圧	1 年生の第 1 分野の「力と圧力」で最初に取り扱われているが	第 2 分野「気象とその変化」で採用した。

2.5 教科書会社・教材会社によるレビュー

学習要素リストの初案に対する教科書会社、教材会社からの全体的なレビューコメントおよび、各項目についてのレビューコメントと対応を表 2-5 から表 2-8 に示す。

表 2-5 小学 5 年算数への全体的なレビューコメント

レビューコメント
<p>●学習要素の粒度について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特に算数・数学のような教科書の例題一つにも意味づけがある教科では、細分化した方が学習者や指導者の利便性につながる期待は高いであろう。実務としては、ひとまずの割り切った振り分けから入って、時間をかけて精度を上げていくしかないかもしれない。 ・学習要素は様々なユースケースに適用できるエッセンスであるという観点からは、この粒度で妥当とも考える。なお、教科書間の連携（今回の「学習要素」はおおまか対応している）だけでなく、動画等の多様なコンテンツの連携、ドリル等による知識の定着と評価の実現のためには、各コンテンツメーカーの独自対応が必要である。またそれは競争領域でもあると考える。 ・要素内容は単元によって粒度の差があるように感じる。 <p>例えば、整数と小数の単元では、学習要素は問題への粒度としては荒い（学習要素 3 項目）。小数の割り算の単元では、計算構造も含め要素が多いが、問題への粒度としては細かいため、1 問について複数の学習要素が結びつくことになる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・系統よりも一段細かいので、アダプティブ・ラーニングの設計にちょうどよい分類として使えると思う。 <p>●学習要素の属性情報について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・文章題・応用問題に対しての要素設定が難しい。複合的になるのでどのように結びつけるか検討課題である。 ・知識・技能系の要素はあるが、思考系の要素が非常に少ないように思われる。 知識活用型問題（思考力 B）は、別途何がしかの要素規準が必要である。 ・類題を選ぶ分類としても丁度良い。この分類の下に難易度のフラグを持たせておくことで適切に出題できると思う。 ・ドリル教材では使用者が問題を選択する場合、もう少し大きなくくりで表示することになると思う。そのため学習要素を階層管理することになる。この点も議論にあげ

ったが、各社で自由に管理できるので問題はないと思う。「前学年の復習」や「学期末テスト」などの分類も同様で、各社で自由に追加できるので問題ない。

表 2-6 小学5年算数 各項目についてのレビューコメントと対応

各学習要素に対するコメントへの対応			
学習要素名 (旧)	学習要素名 (新)	各社コメント	対応
小数の倍	小数と倍(何倍かを求める計算) 小数と倍(比べられる量を求める計算) 小数と倍(もとにする量を求める計算)	・第一用法と第三用法は小数の除法、第二用法では小数の乗法、というように扱う計算が異なるうえに、その中でも第三用法は児童にとってはつまずきやすい内容なので、3つそれぞれに分ける方がよいと考える。	「小数の倍」を第一用法、第二用法、第三用法に分割。また、「小数の倍」→「小数倍」との指摘もあったが、三用法を分けても、各々の関連性を分かりやすくするためには頭用語は統一しておくことが望ましい。「小数倍」という言葉は算数専科外のユーザには第二用法(かけ算)のイメージが強くなる可能性があるため「小数と倍」とした。
平行四辺形(面積の求め方)	平行四辺形(面積(等積変形による解法))	当社は様々な角度からの面積の求め方を問う必要からここにまつわる教材項目は複数用意してある。	例えば以下のように分割した。 ①平行四辺形(面積(等積変形による求積)) ②平行四辺形(面積(公式:高さが図形の内部にある場合)) ③平行四辺形(面積(高さが図形の外にある場合)) なお、「平行四辺形(底辺や高さの関係)」は「比例」として別に項目を立てている
方眼を使った面積の概測	およその面積の求め方(方眼を利用)	方眼を使った不定形の面積の求め方ではどうか?	6年生で学習する「およその面積の求め方(既習の図形を利用)」との関連性を考えて名称を変更した。

表 2-7 中学 2 年理科への全体的なレビューコメント

レビューコメント
<p>●学習要素の粒度について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・学習要素の粒度が、算数と理科ではだいぶ違う印象で、算数のほうがかなり細かいと感じた。 ・全体的に「学習要素」の粒度及びバランスは妥当かと考える。 ・粒度に対する大きな違和感はないが、例えば「電圧計」の写真といった単純なモノは、写真単体でのリスト対応を考えると、対応コードがかなり多くなりそうではある。(実際に写真一枚一枚にコード割り当てを行うかどうかは現時点では未定である) ・映像のクリップを割り当てましたが、粒度はちょうどよいと感じている。例えばコンテンツの検索に使いたい場合と、評価(問題)で使いたい場合で、どの程度厳密に割り当ててくるかが変わってくるように思う。

表 2-8 中学 2 年理科 各項目についてのレビューコメントと対応

各学習要素に対するコメントの対応			
学習要素名(旧)	学習要素名(新)	各社コメント	対応
磁石や電流が作る磁界	磁石や電磁石がつくる磁界	ここは「磁石がつくる磁界」程度にしないと、「磁石や電流」とすると、次の「導線を通れる…」と丸ごとかぶってしまう。	磁石や電磁石の磁界についての内容になるため電流ではなく電磁石とした。
反応熱	発熱反応と吸熱反応	「酸化と酸化物」のように、現象とそれによって生じたものは、まとめるか、片方だけを示すようにしないと、ここのように「反応」と「反応熱」をわざわざわけても対象は同じになる。	学習要素「発熱反応と吸熱反応」に吸収し、「反応熱」を削除した。
化学変化の前後の質量	質量保存の法則	上記と同じ理由	学習要素「化学変化の前後の質量」に吸収し、「質量保存の法則」を削除した。
脊椎動物のなかま	動物のなかまと生活	「からだのつくり」「呼吸のしかた」など特徴を区分して表現した方がよりよいと	肉食動物や草食動物などの仲間分けとし、呼吸やふえ方などについては「脊椎動物の特

		考える。当社「教材の見出し」参照。 【参照】「セキツイ動物の種類と特徴」、「セキツイ動物のふえ方」、「セキツイ動物の呼吸」、「セキツイ動物の体温」、「セキツイ動物のなかま分け」	徴と分類」に含めた。
相同器官	進化の証拠	キーワードに近い。「進化の証拠」として「相同器官」と「進化」をまとめてはどうだろうか。	「相同器官」から「進化の証拠」に変更した。
進化	生物の移り変わり と進化		水中生活から陸上生活への進化の内容で名称を変更した。
気象要素	気象情報と 気象要素	「気象情報」も要素に加えた方がよい。	「気象要素」から「気象情報と気象要素」に変更した。
飽和水蒸気量	空気中の水蒸気	粒度が小さすぎるので、「空気中の水蒸気」として「露点」「飽和水蒸気量」「湿度」を含めた方がよい。	「飽和水蒸気量」から「空気中の水蒸気」に変更した。
霧や雲の発生 のしかた		霧や雲とは別に「雨や雪が降るしくみ」として要素を加えた方がよい。	「雨や雪が降るしくみ」を新規に追加した。

第3章 学習要素リストのID体系とその付与

3章の概要

学習要素リストには、それぞれの要素を示す識別子、いわゆるIDが必要である。まず、デジタル化されたカリキュラムが広く活用されているオーストラリア、アメリカの事例でどのようにIDを振っているかを調査した。両国はともに、カリキュラムの体系は構造化されていて、学年、教科、大項目、小項目のように複数の階層からなる完全なツリー構造になっている。人が見て分かるIDは、その構造に合わせて付けられている。さらに別途、コンピューター上の処理の効率化のために、コンピューターだけが分かればよいより複雑なIDも併用している。

日本における学習要素リストは、国が定める学習指導要領より一段階粒度を細かくした階層だけを対象にしている。学年や教科科目の情報を含む学習指導要領との関係は、別に対照表を作成して示す。そこで、学習要素リストが扱う1階層に対してのみ、シンプルなIDを振ることとする。コンピューターが処理しやすいことを前提に、人が見てもある程度分かる表現方法として、以下のようなA-Zと0-9の36文字から構成される6桁のランダムな文字列をIDとして付与することにした。この形式は2,176,782,336パターンのIDが生成可能である。

(IDの例)

4TAP7Q

IDの検討は図3-1の流れに従って行った。諸外国の事例を調査した上で我が国の学習要素リストに求められるIDの振り方を検討した。



図3-1 ID検討の流れ

3.1 諸外国の状況

学習要素 ID を検討するにあたり、学習内容をデジタル化した海外の事例として、体系化された学習内容をデジタルデータとしてウェブ上に公開している（ダウンロード可能）、オーストラリアの Australian Curriculum と米国の Common Core State Standards に対する調査を行った。

3.1.1 オーストラリアの例： Australian Curriculum

Australian Curriculum（以下 AC）はオーストラリアのナショナルカリキュラムである。連邦制であるオーストラリアでは、教育は各州の管轄となっており、教育課程や学習内容も州ごとに異なっていた。しかし 1980 年代に国家教育指針が策定されて以降、国家としての統一性を指向している。教育成果を把握し評価する目的から、2008 年よりナショナルカリキュラムが開発され 2013 年から施行されている。

カリキュラムの開発・導入・評価を行うのは ACARA（Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority）という連邦政府から独立した機関である。カリキュラムの対象とする課程は、就学前から義務教育が終了する 10 学年まで（F-10）とハイスクールに相当する 12 学年までを扱っている。カリキュラムの内容については、教科に相当する 8 つの学習領域（国語、数学、科学、人文社会学、美術、技術、保健体育、言語）を扱うほか、複数の学習領域にまたがる学習内容も定めている。

このカリキュラムをデジタル化したものを Machine Readable Australian Curriculum（以下 MRAC）という。MRAC は国営非営利企業である ESA（Education Service Australia）が作成、公開をおこなっている。MRAC は Achievement Standard Network（以下 ASN）の情報モデルに基づいて作成されている。ASN は、さまざまな国や州、団体が作成する学習目標やカリキュラムに関する情報を集めて、特定のフォーマットに基づいてデジタルデータとして公開している団体であり、アメリカ国立科学財団やビル&メリンダ財団の出資を受けている。ASN のコミュニティには ACARA の他に、教育分野における世界最大級の国際規格団体である IMS GLC や、広く普及しているオープンソースの LMS である Moodle のコミュニティなど、教育に関わるさまざまな企業や団体が参加している。

このようにオーストラリアでは国家主導によってカリキュラムの共通化とデジタル化が進められている。

3.1.2 アメリカの例：Common Core State Standards

2010年に公開されたCommon Core State Standards（以下CCSS）は米国における各州の枠組みを越えた教育課程の枠組みを定めたものである。米国も連邦制を採用しており、教育課程や学習内容は州ごとに多岐にわたっている。CCSSも教育成果を把握し評価することで教育レベルの向上を図るものであるが、オーストラリアのナショナルカリキュラムとは位置づけが異なる。CCSSでは策定に連邦政府は関与せず、各州の知事や教育長の連合体が関係団体や個人の意見を取り入れながら作成している。CCSSの導入に強制力はなく各州の自主性に任されているが、50州のうち46州が開発に合意している。CCSS自体は学習内容の最低限の基準を定めたものであり、これに基づいて編成権を持つ各州が自身のカリキュラムを作成して公開する。

CCSSでは就学前からハイスクールまでのK-12の教育課程を扱っている。対象となる教科は現在の本書の執筆時点では数学と国語（すなわち英語）の2つのみである。CCSSの策定はCommon Core State Standards Initiativeとよばれる団体が行っており、各州教育長の集まりであるCouncil of Chief State School Officersと各州知事の集まりであるNational Governors Association Center for Best Practicesが活動を支援している。

CCSSをデジタルデータとして表現したものをGranular Identifiers and Metadata for the Common Core State Standards（以下GIM-CCSS）という。GIM-CCSSの作成は各州教育技術ディレクターの協会であるSETDA（State Educational Technology Directors Association）が行なっている。GIM-CCSSは、米国の教育に関するさまざまな用語やデータセットを集めて公開しているプロジェクトであるCEDS（Common Education Data Standards）の情報モデルを基に作られており、CEDSのウェブサイトで公開されている。

このように米国では各州の協力体制によって学習内容の共通化とデジタル化が進められている。

3.1.3 MRAC（オーストラリア）およびGIM-CCSS（米国）の構造

MRACとGIM-CCSSはそれぞれ異なる情報モデルを採用しているものの、その構造や保持する情報は似通っており、両者を変換するプログラムも存在する。MRACとGIM-CCSSはいずれも教科と学年といったまとまりごとに学習内容を階層化したツリー構造として表現されている。ツリー全体をドキュメント、ツリーを構成する個々の要素をステートメントとよぶ。個々のステートメントは固有のIDを持ち識別することが可能である。

MRACにおける数学のドキュメントとステートメントの関係を図3-2に示す。

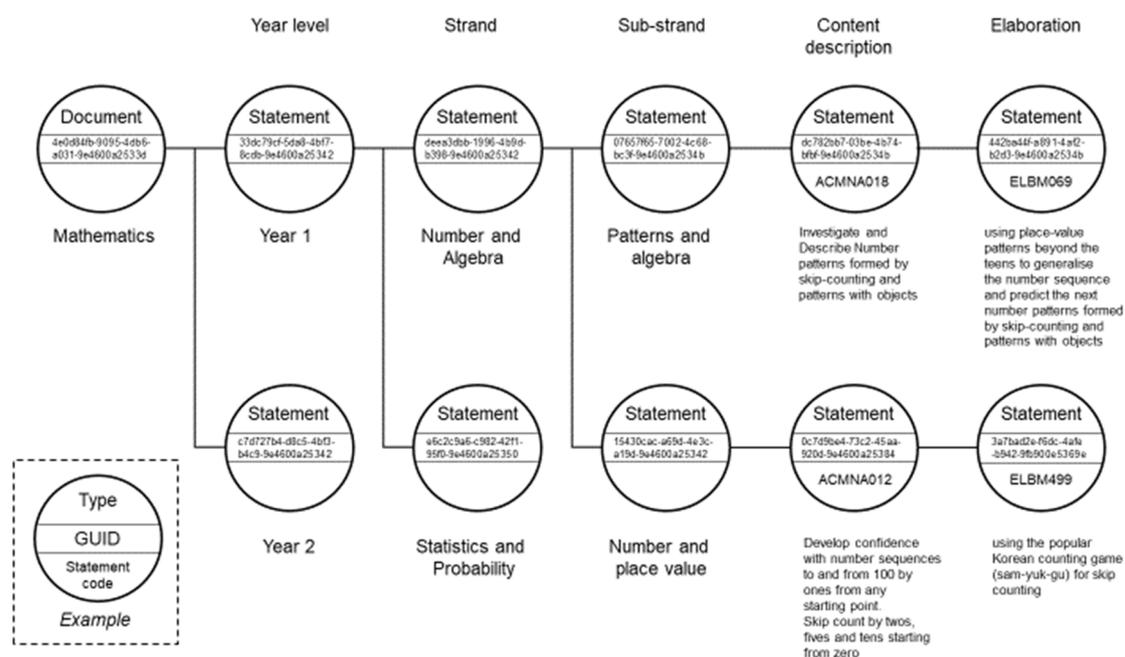


図 3-2 MRAC の構造

ドキュメントの下に連なるステートメントには階層ごとに役割があり、学年を示す Year level、学習内容の区分である Strand と Sub-strand が続く。学習内容は Content description というステートメントに記述されており、それぞれ具体的な教授方法が Elaboration という子ステートメントに記述されている。

ドキュメントとステートメントはそれぞれ GUID というグローバルに一意的な識別子を持つ。また Content description と Elaboration はステートメントコードという短い文字列の識別子を持っている。

図 3-3 は GIM-CCSS における数学のドキュメントとステートメントの関係である。

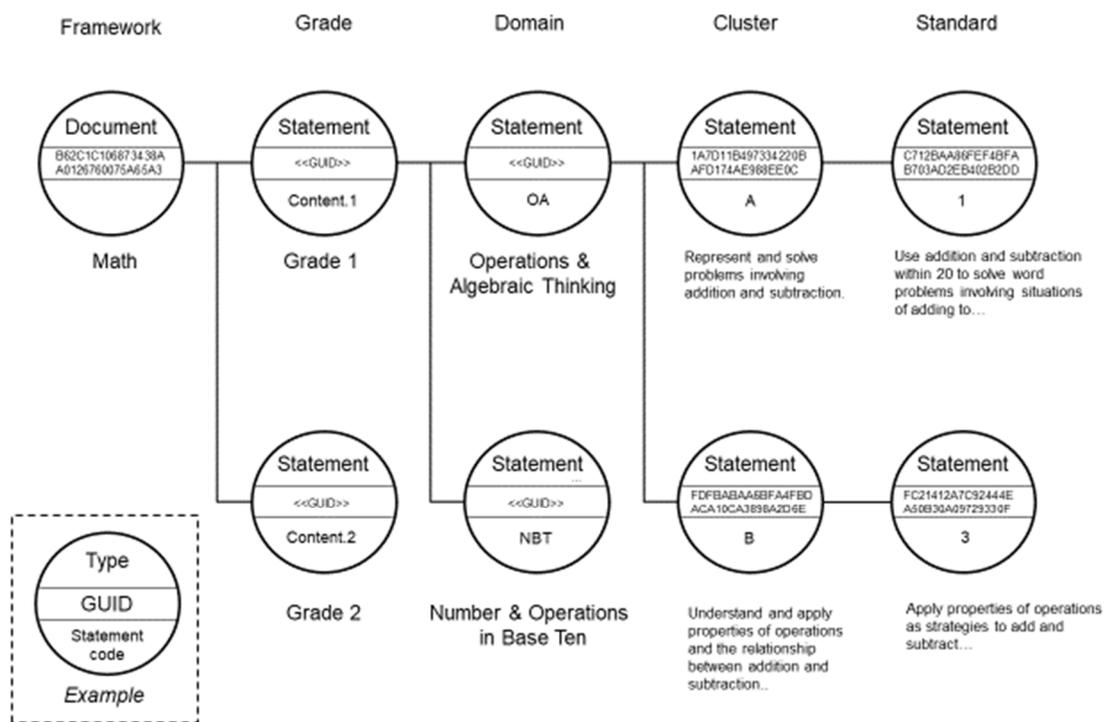


図 3-3 GIM-CCSS の構造

ドキュメントの下に連なるステートメントの階層が持つ役割は MRAC と似通っており、学年を示す Grade、学習内容の区分である Domain と Cluster が続く。学習内容は Standard というステートメントに記述されている。なお、GIM-CCSS では教科ごとに階層構造が異なり、国語では Domain の下位に Grade が位置づけられる。

識別子についてもドキュメントとステートメントはそれぞれ GUID を持っている。また、すべてのステートメントがステートメントコードを持つ。

3.1.4 MRAC（オーストラリア）および GIM-CCSS（米国）の識別方法

上述のとおり MRAC と GIM-CCSS は、いずれも似通った構造を持っている。これらのデータではステートメントを識別する方法として、次の 3 つが用いられている。

- ① ステートメントコード
- ② URI
- ③ GUID

MRAC のステートメントにおける識別子の記述をリスト 1 に示す。

リスト 1 MRAC のステートメント (抜粋)

```
<rdf:Description rdf:about="http://rdf.australiancurriculum.edu.au/elements/2017/01/68effe3a-e510-4de1-afb1-9e4600a2a39b">  
    ②URI ③GUID  
  
    <rdf:type rdf:resource="http://purl.org/ASN/schema/core/Statement"/>  
    <dc:subject rdf:resource="http://vocabulary.curriculum.edu.au/framework/E"/>  
    <dc:educationLevel rdf:resource="http://vocabulary.curriculum.edu.au/schoolLevel/2"/>  
    <dc:description xml:lang="en-au">  
        Understand that spoken, visual and written forms...  
    </dc:description>  
    <asn:statementLabel xml:lang="en-au">Content description</asn:statementLabel>  
    <asn:statementNotation xml:lang="en-au">ACELA1460</asn:statementNotation>  
    ①ステートメントコード  
    <esa:nominalYearLevel xml:lang="en-au">Year 2</esa:nominalYearLevel>  
</rdf:Description>
```

GIM-CCSS のステートメントにおける識別子の記述をリスト 2 に示す。

リスト 2 GIM-CCSS のステートメント (抜粋)

```
<LearningStandardItem xml:lang="en"  
    RefID="C712BAA86FEF4BFAB703AD2EB402B2DD">  
    ③GUID  
    <RefURI>http://corestandards.org/Math/Content/1/OA/A/1</RefURI>  
    ②URI  
    <StandardHierarchyLevel>  
        <number>7</number>  
        <description>Standard</description>  
    </StandardHierarchyLevel>  
    <StatementCodes>  
        <StatementCode>CCSS.Math.Content.1.OA.A.1</StatementCode>  
    </StatementCodes>  
    ①ステートメントコード  
    <Statements>  
        <Statement>Use addition and subtraction within 20 to solve word problems ...</Statement>  
    </Statements>  
    <GradeLevels>  
        <GradeLevel>01</GradeLevel>  
    </GradeLevels>  
</LearningStandardItem>
```

①のステートメントコードは人間がその要素を口頭や文章で指し示しやすいように、短いテキストで表現したラベルである。MRAC におけるステートメントコードの例を次に示す。

ACELA1460

AC は Australian Curriculum を表し、ELA は教科である英語を指し、その後の数字によって同じグループにある他のステートメントと区別する構成となっている。

GIM-CCSS の場合、ステートメントコードは単独では識別できないほど短い文字列となっており、ツリー構造の頂点から対象に至るまでのステートメントコードをドット (.) で連結して表現する。

Math.Content.1.OA.A.1

このステートメントは数学 (Math) の第 1 学年 (1) 向け学習内容であり、Operations & Algebraic Thinking (OA) という区分の下の A という下位区分の学習内容の 1 つであることを示している。

②の URI はウェブ上の資源を指すための識別子である。学習要素の ID が学習内容の中での番地であるとすれば、URI はそのウェブ上の番地であるといえる。ホームページのアドレスとして馴染みの深い URL も URI に含まれる。あらゆるものや概念が URI を持っていれば、ホームページ同士をリンクするように、それらのものや概念をリンクさせて関係を示すことができるようになる。ウェブを使ってさまざまなシステムがデータを交換する上で、URI は重要な識別子となる。MRAC や GIM-CCSS の URI は、人間またはシステムがウェブを介してこの URI にアクセスし、ステートメントの内容を閲覧したり検証したりするのに利用される。

MRAC の場合はステートメントコードをベースにした URI を持っており、ウェブ上でこの URI にアクセスするとそのステートメントに関する情報を閲覧したり取得したりできる。他に③で後述する GUID をベースにした URI も持つ。

<http://rdf.australiancurriculum.edu.au/elements/ACELA1460>

GIM-CCSS もまたステートメントコードをベースにした URI を持っている。ステートメントコードをベースにしており、ドットの代わりにスラッシュ (/) で連結した形式で表現される。

<http://corestandards.org/Math/Content/1/OA/A/1/>

③の GUID は Globally unique identifiers を指し、グローバルなレベルで重複しないこ

とが保証された識別子である。GUID にはほとんどの場合、UUID とよばれるアルゴリズムが使われ、次のような 16 進数 32 桁の文字列によって表記される。

68effe3a-e510-4de1-afb1-9e4600a2a39b

UUID の生成方法にはいくつか種類があるが、ランダムに文字列を生成する v4 を使うことが多い。ステートメントの GUID はプログラムやデータベースが自動的に発行するものであって、人間が利用することを想定したものではない。

GUID はステートメントに変更があった場合に更新し、バージョンを管理するのに使用する。MRAC でも GIM-CCSS でも、ステートメントを参照するには、ステートメントコードではなく GUID を利用している。

また MRAC では年や日付と関連付けることによって、カリキュラムの特定の時点のステートメントにアクセスできるようになっている。

<http://rdf.australiancurriculum.edu.au/elements/2017/01/68effe3a-e510-4de1-afb1-9e4600a2a39b>

3.2 学習要素および学習要素リストに求められる条件

本事業における学習要素と、その集合である学習要素リストの役割を、MRAC および GIM-CCSS と対比しながら考察した。

3.2.1 学習要素の恒久性と対象範囲

学習要素は、学ぶ内容を指し示すものであり、学習指導要領の改訂に伴って学年や教科の配当が変わっても、学ぶ内容が変わらなければ学習要素は不変であるという考え方で作られている。例えば、ある学習要素は、以前小学校 1 年の理科で学んでいたが、現在は小学校 2 年の生活科で学んでいるというようなことが起こり得る。

学習要素は学習指導要領を構造的に分析した上で、さらに細かい粒度に分解した学ぶべき内容の単位である。これは MRAC における Content description や GIM-CCSS における Standard の階層と意味的に等しいといえる。一方、それより上位または下位の階層に属するステートメントは、本事業の対象外となる。たとえば、学習要素が属する学習指導要領の特定の章や節に対して識別子を付与することはしない。また MRAC における Elaboration のように、学習要素を身につけるための指導方法を示すことも行わない。これは MRAC や GIM-CCSS と異なり、本プロジェクトが公的なカリキュラム自体の編成に関与するものではないためである。

3.2.2 想定する利用者

学習要素の識別子である学習要素 ID は、第一に教科書・教材会社などのコンテンツ制作者、第二に教育者が学ぶ内容を指し示す際に利用することを想定する。したがって、人間でも扱える程度の長さである必要がある。

3.2.3 学習指導要領との対応と運用

個々の学習要素は、教科や学年から独立したものであるが、利用にあたっては現行の学習指導要領との対応を示す必要がある。そこで、現行学習指導要領に含まれる学習要素を、教科と学年ごとにグループ化した対照表を公開することで、対応関係を把握できるようにする。

学習指導要領の改訂があった場合、上述した対照表の更新を行う。新たな学ぶ内容が追加されている場合は、新しい学習要素を作成した上で対照表に追加する。学ぶ内容が削除されていた場合は、その学習要素を対照表から削除するが、学習要素そのものは削除しない。

3.2.4 教科書・教材との対応

実際の教育現場では、教育者は使用する教科書の見出しによって、学習内容を把握しているケースが多い。そのため各社の教科書・教材の見出しと学習要素の対照表を公開することで、どんな教科書を利用していても教育成果を把握できるようになる。

3.3 学習要素 ID の体系

学習要素に付与すべき識別子の体系を次のとおり検討した。検討した項目の概要を表 3-1 に示す。

表 3-1 学習要素 ID の要件と対応

要件	対応
人間が扱える長さの文字列であること	4~10 桁程度が望ましい。
開発や運用コストが適切であること	日本語文字の使用はコストが高くなるため避け、ほぼすべての環境で使える ASCII 文字で構成する。
教科や学年の変更に影響されないこと	教科や学年を意味する文字を含めない
将来にわたるすべての教科・学年の学習要素を網羅できること	見積もり数の 100 倍程度をカバーできるものにする (学年、教科の組み合わせ=176 パターン。 1 パターンあたりの学習要素が 100 と見積もった場合 17600 必要。)

他の学習要素の ID と衝突しないこと	学習要素 ID の発行主体は本事業のみとし、事業内部で一元管理する。本事業においては発行の際に既存の ID との重複がないかチェックする。
発行速度	ID の生成速度は重視しない

3.3.1 人間が扱える長さの文字列であること

コンテンツ制作者や教育者が扱える程度の長さであることが求められる。MRAC や GIM-CCSS におけるステートメントコードのような適度な長さの文字列が望ましい。GUID は一意性を保証するアルゴリズムとして広く用いられているが 32 桁と長すぎるため、人間が扱うには適さない。

3.3.2 開発や運用コストが適切であること

学習要素名をそのまま識別子として使うという案についても検討した。この案の利点は主要な利用者が最も理解しやすい点と、別途識別子を考案する手間を減らせる点である。

しかし日本語はコンピューター上での表記揺れを生みやすい欠点がある。たとえば数字、括弧類、記号類には全角文字と半角文字が存在する。数字に至っては漢数字で表記する場合もある。こうした表記揺れはヒューマンエラーの原因となることが懸念される。また、海外製の教育ツールが日本語に対応していない可能性も考えられ、ASCII 文字の範囲内で識別子を定義した場合に比べて開発や運用のコストが高くなってしまう。

また学習要素名を識別子として使う場合は、全教科、全学年を通じて一意な名称を付けなければならない。また一度付与した名称は変更することができない。学習要素の名称は可能な限り一意であり、変更しないことを目指して作成するものの、一意性の担保は別の識別子によって担うべきであると判断した。

3.3.3 教科や学年の変更に影響されないこと

学習要素は、特定の教科や学年に永続的に結び付けられるものではない。したがって GIM-CCSS の Math. Content. 1.OA.A.1 のような学年や教科の情報を含むステートメントコードは適さない。学年や教科を含むカリキュラムの ID 化は、学習指導要領に対して ID を振る別の事業で行われるべきである。

また、学習要素は学ぶ順番を示すものでもない。そこで、現行の学習指導要領に合わせて連続的な ID を振るより、極力意味を排したランダムな文字列の方が望ましい。

3.3.4 将来にわたるすべての教科・学年の学習要素を網羅できること

学習指導要領の範囲に含まれる全教科、全学年の学習要素を長期にわたって余裕をもって網羅できるパターン数が求められる。桁数は短いほど人間が扱いやすく、長いほど多くのパターンを網羅できる。

今回試作した一つの学年・教科あたりの学習要素リストの学習要素数をもとにおよそ 100 と見積もり、教科と学年の組み合わせを 176 パターン想定すると、単純計算で 17,600 の ID が必要となる。この数値の 100 倍以上のパターンを生成できれば十分と考えた。

0 から 9 の数字と A から Z の文字を組み合わせると 1 桁あたり 36 パターンができる。6 桁の組み合わせは 2,176,782,336 パターンとなり 17,600 の 100 倍以上のパターンを生成できる。

3.3.5 他の学習要素の ID と衝突しないこと

学習要素に学習要素 ID を振る作業は本事業でのみ行い、他の組織、団体が発行するケースは想定しない。本プロジェクトの内部で一元的に管理できれば十分である。

学習要素 ID を新規に発行する際には、既存の学習要素 ID との重複がないかチェックを実施する。

3.3.6 発行速度

ソーシャルメディアや金融システムのトランザクションのように短時間に大量の識別子を発行する要件はないため、生成アルゴリズムに速度は求められない。

3.3.7 ID 体系

以上の要件を踏まえ、次のような学習要素 ID を付与することとした。

- ・ A から Z のアルファベットと 0 から 9 の数字を組み合わせた 6 桁のランダムな文字列とする。
- ・ アルファベットは大文字と小文字を区別しないが、文書での表記は大文字を正式なものとする。

例えば次のような値になる。

4TAP7Q

この組み合わせは 2,176,782,336 パターン存在するため、全学習要素をカバーするのに十分であると思われる。

3.3.8 その他の識別子の検討

以上のとおり、学習要素 ID を MRAC や GIM-CCSS におけるステートメントコードに近い役割のものとして定義したが、その他の ID の導入についても推進委員より意見があった。

GUID については学習要素 ID と併せて付与しておく、学習要素 ID を変更することができる、学習要素 ID の数が足りなくなった場合にも振りなおしができる。またその他の変更情報も管理できるメリットがある。まずは現状の 6 桁の学習要素 ID ではじめてみるのがよいが、将来に備えて付与しておいてもよいのではないかと、という意見があった。これについては、学習要素をシステムとして公開する際の設計や運用方法にも関わってくるため、システム設計の段階で改めて検討する。

また、さまざまな物事に ID を付与する事例として、たとえば金融取引では取引の 1 件 1 件にトランザクション ID という識別子を付与してデータを記録している。電子出版物のフォーマットでは個々の出版物に GUID を埋め込むものもある。また近年では我が国でもオープンデータという取り組みが始まっている。オープンデータは保有するデータを機械処理に適したフォーマットと二次利用可能な利用ルールで公開することである。特に政府や自治体がデータを公開し、官民協業を推進することに狙いがある。平成 24 年に総務省では電子行政オープンデータ戦略の取り組みを開始し、経済産業省は DATA METI 構想として保有するデータ公開の環境整備を開始した。地方自治体では福井県鯖江市の取り組みが盛んであり、人口統計、災害避難所、バスの時刻表、公共トイレの位置、ごみの収集日などさまざまなデータを公開している。

オープンデータのようなデータをウェブ上に公開・共有する技術としては LOD (Linked Open Data) がもっとも望ましい形式とされている。LOD においてはあらゆるデータが URI すなわちウェブ上の番地を持つことが原則であり、番地同士をリンクさせることで関係を表現するのである。図 3-4 は DBpedia というサイトが保有するデータが他のウェブサイトのデータと連携する状況を描いたダイアグラムである。

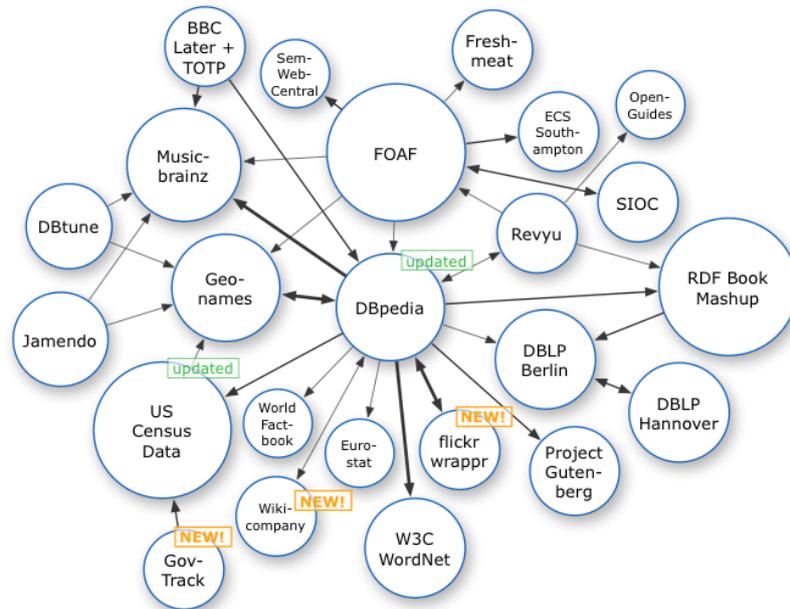


図 3-4 Datasets in the Linking Open Data project, as of September 2007 by Cygri

諸外国の事例では、ステートメントが URI を持つためこのような連携が容易である。学習要素も同様に URI によって他のデータと連携できることが望ましい。

3.4 将来課題

3.4.1 URI の発行と維持

諸外国でのカリキュラムでは学習内容に URI が付与されていることはすでに述べた。学習要素が URI を持つと、ウェブ上での他のデータとの関連づけを容易にすることができる。しかし、学習要素に URI を付与するには公開するドメインを定め、長期にわたって維持してゆく必要がある。

3.4.2 学習指導要領の識別子

学習要素 ID は、学ぶ内容の集合の中における番地であるといえるが、現行のカリキュラムの中の住所を示す番地ではない。カリキュラムにおける位置づけを取得するには学習指導要領自体が章や節の粒度で ID を持ち、海外のようなツリー構造を持ったデジタルデータとして表現されている必要がある。また学習要素と連携するには、学習指導要領の章や節も URI として表現できなければならない。

データ同士を繋ぎ合わせてコンピューターで解釈するには、リンク元だけではなくリンク先にも ID が必要となる。学習指導要領に限らず教材や校務情報と連携する上で、ID を付与されていない情報にどのように学習要素をリンクさせるのかは、今後の大きな課題である。

3.4.3 教育データ全体の語彙整備の必要性

ID や URI を定める必要があるのは学習要素にとどまらない。諸外国の例として紹介した ESA や CEDS といった団体は、カリキュラムだけではなく教育に関するさまざまなデータを定義して公開するという公的な役割を担っている。教科や学年といった情報も URI による表現が定められているのである。

例えば「中学校第一学年」をどのように表現すればよいのだろうか。オーストラリアの学校制度における「学年」という語彙は次の URI で表現することができる。

```
http://vocabulary.curriculum.edu.au/schoolLevel
```

そして中学校第一学年に相当するオーストラリアの第7学年は次の URI で表現できる。

```
http://vocabulary.curriculum.edu.au/schoolLevel/7
```

こうした URI は、カリキュラムだけでなく、デジタル教材のメタデータや学習履歴データの中で使うことができる。裏を返せば我が国では、ESA や CEDS に相当する権威のある公的な機関によって定められた語彙のデータがないため、異なるベンダー同士でのデータのやりとりに、大きな調整コストを払うことになる懸念がある。

教育のデジタル化のためには、学習要素のみが URI を持つだけでは不十分であり、万人が利用できる教育データの共通基盤が早急に整備されることが望ましい。

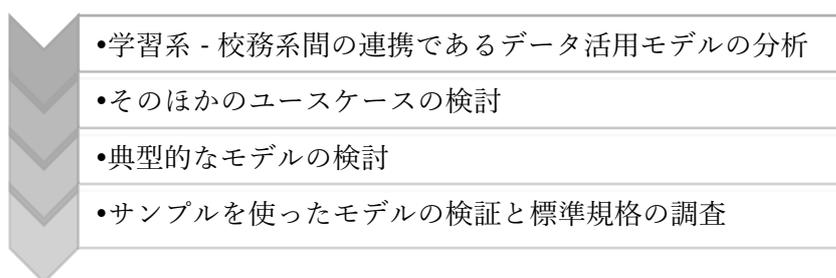
第4章 次年度以降の実証に向けた要件整理

4章の概要

来年度以降、文部科学省事業「次世代学校支援モデル構築事業」の実証地域において、学習要素リストを活用した実証を行うことが想定されている。実証に向けた要件整理として、各地域の、いわゆる学習系データと校務系データを連携・活用したユースケース（データ活用モデル）から、学習要素リストを活用することでメリットがあると思われるケースを抽出した。また、学習要素リストの活用については、教科書と教材の連携のように学習系データのみで完結するユースケースも考えられる。このことを踏まえてリストアップを行ったところ、次のような学習要素リストの活用事例が想定される。

1. 学習要素 ID で内容を指し示した授業計画に従い授業を実施
2. 学習要素 ID で内容を指し示した単元テストを実施
3. その結果を学習要素 ID で内容を指し示した学習記録データとして記録
4. 記録された学習要素 ID を含む学習記録データを基に、個に適した教科書単元や教材を提示

そこで、このモデルをベースに、JAPET 第1プロジェクト参加企業からテスト問題のサンプルの提供を受け、実際にデジタル化する作業を通じて、4つの分野でどのように学習要素 ID を扱うべきか検討を行った。また、実装の方法の参考にするために、各分野の国際規格において、いわゆる単元を指し示すデータがどのように扱われているか調査した。



4.1 要件整理の考え方

平成29年度から3年間の予定で開始された「次世代学校支援モデル構築事業（スマートスクール実証事業）」では、校務の情報を児童生徒の学習記録データ（学習履歴や学習成果物等の授業・学習の記録）等と有効につなげ、可視化することを通じ、教員による学習指導や生徒指導等の質の向上や学級・学校運営の改善に資することを目的として、5つの実証地域において実証を行っている。

ここでは、来年度以降、これら実証地域において学習要素リストを活用した実証を行うこ

とを目的として要件の整理を行った。

学習要素リストに関する要件を考える際、学習要素リストそのものに対する要件と、学習要素リストを活用したシステムに対する要件の2つの側面が存在する。原則として、前者は同じリストを共有することで利便性が向上する協調領域、後者は創意工夫で改善を行う競争領域と言える。

そこでここでは、次のような構成で要件整理を行う。

1. 各実証地域における校務系と学習系のデータの連携を記述したデータ活用モデルから、学習要素リストを活用できるケースを抽出して要件を整理
2. 校務系と学習系データの連携に限定されない、学習要素リストが活用できる一般的なケースにおける要件を整理

また、実証地域における実証の実現を考えると、使われているシステムに実装を行うときの要件も考慮すべきである。そこで、学習要素リストの作成において前提とした条件を実証地域の一部の事業者に示し、実証地域のシステムに学習要素リストを実装するときの問題があれば通知を受ける形をとった。

学習要素リストは、対応しているシステムやコンテンツが増えれば増えるほど、多様な連携により利便性が増す性質を持つため、普及が重要な要素となる。普及のためには、学習要素リスト自体の完成度はもちろんであるが、ある程度、利用方法の標準化が行われ、システムやコンテンツが採用しやすい状況を生み出す必要がある。この観点から、学習要素リストが有用な典型的なモデルを想定し、そのモデルに既存の技術規格を当てはめながら、学習要素リストの実装方法の検討を行った。

4.2 実証地域の要求と学習要素リスト

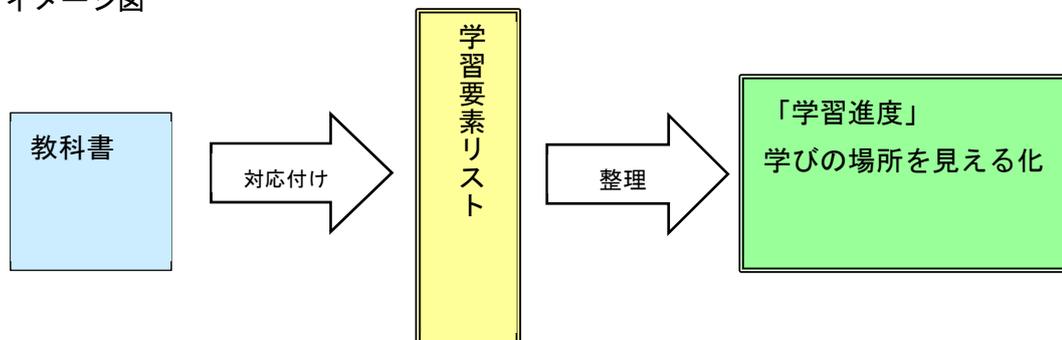
4.2.1 実証地域におけるデータ活用モデルから導き出されるケース

ここでは、「次世代学校支援モデル構築事業（スマートスクール実証事業）」において5つの実証地域から提出された、校務系と学習系のデータ連携を示すデータ活用モデルを分析し、学習要素リストを活用することにより効果が高まるケースを抽出する。

【学習要素リスト活用例1】

(1) 課題・ニーズ： 児童生徒の学習進捗を見える化したい

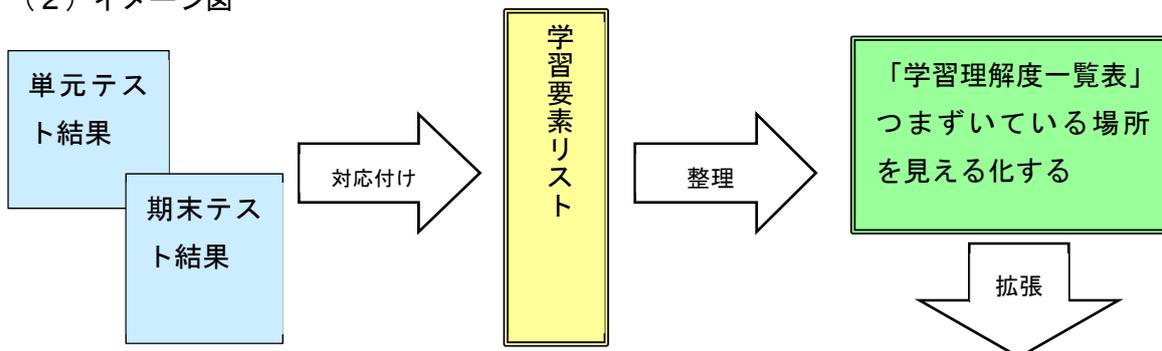
(2) イメージ図



【学習要素リスト活用例2】

(1) 課題・ニーズ： 児童生徒一人ひとりの学習面でのつまずきを把握したい

(2) イメージ図



(デジタルまたは、アナログ)



(3) 説明

单元テストや期末テストの結果を学習記録データとして蓄積し、学習理解度一覧表を作成することで学習の要素別に整理・見える化し、具体的にどこにつまずいているのかを把握する。

さらに、実証地域の裁量で行うオプション機能として、校務系データと連携し個々の児童生徒の学習理解度データなどをポートフォリオで表現する。また、クラス別にまとめたダッシュボードを作成する。

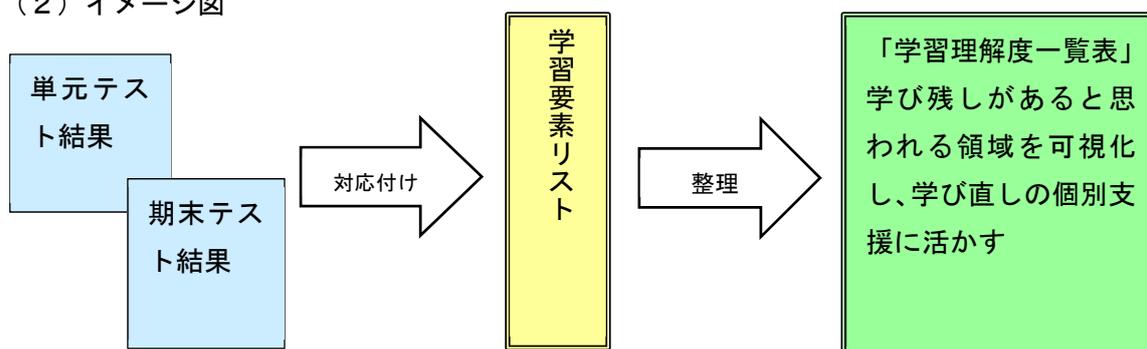
(4) 効果

学習要素リストを利用することで使用している教科書・教材を越えて客観的に児童生徒一人ひとりのつまづいている場所（学習要素）を正確に把握し、個別の指導を行うことで学び残しの防止につなげることができる。また、自治体の枠を越えた評価が可能となる。

【学習要素リスト活用例3】

(1) 課題・ニーズ： 学力の低位層に対する支援を強化したい

(2) イメージ図



(デジタルまたは、アナログ)

(3) 説明

単元テストや期末テストの結果から得られた学習理解度から学び残しがあると思われる領域を可視化することで、学び直し等の個別支援を強化する。

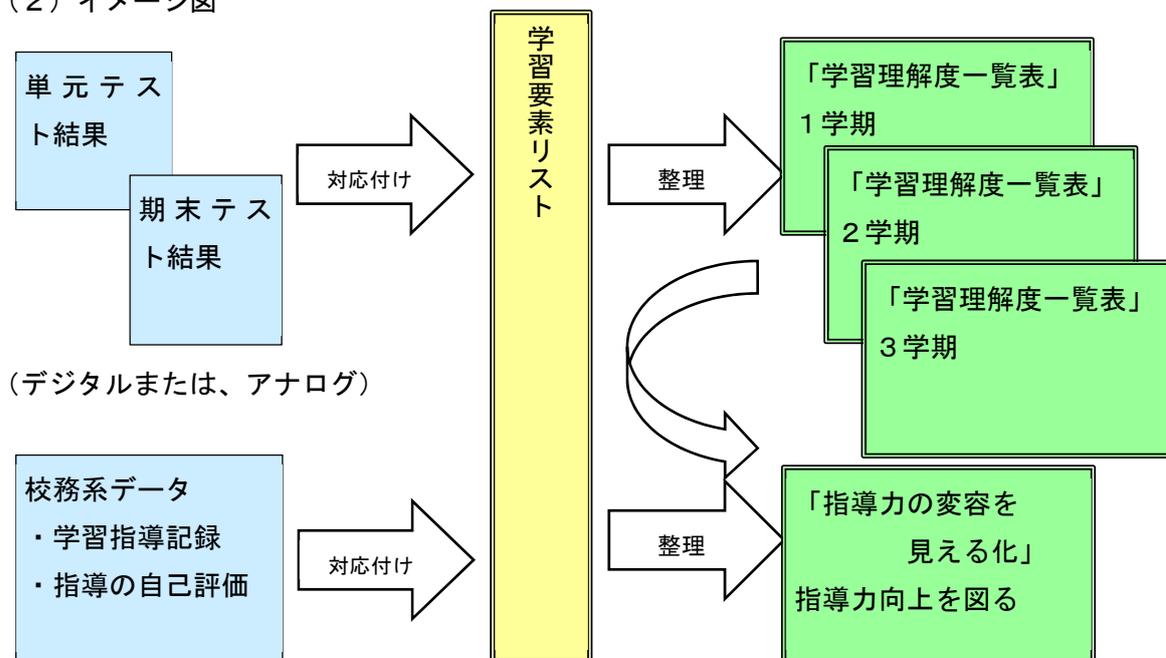
(4) 効果

これまでの経緯や指導の履歴を踏まえた検討を行うことで、その児童生徒の実態に合わせた指導を行うことができる。

1. 【学習要素リスト活用例4】

(1) 課題・ニーズ： 教員一人ひとりの経験・実績を踏まえた指導力強化に向けた支援をしたい

(2) イメージ図



(3) 説明

定期的に教員の指導記録、指導の自己評価のデータと児童生徒の学習理解度のデータを学習要素リストで対応付けすることで、きめ細かい指導力の変容を見える化する。

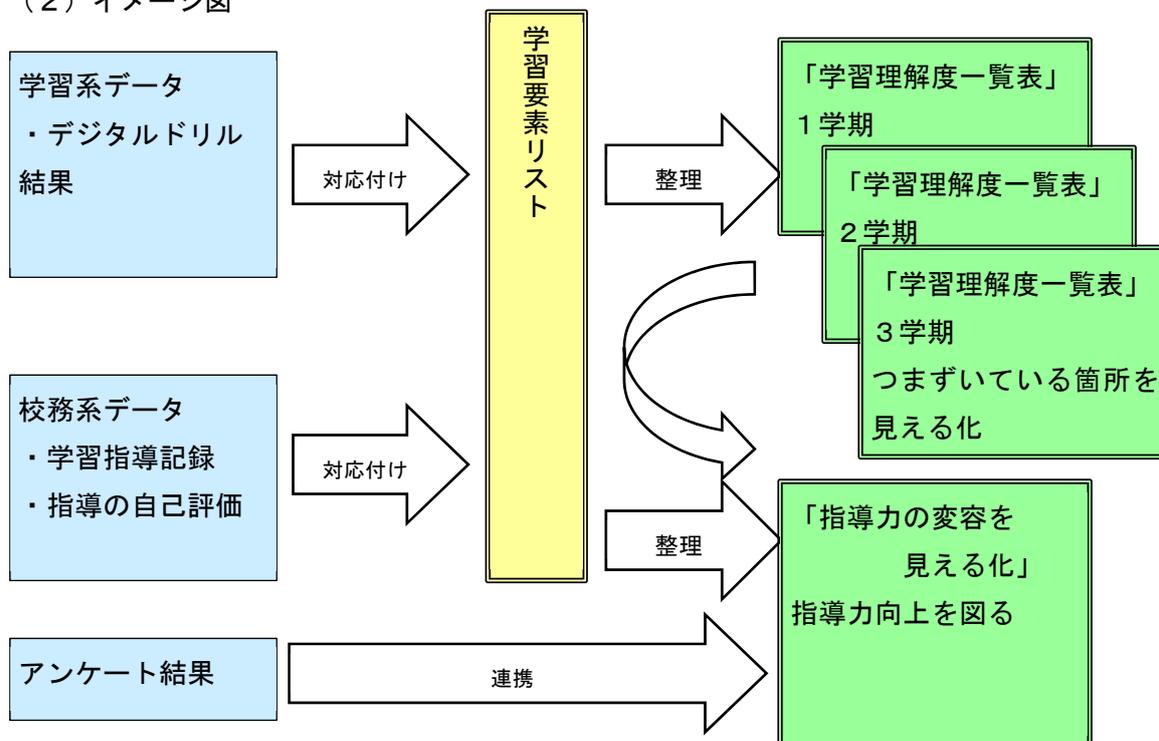
(4) 効果

学習要素リストを利用することで、指導力向上の取組が児童生徒の学力の変容にどのようなつながっているかを客観的に分析することが可能となり、指導力の強化ができる。

【学習要素リスト活用例5】

(1) 課題・ニーズ： 教員の指導力の変容の把握および、児童生徒に寄り添った指導の実施

(2) イメージ図



(3) 説明

定期的に教員の指導記録、指導の自己評価のデータと児童生徒の学習理解度のデータを学習要素リストで対応付けすることできめ細かい指導力の変容を見える化する。また、一人ひとりのつまずいている箇所を学習要素別に把握する。

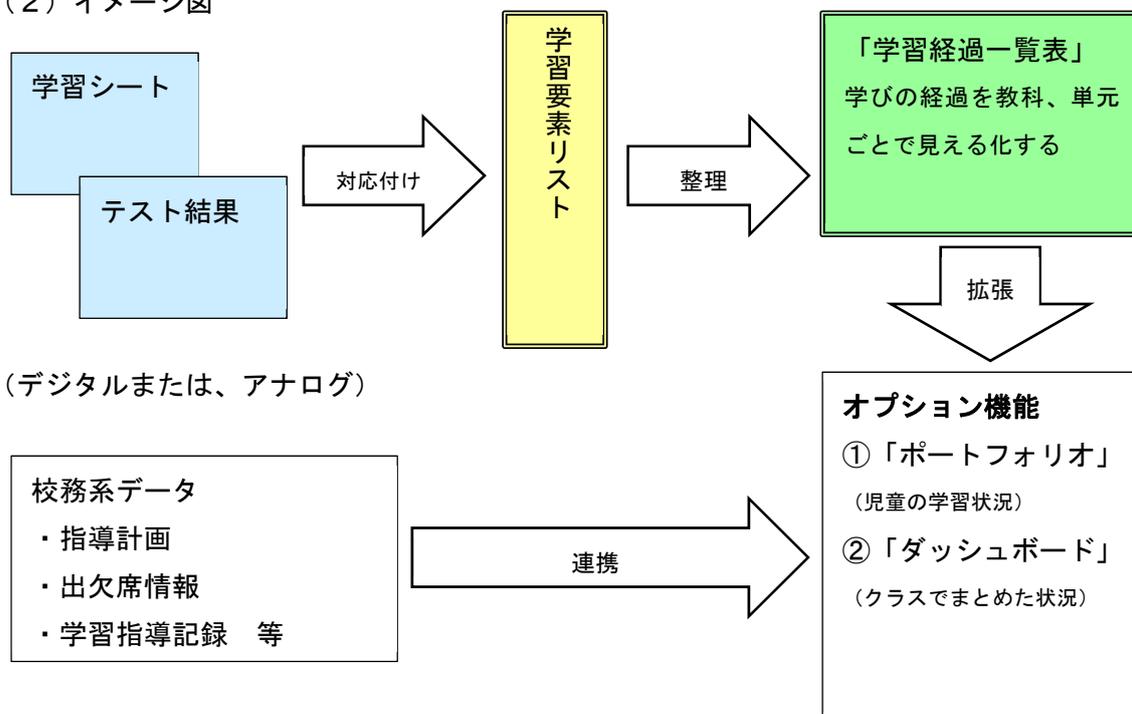
(4) 効果

指導力向上の取組が児童生徒の学力の変容につながっているか分析することで、指導力の強化を図る。また、児童生徒一人ひとり個別の指導を行うことで学び残しの防止につなげることができる。学習要素リストを利用することで、教科書・教材および、自治体の枠を越えた客観的な評価が可能となる。

【学習要素リスト活用例6】

(1) 課題・ニーズ： 協働での学び、個人の学びの経過を把握したい

(2) イメージ図



(デジタルまたは、アナログ)

(3) 説明

学習シートやテストの結果を学習履歴データとして蓄積・整理し、学習理解度一覧表を作成することで教科・単元ごとに整理・見える化し、学びの経過を把握する。

さらに、実証地域の裁量で行うオプション機能として、校務系データと連携し個々の児童生徒の学習理解度データなどをポートフォリオで表現する。また、クラス別にまとめたダッシュボードを作成することで1か所に集約して管理・活用する。

(4) 効果

学習要素リストを利用することで使用している教科書・教材を越えて客観的に児童生徒一人ひとりの学びの経過を把握し、個別の指導を行うことができる。

4.2.2 校務系と学習系の連携に限定されない学習要素リストが活用できる一般的なケース

「次世代学校支援モデル構築事業（スマートスクール実証事業）」で取りまとめられているデータ活用モデルは、いわゆる学習系と校務系にまたがるデータのやり取りを対象としている。一方、学習要素リストが有効であるケースはそれに留まらず、教科書・教材の連携など、学習系の中で起こるものも多い。

ここでは、学習系 - 校務系間のデータのやり取りに限らない、学習要素リストを活用可能なケースを上げる。

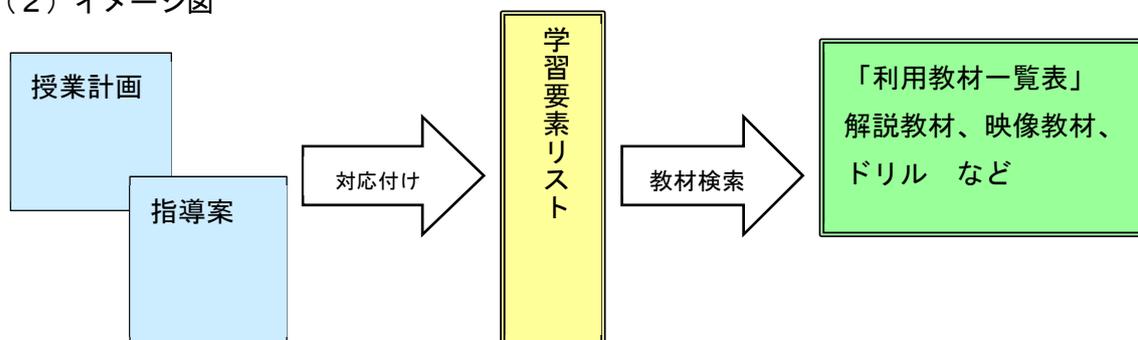
- 先生が、教科書と教材を連携させながら授業を進めたい
- 児童生徒が、教科書と教材を連携させながら学習を進めたい
- 先生が、多種多様な教材を選びながら授業準備を行いたい
 - 先生が、児童生徒一人一人に合わせた教材を使わせたい
- 児童生徒が、自分に適した教材を使いたい
 - 児童生徒が、自分の苦手とする単元を理解するための教材を使いたい
 - 児童生徒が、自分の興味のある単元を深く知るための教材を使いたい
 - 児童生徒が、自分の認知特性に合った教材を使いたい
- 先生や教育委員会が、別の教科書を使う自治体・学校との間で、学習計画や評価を共有したい
 - 先生や教育委員会が、別の教科書を使う自治体・学校との間で、総合的な学習の時間の授業案を共有したい
 - 先生や教育委員会が、別の教科書を使う自治体・学校との間で、教科学習におけるプログラミング的思考の育成の授業案を共有したい
 - 先生や教育委員会が、別の教科書を使う自治体・学校との間で、複数教科にまたがる教科横断的な学習計画を共有したい
- 教材会社が、教科書横断の統一的な方法で、自社の教材を管理したい。
 - 教材会社が、教科書横断の統一的な方法で、自社の教材を教科書の見出しと結び付けたい。
- 教科書会社が、さまざまな教材会社の教材と、自社の教科書を結び付けたい
 - 教科書会社が、さまざまな教材会社の教材と連携して、授業案を提供したい

いずれのケースも、学習要素リストが仲介しない場合であれば、教科書会社や教材会社が示す指標をベースにした学習活動となり、横軸で統合した形にならない。学習要素リストと紐づけて授業計画や教材を管理することにより、さまざまな教材との連携が可能になり、効率が向上したり、教科書会社の別を越えた連携を実現したりすることが期待できる。

【学習要素リスト活用例7】

(1) 課題・ニーズ： 授業計画や指導案作成時に利用できる教材の一覧が欲しい

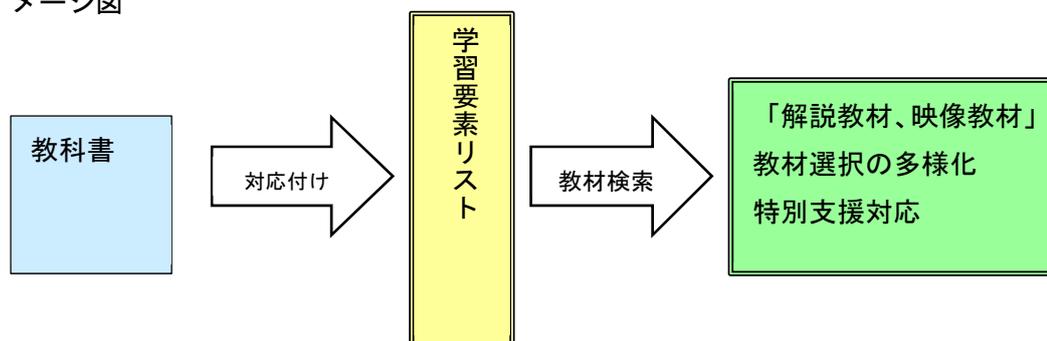
(2) イメージ図



【学習要素リスト活用例8】

(1) 課題・ニーズ： 授業中に教科書から利用できる教材を選択したい

(2) イメージ図

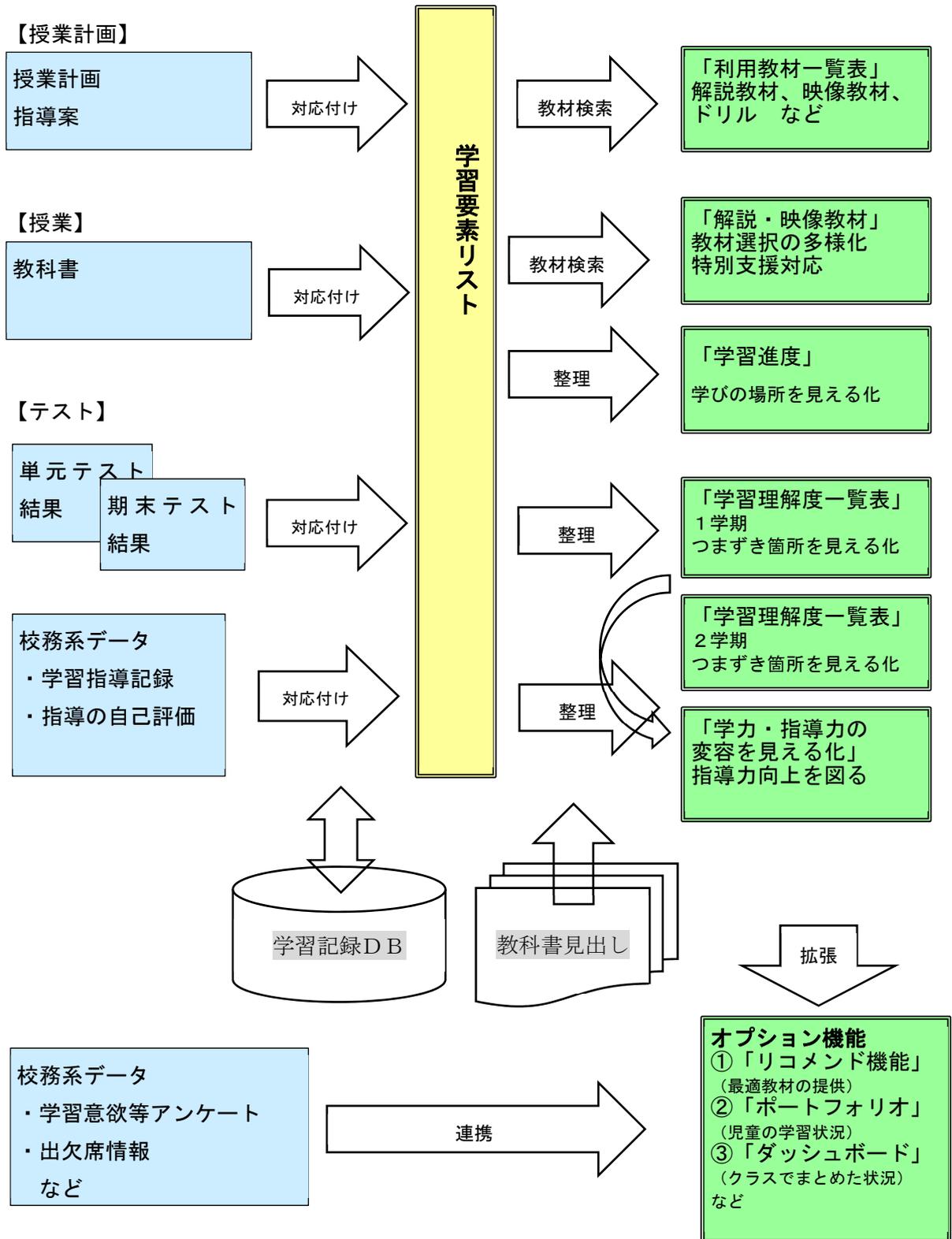


【他の学習要素リスト活用例】

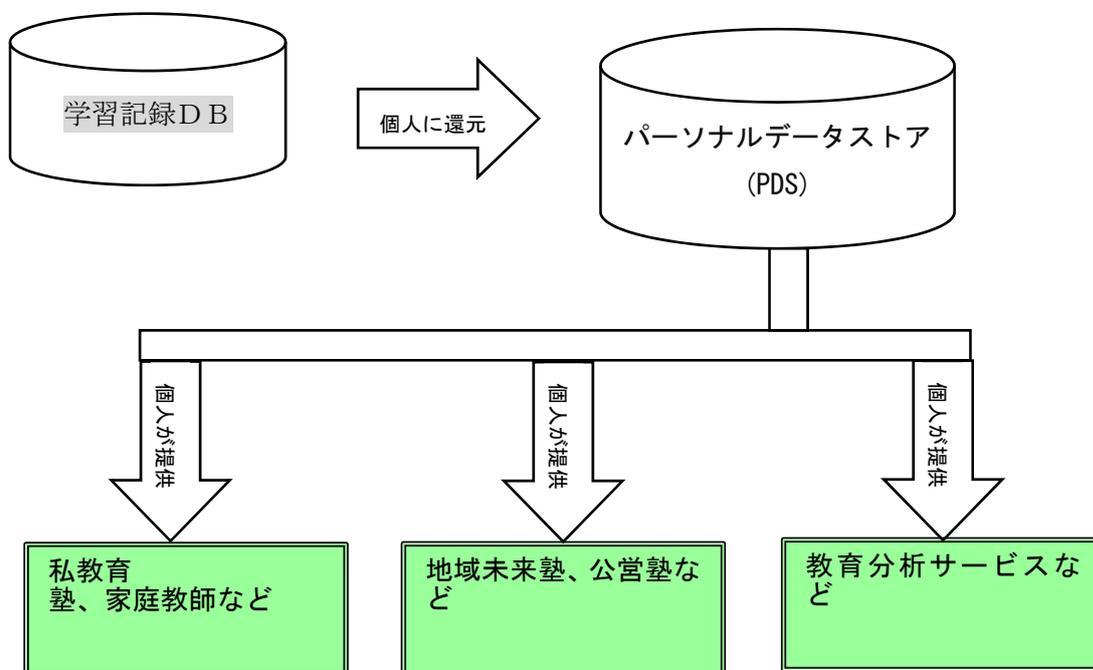
- (1) 児童の理解度や授業の印象が見える化したい
- (2) 児童の成長のポイントを経年で見える化したい
- (3) 管理職は、クラスの情報を串刺しにして確認したい
- (4) 児童生徒の学習成果物を蓄積して一元管理し、効率的に期末評価に生かしたい
- (5) 日々の授業の指導の跡や単元の指導経過等により指導法を改善できるようにしたい
- (6) 児童生徒の学力の変容により教員の指導力の向上を図りたい

など

4.2.3 学習要素リストを活用した全体概要図



【将来構想】



4.2.4 実装における技術的な要件

学習要素リストの作成においては、2章や3章に示したように、学習指導要領や教科書見出しとの関係の示し方、学習指導要領改訂時の対応、IDの体系などの検討を行い、それを基に作業を行った。これらは実証地域のシステムに学習要素リストを活用した機能を実装する方法に影響を与える。本来であれば、実証地域の事業者から実装における要件も上げてもらい、それらも整理して作業を進めるべきであったが、本年度の事業ではさまざまな制約から十分に精査するプロセスを取ることができなかった。実装に影響があると思われる項目をここにまとめる。本報告書の他の章で触れている点も多く、それぞれ参照する章も上げる。

(1) 学習要素 (2章、3章参照)

- 学習要素は、内容を示す学習要素名と、A-Z, 0-9 からなる一意の6桁の文字列である学習要素IDから成る。学習要素名は現在は一意だが、将来は保証せず、システム実装上のキーとしては用いない。

(2) 学習要素リスト (2章参照)

- ある時点の学習指導要領に準拠して、学年と教科科目でグループ化されたものは“中2理科2010”のようなバージョン名を付けて呼ぶ。

(3) 学習指導要領との関係 (2章参照)

- ・ 学習要素リストは学習指導要領をベースに作成され、学習指導要領より一段階粒度が細かい項目を扱っているが、学習指導要領と学習要素リストは完全な1:nの関係になっておらず、単純なツリー構造ではない。学習指導要領1：学習要素n，学習指導要領n：学習要素1，学習指導要領n：学習要素nの関係がありうる。
- ・ 学習指導要領と学習要素リストの対照表が公開される。

(4) 教科書との関係 (2章参照)

- ・ 学習要素リストは検定済の教科書を参考に作成され、教科書の見出しに近い粒度の項目を扱っているが、教科書見出しと学習要素リストは必ずしも1：1対応にならない。ある教科書では、学習要素に対応する教科書の見出しがない場合がありうる。
- ・ 各検定済教科書と学習要素リストの対照表が公開されることが想定されている。

(5) 学習要素の粒度と学習要素間の関係 (2章参照)

- ・ 学習要素リストは学習指導要領より一段階粒度が細かい階層のみを扱う。本事業では学習指導要領にはIDを振らない。
- ・ それよりさらに粒度が細かい付加的な情報は、現段階では学習要素リストとして扱わない。
- ・ 本事業では、学習要素の学習指導要領に基づくグループ化は行うが、学習要素間の関係は扱わない。企業や教育機関が独自に扱う競争領域と見なす。

(6) 公開方法 (3章参照)

- ・ 初年度はExcelファイルの形式で公開される。将来はURIでリソースを示すWebサービスを想定している。

(7) 学習指導要領の改訂への対応 (2章参照)

- ・ 新たな学習指導要領で不足する学習要素が生じた場合は追加を行う。一方、新たな学習指導要領では扱わなくなった学習要素が生じてても、削除しない。

4.3 ケースの実現に必要な条件の分野ごとの整理

4.3.1 学習要素リストが有効な典型的なモデル

ここまで見てきた要件やデータ活用モデルを見ても、学習要素IDの活用が有効と思われるケースには、ある程度の類似性が認められる。そこで典型的なモデルを想定し、その中でどのように学習要素IDを埋め込んだり活用したりする方法を検討した。

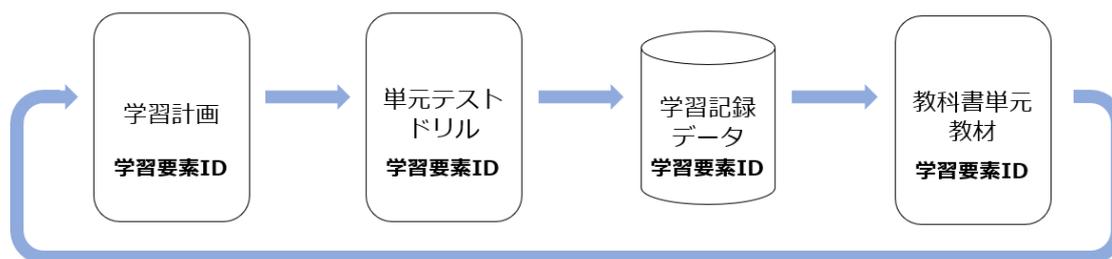


図 4-1 学習要素リスト活用の典型的なモデル

1. 学習要素 ID で内容を指し示した学習計画に従い授業を実施
2. 学習要素 ID で内容を指し示した単元テストを実施
3. その結果を学習要素 ID で内容を指し示した学習記録データとして記録
4. 記録された学習要素 ID を含む学習記録データを基に、個に適した教材や教科書単元を提示

具体的には、上記のモデルの単元テスト/ドリルの部分において、JAPET 第 1 プロジェクトに参加している企業から小テスト問題のサンプルの提供を受け、実際にデジタルデータとして編集（オーサリング）を行って単元テストを作成する作業を通じて、上記のモデルのサンプル実証を行った。世界的にも広く活用されている TAO と呼ばれるテストプラットフォームを利用し、TAO が準拠している国際規格で、学習要素 ID がどのように位置づけられ活用されるのかを確認し、次年度以降の実証の参考となる情報を集めた。

4.3.2 学習計画における学習要素 ID

年間指導計画、授業案など、授業や学習の計画に対して学習要素 ID を振ることでメリットが生じるユースケースは多く存在する。

学習計画に学習要素 ID が振られていれば、使用している教科書に関わらず、ある程度計画の共有が可能になり、教科をまたがる総合的な学習の時間や、教科教育におけるプログラミング的思考の育成などの計画立案の効率化に寄与すると考えられる。これは、新学習指導要領でうたわれている、各教科等の教育内容を相互の関係で捉え、教科横断的な視点で教育の内容を組織的に配列するカリキュラム・マネジメントの基礎として活用可能なものと言える。学習要素 ID を含む、複数教科にまたがる学習計画のテンプレートを用意すれば、どの教科でどの教科書会社の教科書を採用しているかに関わらず、単元を連携させた学習計画を共有できる。この分野における将来的な活用が期待される。

また、学習要素 ID を基に、ある単元に関連するさまざまな教材を検索することが可能になり、授業準備の効率化にもつながる。さらに、特別な支援を必要とする児童生徒に、例えば読み上げ対応など、その児童生徒の認知特性に合わせた別の教材を与える場合にも、学習要素 ID を基に多くの教材が検索出来れば有効である。

この分野の技術規格

この、カリキュラムに示された単元を ID として授業計画に含める分野では、有力な国際標準規格は存在せず、世界的に見ても、授業支援システムや LMS が独自の方法で単元情報を管理している。

日本で、教科書会社が出版している教師用の指導書に、見出しごとに学習要素 ID が振られていれば、参考資料やドリル、単元テストなどの教材準備の作業が効率的になることが期待できる。また、教科書会社が自社の教科書の見出しと学習要素リストの対照表を提供すれば、授業支援システムや LMS がその対照表を読み込み、学習計画に学習要素 ID を振ることが容易になる。

4.3.3 単元テストやドリルなどにおける学習要素 ID

単元テストは児童生徒の学習の進捗を測る典型的な方法の一つだが、その結果に学習要素 ID を含めて学習履歴として記録することにより、教科書を横断した統一的な方法での記録と分析が可能になる。これを実現するためには、単元テストあるいは個々の問題に対し、それが扱っている学習内容を示す学習要素 ID を埋め込む必要がある。

今回は、JAPET 第 1 プロジェクトに参加している教科書・教材会社 5 社から、小学校 5 年算数と中学校 2 年理科で実際に使われている単元テスト、ドリルなどの問題のサンプルの提供を受け、デジタル化のためのオーサリングを行い、学習要素 ID の埋め込みの方法を検討した。

サンプルの問題を提供した教科書・教材会社では、それぞれ社内で独自の方法でテストやその問題を管理している。5 社のうち、教科書会社 A、教材会社 B、教材会社 C の 3 社では ID 等での管理は行われているが、サービスや商品あるいは事業部毎の管理であり、サービスや商品・事業部が異なれば同一単元の教材でも別の ID で管理され、全社的な一元管理は行われていない。教科書会社 D は問題に ID をつけての管理は行っていない。今回の 5 社では、全社的に統一された ID で管理を行っている企業はなかった。学習要素リストをベースにテストや問題を管理することで、社内での管理方法が統一され、教科書会社の別を越えて活用が可能になることが期待できる。

また、学習要素 ID によって管理の方法が統一されれば、企業の枠を超えて、複数社が共同して単元テストやドリルを作成することも考えられる。現に、アメリカやイギリスなどで行われている大規模なテストでは、問題作成を複数の企業が分担し、質の高い内容を保っている例がある。

この分野の技術規格

テストやドリルなどのアセスメントに関する国際規格には、教育分野における世界最大級の規格団体である IMS GLC が規定している QTI (Question & Test Interoperability) がある。QTI はテストの問題形式やタグ付けの方法を規定し、さまざまなテストシステムで問

題を共有することや採点を自動化することを可能にし、相互運用性（interoperability）を高めることを目的に制定されている。世界的に見ても、テストに関して普及している技術規格としてはほぼ唯一とも言える代表的な規格である。

IMS GLC は、教育で使われるシステムの相互運用性に関し、技術規格を制定するだけでなく、その規格に則っているかどうかをチェックし（conformance test）、適合した製品を認定（certify）する活動も行っている。この認定を受けた、QTI に準拠している代表的な CBT（Computer Based Test）システムに、ルクセンブルグの OAT（Open Assessment Technologies）社が開発している TAO がある。TAO は、OECD の PISA、アメリカの大学入学資格試験である ACT（American College Testing）、アメリカの初等中等教育における共通カリキュラム（Common Core State Standards）の標準テストの 1 つである PARCC（Partnership for Assessment of Readiness for College and Careers）など、世界的な大規模テストで最も広く利用されているオープンソースのシステムである。TAO は、問題やテストをデジタル化するオーサリング、テストの配信や採点などの機能を備え、アクセシビリティにも対応している。

今回はこの TAO 上で、JAPET 第 1 プロジェクトの参加企業から提供を受けたサンプルの問題のオーサリングを行うことを通じて、学習要素 ID の活用方法の検討と、関連する国際技術規格の適応状況の調査を行った。

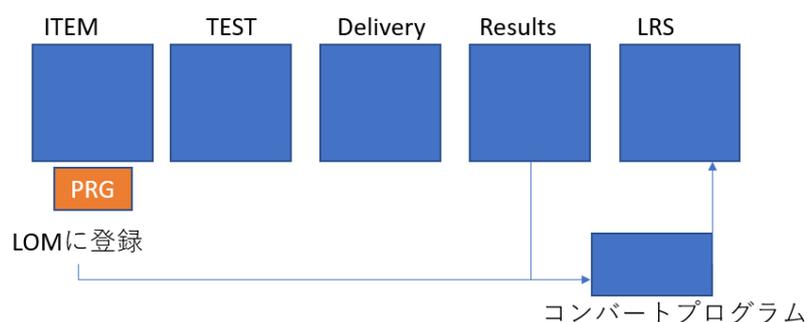


図 4-2 サンプルのテスト問題の例

QTI では、一つ一つの問題をアイテム（item）、それらを集めて学習者が一度に行うまとまりにしたものをテスト（test）と呼ぶ。QTI の規格上は、アイテムやテストにコメントを付加することはできるが、カリキュラムの単元を示す ID を付与する方法自体は規定されていない。

QTI でアイテムやテストに対して関連する情報（メタデータ）を付与する方法としては、IEEE が規定している LOM（Learning Object Metadata）を利用する。LOM の規定の中で、General Category の Identifier、Title、Description あるいは Keyword に学習要素 ID を含める方法、または Educational Category の Context、Description に含める方法などが考えられる。

LOM のフォーマットで格納した学習要素 ID は、テスト結果のデータ（QTI Results）に引き継がれる。コンバートプログラムを用意してこのデータを変換すれば、校務支援システムなどの別のシステムにデータを送出することができる。



4.3.4 学習記録データにおける学習要素 ID

学習記録データに学習要素 ID を含めることにより、個々の児童生徒の学習要素ごとの様子を記録することができるようになる。単元テストなどの結果を記録すれば、分析をして傾向を把握したり、苦手な単元を明確にして適切な課題を与えたりすることができる。

学習記録データは、個々の児童生徒の学習の様子を把握するためだけでなく、大量のデータを集めていわゆるビッグデータを構成して分析することで、全体の傾向を把握するためにも有効である。学習記録データを蓄積するシステムが、各教育委員会や企業独自の方法で蓄積と分析を行っていたのであれば、十分な量のデータを集めることが難しく、分析の精度を向上させる妨げになるとともに、結果の比較を難しくする。その意味でも、学習記録データの記録方式にはある程度の標準化が行われることが望ましいと言える。一方、この分野は依然として発展途上であり、過度の標準化は発展を阻害する可能性もあることに注意が必要である。

この分野の技術規格

学習記録データの記録方法に関連する国際規格としては、ADL の Experience API（xAPI）と、IMS GLC の Caliper Analytics がある。これらの規格では、学習の様子を、「誰が、どうした、何を」（xAPI の場合は actor, verb, object）のような構文に従って一つ一つ記録する。この「何を」の部分に学習要素 ID を加えることで、対象となる学習要素を指し示すことができる。

単元テストの例であれば、誰がどの問題を正解した、あるいは間違えた、誰がどの単元で何点を取ったというような情報を記録することができる。

学習系と校務系などのシステム間のデータのやり取りで、学習要素 ID をどのように含めるかを規定しておけば、やり取りをする相手のシステムが何であるかに関わらず、統一的な方法でデータのやり取りができるようになる。

現状を考えて一挙に標準化することが難しいとしても、例えば「何を」(object) に当たる部分の一部にエンティティ名 (例えば unitID) を決めて学習要素 ID を含める場所を指定しておけば、学習記録データを送る側のシステムも受け取る側のシステムも共通的にデータを扱うことができ、後々の相互運用性の向上に寄与すると考えられる。

今回のモデルでテストプラットフォームとして利用した TAO は、現在はテスト結果を QTI 規格で定められている QTI Results の形式に則って保存しているだけで、諸外国における校務支援システムに相当する生徒情報システム (SIS : Student Information System) や、学習ログのデータベースである LRS (Learning Record Store) にデータを出力するには、独自にコンバートプログラムを開発する必要がある。なお、近い将来、QTI と同じ IMS GLC の規格である Caliper Analytics のフォーマットに従って、テストの結果データを学習ログとして吐き出す機能が追加されることが想定されている。

また、学習記録データも個人に関するデータの一部であり、国内外の法律の影響を受ける。EU では、EU 域内に在住する個人を特定可能な情報の取り扱いを規定した EU GDPR (General Data Protection Regulation : 一般データ保護規則) が 2016 年 4 月に欧州議会で可決され、2018 年 5 月 25 日から有効になる。学習記録データの扱いやクラウドサービスの利用に何らかの影響があり得るため、注視する必要がある。

4.3.5 教科書や教材における学習要素 ID

学習要素リストの活用には、教科書やさまざまな教材が学習要素 ID と紐づけられ、それぞれがどの学習要素を扱っているかを統一的な方法で示すことが基礎となる。教科書・教材に学習要素 ID が埋め込まれていれば、特定の学習要素を扱うさまざまな教科書・教材を検索したり、リンクしたりすることができる。別にデータを用意すれば、アナログの教科書・教材と学習要素 ID を紐づけることもできる。

この分野の技術規格

デジタル教科書に関しては、統一されたフォーマットが決まっておらず、学習要素 ID を埋め込む単一の方法を規定することは難しい。一方で、デジタル教科書自身に学習要素 ID を埋め込むのではなく、教科書の見出しと学習要素リストの対応関係を示す対照表を用意し、ページ番号や URL と一緒に管理すれば、さまざまな活用が可能になる。

教科/学年単位で提供される大規模な教材も、教科書同様に対照表の活用が望ましい。

一方、ビデオ教材や資料集など、さまざまな形態のより小さい単位の教材も存在する。こ

これらの教材には対照表での管理は不向きであり、いわゆるコンテンツメタデータの表記方法を統一したうえで、何らかの登録制度が確立することが望まれる。

このように、教科書や教材との対照表や、小規模教材のコンテンツメタデータの登録方法に標準が成立すれば、学習要素 ID を基に特定の学習要素に関連した教材や教科書の見出しを検索することが可能になる。

第5章 学習要素リスト及びIDの、複数の学校種、学年、教科への展開や長期運用に関する課題の整理

5.1 複数の学校種、学年、教科への展開の課題

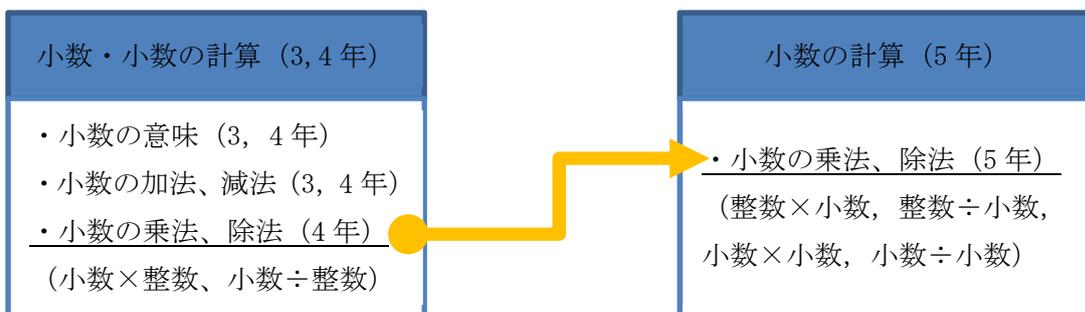
(1) 本事業での検討課題

本調査研究では、小学校5年算数、および中学校2年理科の学習要素リストを制作した。制作にあたっての工程や留意した点などは、第2章で表した通りである。

学習要素を決めていく過程で、学習要素の考え方の基となる学習指導要領を解釈した、教科書会社ごとの考え方が異なる細かい部分の整理を行う必要がある。この作業は、機械的にできるものではなく、教科書編集、教科編集に造詣が深い関係者の協力が必要不可欠である。

また、学習要素は他学年、他教科との関連が深く、振り返り等で使用頻度が高くなるであろうと推測されるキーワード、例えば、倍数、約数、素数、人口密度等は、学年、教科を横断するものとして、単体で学習要素として立てる必要があり、単一の教科だけではなく、教育課程全般に関する知見も必要となる。

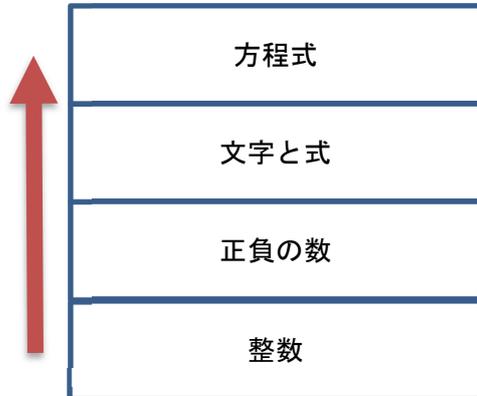
また、同じような学習内容を示す場合、例えば下図のような、小学算数の系統表において異なる学年間で同じ名前が存在するが、学年に応じて学習内容は異なる。このような細かな内容の違いを、別の学習要素とするか、それとも同じ学習要素として扱い、メタデータによって区別するか、もう1次元(階層)を増やすことで管理が必要となるのかも検討すべき課題である。



※東京書籍 「新学習指導要領 小・中・高内容系統表 <数と式>」より引用

(2) 教科ごとの想定される課題

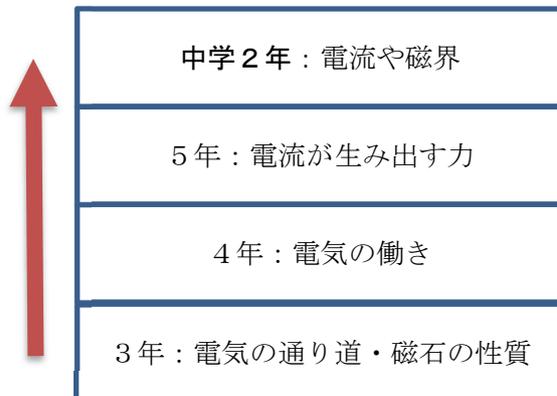
教科によっては、系統性の高いものと低いものがある。



算数、数学は前の単元の内容が基礎となり、次の単元の知識、技能につながる学習内容が多い。



一方、理科などの教科では、上図のような分野間の系統性が低い、分野内での単元の系統はある。



【国語科の場合】

教科書ごとに教材が異なり、かつその中で複数の領域「読むこと」「書くこと」「話すこと・聞くこと」が混在しているので、学習要素を検討するのが難しく、学習要素の粒度が他教科と比べると粒度が粗くなってしまう可能性がある。

また、国語の学習指導要領は他教科と異なり、低中高学年で分かれているので、今年度の調査研究で行った算数・理科の学習要素リストの作成手順のように、各社の教科書を比較してつくるのが難しい。

【社会科の場合】

社会科の場合は、分野やテーマによって学習内容の系統性が低い場合がある。

【英語科の場合】

英語の場合は、「話すこと」、「聞くこと」、「書くこと」、「読むこと」の言語活動に分かれている。国語同様に一つの教材で4つの言語活動が含まれる多く、学習要素をつくるのは難しいと思われる。一方、文法などの言語材料で学習要素を立てる場合は比較的作りやすいと思われる。算数のように学習内容の系統性は高くないが、学習内容からの要素立ては可能と思われる。ただ、語学ということから教科書や問題集等で扱う内容は、問題1問でも複数の学習要素から成ることが多くなることが予想される。そのため、学習要素と関連付けが一意に定まらない可能性が高い。

このような教科特性による違いで、学習要素の立て方も学習要素の粒度などの考慮すべき点が出てくることが予想されるので、継続して調査研究が必要である。

5.2 学習要素リストおよびIDを管理するサーバによる教科書・教材の連携の課題

学習要素リストのサーバ運営により、学習要素リスト（ID）を仲立ちにして、教科書と教材等の連携が図れるようになり、教科書の学習内容と教材等が対応づけられる。

従来、教科書の目次等の教科書会社の創意工夫により作成された順序配列のような著作物の仕様にはその対価が支払われているが、学習要素リスト（ID）により、システムで半ば自動的に教科書対応の教材が出来てしまう可能性が高い。

また、学校や自治体への導入の順番によって、例えばすでに導入された教材に対して、後に導入されたデジタル教科書が対応づけられる可能性もあり得るため、どちらが先かによる対価の考え方も出てくる可能性がある。

また、教科書に出てくる漢字の配当順についても、当該漢字別にできているモジュール化された漢字の学習教材があったとすれば、これも自ずと教科書の配当漢字に準拠した教材が出来上がるという可能性が出てくる。

これらの課題は、教科書、教材がもっている著作権の観点から十分に議論が必要である。

5.3 学習要素リストおよびIDの管理者

学習要素リストの長期運用の確実性などを検討した。

(1) 参考となる他の業界等の例

①レファレンス協同データベース

国立国会図書館が全国の図書館等と協同で構築している調べ物のためのデータベースである。レファレンス協同データベース事業は、公共図書館、大学図書館、学校図書館、専門図書館等におけるレファレンス事例、調べ方マニュアル、特別コレクション及び参加館プロフィールに係るデータを蓄積し、データをインターネットを通じて提供することにより、図書館等におけるレファレンスサービス及び一般利用者の調査研究活動を支援することを目的とする事業である。

本データベース事業の普及、促進のために、次の制度で活性化を図っている。

・企画協力員：

図書館情報学研究者、図書館員などの外部有識者に国立国会図書館が委嘱して、事業の企画について協力している。

・サポーター：

レファレンス協同データベース事業を盛りたてる目的で、基本はボランティアである。他による推薦でサポーターになれる。

②オーストラリアの Australian Curriculum (詳細は、3.1 諸外国の状況参照)

カリキュラムの開発・導入・評価を行うのは ACARA (Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority) という連邦政府から独立した機関で、このカリキュラムをデジタル化したものを Machine Readable Australian Curriculum (以下 MRAC) という。MRAC は国営非営利企業である ESA (Education Service Australia) が作成、公開をおこなっている。オーストラリアでは国家主導によってカリキュラムの共通化とデジタル化が進められている。

③米国の Common Core State Standards (詳細は、3.1 諸外国の状況参照)

Common Core State Standards (以下 CCSS) は米国における各州の枠組みを越えた教育課程の枠組みを定めたものであり、CCSS の策定は Common Core State Standards Initiative とよばれる団体が行っており、各州教育長の集まりである Council of Chief State School Officers と各州知事の集まりである National Governors Association Center for Best Practices が活動を支援している。米国では各州の協力体制によって学習内容の共通化とデジタル化が進められている。

(2) 本研究内容に関して教科書会社と関係性のある団体等の検討

前述の学習要素リストを複数の学校種、学年、教科への展開の課題で挙げたように、学習

要素リストの制作には、教科書編集、教科編集の十分な知見を有する者があたる必要があるため、教科書会社が当事者になることが多くなる。それら作業のコストをどこで回収するのかの課題が大きく、教科書会社が加盟する、もしくは関係の深い団体等が学習要素リストを管理することが一つの案として考えられる。

学習指導要領の改訂に合わせてのメンテナンス等を考慮した場合も同様である。

学習要素リストに付随するIDについては前項で述べた通り、技術的な要素を含む内容が主になる。管理は、学習要素リストとそれらIDを合わせて管理する必要がある。

管理・運営を担当する団体として、教科書会社関連などの団体等が考えられる。その可能性を検討するために、下表のような条件を満たすかなども判断の拠りどころにする方法もある。

下記のような団体を候補として挙げるが、これまでの業界の中での各団体が果たしている役割や事業モデルがあるため、慎重に検討する必要がある。

●国立政策研究所

教育政策に関する総合的な国立の研究機関として、学術的な研究活動から得た成果を、教育政策の企画・立案にとって有意義な知見として集約・提示する立場にある。

また、国際社会において日本を代表する研究機関であるとともに、国内の教育に関する機関や団体等に対して、情報の提供や必要な助言・支援を行っている。

●一般社団法人 教科書協会

各教科書発行者はそれぞれ、教科書諸事業に従事しているが、一発行者の枠を超え、より組織的・統一的に活動するために一般社団法人教科書協会がある。

教科書発行者が協力体制を敷き、文部科学省と常に連携を図りながら、教科書の質的向上と教科書発行事業の合理化に関する調査・研究にあたっている。

教科書発行に関わる具体的事項について8つの専門委員会と各小委員会に分かれて調査・研究を行い、その経過報告、連絡・調整を上部会議及び特別委員会にて行っている団体である。

●一般社団法人 教科書著作権協会

社団法人教科書協会に加盟する教科書発行会社のうち24社が参加して設立した、教科書の著作権等を守ることを活動目的とした団体である。

具体的には、教材会社およびそれらの団体または一般からの教科書利用の申し出に対する相談窓口および権利処理機関として、教科書利用の許諾の諾否、使用料の算定・徴収・教科書発行会社への分配等の業務を遂行していたが、「著作権等管理事業法」が制定されたのを機に、著作権等管理事業者として文化庁に登録申請し、審査を経て平成14年4月16日付で正式に登録された。

教科書著作権協会は、当協会に加盟している教科書発行会社（委託者）が保有している著作権等を受託している。

- 児童・生徒を対象とした学習書・視聴覚教材への教科書の利用
- 上記以外の印刷物・視聴覚教材への教科書の利用

●ICT CONNECT 21

ICT CONNECT 21 は、情報通信技術を活用して教育をより良くして行こうという意思を持つさまざまなステークホルダーが集まるオープンな場を提供するとともに、格差なく誰でもいつでもどこでも生涯を通じて学べる学習環境作りに取り組み、教育の情報化の一層の進展に寄与し、社会の発展に貢献することを目的としている。

●日本教育情報化振興会 JAPET&CEC

日本教育情報化振興会（JAPET&CEC）は、学校でのよりよい教育の実現に向けて教育の情報化を推進している団体である。

教育工学の知見をもとに、教育の情報化に関する調査・研究開発とその成果の普及推進活動および提言・提案活動を行うことにより、わが国のより良い教育の実現とこれによる人材の育成に役立つことを目的としている。

この他にも、教育関連の民間の事業者も可能性としては考えられるが、学習要素リストは公益に資する目的で作成され、運用されるべきもの（図 5-1 がイメージ）であるため、一企業が運営することには違和感をもたれることが予想される。また、繰り返しになるが、このような学習要素リストの公益性を考慮すると、関連団体、企業を交えて十分な討議を重ねた、慎重な対応が望まれる。

図 5-1 は、学習要素リストが運用されるイメージである。例えば、クラウドサーバ上に学習要素リストが設置され、インターネットを介して教科書会社のデジタル教科書が学習要素 ID を参照したり、連携されたりするイメージを表している。教材会社のコンテンツも同様の連携がなされる。

これらを学校、家庭、そして民間教育期間（塾・教室）などが利用することで、学習環境がよりよくなることが期待できる。

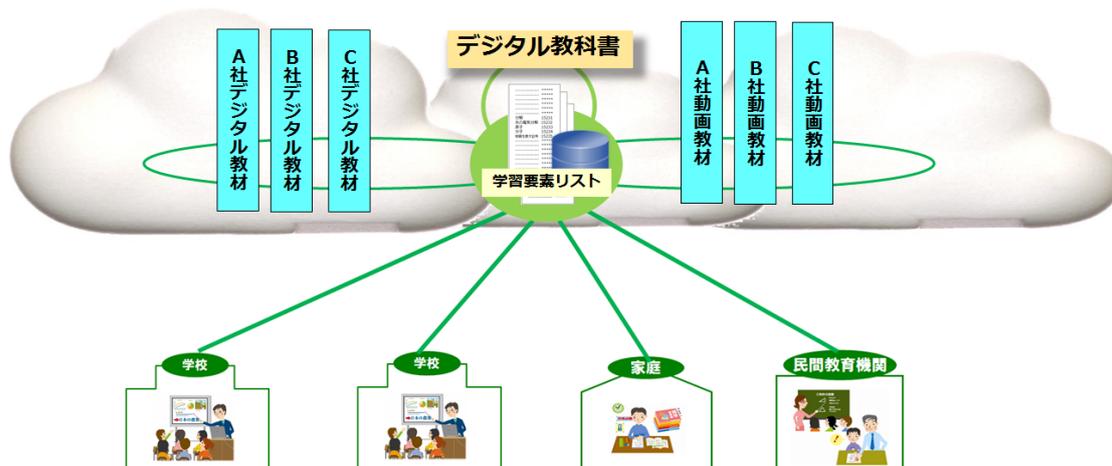


図 5-1 学習要素リストの将来的な利用イメージ

5.4 学習要素リストとコンテンツメタデータ

学習要素リストは、学習内容そのものである学習の要素のかたまりを指す（詳細は第2章を参照）。従来、単元や項目といった表現をし、その表し方や区切り方は、教科書・教材メーカー独自のものとなっているものを、標準的な用語で学習の内容を表す。また、それらには、システム間で連携しやすいようにIDを振り、「学習要素ID」と定義する。

学習要素リストおよび、学習要素IDは、適切な粒度で学習要素に振られた、【**学びの地図の番地**】であって、指導の順序など、学びの方法を規定するものではない。

一方、学習要素に対応したコンテンツの属性、例えば、ドリルのような演習用教材なのか、要点を説明するような解説教材なのか、レベルはどのような学力層に合わせたものなのか、特別支援教材なのかなどを定義するものではない。

これら属性については、教育メタデータとして、今後も学習要素リストの調査研究と合わせて検討されるべき内容である。

5.5 学習要素リストを運用するための費用負担と利用に対する対価と公開方法

「学習要素リスト」および「学習要素ID」については、利用形態に合わせた柔軟な公開の方法が検討されるべきと考える。

今年度の調査研究では、「次世代学校支援モデル構築事業」の実証地域とのシステム間での連携を中心に要件を整理したが、学習要素の実証後の運用にあたっては、さまざまなシステムとのインターフェースが必要となってくることは必須であり、その都度の検討は現実的ではない。そのため、今後、標準規格を含めたインターフェースの検討が必要となる。

併せて、デジタル教材ではない、従来の紙の教材との対応についても考慮すべき課題として認識しておく必要がある。

学習要素リストの制作ならびにメンテナンス等は、教科書会社の負担がもっとも大きく

なることが予想される。また、学習要素リストを運用するためのサーバ運用費等も必要となることから、これらの費用負担の考え方についても教科書制度、著作権制度等を踏まえ、十分に議論する必要がある。

なお、前項「5.3 学習要素リストおよびIDの管理者」で述べた、海外の参考となる事例について、オーストラリアのAustralian Curriculumや米国のCommon Core State Standardsでは、国家主導や各州の協力体制によってカリキュラムの共通化とデジタル化が進められているため、それらの利用に対する対価は設定されていない。

5.6 学習要素IDとのデジタル教科書や教材との対照表

学習要素リストと各教材会社が保有する教材群との対応付けを対照表と定義する。

この対照表は各教材会社が創意工夫して対応付けを検討するもので、様々な形での対応になることが予想される。また、本調査研究においては、当会の第1プロジェクト参加企業の協力を得て、各社の教材と学習要素リストの対照表を作成した。

本調査研究における学習要素リストの制作にあたっては、教科書会社の知見によりつくった学習要素リストを、制作に直接たずさわっていない教科書会社、ならびに参考書やデジタル教材を開発している教材会社によって、各社の教科書、教材と学習要素リストとの対照表を作成した。対照表を作成することで、本調査研究で制作した学習要素リストの汎用性や妥当性を確認できたと考える。

各社が検討・作成した対照表は、巻末に掲載した。

その中の1つを例として記載する。

左の列が「学習要素リスト」で、それに対応する教材の単元名を右の列に並べて対照関係を表したものが次の表である。

表 5-1 対象教材名：デジタルビデオクリップ集中学校理科

学習要素	教材の単元見出し
直列回路/並列回路	電気用図記号と回路図
回路を流れる電流	電流が流れる回路
回路を流れる電流	直列回路や並列回路の電流
回路に加わる電圧	直列回路や並列回路の電圧
電圧と電流の関係	電圧と電流の関係
抵抗	電熱線の電気抵抗
物質の種類と抵抗	さまざまな金属の抵抗
物質の種類と抵抗	2つの抵抗のつなぎ方による合成抵抗の大きさ
電気エネルギー	電流のはたらきと電力
電力	電流のはたらきと電力
熱量	熱量と電力量
電力量	熱量と電力量
静電気の性質	静電気の性質
静電気の性質	静電気による力
静電気の発生	
静電気と電流	静電気の移動
静電気と電流	静電気をためる
電流の正体	電流の正体
電流の正体	真空放電
電流の正体	電子の移動と電流
磁石や電流がつくる磁界	磁界と磁力線
磁石や電流がつくる磁界	電流がつくる磁界
磁石や電流がつくる磁界	磁力のはたらき
導線(コイル)を流れる電流のまわりの磁界	コイル状に流れる電流による磁界
磁界の中の電流にはたらく力と力の向き	磁界の中で電流が受ける力
モーターのしくみ	モーターのしくみ
モーターのしくみ	リニアモーターをつくろう!
電磁誘導と誘導電流	電磁誘導
発電機のしくみ	簡易発電機をつくろう!
電流の種類(直流/交流)	直流と交流
化学変化と分解	熱分解(酸化銀)
化学変化と分解	熱分解(炭酸水素ナトリウム)
電流による分解	電気分解(水)
原子と分子	原子・分子
原子と分子	身のまわりの原子
原子と分子	原子の記号
周期表	周期表
化合	化合(スチールウールの酸化)
化合	化合(鉄と硫黄)
単体と化合物	純物質と混合物
化学式	化学式
化学反応式	化学反応式
酸化と酸化物	酸化
酸化と酸化物	いろいろな物質の酸化
燃焼	
還元	還元
発熱反応と吸熱反応	化学変化と熱
反応熱	携帯用かいろ
化学変化の前後の質量	
質量保存の法則	質量保存の法則(炭酸水素ナトリウムと塩酸)
質量保存の法則	質量保存の法則(水酸化バリウム水溶液と硫酸)
反応する物質の質量の割合	化合する物質の質量の割合(銅と酸素)

※試作した学習要素リストでは、右のように2つの要素に分ける案だったが、この例示の教材では、これらをひとつの単元と

反応する物質の質量の割合
化学変化での物質の質量の比

して扱っていたため、学習要素リストを「反応する物質の質量の割合」と1つにまとめたという意見があった。

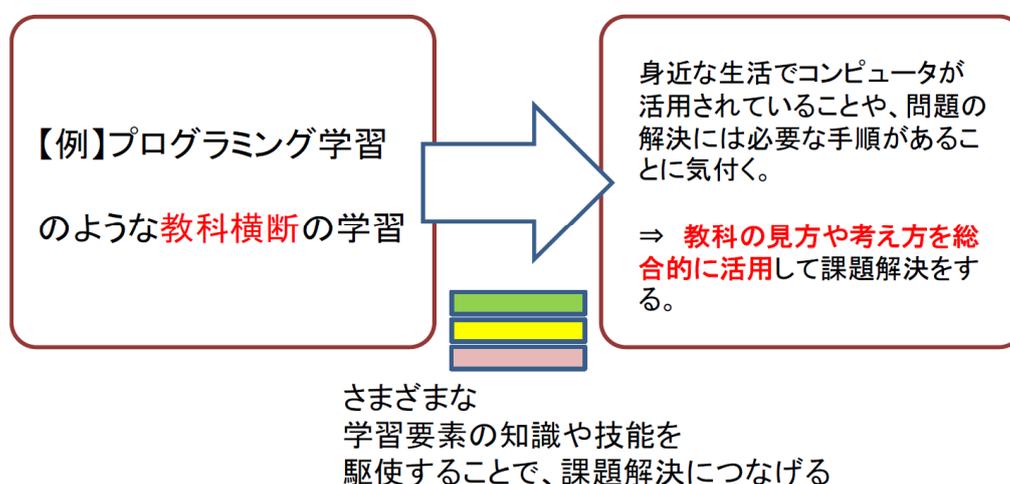
このような対照表を作成しながら、本調査研究では学習要素リストの汎用性を検討したが、実際の運用に際しては、さらに様々な教材が想定され、各社なりの単元・項目の構成立て等による課題が出てくることが考えられる。

5.7 学習要素リストの今後の活用

学習要素リストは学習の内容を指し示すための共通の指標となるもので、新しい学習指導要領で示されているカリキュラム・マネジメントでも活用できる可能性がある。

例えば、主体的・対話的で深い学び（アクティブ・ラーニング）やプログラミング的思考の学習において教科を横断するような内容の学習に取り組んだ際、その学習活動に教科のどのような知識や技能を活用したものを、学習要素の単位で把握できるようになるなどが期待される。また、防災教育や食育などの学習活動が数時限に渡ってなされた場合、時限ごとの学習で、どの目標が達成されたかを学習要素を用いて把握することができる。その学習の流れで、学習者がよくつまずくポイントなども学習要素で教員が見取るための情報の提供にも役立つことができるようになる可能性を持っている。

（例）プログラミング教育の授業での学習要素の活用



その他、教育現場での学習要素リストを運用する上で、下記も留意したい。

学習要素リストを規定してその枠組みに当てはめることで、教員の指導方法の個性、教科書の個性、教材の個性、が損なわれることにならないか、それによって起きる不都合はないか、現場での活用や教員の意見を聞いて、十分に検討する必要がある。

5.8 今後の検討について

「次世代学校支援モデル構築事業」での校務系システムとの実証終了後の連携体制を検討整理する。

今年度の調査研究で整理した要件等に合わせて、来年度以降の連携内容を検討していく。また、「次世代学校支援モデル構築事業」の事業終了後においても、各実証地域により活用されるモデルを検討すべきである。

5.8.1 学習要素リストの調査研究の今後のスケジュール

学習要素リストの制作、運用の今後のスケジュールの案について、下記のように想定している。

表 5-2 学習要素リストの今後のスケジュール案

	1年目				5年目					10年目
1 検証用の学習要素リスト作成 中2理科、小5算数	>>>>									
2 他の教科・学年への展開の検討 (案)中1, 3年理科、小6算数		>>>>	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>			
3 学習要素による学習履歴の記録		>>>>	>>>>	>>>>	>>>>					
4 学習履歴の記録をベースに個に応じた 学習提示など			>>>>	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>
5 管理団体の検討			>>>>	>>>>						
6 次期指導要領に合わせた検討								>>>>	>>>>	>>>>
7 学習要素の運用試行				>>>>	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>		
8 マーケットプレイスの検討				>>>>	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>
9 運用課題の検討(管理団体)		>>>>	>>>>							
10 運用課題の検討(使用料など)		>>>>	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>	>>>>

5.8.2 学習要素リストと学習指導要領との関係

学習要素リストそのものは学年、教科の枠もなく、学習指導要領や教科書の改訂によって、学習内容（学習要素）が削除、移動されても、基本的には影響を受けない。

学習指導要領改定時に従前の学習指導要領にない学習内容が追加された場合は、それらを今回の実証と同じような分析・整理をして新たに学習要素を追加していく運用を想定する。

中学校理科2年 学習指導要領・学習要素リスト

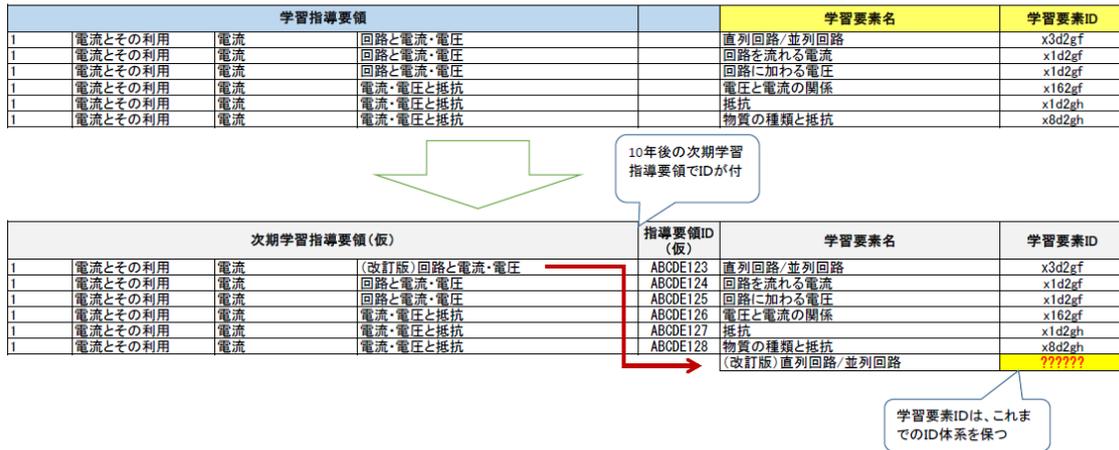


図 5-2 学習要素リストと学習指導要領との関係

以上

【付録】

■学習要素リストおよび、ID表

(1) 小学校5年算数

(2) 中学校2年理科

小学校5年算数 学習指導要領と学習要素の対応表

※重複がある場合は同じ色で示す

領域	大項目	小項目	学習要素	備考	
A 数と計算	(1) 整数の性質についての理解を深める。	ア 整数は、観点を決めると偶数、奇数に類別されることを知ること。	偶数、奇数		
		イ 約数、倍数について知ること。	倍数	倍数の求め方含む	
			公倍数	公倍数の求め方含む。3つ以上の数の公倍数含む	
			約数	約数の求め方含む	
			公約数	公約数の求め方含む	
	(2) 記数法の考えを通して整数及び小数についての理解を深め、それを計算などに有効に用いることができるようにする。		素数		
			整数、小数の記数法		
	(3) 小数の乗法及び除法の意味についての理解を深め、それらを用いることができるようにする。	ア 10倍、100倍、 $1/10$ 、 $1/100$ などの大きさの数の数をつくり、それらの関係を調べること。	10倍、100倍、…の大きさ		
			$1/10$ 、 $1/100$ 、…の大きさ		
		ア 乗数や除数が整数である場合の計算の考え方を基にして、乗数や除数が小数である場合の乗法及び除法の意味について理解すること。	小数の乗法（整数×小数）	小数の倍は別途項目を立てる	
		小数の乗法（小数×小数）			
		小数の乗法と積の大きさ	i) 乗数 ≥ 1 の時、積 \geq 被乗数 ii) 乗数 < 1 の時、積 $<$ 被乗数の関係		
		小数と倍（何倍かを求める計算）	第一用法		
		小数と倍（比べられる量を求める計算）	第二用法		
	小数と倍（もとにする量を求める計算）	第三用法			
	小数の除法（整数÷小数）				
	小数の除法（小数÷小数）	割り切れる、わり進みなし			
	小数の除法（小数÷小数、わり進み）	割り切れる、わり進みあり			
	小数の除法（あまりあり）	割り切れない、あまりあり			
	小数の除法（商を概数で表す）	割り切れない、商を概数で表す			

※重複がある場合は同じ色で示す

領域	大項目	小項目	学習要素	備考
			小数の除法と商の大きさ	
		イ 小数の乗法及び除法の計算の仕方を考え、それらの計算ができること。また、余りの大きさについて理解すること。	小数の乗法（整数×小数）	
			小数の乗法（小数×小数）	
			小数の除法（整数÷小数）	
			小数の除法（小数÷小数）	割り切れる、わり進みなし
			小数の除法（整数÷小数、わり進み）	割り切れる、わり進みあり
			小数の除法（小数÷小数、わり進み）	割り切れる、わり進みあり
			小数の除法（あまりあり）	割り切れない、あまりあり
			小数の除法（商を概数で表す）	割り切れない、商を概数で表す
		ウ 小数の乗法及び除法についても、整数の場合と同じ関係や法則が成り立つことを理解すること。	小数の乗法、除法に関して成り立つ性質	交換法則、分配法則、結合法則の小数への拡張
	(4) 分数についての理解を深めるとともに、異分母の分数の加法及び減法の意味について理解し、それらを用いることができるようにする。	ア 整数及び小数を分数の形に直したり、分数を小数で表したりすること。	分数と整数、小数の関係	
		イ 整数の除法の結果は、分数を用いると常に一つの数として表すことができることを理解すること。	除法の結果と分数（商分数）	整数の除法の結果は、分数を用いると常に一つの数として表すことができること
		ウ 一つの分数の分子及び分母に同じ数を乗除してできる分数は、元の分数と同じ大きさを表すことを理解すること。	同じ大きさを表す分数（約分）	一つの分数の分子及び分母に同じ数を乗除してできる分数は、元の分数と同じ大きさを表すこと
		エ 分数の相等及び大小について考え、大小の比べ方をまとめること。	分数の大小（通分）	
			時間と分数	60進法で表される時間を分数で表す
		オ 異分母の分数の加法及び減法の計算の仕方を考え、それらの計算ができること。	異分母分数の加法（真分数・仮分数）	
			異分母分数の加法（帯分数）	
			異分母分数の減法（真分数・仮分数）	
			異分母分数の減法（帯分数）	
			分数と小数、整数の加法・減法	

※重複がある場合は同じ色で示す

領域	大項目	小項目	学習要素	備考
		カ 乗数や除数が整数である場合の分数の乗法及び除法の意味について理解し、計算の仕方を考え、それらの計算ができること。	分数の乗法（分数×整数）	
			分数の除法（分数÷整数）	
			分数と倍（何倍かを求める計算）	第一用法。第二用法と第三用法は6年で項目を立てる
B 量と測定	(1) 図形の面積を計算によって求めることができるようにする。	ア 三角形、平行四辺形、ひし形及び台形の面積の求め方を考えること。	平行四辺形の面積（等積変形による解法）	
			平行四辺形の面積（公式：高さが図形の内部）	
			平行四辺形の面積（公式：高さが図形の外）	
			三角形の面積（等積変形による解法）	
			三角形の面積（公式：高さが図形の内部）	
			三角形の面積（公式：高さが図形の外部）	
			台形（面積の求め方）	
			ひし形（面積の求め方）	
			一般四角形の面積	一般四角形の面積を、対角線で三角形に分割して求める
			およその面積の求め方（方眼を利用）	
	(2) 体積について単位と測定の意味を理解し、体積を計算によって求めることができるようにする。	ア 体積の単位（立方センチメートル（cm ³ ）、立方メートル（m ³ ））について知ること。	体積の単位（立方センチメートル）	
			体積の単位（立方メートル）	
			体積の単位（単位の関係）	水のかさ（L, mL）と体積の単位（cm ³ , m ³ ）の単位関係を含む
			容積	
			体積の量感（立方センチメートル、立方メートル）	
		イ 立方体及び直方体の体積の求め方を考えること。	立方体（体積の求め方）	
			直方体（体積の求め方）	m, cmの単位換算が必要な内容を含む
			面積の公式の小数への拡張	

※重複がある場合は同じ色で示す

領域	大項目	小項目	学習要素	備考
			体積の公式の小数への拡張	
			複合図形の体積	
	(3) 量の大きさの測定値について理解できるようにする。	ア 測定値の平均について知ること。	平均（測定値の平均）	
			平均（平均の利用）	平均を使って全体の量を予想する
			平均（0を含む平均）	
			平均の求め方のくふう（仮の平均）	
			平均の見方（部分の平均と全体の平均）	
	(4) 異種の二つの量の割合としてとらえられる数量について、その比べ方や表し方を理解できるようにする。	ア 単位量当たりの大きさについて知ること。	単位量あたりの大きさ	人口密度のみ別項目を立てる
			単位量あたりの大きさ（人口密度）	
C 図形	(1) 図形についての観察や構成などの活動を通して、平面図形についての理解を深める。	ア 多角形や正多角形について知ること。	多角形	
			正多角形（意味、性質）	
			正多角形（作図）	
		イ 図形の合同について理解すること。	図形の合同（意味）	
			図形の合同（対応する点、辺、角）	
			図形の合同（対角線と合同）	四角形を対角線で分割し、できた図形が合同かどうか調べる
			図形の合同（合同な三角形の作図）	
			図形の合同（合同な四角形の作図）	
			図形の合同（敷き詰め）	
		ウ 図形の性質を見だし、それを用いて図形を調べたり構成したりすること。	図形の角（三角形の内角の和）	
			図形の角（四角形の内角の和）	
			図形の角（多角形の内角の和）	
		エ 円周率について理解すること。	円周と円周率	
	(2) 図形についての観察や構成などの活動を通して、立体図形について理解できるようにする。	ア 角柱や円柱について知ること。	角柱（意味、性質）	
			円柱（意味、性質）	
			角柱（見取図）	
			角柱（展開図）	

※重複がある場合は同じ色で示す

領域	大項目	小項目	学習要素	備考
			円柱（見取図）	
			円柱（展開図）	
D 数量関係	(1) 表を用いて、伴って変わる二つの数量の関係を考察できるようにする。	ア 簡単な場合について、比例の関係があることを知ること。	比例	
	(2) 数量の関係を表す式についての理解を深め、簡単な式で表されている関係について、二つの数量の対応や変わり方に着目できるようにする。		数量の関係を表す式	
	(3) 百分率について理解できるようにする。		割合（意味、割合を求める計算）	割合の意味と割合を求める計算（第一用法）
			割合の表し方（百分率）	
			割合の表し方（歩合）	
			割合（比べられる量を求める計算）	
			割合の計算（もとにする量を求める計算）	第二用法
			割合の計算（何割引き、何パーセント引きの計算）	第三用法
	(4) 目的に応じて資料を集めて分類整理し、円グラフや帯グラフを用いて表したり、特徴を調べたりすることができるようにする。		円グラフ（よみ方）	
			円グラフ（かき方）	
			帯グラフ（よみ方）	
			帯グラフ（かき方）	

小学校5年算数 学習要素名とID

学習要素名	学習要素ID
偶数, 奇数	U0HKVI
倍数	23HIET
公倍数	1FQCS8
約数	HOD8GT
公約数	GP08QL
素数	7BWOWR
整数, 小数の記数法	FMRNNC
10倍, 100倍, …の大きさ	44Q7NN
1/10, 1/100, …の大きさ	VQV150
小数の乗法 (整数×小数)	EMOU2F
小数の乗法 (小数×小数)	QKW65M
小数の乗法と積の大きさ	J1EYLV
小数と倍 (何倍かを求める計算)	ICZ07N
小数と倍 (比べられる量を求める計算)	06FVFJ
小数と倍 (もとにする量を求める計算)	OUP4TI
小数の除法 (整数÷小数)	CLB1W1

学習要素名	学習要素 ID
小数の除法（小数÷小数）	MMB3G0
小数の除法（整数÷小数，わり進み）	GAW3IS
小数の除法（小数÷小数，わり進み）	V7DZ0Z
小数の除法（あまりあり）	8Z9FSN
小数の除法（商を概数で表す）	1DX9DG
小数の除法と商の大きさ	BKDUYA
小数の乗法，除法に関して成り立つ性質	M6R4BC
分数と整数，小数の関係	F9TBRA
除法の結果と分数（商分数）	04JZW5
同じ大きさを表す分数（約分）	Q0SZD0
分数の大小（通分）	TBPLJK
時間と分数	YMFWHA
異分母分数の加法（真分数・仮分数）	BYWOLU
異分母分数の加法（帯分数）	ARMBRM
異分母分数の減法（真分数・仮分数）	57HUG4
異分母分数の減法（帯分数）	7ZJCZ0
分数と小数，整数の混合算	PEAM1T

学習要素名	学習要素 ID
分数の乗法（分数×整数）	0FMNVZ
分数の除法（分数÷整数）	40A0Z3
分数と倍（何倍かを求める計算）	HAGCOT
分数と倍（比べられる量を求める計算）	H797ET
分数と倍（もとにする量を求める計算）	CEBB69
平行四辺形（面積の求め方）	90YXEE
平行四辺形的面積（等積変形による解法）	I9Z62U
平行四辺形的面積（公式：高さが図形の内部）	FDX5GX
平行四辺形的面積（公式：高さが図形の外部）	5BXC1W
三角形の面積（等積変形による解法）	1FL9ZB
三角形の面積（公式：高さが図形の内部）	T1SUEK
三角形の面積（公式：高さが図形の外部）	SFV70C
ひし形（面積の求め方）	USDZ31
一般四角形的面積	A2M11Z
およその面積の求め方（方眼を利用）	V9NVHI
体積の単位（立方センチメートル）	WVR6P9
体積の単位（立方メートル）	MJJC4X

学習要素名	学習要素 ID
体積の単位（単位の関係）	341B5D
容積	G5LQ82
体積の量感（立方センチメートル，立方メートル）	9DISYN
立方体（体積の求め方）	DKTJJD
直方体（体積の求め方）	7YPTD2
面積の公式の小数への拡張	CYEIRJ
体積の公式の小数への拡張	5NTATI
複合図形の体積	CYR7TL
平均（測定値の平均）	PWEWCY
平均（平均を利用して全体量を予測）	H10CUH
平均（0を含む平均）	FWM7UL
平均の求め方のくふう（仮の平均）	96W5FC
平均の見方（部分の平均と全体の平均）	1MOR36
単位量あたりの大きさ	SM9ZGZ
単位量あたりの大きさ（人口密度）	DAXC3L
多角形	I3TF69
正多角形（意味，性質）	7P4WOS

学習要素名	学習要素 ID
正多角形（作図）	ERMAF0
図形の合同（意味）	EYA29I
図形の合同（対応する点，辺，角）	9LG2VY
図形の合同（対角線と合同）	2FH6FB
図形の合同（合同な三角形の作図）	CL11ZD
図形の合同（合同な四角形の作図）	LY0757
図形の合同（敷き詰め）	BD00G0
図形の角（三角形の内角の和）	AXLWG2
図形の角（四角形の内角の和）	H691NY
図形の角（多角形の内角の和）	1GE8T4
円周と円周率	6LVB41
角柱（意味，性質）	Q29XU1
円柱（意味，性質）	YV4VPG
角柱（見取図）	HPAYL2
角柱（展開図）	2N8HWJ
円柱（見取図）	500702
円柱（展開図）	QD0F6C

学習要素名	学習要素 ID
比例	LB8DTC
数量の関係を表す式	XHDR9Y
割合（意味，割合を求める計算）	ICM20H
割合の表し方（百分率）	M8U59D
割合の表し方（歩合）	J1EX9S
割合（比べられる量を求める計算）	CW7758
割合の計算（もとにする量を求める計算）	U6RW0F
割合の計算（何割引き，何パーセント引きの計算）	A92LNT
円グラフ（よみ方）	00UH4N
円グラフ（かき方）	G0RW85
帯グラフ（よみ方）	51SRVW
帯グラフ（かき方）	60D10Y

中学校 2 年理科 学習指導要領と学習要素の対応表

分野	学習指導要領			学習要素名
	階層 0	階層 1	階層 2	
1	電流とその利用	電流	回路と電流・電圧	直列回路/並列回路
1	電流とその利用	電流	回路と電流・電圧	回路を流れる電流
1	電流とその利用	電流	回路と電流・電圧	回路に加わる電圧
1	電流とその利用	電流	電流・電圧と抵抗	電圧と電流の関係
1	電流とその利用	電流	電流・電圧と抵抗	抵抗
1	電流とその利用	電流	電流・電圧と抵抗	物質の種類と抵抗
1	電流とその利用	電流	電気とそのエネルギー	電気エネルギー
1	電流とその利用	電流	電気とそのエネルギー	電力
1	電流とその利用	電流	電気とそのエネルギー	熱量
1	電流とその利用	電流	電気とそのエネルギー	電力量
1	電流とその利用	電流	静電気と電流	静電気の性質
1	電流とその利用	電流	静電気と電流	静電気の発生
1	電流とその利用	電流	静電気と電流	静電気と電流
1	電流とその利用	電流	静電気と電流	電流の正体
1	電流とその利用	電流と磁界	電流がつくる磁界	磁石や電磁石がつくる磁界
1	電流とその利用	電流と磁界	電流がつくる磁界	導線(コイル)を流れる電流の回りの磁界
1	電流とその利用	電流と磁界	磁界中の電流が受ける力	磁界の中の電流にはたらく力と力の向き
1	電流とその利用	電流と磁界	磁界中の電流が受ける力	モーターのしくみ
1	電流とその利用	電流と磁界	電磁誘導と発電	電磁誘導と誘導電流
1	電流とその利用	電流と磁界	電磁誘導と発電	発電機のしくみ
1	電流とその利用	電流と磁界	電磁誘導と発電	電流の種類(直流/交流)
1	電流とその利用	物質の成り立ち	物質の分解	化学変化と分解
1	電流とその利用	物質の成り立ち	物質の分解	電流による分解
1	電流とその利用	物質の成り立ち	原子・分子	原子と分子
1	電流とその利用	物質の成り立ち	原子・分子	周期表
1	化学変化と原子・分子	化学変化	化合	化合
1	化学変化と原子・分子	化学変化	化合	単体と化合物
1	化学変化と原子・分子	化学変化	化合	化学式
1	化学変化と原子・分子	化学変化	化合	化学反応式
1	化学変化と原子・分子	化学変化	酸化と還元	酸化と酸化物
1	化学変化と原子・分子	化学変化	酸化と還元	燃焼
1	化学変化と原子・分子	化学変化	酸化と還元	還元
1	化学変化と原子・分子	化学変化	化学変化と熱	発熱反応と吸熱反応
1	化学変化と原子・分子	化学変化と物質の質量	化学変化と質量の保存	質量保存の法則
1	化学変化と原子・分子	化学変化と物質の質量	質量変化の規則性	反応する物質の質量の割合
2	動物の生活と生物の変遷	生物と細胞	生物と細胞	細胞のつくり
2	動物の生活と生物の変遷	生物と細胞	生物と細胞	多細胞生物と単細胞生物
2	動物の生活と生物の変遷	動物の体のつくりと働き	生命を維持する働き	消化系
2	動物の生活と生物の変遷	動物の体のつくりと働き	生命を維持する働き	消化液のはたらき
2	動物の生活と生物の変遷	動物の体のつくりと働き	生命を維持する働き	消化された栄養分の吸収

学習指導要領				学習要素名
分野	階層 0	階層 1	階層 2	
2	動物の生活と生物の変遷	動物の体のつくりと働き	生命を維持する働き	呼吸系
2	動物の生活と生物の変遷	動物の体のつくりと働き	生命を維持する働き	血液の成分
2	動物の生活と生物の変遷	動物の体のつくりと働き	生命を維持する働き	血液の循環と物質の移動
2	動物の生活と生物の変遷	動物の体のつくりと働き	生命を維持する働き	排出系
2	動物の生活と生物の変遷	動物の体のつくりと働き	刺激と反応	感覚器官のはたらき
2	動物の生活と生物の変遷	動物の体のつくりと働き	刺激と反応	神経系
2	動物の生活と生物の変遷	動物の体のつくりと働き	刺激と反応	反射
2	動物の生活と生物の変遷	動物の体のつくりと働き	刺激と反応	運動器官のはたらき
2	動物の生活と生物の変遷	動物の仲間	脊椎動物の仲間	動物のなかまと生活
2	動物の生活と生物の変遷	動物の仲間	脊椎動物の仲間	脊椎動物の特徴と分類
2	動物の生活と生物の変遷	動物の仲間	無脊椎動物の仲間	節足動物の特徴
2	動物の生活と生物の変遷	動物の仲間	無脊椎動物の仲間	軟体動物の特徴
2	動物の生活と生物の変遷	動物の仲間	無脊椎動物の仲間	その他の無脊椎動物
2	動物の生活と生物の変遷	生物の変遷と進化	生物の変遷と進化	脊椎動物のなかまの出現
2	動物の生活と生物の変遷	生物の変遷と進化	生物の変遷と進化	進化の証拠
2	動物の生活と生物の変遷	生物の変遷と進化	生物の変遷と進化	生物の移り変わりと進化
2	気象とその変化	気象観測	気象観測	気象情報と気象要素
2	気象とその変化	気象観測	気象観測	気象観測のしかた
2	気象とその変化	気象観測	気象観測	気象要素の変化と天気の関係
2	気象とその変化	天気の変化	霧や雲の発生	水の循環
2	気象とその変化	天気の変化	霧や雲の発生	空気中の水蒸気
2	気象とその変化	天気の変化	霧や雲の発生	霧や雲の発生のしかた
2	気象とその変化	天気の変化	霧や雲の発生	雨や雪が降るしくみ
2	気象とその変化	天気の変化	前線の通過と天気の変化	気圧
2	気象とその変化	天気の変化	前線の通過と天気の変化	気団と前線
2	気象とその変化	天気の変化	前線の通過と天気の変化	前線の種類
2	気象とその変化	天気の変化	前線の通過と天気の変化	前線の通過と天気の変化
2	気象とその変化	日本の気象	日本の天気の特徴	日本の四季の天気
2	気象とその変化	日本の気象	大気の動きと海洋の影響	地球規模の大気の動き
2	気象とその変化	日本の気象	大気の動きと海洋の影響	日本付近の大気の動き
2	気象とその変化	日本の気象	大気の動きと海洋の影響	日本付近の気団

中学校 2 年理科 学習要素名と I D

学習要素名	学習要素 ID
直列回路/並列回路	GQGF0D
回路を流れる電流	IPWGX3
回路に加わる電圧	5QDK7R
電圧と電流の関係	S0LH8D
抵抗	EWSZSZ
物質の種類と抵抗	YHYHHL
電気エネルギー	X3RN1R
電力	3T0G75
熱量	JRJACW
電力量	R3FSIC
静電気の性質	CELL6R
静電気の発生	85O8BS
静電気と電流	PM9606
電流の正体	VQTXLI
磁石や電磁石がつくる磁界	JQBW5R
導線(コイル)を流れる電流の回りの磁界	FMJJZI
磁界の中の電流にはたらく力と力の向き	FKAZO5
モーターのしくみ	SVCIMO
電磁誘導と誘導電流	RNB597
発電機のしくみ	YF5FAZ
電流の種類(直流/交流)	KOICCO
化学変化と分解	8OLEWY
電流による分解	1Z456H
原子と分子	8BH8NW
周期表	Z9QA8V
化合	YVIOGO
単体と化合物	6X9SB4
化学式	PYMKQH
化学反応式	KD6CEV
酸化と酸化物	JTBAKV
燃焼	305A01
還元	AIRRU3
発熱反応と吸熱反応	6B4E1F
質量保存の法則	IXGML4
反応する物質の質量の割合	0AWQ30

細胞のつくり	OGZUWF
多細胞生物と単細胞生物	BNBSZF
消化系	MO2ZZQ
消化液のはたらき	NDIOZ8
消化された栄養分の吸収	6VO10T
呼吸系	4I98AM
血液の成分	BWMPVN
血液の循環と物質の移動	CFJBXK
排出系	43RFHN
感覚器官のはたらき	GX15OD
神経系	VZ9UZ6
反射	SWSN44
運動器官のはたらき	P6Q4OB
動物のなかまと生活	GI7X2X
脊椎動物の特徴と分類	2CSBSS
節足動物の特徴	7DH2JG
軟体動物の特徴	G138UI
その他の無脊椎動物	7S17QA
脊椎動物のなかまの出現	CG1WGM
進化の証拠	T6LEFL
生物の移り変わりと進化	8RSCCG
気象情報と気象要素	ZQQS4D
気象観測のしかた	QE2RS2
気象要素の変化と天気の関係	D6O561
水の循環	CLPB5Y
空気中の水蒸気	TD66B0
霧や雲の発生のしかた	OTNL9L
雨や雪が降るしくみ	30WLNE
気圧	WGQZXL
気団と前線	DWGQTJ
前線の種類	S7KBPT
前線の通過と天気の変化	KG01N5
日本の四季の天気	QMW6CT
地球規模の大気の動き	QN7MXZ
日本付近の大気の動き	O0I0X0
日本付近の気団	HNITJB

■事業推進委員会

		氏名	所属	主たる指導領域
1	委員長	ほりた たつや 堀田 龍也	東北大学大学院 情報科学研究科 ・教授	教育工学 教育課程の編成や 学習指導要領等
2	委員	たむら やすひさ 田村 恭久	上智大学 理工学部 教授	教育工学 電子教科書、学習履歴分析等
3	委員	ときわ ゆうじ 常盤 祐司	法政大学 情報メディア教育研究 センター 教授	e-Learning/IMS 標準、 授業支援システム、
4	委員	かわせ とおる 川瀬 徹	東京書籍株式会社	教科書会社
5	委員	いけだ かつみ 池田 勝巳	教育出版株式会社	教科書会社
6	委員	いながき けん 稲垣 健	ライズ株式会社	教材会社
7	委員	おおせき まさたか 大関 正隆	光村図書出版株式会社	教科書会社
8	委員	にしだ みつあき 西田 光昭	柏市教育委員会	教育現場
9	委員	ふくだ たかよし 福田 孝義	武雄市教育委員会	教育現場

■学習要素リスト試作企業

東京書籍株式会社

教育出版株式会社

■学習要素リストレビュー企業

日本教育情報化振興会 第1プロジェクト参加企業

■事務局（一般社団法人 日本教育情報化振興会）

小形 日出夫 常務理事・事務局長

小川 満広 調査・研究開発部 開発担当部長

池田 智志 事務局支援（株式会社学研プラス）

石坂 芳実 事務局支援（一般社団法人 ICT CONNECT21）

平成29年度 文部科学省委託事業

ICTを活用した学習成果の把握・評価に向けた学習要素の分類等に関する
調査研究事業

平成30年3月23日発行

発行者 一般社団法人 日本教育情報化振興会 (JAPET&CEC)

印刷 株式会社カントー

禁無断転載 ©2018 一般社団法人日本教育情報化振興会



Japan Association for Promotion of Educational Technology

一般社団法人 日本教育情報化振興会