ISSN 1344－2910

河川総合研究所報告
第22号

平成28年12月

公益財団法人河川財団
河川総合研究所

は　じ　め　に

（公財）河川財団は、河川に関する調査・研究及び環境整備並びに河川への理解を深めるための活動に対する助成並びにその実施を行うことにより、国土の利用、整備又は保全及び国民の心身の健全な発達を促進し、公共の福祉を増進することを目的とし、以下の事業を実施しています。

（１）　河川に関する活動に対する助成及びその成果の普及
（２）　河川に関する調査・研究及びその成果の普及
（３）　河川教育の推進及び河川への理解を深めるための活動
（４）　水辺環境の向上及び住民の健康増進を図るための河川健康公園の運営
（５）　河川管理者の行う河川の維持管理に関する事業の受託

昨今、鬼怒川の破堤氾濫や北海道における台風被害を始めとした豪雨災害が頻発しており、気候変動の影響が懸念されています。これら課題に対して、気候変動への方策として従来から議論されている緩和策に加え、適応策としてのハード対策の議論を始めることが求められ、また、これらハード対策・ソフト対策を具体化させ、確実なものとしていく必要があります。

このように社会情勢が変化していく中で、河川管理を適切に進めていくためには、ICT 等の技術の活用が期待されるとともに、新たな仕組みや複合的な技術が求められています。

当財団においては、これら問題意識のもと、（２）河川に関する調査・研究及びその成果の普及に関して、東京本部内の河川総合研究所、子どもの水辺サポートセンターを中心にして、以下の調査研究を行い、本報告はその成果をまとめたものです。

（１）　健全な河川生態系の保全・再生に関する調査・研究
（２）　災害を防止するための調査・研究
（３）　良好な水辺利用を促進するための調査・研究

本報告は、調査研究の成果を広く関係の方々にお知らせし、現場における技術的課題の解決に役立てていただくものです。

第 22 号を発行にあたり、国土交通省をはじめ関係各位のご指導、ご支援に感謝し、ここに厚く御礼申し上げる次第です。

今後も、わが国の河川の現状と国民のニーズを把握し、社会の要請に的確に応えるために一層の努力をして参る所存ですので、関係各位の暖かいご指導、ご支援をお願い申し上げる次第です。

平成 28 年 12 月

公益財団法人　河川財団
理事長　関　克己

目　　次

１．健全な河川生態系の保全・再生に関する調査・研究

１）堤防植生に適した植生基盤土質の検討 1
：大澤寛之、山田政雄、吉田高樹、平田真二、橋本純

２）シバ植生の長期保持に向けた堤防養生工の検討 12
：塩見真矢、山田政雄、大澤寛之

３）地域の在来種（七草）による堤防緑化技術の開発 23
：山本嘉昭、久保壮史、大澤寛之、山田政雄、吉田高樹、河﨑和明

２．災害を防止するための調査・研究

１）堤防等河川管理施設の点検結果評価要領（案）の改定について 37
：本間俊行、山田博、鈴木克尚、河﨑和明

２）平成 27 年 9 月関東・東北豪雨による鬼怒川の出水前後の河道変化について 45
：加藤授人、鈴木克尚、塩見真矢、山本晃一、山田博

３）河川点検評価実務への FT 図の活用 55
：小澤淳眞、安達孝実、宮下光泰、鈴木克尚

３．良好な水辺利用を促進するための調査・研究

１）流域から学ぶ河川教育～流域は問題解決のフレームワーク～ 63
：菅原一成、河﨑和明、鈴木篤、森範行、吉野英夫

流域から学ぶ河川教育

～流域は問題解決のフレームワーク～

菅原　一成*・河﨑　和明**・鈴木　篤***・森　範行**** ・吉野　英夫*****

１．はじめに

古来より山紫水明の国と呼ばれた日本はアジアモンスーン地帯に位置し，水豊かな美しい国土を有している．しかし，高度経済成長の中で，健全な水循環が弱体化し，田園の美しい山川や都市の中の憩いの水辺の多くが失われることとなった．また，近年は，時間雨量 50㎜ を超える「豪雨」の発生件数が増加傾向にあり，2014 年の広島の土砂災害や記憶に新しい 2015 年の鬼怒川の水害，1981 年石狩川流域の「56 水害」に匹敵する被害となった 2016 年の台風 7，11，9，10 号による水害に代表されるように，水に関する災害も多くみられるようになった．これら文明の変化や気象変動の進展等により，水の関連する自然災害，水利用，水環境に関わる問題は深刻化している．これらの問題解決のフレームワークとして「流域」を意識し，学ぶことは重要であるというのが本稿のテーマであり，河川教育の新たな展開として提案する．

２．流域とは

「流域」を一言であらわすと「雨の水が水系に集まる大地の範囲」となる．山々の尾根を流域の境として，特定の範囲に降った雨が集まって大きな河川となる．例えば上流で水を汚す等の行為は下流にも影響を与えることになる．

19 世紀のアメリカの地理学者であり探検家であるジョン・ウェズリー・パウエルは「流域」の中では，「人間も含めて全ての生物が共通の水路を通して密接不可分となる」と述べている [1]．

日本においては，全ての地域はどこかの流域に属している．多摩川や利根川といった 1 級河川だけでなく，2 級河川や普通河川等もある．都道府県等の行政区をまたぐ流域は数多くあり，流域の形や規模，特性等も様々である．

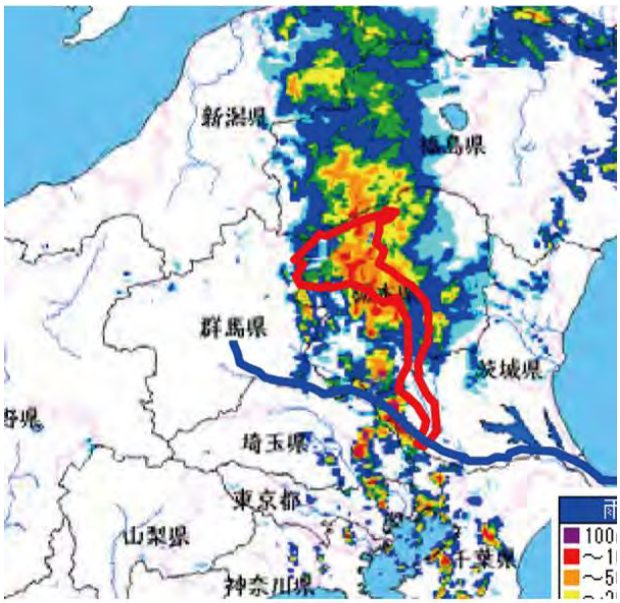
３．流域の概念を学ぶ意義

河川を中心とした水循環を理解するためには「流域」の概念が重要と考える．

2015 年 9 月の関東・東北豪雨災害では，**図 3・1** に示すように南北に伸びた線状降水帯が，鬼怒川の流域の範囲と重なった [2]．このキノコの傘のような部分に大量の雨が長時間降り注いだことにより，ひしゃくの柄のような幅の狭い下流部に流域内から集まった水が集中した．下流部で雨が降っていなくとも上流部で大雨が降っていれば，やがて下流にその水が押し寄せるということは予見できそうであるが，実際には目の前の川が増水しているような状況でなければ実感がわかないことが想定される．そのため，このような自然環境の特性やメカニズムを把握する上で重要となる「流域」という概念を多くの人が認識していれば，いざというときには，自ら考え，主体的に避難できることが可能となると言える．

当財団の職員の親族に，常総市在住者がいる．鬼怒川が破堤した当日，破堤箇所の反対側で葬儀に参列していた．北方で雨が降っているということは認識していたが，帰宅しニュースを見て，はじめて反対側で破堤していたことを知って驚いた，というようなエピソードもある．

＊（公財）河川財団　子どもの水辺サポートセンター　研究員
＊＊（公財）河川財団　理事
＊＊＊（公財）河川財団　子どもの水辺サポートセンター長
＊＊＊＊（公財）河川財団　基金事業部長
＊＊＊＊＊（公財）河川財団　子どもの水辺サポートセンター　特命研究員

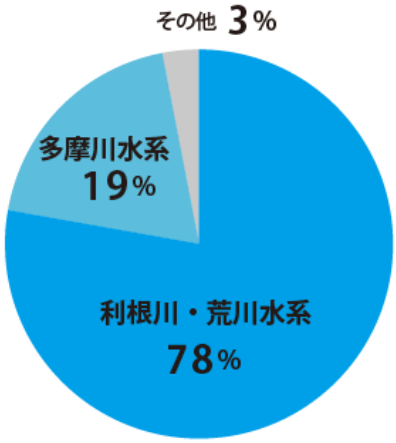


レーダー雨量図　平成 27 年 9 月 10 日 0：00

図 3・1　鬼怒川流域と重なった線状降水帯
（国土交通省関東地方整備局「『平成 27 年 9 月関東・東北豪雨』に係る 洪水被害及び復旧状況等について」[3] より）

写真 3・1　平成 27 年 9 月関東・東北豪雨災害
（写真提供：株式会社パスコ）

また，2016 年の夏は利根川上流の八木沢ダムをはじめとしたダム群の貯水率が過去 25 年間で最小レベルまで低下し，大きな話題となったことは記憶に新しい．**図 3・2** に示すように東京都の水源の約 8 割は利根川と荒川の水であるため，東京から遠く離れた利根川の上流部に雨が降らないと水に困るからである．つまり東京の飲み水は東京都の行政区内だけでは完結しないことがこのことからも分かる．



東京都水道局HP「東京の水道水源」より

図 3・2　水系別比率
（東京都水道局 HP より）[4]

このような洪水や土砂崩れなどの自然災害，渇水等の事象は行政区単位ではなく，『流域』単位で発生する．同様に生態系や水質汚濁等を考える上でも流域単位で対象を捉える事が重要となる．

また，（環境基本法第 15 条に基づき）政府が定める環境の保全に関する基本的な計画である環境基本計画でも「住民等が流域の水循環についての認識を共有することが重要」[5] と記載されていることからも環境を考える上でも必要な概念であることが分かる．（**図 3・3** 参照）

> 流域の一人一人が身近な水環境の魅力やそれが抱えている問題に気づき，主体的に活動に参加することが重要となるため，流域の水循環の現状に対する認識を流域の住民，事業者，民間団体，地方公共団体，国等の関係者が広く共有することが重要

図 3・3　環境基本計画（第三次）抜粋

まとめると「流域」は川に関わる人間の活動を含め，自然のメカニズムとの調整が行われる場である．このため今後気候変動の進展が進み降水量が増大すれば自然災害が深刻化を増すこととなるため，「流域」の視点で捉える事は水災害や水利用，水環境を

考える際のフレームワークとなり，問題解決を行う際の必須概念となると考えている．

このように「流域」は，人と自然との関係を学ぶことができ，日本において私たちがどう生きるべきかを考えさせてくれる教材ともなり，今後教育現場で重視されるようになる「課題の発見と解決に向けて主体的･協働的に学ぶ学習（アクティブ・ラーニング）[6]」にもつながると考えられる．

人々が「流域」の概念を学び，物事を捉えるようになることは有益だが，この概念を学ぶ機会は意外にも多くはない．

４．日本における学校教育での状況

日本の学校教育の根幹にある文部科学省の学習指導要領及びその解説の中で，小中学校においては「流域」という用語は取り上げられていない．**図 4・1** で示すように高校の世界史の中で，メソポタミア文明や黄河文明といった古代文明との関係で，はじめてそしてわずかに記述されているだけである．

世界史 A

(1) 世界史へのいざない｜ア 自然環境と歴史

「大河流域の沖積平野に形成された古代文明の自然環境と人類の生活や活動」

世界史 B

(2) 諸地域世界の形成｜ア 西アジア世界・地中海世界

「大河流域のメソポタミアやエジプトでは古くから灌漑農耕が展開」

(2) 諸地域世界の形成｜ウ 東アジア世界・内陸アジア世界

「黄河・長江流域などの新石器文化と殷・周の成立」

図 4・1 文部科学省「高等学校学習指導要領解説 地理歴史編」[7] での記載

一方，高校の専門学科である「農業科」の学習指導要領解説には**図 4･2** で示すように「水と地球環境」という区分の中で流域に関する記載がされている．ただしこの教科は，農業についての専門技術や知識を学ぶ高校が扱う教科であるため，大多数の高校生が学ぶような共通教科ではない．

森林科学

(6) 人間社会と森林｜イ 流域社会と人の暮らし

農業と工業の水利を基盤とする流域社会と人の暮らしは，人間を含む多くの生物が持続的に生息できる生態系が保たれることの上に成り立っていることを理解させるとともに，水源地に発する森林生態系と，河川生態系さらに湿地湖沼生態系の相互依存関係及び森と川と海の水循環の意味を理解させる．

森林経営

(6) 森林経営と森林政策｜ア 我が国の森林政策

我が国の森林管理については，森林施業，森林経営や木材産業の振興を主な河川の流域ごとに一体的に進める流域管理システムに基づいて実施されていることを理解させる．

水循環

(1) 水と地球環境｜イ 水文循環

水収支のバランスや水循環に伴う物質循環の基礎について学習させ，地球規模の水文循環や流域の水文循環についての基礎的な内容を理解させる．

(1) 水と地球環境｜ウ 水と森林・河川・農地

河川の特徴や流域の降雨特性と流出機構について学習させ，森林･農地の降雨などの流出特性と，緑のダムとしての機能や地下水涵養の機能について理解させる．また，海洋や水産資源への影響も考えさせる．

図 4・2 文部科学省「高等学校学習指導要領」及び「高等学校学習指導要領解説 農業編」[8] での記載

さらに水や川の取り上げ方として，日本の理科は「地球惑星科学的アプローチ」中心のため，「幅広さ･発展が見込まれるような体系化がされていない」

といった課題がある．

小学校・中学校・高等学校の学習指導要領解説理科編において，水や川に関係する単元を**図 4・3** に示す．「生命」「地球」を柱とした内容の構成をみると縦軸は，小学校 3 年から高校までの 1 学年ごとの学習内容，横軸は「生命」「地球」のカテゴリとなり，関係が深いのは「生物と環境のかかわり」「地球の内部」「地球の表面」となる．

例えば小学校 5 年で学ぶ単元の「流水の働き」では，「浸食・運搬・堆積」から始まり，地表の変化及び地層の成り立ちで止まってしまう．「地球の表面」よりも「地球の内部」に重点が置かれている構成となる．

中学校 3 年では，「生物と環境」，「自然環境の保全と科学技術の利用」という単元があるが，小学校時に身に付けた「流水の働き」での学習事項とが結びつかず，水についての発展的な学習ができないという課題が挙げられる．

今後，学校教育で水について系統的に学べるようになることが，流域の概念を学ぶ下地となるのではないかと考える．

5．欧米における学校教育での状況

諸外国の学校教育においては「流域」のみならず「水」に関する教育がどのように系統的に扱われているかを既存の資料を中心に調べた．水や河川との関わりが深い理科教育を中心に見てみると，世界各国ともに科学や工学教育に力を入れており，問題解決型の教育を進めようとする意向が見て取れる．

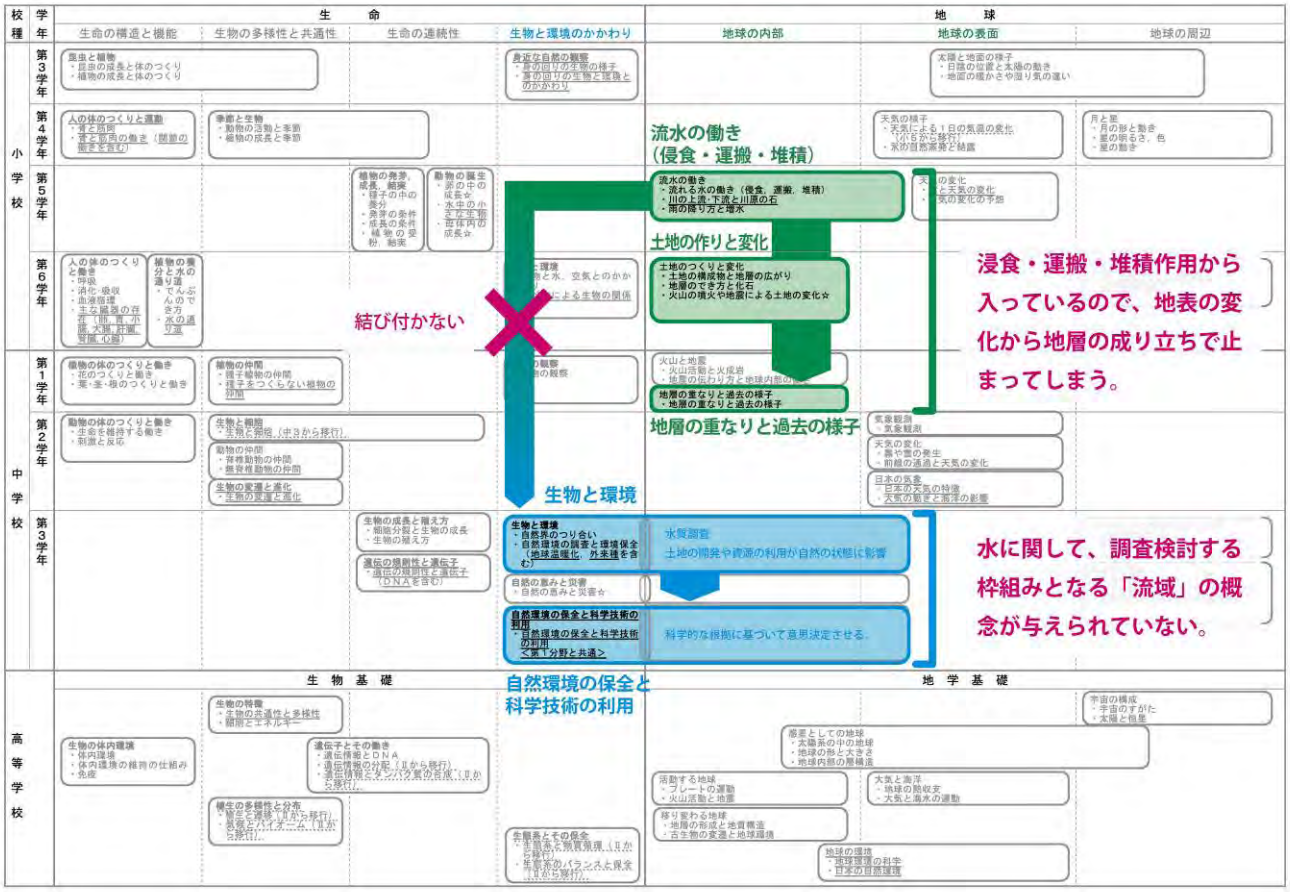


図 4・3　小・中・高の理科における「生物基礎」・「地学基礎」の「生命」「地球」を柱とした内容の構成[9) 10) 11)]

（１）米国

米国においては，STEM とよばれる教育がなされている．**図 5・1** に示すように STEM は「サイエンス」「テクノロジー」「エンジニアリング」「マセマティックス」の頭文字で，それらの教育を統合したものである．これは市民の科学技術リテラシー向上，理工系人材の拡大を図り，21 世紀社会をリードする国家を目指した科学教育である．この動きは隣国であるカナダや EU をはじめとして各国に大きな影響を与えている．

米国では，連邦教育長官への教育の危機的状況を訴えた答申「危機に立つ国家（1983）[12]」の衝撃を受け，STEM 教育プログラムに国家戦略として取り組み，オバマ政権でも「すべてのアメリカ人学生のために STEM 教育を改革するための行動（2009）[13]」により理工系人材の拡大を図っている．この動きは隣国であるカナダや EU をはじめとして各国に大きな影響を与えている．

STEM 教育の効果として，欧州委員会の研究総局による「今日の科学教育：欧州の将来に向けた新しい授業法（2007）」では，学校教育の改善に取り組み，①演繹型手法中心から探求型手法への授業法の転換が科学への関心を増やす手段，②探求型への変革が正規の教育と非正規の教育関係者の協力機会を増大，③改革の重要な担い手の教員がネットワークを持つことにより教育の質の向上や意欲の維持が可能，となることが報告されている[14) 15)]．

すなわち，STEM 教育の成果として，受け身の授業ではなく，探求型の授業となることで科学への関心を増やした点や，多分野との融合により，教員の質の向上が図られたといった点が挙げられている．

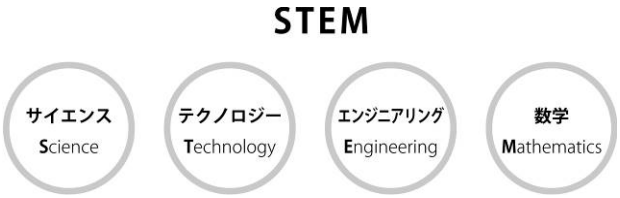


図 5・1　STEM 教育の領域

そのなかで，STEM 教育の考え方を，実際のカリキュラムに落とし込むための到達目標を定めたのが 2013 年の「NGSS（ネクスト・ジェネレーション・サイエンス・スタンダード）（米国科学アカデミー，アチーブ，米国科学振興協会，科学教育者協会編）[16)]」という理科の学習指導要領である．ここでは小学校 4 年にあたる第 4 学年に「浸食」や「地図から地形を読み解く」という部分で，流域の概念につながる事柄を学び，高校では自然災害と人間活動との関係で水害を学ぶこととなっている．

NGSS は，生徒は何を知っていて，何ができるべきなのかを反映したスタンダードであり，「プラクティス」「コンテンツ」「領域横断概念」の三つのマトリックスが明記され，領域や学年を超えて一貫した科学教育が受けられるように開発されたものである．

NGSS の「領域のコア概念」は，「物理科学（PS）」，「生物科学 A（LS）」，「地球と宇宙の科学（ESS）」，「科学・技術・科学の応用（ETS）」に分類され，水，特に河川や流域の概念に関係する事項に関しては，「地球と宇宙の科学（ESS）」の中で以下のように扱われている．（**図 5・2** 参照）

【幼稚園（K）～第 2 学年】

「ESS2.A　地球の物質とシステム」：　風と水が土地の形状を変化させる．

「ESS2.C　地球表面の変化における水の役割」：水は様々なかたちで，地球上の様々な種類の場所に存在する．

「ESS3.B　自然災害」：　地域ごとに特定の悪天候に見舞われる確率は異なり，気象予測を行うことにより地域社会は悪天候に備えることができる．

【第 3 学年～第 5 学年】

「ESS2.A　地球の物質とシステム」：　降雨は土地の形成の一因であるとともに，地域ごとの生物種に影響する．水・氷・風・生物・重力は，岩・土・堆積物をより細かい粒子に砕き，運搬してゆく．

「ESS3.B　自然災害」：　多様な災害は自然の過程の結果であり，人類は自然災害をなくすことはできないが，その影響を減じることはできる．

【第 6 学年～第 8 学年】

「ESS2.C　地球表面の変化における水の役割」および「ESS2.D　気象と気候」：　地上，海洋，大気の中での水循環は，太陽光と重力の働きによる．また水の動きは，風化や浸食，地形の特徴の変化の原因となる．

「ESS3.B　自然災害」：　自然災害の中には，過去の災害履歴を地図上にマッピングすることや，地質学的な力を理解することにより予測できるものもある．

【第 9 学年～第 12 学年】

「ESS2.C　地球表面の変化における水の役割」：地球の変化は水の化学的・物理的な性質に大きく影響される．

「ESS3.B　自然災害」：　自然災害等は，地区，地域および世界的な規模で人類の歴史に影響を与えた．

図 5・2　NGSS における河川や流域の概念に関する事項

（２）カナダ

カナダは連邦制国家であり，教育制度は州によって異なっているが，科学教育についてはカナダ教育大臣協議会（10 州と 3 準州で構成，連邦政府には教育大臣はいない）による「共通フレームワーク」の策定により，州間の科学カリキュラムの共通性は高い．

オンタリオ州は，国内最大の都市である州都トロントと，首都オタワが所在し，人口・GDP ともにカナダ全体の 4 割弱を占める大州である．

2008 年にオンタリオ州の教育省が定めた「オンタリオ・カリキュラム」において「科学と技術」の教科が設けられている．

「成果を上げる教育改革」と評価の高いこの「オンタリオ・カリキュラム」の理科の「共通フレームワーク」では図 5・3 に示すように「科学」「技術」「社会」「環境」が 4 つの基礎力とされており，「明確な目標の設定」と「教員の指導力向上を目指し，「何を教えるか」「どのレベルで教えるか」を規定している．

図 5・4 に示すように流域に関しては，日本の中学 2 年にあたる第 8 学年の「水のシステム」の中で，流域の概念を学び，第 9 学年の「持続可能なエコシステム」でその概念を使い，人間活動の水質への影響を調査し，人間活動のインパクトを説明できるようにすると規定されている．

図 5・3　オンタリオ・カリキュラムにおける理科の「共通フレームワーク」[17]

SCIENCE

Elementary Science and Technology Curriculum Overview

	Understanding Life Systems	Understanding Structures and Mechanisms	Understanding Matter and Energy	Understanding Earth and Space Systems
Grade 1	Needs and Characteristics of Living Things	Materials, Objects, and Everyday Structures	Energy in Our Lives	Daily and Seasonal Changes
Grade 2	Growth and Changes in Animals	Movement	Properties of Liquids and Solids	Air and Water in the Environment
Grade 3	Growth and Changes in Plants	Strong and Stable Structures	Forces Causing Movement	Soils in the Environment
Grade 4	Habitats and Communities	Pulleys and Gears	Light and Sound	Rocks and Minerals
Grade 5	Human Organ Systems	Forces Acting on Structures and Mechanisms	Properties of and Changes in Matter	Conservation of Energy and Resources
Grade 6	Biodiversity	Flight	Electricity and Electrical Devices	Space
Grade 7	Interactions in the Environment	Form and Function	Pure Substances and Mixtures	Heat in the Environment
Grade 8	Cells	Systems in Action	Fluids	Water Systems

Grade 9 and 10 Science Curriculum Overview

	Biology	Physics	Chemistry	Earth and Space Science
Grade 9 Academic	Sustainable Ecosystems	The Characteristics of Electricity	Atoms, Elements, and Compounds	The Study of the Universe
Grade 9 Applied	Sustainable Ecosystems and Human Activity	Electrical Applications	Exploring Matter	Space Exploration
Grade 10 Academic	Tissues, Organs, and Systems of Living Things	Light and Geometric Optics	Chemical Reactions	Climate Change
Grade 10 Applied	Human Tissues, Organs, and Systems	Light and Applications of Optics	Chemical Reactions and Their Practical Applications	Earth's Dynamic Climate

「科学と技術」共通カリキュラム

「科学」単独カリキュラム

図 5・4　オンタリオ・カリキュラムにおける「科学と技術」共通カリキュラム及び「科学」単独カリキュラム

図 5・5 に示すようにカナダで使用されている教科書の中から，Pearson 社の第 8 学年と第 9 学年（日本の中学生に相当）の「Investigating SCIENCE AND TECHNOLOGY」を入手した．カナダでは，教科書はそ

れを用いて指導する義務もなく，カリキュラム範囲外の記述も多い．第 8 学年は 400 頁を越え，第 9 学年は 600 頁に近い大部であり，カラー写真や図表も多く，内容が豊かな教科書である．価格はハードカバーで約 100 カナダドルと日本円では約 8,000 円になり，日本の中学校の理科検定教科書（200 頁位）のほぼ 10 倍の値段である．

カナダの第 8 学年の教科書でも，このように流域の概念について詳しく記述されて，このチャプターでは「何が学べるか」「どんなことができるようになるか」「なぜこの概念を学ぶことが重要か」が教員だけでなく，生徒自身に対しても明確に示されている．このような記述は日本の教科書には見当たらないものである．（図 5・6 参照）

図 5・5　カナダで使用されている教科書の記載例①（PEARSON「Investigating SCIENCE AND TECHNOLOGY8」より）[18]

流域の概念を学ぶことについて

What You Will Learn（何が学べるか）

In this chapter, you will explain what watershed is

Skills You Will Use（どんなことができるようになるか）

In this chapter, you will use scientific inquiry and research to investigate water on Earth

Why This Is Important（なぜこれが重要か）

Understanding how and where water exists on Earth helps us to understand how water systems affect our lives and how our activities affect water systems.

図 5・6　カナダで使用されている教科書の記載例②（PEARSON「Investigating SCIENCE AND TECHNOLOGY8」より）

（３）ドイツ

ドイツでは 2009 年に連邦環境省が作成した小学生向け教育教材「水は生き物（ヴァッサー・イスト・レーベン）」において，水に関する多様なテーマを取り上げ，様々な視点からまとめている（図 5・7 参照）．例えば，水循環機能，水消費量の計算方法や汚染された水を浄化することの難しさ，河川の動植物への影響等について，学ぶことができる．

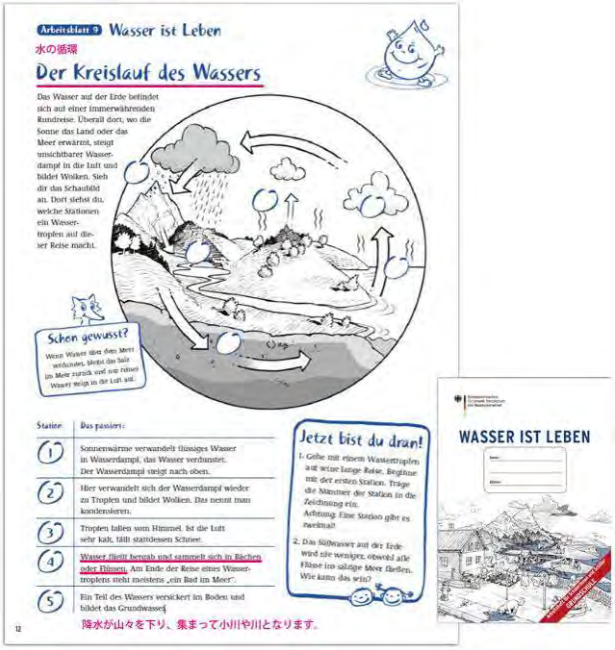


図 5・7　小学生向け教育教材「水は生き物（ヴァッサー・イスト・レーベン）」（ドイツ連邦環境省）[19]

また，図 5・8 に示すようにドイツの中学校の理科は物理，化学，生物の 3 科目からなり，地学は独立した科目としては存在しておらず，各科目に分散し

て扱われている．

そのうち，「化学」では「水質」などが扱われ，地学的な分野である「流域」の概念を踏まえて課題を解くカリキュラムがある．たとえば仮想の地域において，ビール工場を建設するためその立地場所を探す，という教材がある．6 つの候補地には水質のデータが示され，かつ自然保護区や地域の産業，人口，地理条件等も考慮しながら，課題を解決する仕組みとなっている．これらは流域の概念を身に付けながら多面的な視点で適切な行動を行うための訓練となっており，コンピテンシーとよばれる，社会の複雑な課題に対応できる実践能力を育成することを狙いとしている．（図 5・9 参照）

図 5・8　ドイツ常設各州文部大臣会議の教育スタンダード（中等教育）における理科教育の領域

【理科のコンピテンシー領域】
「専門知識」「認識獲得」「コミュニケーション」「評価」

【理科のコンピテンシーとは】
「知識の獲得と創造，専門内容の理解，科学的な考え方や活動方法の習得にとどまらず，社会の文脈などから自然の事態を評価・判断し，行動する能力やコミュニケーションの能力を含むもの」
→現在社会の複雑な課題に対応し，その解決の道を一緒に探し求める為に必要な実践的能力

図 5・9　ドイツ常設各州文部大臣会議の教育スタンダード（中等教育）における理科教育の考え方（参考：宮野純次・藤井浩樹「ドイツの理科教育−その伝統と革新−」（2015 年風間書房））[20]

６．河川教育の新たな展開

前述したとおり，諸外国の学校教育においては，流域に限らず水そのものを多面的に学び，発達段階に応じ系統立てて学べるようなカリキュラムが存在している．そしてそれらは「理科」と「科学技術」または「工学」をつなげ，社会の複雑な課題に対し，その解決策を見つけ出して実践力を養うという教育がなされている．

日本では「純粋科学的」な要素が強く，物事を解決するという「工学（技術）的」な面が十分取り上げられていないという側面がある．

このことについて，平成 22 年度の「大学における技術者教育に関する会議」[21] では，「小中学校で理科・数学の授業時間が増えたのはいいが，技術を通して社会にどう結びついているかという教育は全く手つかず」，「科学教育と技術教育が現在マッチングをしていない」といった意見が挙げられている．

それらを解決するツールの一つとして図 6・1 に示す「流域」という概念を活用した学習プロセスを提案する．例えば，小学校 5 年の理科の単元「流水の働き」において，単に学校の校庭で水を流して「浸食・運搬・堆積」を学ぶだけでなく，最終的には堤防やダム等を作って流れる水をどのように制御するかというプロセスを学習内容に盛り込むという事が考えられる．これらの過程を経ることが工学的発想の理解につながると言える．

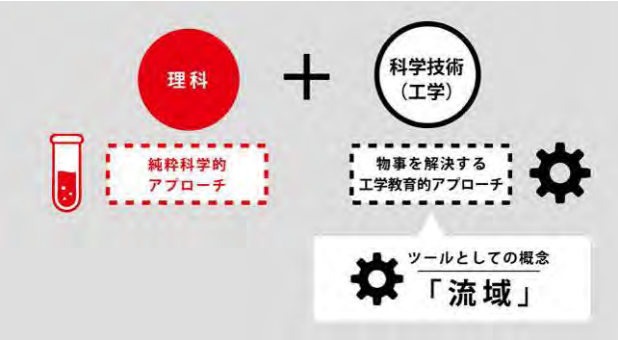


図 6・1　「工学教育的アプローチ」の視点と「流域」という概念を活用した学習プロセス

7．日本の小学校における流域を意識した先進事例

日本において，既に流域を意識して実践している学校がある．それらの例として学年別に系統立てて実践している神奈川県のA小学校と，一つの学年で集中的に実践している福岡県のB小学校を紹介する．

A小学校では，理科5年の単元「流水の働き」と6年の単元「地層のなりたち」の2つを組み合わせた形で，授業を行う予定である．A小学校では，「流域」を意識した学習を発達段階に応じて行う試みがされている．例えば，5年理科の「流水の働き」では，校庭で水を流す実験がある．この学校では，「粒子の大きさと水の流れ方」と題して，表面の形状が異なる2つの斜面で水の流れ方の違いを学び，それを制御する方法を学習している．また，3年においても「粒の大きさの違いと水の浸み込み方」を学び，4年では「粒の大きさの違いと流れ方」と題して流速の違いと地質を比較する等，5年の「流水の働き」につながるような事前学習を行っている（**図7・1**参照）．また，今後は6年の「土地のつくりと変化」へとつながるような学習が展開される予定である．

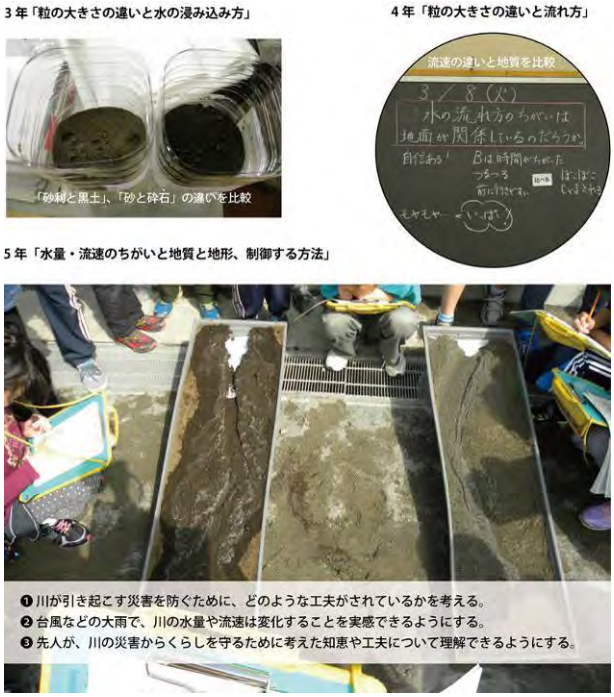
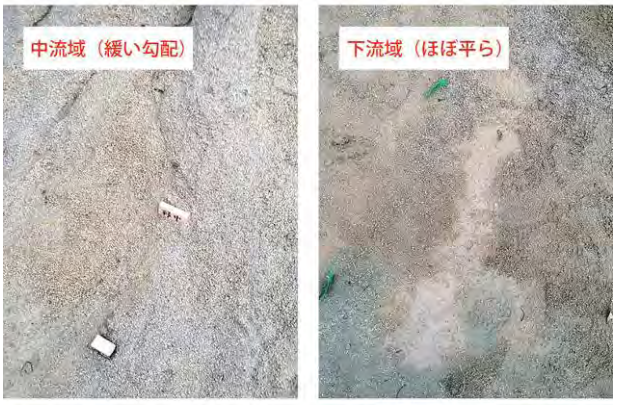


図7・1　協力校における実践事例①（A小学校）「流水の働き」と「地質の違い」

一方，B小学校では，同じ理科5年の単元「流水の働き」でも，流域の概念を取り入れながら防災教育につながる学習となるような取組みを行っている．その一つにB小学校近隣地域の山から海までの断面図を作成し，この断面図を参考にして校庭に土山（つちやま）をつくり，水を流す実験を行って，上流・中流・下流のそれぞれの泥水の流れを観察するという取組みを行った．

他にも，1辺1メートルのマスを屋上に設置し，降った雨の量を図り，そこから校庭や小学校の校区内に降った雨の量を計算で求めるという取組みも行った．（**図7・2**参照）

水を流すと、尾根から谷へ雨水が流れ、谷に川ができ、地面が削れ、中流域、下流域に泥水が運ばれた。



【中流域】上流域から運搬された大きな砂粒が堆積した

【下流域】泥水が一旦溜まり、水が引くと泥が堆積した

図7・2　協力校における実践事例②（B小学校）「流水の働き」と「地形の違い」

その結果として**図7・3**に示すように，これらの授業を通して，B小学校の生徒は上流域と下流域の違いを認識し，また，図を使って「浸食・運搬・堆積」

のメカニズムを説明できるようになった．さらに，なぜここに川原ができるのか，何のために護岸工事を行うのかなど，水の働きにより起こる現象を認識している様子が感想文からも読み取ることができる．

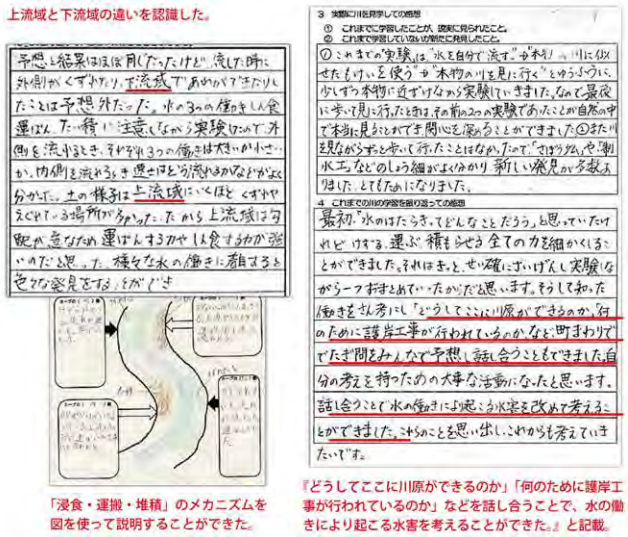


図 7・3　協力校における実践事例②（B 小学校）の感想文

8．河川財団における取り組み

このように流域の概念を児童・生徒に学んでもらおうと取り組む試みが始まっている．一方で，現行の学習指導要領には流域に関する記載がほとんど無いことや，教員においても河川に関する知識を有し，児童・生徒に分かり易く説明するノウハウが少ないことが隘路になっている．

そこで当財団では，そういった教員にも水の衛生，水の利用，水の特性，水循環，地下水，河川，流域，水防災，文化等，水に関する様々なテーマについての理解ができるようプロジェクト WET と呼ばれる体験型の水教育プログラムを提供している．「プロジェクト WET」は世界 66 以上の国や地域で展開されている国際プログラムであり，発展途上国では国連ハビタットや米国国際開発庁の協力により教材の無償提供が行われている．河川財団では，平成 15 年より日本での普及活動に取り組み，日本の事情に合った教本の作成や今までに 8,000 人以上の指導者の育成を行っている．プロジェクト WET のプログラムのいくつかには流域の概念を学ぶアクティビティがあり，また，流域に焦点をあてた木曽川流域版のガイドブックの作成等も行った．（**図 8・1** 参照）

大学の教育学部の関係の中からは「プロジェクト WET は専門知識を持たない，または理科系を苦手とする教員や教育学部の学生に対して有効な教材である」との評価を得ている．

また，水に関する学習を通じて「チームワークや決断力・問題解決の方法」等のスキルを学ぶことのできる「プロジェクト WET」のアクティビティの実施方法や進め方は日本の次の学習指導要領で重視されている「アクティブ・ラーニング」の方法と合致しており，水という題材を様々な視点から考える教育は，課題の発見・解決に向けた探究・成果の表現といった過程を，子供たちが主体的に行う学習であるアクティブ・ラーニングに馴染みやすいものと考えられる．

図 8・1　プロジェクト WET における流域学習ツール

当財団の将来目標としては学校教育においてすべての子どもたちに川を知り・学んで欲しいと考えているが，その道のりはまだまだ遠いとも感じている．欧米等が力を入れている「理科」と「工学」との融合の動きが日本でも進みつつあるなかで，その工学教育的アプローチの「ツール」として「流域」の概念が部分的に活用されることが当面の目標ではないかと考えている．

９．おわりに

水や河川の存在は普遍的であるが，その特性は地域によって大きく異なっている．日本は古来より，台風や渇水に苦しみながら稲作農業を営んできた長い歴史を持っている．それゆえ，日本だからこそ学べる河川教育があると考えている[22]．

子どものうちから流域の概念を学び，そしてその概念を活用した工学的な課題解決を行うことで，流域の視点を持った，持続可能な水循環に貢献でき，災害に対処できる市民の育成が図られると考えている．（**図９・１**参照）

河川財団も４つの公益事業の一つとして掲げている「河川教育の推進」の取組みを通じ，流域の概念の理解，子どもたちの水･河川リテラシーの向上に，貢献していきたいと考えている．

図９・１　流域を軸とした河川教育の概念図

引用・参考文献

1) EPA 米国環境保護庁 WEB サイト：”What is a Watershed”
http://water.epa.gov/type/watersheds/whatis.cfm/

2) 柳瀬博一(2015)：鬼怒川の水害，再発を避けるには「流域思考」が必要
(岸由二慶応大学名誉教授のインタビュー)
http://business.nikkeibp.co.jp/atcl/report/15/110879/091400081/

3) 国土交通省関東地方整備局(2015)：「『平成 27 年 9 月関東・東北豪雨』に係る洪水被害及び復旧状況等について」

4) 東京都水道局 HP「東京の水道水源」
https://www.waterworks.metro.tokyo.jp/suigen/antei/02.html

5) 環境省（2006）環境基本計画（第三次計画）

6) 中央教育審議会（2014）：初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について（諮問）

7) 文部科学省(2009)高等学校学習指導要領解説 地理歴史編

8) 文部科学省(2010)高等学校学習指導要領解説 農業編

9) 文部科学省（2008）小学校学習指導要領解説理科編

10) 文部科学省（2008）中学校学習指導要領解説理科編

11) 文部科学省（2009）高等学校学習指導要領解説理科編

12) The National Commission On Excellence in Education（1983）：「A Nation at Risk（危機に立つ国家）」

13) National Science Board（2009）：「Actions to Improve Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education for all American Students（すべてのアメリカ人学生のために STEM 教育を改革するための行動）」

14) 堀田のぞみ(2011)：科学技術政策と理科教育：科学技術政策の国際的な動向，121-134

15) 欧州委員会 研究総局（2007）「今日の科学教育：欧州の将来に向けた新しい授業法」

16) 米国科学アカデミー，アチーブ，米国科学振興協会，科学教育者協会編（2013）：「NGSS（ネクスト・ジェネレーション・サイエンス・スタンダード）」

17) カナダ オンタリオ州教育省（2008）：オンタリオ カリキュラム

18) Pearson（2008）：「Investigating SCIENCE AND TECHNOLOGY8」

19) ドイツ連邦環境省（2009）：「WASSER IST LEBEN」

20) 宮野純次・藤井浩樹（2015）：「ドイツの理科教育-その伝統と革新-」

21）大学における実践的な技術者教育のあり方に関する協力者会議（2010）：大学における実践的な技術者教育のあり方
22）河﨑和明（2016）：健全な水循環の維持・回復を担う次世代の人々の教育について：貯留と浸透 vol.100