

統計教育の社会実装に向けて

東京学芸大学
西村圭一



東京学芸大学

先端教育人材育成推進機構 高校探究プロジェクト

社会実装後の状態

- 興味をもったこと，疑問に思ったことに対して，自らデータを収集（2次利用を含む）し探ろうとする。
- 社会的な意思決定に対して，リスクを考慮し，複数のシナリオがあることを想起できる。
 - ただ従うか，反対の意をとるのみ
 - フェイクに踊らされる
 - 二項対立化

- 意思決定のための数学的な道具を開発する集団（「構築者」）
 - 数学的な道具への入力決定とその出力に基づいた決定をする集団（「操作者」）
 - 他者の決定を正しいものとして受け入れる集団（「消費者」）
 - グローバル化された世界との関係において自分がどういう損失を受けているかが明確に分かっていない集団（「使い捨てされる者」）
-
- 機能的リテラシー：職業や日常生活の必要条件として役立つ数学的スキルと知識に関わるもの
 - **批判的リテラシー**：数学化された社会に対して、受動的であるのではなく、**能動的に参加していく**ことに関わるもの

Ole Skovsmose (2007) , “Mathematical Literacy and Globalisation”, *Internationalisation and Globalisation in Mathematics and Science Education*, Springer, pp.1-18

より良い未来の創造に向けた 変革を起こすコンピテンシー

- 新たな価値を創造する力
- 対立やジレンマに対処する力
- 責任ある行動をとる力

<https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/>



コンピテンシーに関する議論を含めて、従来の教育の在り方に関する議論が、ややもすれば、「（企業などからの）人材ニーズに応じていくために、どうしたらよいのか」、という観点から議論されがちであったのに対して、**より本質的に重要なのは、自分たちが実現したい未来を、そもそも自分で考えて、目標を設定し、そのために必要な変化を実現するために行動に移していくことである。**

学校教育が果たす役割はかなり大きい

- 専門性や実利に至る前段階での**態度化**

5(1) 学校教育におけるSTEAM教育等の教科等横断的な学習の推進

○ AIやIoTなどの急速な技術の進展により社会が激しく変化し、多様な課題が生じている今日、文系・理系といった枠にとらわれず、各教科等の学びを基盤としつつ、様々な情報を活用しながらそれを統合し、課題の発見・解決や社会的な価値の創造に結び付けていく資質・能力の育成が求められている。

STEAMの各分野が複雑に関係する現代社会に生きる市民、新たな価値を創造し社会の創り手となる人材として必要な資質・能力の育成

自分のよさや可能性を認識するとともに、あらゆる他者を価値のある存在として尊重し、多様な人々と協働しながら様々な社会的変化を乗り越え、豊かな人生を切り拓き、持続可能な社会の創り手となる（学習指導要領前文）

な子自活動を元天

深化

試行錯誤のなかで新たな価値を創造し、よりよい社会を実現しようとする態度を育成

た教育課程の実現を促進

理学、工学、芸術、人文・社会科学等を横断した学際的なアプローチで実社会の問題を発見し解決策を考えることを通じた主体的・対話的で深い学びの実現

- ✓ 知的好奇心や探究心を引き出すとともに学習の意義の実感により学習意欲を向上
- ✓ 文理の枠を超えた複合的な課題を解決し新たな価値を創造するための資質・能力を育成
- ✓ 高等学校等における多様な実態を踏まえた探究的な学習活動を充実

STEAMの各分野が複雑に関係する現代社会に生きる市民、新たな価値を創造し社会の創り手となる人材として必要な資質・能力の育成

自分のよさや可能性を認識するとともに、あらゆる他者を価値のある存在として尊重し、多様な人々と協働しながら様々な社会的変化を乗り越え、豊かな人生を切り拓き、持続可能な社会の創り手となる（学習指導要領前文）

BOWLAND MATHS HEADLINES



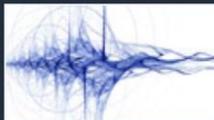
JOEY IN PERIL

It is only 12cm long and weighs just 60 grams. Will this orphaned kangaroo survive?



RECLAIM THE ROADS

How can this small town turn around its woeful road safety record?



THE BEAT GOES ON

What makes a hit? Is it all about the right beat and tempo? Do your favorite tracks measure up.



DID ALIENS INVADE MANFORD?

French teacher claims to have been abducted and rescued by her class!



SAVE THE RAINFOREST!

Undercover environmentalists expose illegal logging operations...



CHEER UP - IT MIGHT NEVER HAPPEN!

Do we worry too much about untimely deaths - and do the numbers help?

Bowland Maths materials are free for non-commercial educational use, and can be viewed online or downloaded from this website.

Welcome to Bowland Maths



Not in school?

There are problems and activities here that you can try at home.

The [Assessment Tasks](#) are a good place to start.

[More notes on using the materials at home...](#)

Bowland Maths aims to make maths engaging and relevant to pupils aged 11-14, with a focus on developing thinking, reasoning and problem-solving skills. In these materials, the maths emerges naturally as pupils tackle problems set in a rich mixture of real-life and fantasy situations.

Assessment tasks

[▶ Assessment tasks](#)

Bowland Maths includes a collection of over thirty 20-60 minute tasks with progression guides to support formative assessment of progress in mathematical reasoning and problem-solving skills.

Classroom projects – the *Case Studies*

[▶ Classroom projects](#)

At the core of Bowland Maths are 26 extended mathematical investigations called *Case Studies*. Each case study includes teaching materials to support 3-5 maths lessons. Many, but not all, include ICT activities.

Professional development

[▶ Professional development](#)

The Bowland materials demand different approaches to teaching, such as collaborative learning through discussion and reflection, self- and peer-assessment and the use of less structured tasks. These 7 video-based professional development modules help teachers explore these techniques.

あなたは、モンタギュー博士の指示で、ロンドンのある地区の人々に対するワクチン接種の計画を立てることを任されている。

このビールス感染を防ぐためのワクチンには2種類ある。どちらも100%感染を防ぐことはできないが、以下の表のように、それぞれに異なるレベルの率で感染を予防できる。

また、表にあるように2種類のワクチンにかかる一人あたりの費用は異なる。あなたには、945,500人の予防接種対象者に対して、500万ポンド（1ポンドは約150円）の予算が与えられている。

使用可能な2種類のワクチン

ワクチン	ワクチンの成功率	一人当たりの費用
A	95%	8.00
B	70%	3.50

あなたは、ワクチンの接種計画をつくり、提案をしなければなりません。



	全人口に対する割合 (%)	人数	ワクチンAを受ける人数	ワクチンAの費用	ワクチンBを受ける人数	ワクチンBの費用
医療関係者(医師・看護師)	8					
重要な公共サービス(電気・ゴミ収集など)	12					
食料品店等の店員	12					
農業・食料品生産業者	9					
その他の販売業者	11					
他の専門職(教師、法律家など)	13					
その他の小売業者、自動車修理業、室内装飾、など	9					
定年退職者	9					
児童・生徒	10					
5歳未満の幼児	7					
合計	100					

必要な費用の合計

人口

945,500

予算

\$5,000,000.00

ワクチン A

\$8.00

ワクチン B

\$3.50

ワクチン接種に必要な費用の合計は\$5,000,000以下になっていますか？

オレンジの欄に入れる数を決めなさい。

ワクチンを接種することができる人数の合計

事故記録

事故番号: 1

年齢: 24 男

けがの程度: 死亡

時刻: 01:30 曜日: 水

月/日: 01/01 年: 1年目

位置 - 東 (m): 1375

位置 - 北 (m): 625

路面状況: 凍結

制限速度 (マイル/時): 30

交通手段: 徒歩



棒グラフ



円グラフ



全画面表示

北 (m)



**BOWLAND
MATHS**
Case studies

Shell Centre
for Mathematical Education

交通事故を減らそう

Japanese version available on the [Bowland Japan website](#).

English version available on the [Bowland Maths website](#).

This version Dec 8 2020. Please send feedback and queries via the [contact form](#).

© 2008 Bowland Charitable Trust, © 2020 Shell Centre for Maths Education. May be copied freely for noncommercial use under the terms of the [Creative Commons BY-NC-SA license](#)

学習指導要領では

中学

週当たり
4時間

3時間

4時間

	A 数と式	B 図形	C 関数	D データの活用 ← 現行「D資料の活用」の名称を変更	(数学的活動)
第1学年	<p>正の数・負の数</p> <ul style="list-style-type: none"> 正の数と負の数の必要性和意味 正の数と負の数の四則計算 正の数と負の数を用いて表すこと (用語に「素数」を追加 (←小5)) (内容の取扱いに、自然数を素数の積として表すことを追加 (←中3)) <p>文字を用いた式</p> <ul style="list-style-type: none"> 文字を用いること必要性和意味 乗法と除法の表し方 一次式の加法と減法の計算 文字を用いた式に表すこと <p>一元一次方程式 (比例式)</p> <ul style="list-style-type: none"> 方程式の必要性和意味及びその解の意味 一元一次方程式を解くこと 	<p>平面図形</p> <ul style="list-style-type: none"> 基本的な作図の方法 図形の移動 作図の方法を考察すること <p>空間図形</p> <ul style="list-style-type: none"> 直線や平面の位置関係 基本的な図形の計量 空間図形の構成と平面上の表現 	<p>比例、反比例</p> <ul style="list-style-type: none"> 関数関係の意味 比例、反比例 座標の意味 比例、反比例の表、式、グラフ 	<p>データの分布の傾向</p> <ul style="list-style-type: none"> ヒストグラムや相対度数の必要性和意味 多数の観察や多数回の試行によって得られる確率 多数の観察や多数回の試行によって得られる確率の必要性和意味 (←中2) <p>(用語に累積度数を追加)</p> <p>(用語から、代表値、(平均値、中央値、最頻値)、階級を削除 (→小6))</p> <p>(内容の取扱いから、誤差、近似値、$a \times 10^n$の形の表現を削除 (→中3))</p>	<p>各領域の学習やそれらを相互に関連付けた学習において、次のような数学的活動に取り組むものとする。</p> <p>ア 日常の事象を数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決したり、解決の過程や結果を振り返って考察したりする活動</p> <p>イ 数学の事象から問題を見だし解決したり、解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察したりする活動</p> <p>ク 数学的な表現を用いて筋道立てて説明し伝え合う活動</p>
第2学年	<p>文字を用いた式の四則計算</p> <ul style="list-style-type: none"> 簡単な整式の加減及び単項式の乗除の計算 文字を用いた式で表したり読み取ったりすること 文字を用いた式で捉え説明すること 目的に応じた式変形 <p>連立二元一次方程式</p> <ul style="list-style-type: none"> 二元一次方程式の必要性和意味及びその解の意味 連立方程式とその解の意味 連立方程式を解くこと 	<p>基本的な平面図形と平行線の性質</p> <ul style="list-style-type: none"> 平行線や角の性質 多角形の角についての性質 平面図形の性質を確かめること <p>図形の合同</p> <ul style="list-style-type: none"> 平面図形の合同と三角形の合同条件 証明の必要性和意味及びその方法 (用語に「反例」を追加) 	<p>一次関数</p> <ul style="list-style-type: none"> 事象と一次関数 二元一次方程式と関数 一次関数の表、式、グラフ 	<p>データの分布の比較</p> <ul style="list-style-type: none"> 四分位範囲や箱ひげ図の必要性和意味 (追加) 箱ひげ図で表すこと (追加) <p>場合の数を基にして得られる確率</p> <ul style="list-style-type: none"> 確率の必要性和意味 確率を求めること <p>(「確率の必要性和意味」を一部移行 (→中1))</p>	<p>各領域の学習やそれらを相互に関連付けた学習において、次のような数学的活動に取り組むものとする。</p> <p>ア 日常の事象や社会の事象を数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決したり、解決の過程や結果を振り返って考察したりする活動</p> <p>イ 数学の事象から見通しをもって問題を見だし解決したり、解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察したりする活動</p> <p>ク 数学的な表現を用いて論理的に説明し伝え合う活動</p>
第3学年	<p>平方根</p> <ul style="list-style-type: none"> 平方根の必要性和意味 平方根を含む式の計算 平方根を用いて表すこと <p>(内容の取扱いに、誤差、近似値、$a \times 10^n$の形の表現を追加 (←中1))</p> <p>式の展開と因数分解</p> <ul style="list-style-type: none"> 単項式と多項式の乗法と除法の計算 簡単な式の展開や因数分解 <p>(内容の取扱いから、自然数を素因数に分解することを削除 (→中1))</p> <p>二次方程式</p> <ul style="list-style-type: none"> 二次方程式の必要性和意味及びその解の意味 因数分解や平方完成して二次方程式を解くこと 解の公式を用いて二次方程式を解くこと 	<p>図形の相似</p> <ul style="list-style-type: none"> 平面図形の相似と三角形の相似条件 相似な図形の相似比と面積比及び体積比の関係 平行線と線分の比 <p>円周角と中心角</p> <ul style="list-style-type: none"> 円周角と中心角の関係とその証明 <p>三平方の定理</p> <ul style="list-style-type: none"> 三平方の定理とその証明 	<p>関数 $y = ax^2$</p> <ul style="list-style-type: none"> 事象と関数 $y = ax^2$ いろいろな事象と関数 関数 $y = ax^2$の表、式、グラフ 	<p>標本調査</p> <ul style="list-style-type: none"> 標本調査の必要性和意味 標本を取り出し整理すること 	<p>各領域の学習やそれらを相互に関連付けた学習において、次のような数学的活動に取り組むものとする。</p> <p>ア 日常の事象や社会の事象を数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決したり、解決の過程や結果を振り返って考察したりする活動</p> <p>イ 数学の事象から見通しをもって問題を見だし解決したり、解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察したりする活動</p> <p>ク 数学的な表現を用いて論理的に説明し伝え合う活動</p>

数学 I

数と式

図形と計量

二次関数

データの分析

・仮説検定の考え方

数学 II

いろいろな式

図形と方程式

指数関数・対数関数

三角関数

微分・積分の考え

数学 III

極限

微分法

積分法

数学 A

図形の性質

場合の数と確率

・期待値

数学と人間の活動

数学 B

数列

統計的な推測

数学と社会生活

数学 C

ベクトル

平面上の曲線と複素数平面

数学的な表現の工夫

情報 I

(1) 情報社会の問題解決

(2) コミュニケーションと情報デザイン

(3) コンピュータとプログラミング

(4) 情報通信ネットワークとデータの活用

情報 II

(1) 情報社会の進展と情報技術

(2) コミュニケーションとコンテンツ

(3) 情報とデータサイエンス

(4) 情報システムとプログラミング

(5) 情報と情報技術を活用した問題発見・解決の探究

数学 I データの分析

知識及び技能	思考力, 判断力, 表現力等
<p>(ア) 分散, 標準偏差, 散布図及び相関係数の意味やその用い方を理解すること。</p> <p>(イ) コンピュータなどの情報機器を用いるなどして, データを表やグラフに整理したり, 分散や標準偏差などの基本的な統計量を求めたりすること。</p> <p>(ウ) 具体的な事象において仮説検定の考え方を理解すること。</p>	<p>(ア) データの散らばり具合や傾向を数値化する方法を考察すること。</p> <p>(イ) 目的に応じて複数の種類のデータを収集し, 適切な統計量やグラフ, 手法などを選択して分析を行い, データの傾向を把握して事象の特徴を表現すること。</p> <p>(ウ) 不確実な事象の起こりやすさに着目し, 主張の妥当性について, 実験などを通して判断したり, 批判的に考察したりすること。</p>

数学B 統計的な推測

知識及び技能	思考力, 判断力, 表現力等
<p>(ア) 標本調査の考え方について理解を深めること。</p> <p>(イ) 確率変数と確率分布について理解すること。</p> <p>(ウ) 二項分布と正規分布の性質や特徴について理解すること。</p> <p>(I) 正規分布を用いた区間推定及び仮説検定の方法を理解すること。</p>	<p>(ア) 確率分布や標本分布の特徴を, 確率変数の平均, 分散, 標準偏差などを用いて考察すること。</p> <p>(イ) 目的に応じて標本調査を設計し, 収集したデータを基にコンピュータなどの情報機器を用いて処理するなどして, 母集団の特徴や傾向を推測し判断するとともに, 標本調査の方法や結果を批判的に考察すること。</p>

データサイエンス(統計)【教員向け】

回	動画No	内 容	担当講師	
1	1	オリエンテーション	東京学芸大学	西村圭一（東京学芸大学大学院教授）
	2	記述統計①	(独)統計センター	山下雅代（総務省統計研究研修所特任講師，独立行政法人統計センター情報技術センター技術研究開発課任期付研究員）
	3	記述統計②	(独)統計センター	
2	1	記述統計の学習の海外の事例	学芸大	西村圭一（東京学芸大学大学院教授）
	2	jStat①	統計局	長藤洋明（総務省統計局統計情報利用推進課統計利用推進研究官）・石橋信人（総務省統計局統計情報システム管理官付統計専門職）
	3	jStat②	統計局	
3	1	学習指導要領の解説	学芸大	西村圭一（東京学芸大学大学院教授）
	2	仮説検定の考え方（乱数シミュレーション）	統数研	中西寛子（統計数理研究所 統計思考院 特任教授） 中西展大（田辺三菱製薬株式会社）
	3	ブートストラップによるリサンプリング	統数研	
4	1	区間推定①	統数研	
	2	区間推定②	統数研	
	3	区間推定③	統数研	
5	1	仮説検定①	統数研	
	2	仮説検定②	統数研	
	3	仮説検定③	統数研	
6	1	授業づくり	学芸大	
	2	中・高等学校における授業実践例紹介①	学芸大	新井健使（東京学芸大学国際中等教育学校）
	3	中・高等学校における授業実践例紹介②	学芸大	
7	1	多変量データの扱い①	(株) Rejoui	菅 由紀子（(株) Rejoui 代表取締役）
	2	多変量データの扱い②	(株) Rejoui	
	3	多変量データの扱い③	(独)統計センター	木村敦（独立行政法人統計センター 理事）





教育エコシステム

感じられているカリキュラム

perceived curriculum

学校管理職や教師たちがどのようにカリキュラムを感じ取り、そのカリキュラムをどのように解釈し、理解するか

経験しているカリキュラム

experienced curriculum

子どもたちが感じ、そして実際に経験しているカリキュラム

社会実装へ向けて

- 教育エコシステムの更新が必要
- 本音ベースでの社会の支持が不可欠

~~「大学にはいってからやれば・・・」~~

~~「まずは・・・」~~

「社会として必要だよね。」

学びの当事者である高校生の声も聞きつつ

共通テスト

数学 I	数と式, 図形と計量, 二次関数, データの分析 〔課題学習〕
数学 II	いろいろな式, 図形と方程式, 指数関数・対数関数, 三角関数, 微分・積分の考え
数学 III	極限, 微分法, 積分法
数学 A	場合の数と確率, 図形の性質, 整数の性質 〔課題学習〕
数学 B	数列, ベクトル, 確率分布と統計的な推測

数学 II ・ 数学B



数学 I	数と式, 図形と計量, 二次関数, データの分析 〔課題学習〕
数学 II	いろいろな式, 図形と方程式, 指数関数・対数関数, 三角関数, 微分・積分の考え 〔課題学習〕
数学 III	極限, 微分法, 積分法 〔課題学習〕
数学 A	図形の性質, 場合の数と確率, 数学と人間の活動
数学 B	数列, 統計的な推測, 数学と社会生活
数学 C	ベクトル, 平面上の曲線と複素数平面, 数学的な表現の工夫

数学 II、数学B、数学C

社会実装への手立て

- コスパのよい教材 ⇔ 優秀な先生, 熱心な先生しか実践できない

STEAM教材を探してみよう

「データ」 検索結果: 4件



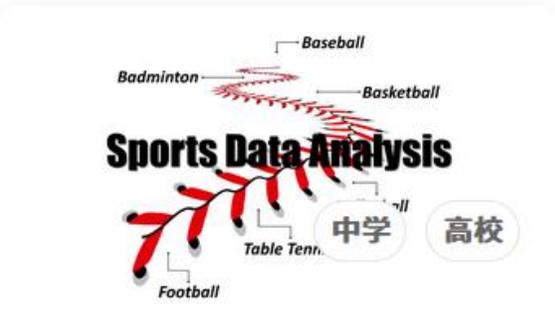
世界はデータで出来ている～
STEAM探究のための統計・...

- 3
すべての人に
健康と福祉を
- 4
質の高い教育を
みんなに
- 9
産業と技術革新の
基盤をつくろう



【Jリーグから学ぶ】サッカー
のデータ分析

- 4
質の高い教育を
みんなに



スポーツにおけるデータ分析

- 3
すべての人に
健康と福祉を
- 4
質の高い教育を
みんなに



地方創生はあなたのまちを救え
るか？

- 8
働きがいも
経済成長も
- 9
産業と技術革新の
基盤をつくらう
- 11
住み続けられる
まちづくりを

★なるほど統計学園

▶ 初級 ▶ 上級 ▶ 参考

統計局ホーム | サイトマップ | お問い合わせ | リンク集



データサイエンスの学習コンテンツ動画の掲載

- **うちの学校の校則は変！？ 学校生活でデータサイエンスを活かそう**

題材の提示 「探究活動におけるデータ活用の重要性」, アンケートの作成, 問の設定と仮説構築, サンプル誤差とサンプリングバイアス, 基本統計量の算出, χ^2 乗検定

- **野球部を強くしよう！ ~もしも「DS検定」を受けた女子高生が野球部のマネージャーだったら**

題材の提示 「必要なデータの選定と収集」, 統計の基本 (代表値とばらつき, ヒストグラム, 散布図と相関係数)

- **模擬店のフードロスをなくしたい**

題材の提示 「統計の基本・回帰分析」, 偏回帰係数、t値

- **“可愛い”を科学せよ 卒業記念グッズの開発**

題材の提示 (課題の定義) 「統計的に違いがあるというには」, 統計の基本 「t検定」 χ^2 乗検定とt検定の使い分け



- コスパのよい教材 ⇔ 優秀な先生, 熱心な先生しか実践できない
- **楽しめる教材** ex. **ゲーム型, シミュレータ型**

↑↓

- 先生の「やる気」がわく 工夫の余地がある

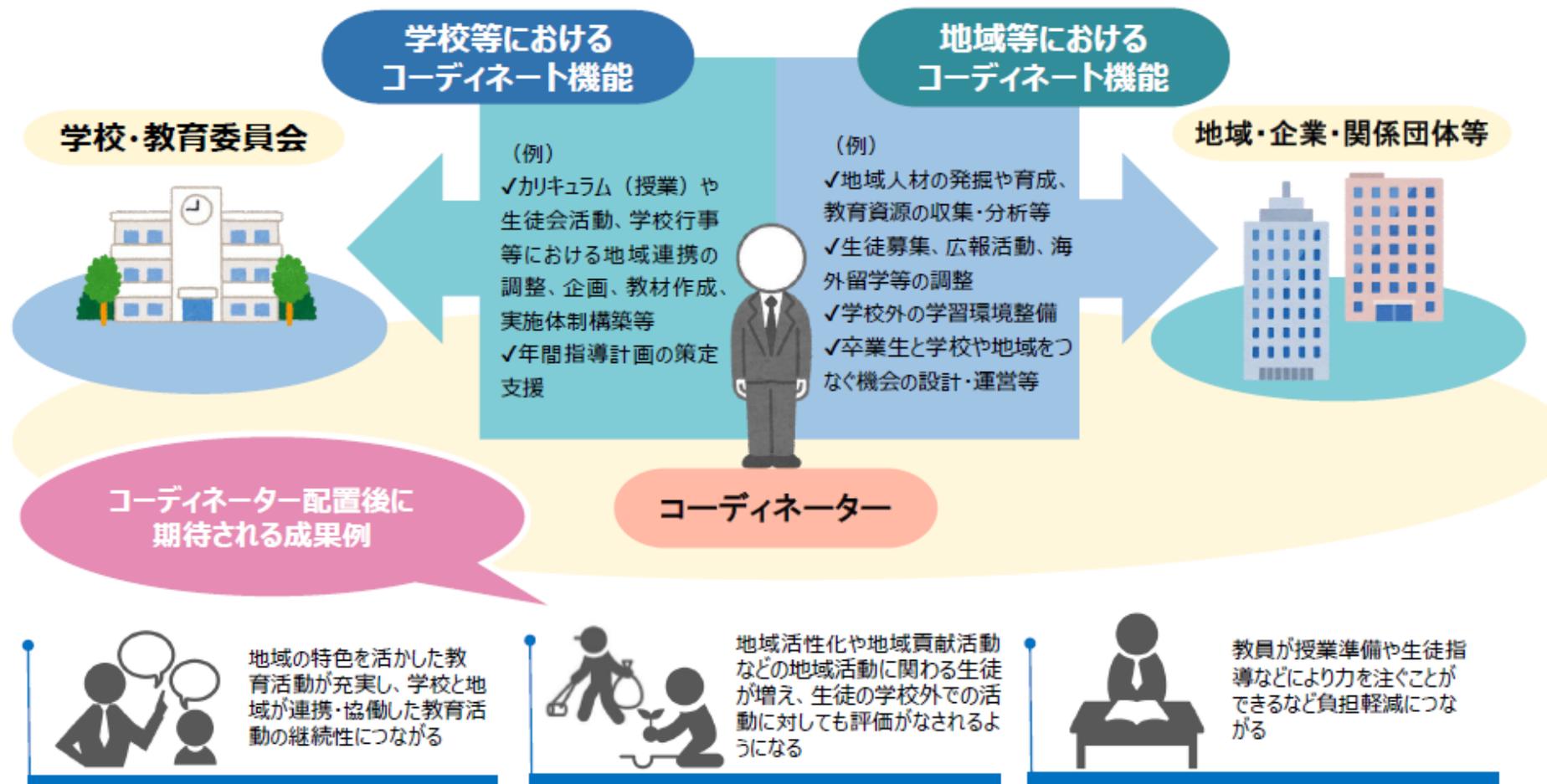
社会実装への手立て

- 社会との共創

学びの継続

コーディネーター業務の概要（1）

コーディネーターを配置することによって、「学校と地域の関係性が深まる」「学校と地域が連携・協働した教育活動の継続性につながる」「各地域の特色を活かした教育活動が見られるようになる」といった成果や効果が見られる。



社会実装の手立て

• 社会との共創

教える・教わるの関係ではなく、いっしょに考える
まかせるのではなく、いっしょにつくる

マッチングから協働へ



全国10,076校で働く248,253人の中学校教員,
全国4,912校で働く229,442人の高校教員を最大限に活かしたい