私情協・分野連携(アクティブ・ラーニング)対話集会

一数学分野一

ビッグデータからデータマイニングや数理モデルの

可能性を考察する数学授業の改善提案

日本大学 非常勤講師 山本修一

- 1.はじめに
- 2.最小二乗回帰とディープラーニング
- 3.数学授業の改善提案

1.はじめに

(1)自然現象と比べて

ビッグデータ(明確な定義は存在しない)は,人間活動によって残され,目的に応じて分析可能な形として大量に蓄積されている データ

手書き文字認識の例 訓練データ 60,000枚の訓練用画像と 10,000枚の 試験用画像でアメリカ国立標準技術研究所(NIST)によって定義された

(2) 自然現象を理解し、先のことが予測できたように

ビッグデータから重要な知識を発掘し(データマイニング),未知 を予測したい

(3) 新しい手法(コンピュータの飛躍的な進化とディープラーニングを含む機械学習)により

社会生活の中で,(Al という顔で)その活用が急速に期待されている

(4)教育の整備

すべての学生(文系の学生にも)に,ビッグデータからデータマイニングや数理モデルの可能性を考察できる力を育む教育を分野別ではなく体系的に作り上げる

2.最小二乗回帰とディープラーニング

最小二乗回帰 参考 最小二乗法によるビッグデータ解析(杉山将)エヌ・ティー・エス,東京, 2 0 1 4

(1)入力x (d次元ベクトル)

と出力yとをつなぐ実数値関数y = f(x)を

(2) n の訓練標本 {(**x**_i, y_i)} i = 1, ..., n) から,

一次関数 $f_{W}(x) = (\mathbf{w}, \mathbf{x}) = w_1 x_1 + \cdots + w_d x_d$

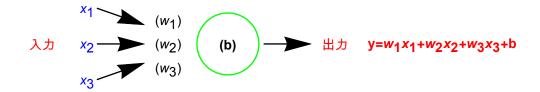
(3)で近似する.

 $\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}(y_i-(\mathbf{w},\mathbf{x}_i))^2$ の値が最小になるように w (パラメーターの数 d を表す d 次元ベクトル)を求める(これを学習するという) x の次元数 d と n が非常に大きいので,微積分で学ぶ方法は使えない学習法(例で)

ディープラーニング(深層学習)参考 ニューラルネットワークと深層学習(Michael Nielson 2014),ディープラーニングがわかる数学入門(涌井良幸,涌井貞美)技術評論社

ニューロンの数理モデル(1)

パーセプトロン (人工ニューロン)



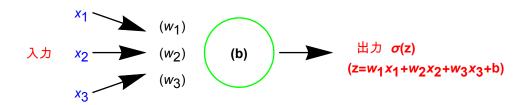
ここで, x_i , y は 0 か 1, w_i は重み, b はバイアスと呼ばれる.

パーセプトロンの意思決定

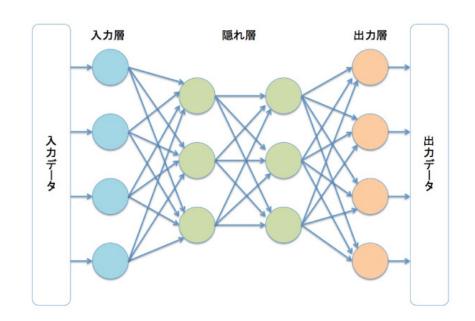
$$y = \begin{cases} 0 & w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 \le 0 \\ 1 & w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 \ge 0 \end{cases}$$

ニューロンの数理モデル(2)

シグモイドニューロン



$$\sigma(z) = \frac{1}{1+e^{-z}}$$
 (シグモイド関数)



ニューロンネットワークの仕組みと誤差逆伝播法 (例で)

3. 数学授業の改善提案

平成34年度から年次進行で実施される新学習指導要領を視野に入れて 考察する。

特にカリキュラム・マネージメントの確立によって,高等学校では教 授内容を独自に設定できることを考慮

学んで置きたい数学(高校以上)

(1)二次関数,指数関数,数列,ベクトル,行列,微分法(積,商の微分法,合成関数の微分法を含む),正規分布

(2)偏微分および合成関数の偏微分法

(学生から嫌われる無理関数,三角関数,これらの微分法,および積分については必須ではない)

高等学校の科目編成では、

数学Ⅰ(必修)(数学Ⅰだけで履修を終える生徒に対する配慮) 数学Ⅱ,数学Ⅲ,数学A,数学B,数学Cをすべてを履修しない場合 は,高校で必要な内容(1)を学ぶことはできないので高校と大学で 分担せざるを得ない.

これに対しての改善案を提案し、検討してもらう

各科目の内容

	数学 I 3 単位		数学Ⅱ 4	4 単位		数学Ⅲ	3 単位
(1)	数と式	(1)	いろいろな式			極限	
l	数と集合		式			数列の極限	
j	・簡単な無理数の計算	1	・整式の乗法・除法,	分数式		・数列{r'}の種	
l	・集合と命題		*二項定理			・無限等比級数	
ł	式	1	等式と不等式の証明			関数とその極限	
l	・式の展開と因数分解	1	髙次方程式など			・分数関数と無	
1	・一次不等式		・複案数と二次方程式			・合成関数と述	
I		1	・髙次方程式			・関数値の極限	艮
(2)	図形と計量						
	三角比	(2)	図形と方程式		(2)	做分法	
ł	・鋭角の三角比	l	直線と円			導関数	WARR مات ماده ماد
į	・鈍角の三角比		・点と直線				差・積・商の導関
l	・正弦定理,余弦定理		・円の方程式			数	- 144 pp 40
ł	図形の計量		軌跡と領域			• 合成関数の	
							指数関数・対数関
(3)	二次関数	(3)	指数関数・対数関数			数の導関数	
i	二次関数とそのグラフ		指数関数			導関数の応用	
l	二次関数の値の変化	l	・指数の拡張			-	対値の増減、極大・ この四月 連典
l	・二次関数の最大・最小	l	・指数関数				ラフの凹凸,速度・
l	・二次関数と二次方程式,二	1	対数関数			加速度	
l	次不等式	Ì	・対数		(2)	積分法	
1	= + n \ \	1	・対数関数		(0)	慎ガム 不定積分と定	> 4th ∠\
(4)	データの分析	100	三角関数				:M刀 D基本的な性質・置
l	データの散らばり ・分散, 標準偏差	(4)	ニ 月開致 角の拡張				部分積分法
l	データの相関	l	三角関数			いろいろな関	
	・散布図、相関係数		• 三角関数			積分の応用	39X V 2154 J J
l	で飲作区、作民体数		・三角関数の基本的な	性 瘤			苗, 曲線の長さ
l	奴既使足の考え力	1	三角関数の加法定理	工與		mine, min	д, ш <i>ю</i> кулдс
Г⊞	展題学習]		*2倍角の公式,三	毎閲数の合	「鍘	題学習]	
"	KAZT E J	l	成	70,000	LWI	W2 1 E 1	
		1	P/A				
		(5)	微分・積分の考え				
		"	微分の考え				
1		1	・微分係数と導関数				
		1	*関数の定数倍,和	及び差の導			
l		l	関数				
į		ŀ	・ 導関数の応用				
		l	積分の考え				
		1	・不定積分と定積分				
		1	・面積				
		[#	果題学習]				

数学A 2単位	数学B 2単位	数学C 2単位
(1) 図形の性質	(1) 数列	(1) ベクトル
平面図形	数列とその和	平面上のベクトル
・三角形の性質	・等差数列と等比数列	・ベクトルとその演算
・円の性質	・ いろいろな数列	・ベクトルの内積
• 作図	漸化式と数学的帰納法	空間座標とベクトル
空間図形	・漸化式と数列	・空間座標,空間におけるベク
工内区//	• 数学的帰納法	トル
(2) 場合の数と確率	数子13万円が14	
• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	(0) 4th 81 An +> +(t 28)	(2) 平面上の曲線と複素数平面
場合の数	(2) 統計的な推測	
・数え上げの原則	確率分布	平面上の曲線
・順列・組合せ	・確率変数と確率分布	・直交座標による表示
確率	*確率変数の平均,分散,標	・媒介変数による表示
・確率とその基本的な法則	準偏差	・極座標による表示
*余事象,排反,期待值	• 二項分布	*二次曲線
・独立な試行と確率	正規分布	複素数平面
・条件付き確率	• 連続型確率変数	• 複素数平面
	• 正規分布	・ド・モアブルの定理
(3) 数学と人間の活動	統計的な推測	(
数量や図形と人間の活動	・母集団と標本	(3) 数学的な表現の工夫
遊びの中の数学	・統計的な推測の考え	数学的な表現の意義やよさ
*ユークリッドの互除法,	*区間推定,仮説検定	・図、表、統計グラフ、離散グ
二進法、平面や空間にお	一个区间过程处,以此 使之	ラフ、行列
	(2) 勢尚し社会生活	7 2, 1199
ける点の位置	(3) 数学と社会生活	
! !	数理的な問題解決	{
		<u> </u>
	·	
	1	
1		
		,
•		

高等学校学習指導要領の改訂のポイント

1. 今回の改訂の基本的な考え方

- <u>教育基本法、学校教育法</u>などを踏まえ、これまでの我が国の学校教育の実践や蓄積を活かし、 子供たちが未来社会を切り拓くための<u>資質・能力を一層確実に育成</u>。その際、子供たちに求められる資質・能力とは何かを社会と共有し、連携する「社会に開かれた教育課程」を重視。
- 知識及び技能の習得と思考力、判断力、表現力等の育成のバランスを重視する<u>現行学習指導</u> 要領の枠組みや教育内容を維持した上で、知識の理解の質をさらに高め、確かな学力を育成。
- <u>高大接続改革</u>という、高等学校教育を含む初等中等教育改革と、大学教育改革、そして両者を つなぐ大学入学者選抜改革の一体的改革の中で実施される改訂。

2. 知識の理解の質を高め資質・能力を育む「主体的・対話的で深い学び」

「何ができるようになるか」を明確化

知・徳・体にわたる「生きる力」を子供たちに育むため、「何のために学ぶのか」という学習の意義を 共有しながら、授業の創意工夫や教科書等の教材の改善を引き出していけるよう、全ての教科等を、 ①知識及び技能、②思考力、判断力、表現力等、③学びに向かう力、人間性等の3つの柱で再整理。

主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善

選挙権年齢が18歳以上に引き下げられ、生徒にとって政治や社会が一層身近なものとなっており、 高等学校においては、社会で求められる資質・能力を全ての生徒に育み、生涯にわたって探究を深 める未来の創り手として送り出していくことがこれまで以上に求められる。

そのため、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善が必要。特に、生徒が各教科・科目等の特質に応じた見方・考え方を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう過程を重視した学習の充実が必要。

「情報を的確に理解し効果的に表現する、社会的事象について資料に基づき考察する、日常の事象や社会の事 象を数理的に捉える、自然の事物・現象を観察・実験を通じて科学的な概念を使用して探究する など

3. 各学校におけるカリキュラム・マネジメントの確立

- 教科等の目標や内容を見渡し、特に<u>学習の基盤となる資質・能力(言語能力、情報活用能力、問題発見・解決能力等)</u>や現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力の育成のためには、 教科等横断的な学習を充実する必要。また、「主体的・対話的で深い学び」の充実には<u>単元など数コマ程度の授業のまとまりの中で、習得・活用・探究のバランスを工夫</u>することが重要。
- そのため、学校全体として、教育内容や時間の適切な配分、必要な人的・物的体制の確保、実施状況に基づく改善などを通して、教育課程に基づく教育活動の質を向上させ、学習の効果の最大化を図るカリキュラム・マネジメントを確立。

4. 教科・科目構成の見直し

○ 高等学校において育成を目指す資質・能力を踏まえつつ、教科・科目の構成を改善。

国語科における科目の再編(「現代の国語」「言語文化」「論理国語」「文学国語」「国語表現」「古典探究」) 地理歴史科における「歴史総合」「地理総合」の新設、公民科における「公共」の新設、共通教科「理数」の新設、 など

5. 教育内容の主な改善事項

言語能力の確実な育成

- ・科目の特性に応じた語彙の確実な習得、主張と論拠の関係や推論の仕方など、情報を的確に 理解し効果的に表現する力の育成(国語)
- ・学習の基盤としての各教科等における言語活動(自らの考えを表現して議論すること、観察や調査などの過程と結果を整理し報告書にまとめること など)の充実(総則、各教科等)

理数教育の充実

- ・理数を学ぶことの有用性の実感や理数への関心を高める観点から、日常生活や社会との関連 を重視(数学、理科)するとともに、見通しをもった観察、実験を行うことなどの科学的に探究する 学習活動の充実(理科)などの充実により学習の質を向上
- ・必要なデータを収集・分析し、その傾向を踏まえて課題を解決するための統計教育を充実(数学)
- ・将来、学術研究を通じた知の創出をもたらすことができる創造性豊かな人材の育成を目指し、 新たな探究的科目として、「理数探究基礎」及び「理数探究」を新設(理数)

伝統や文化に関する教育の充実

- ・我が国の言語文化に対する理解を深める学習の充実(国語「言語文化」「文学国語」「古典探究」)
- ・政治や経済、社会の変化との関係に着目した我が国の文化の特色(地理歴史)、我が国の先人の取組や知恵(公民)、武道の充実(保健体育)、和食、和服及び和室など、日本の伝統的な生活文化の継承・創造に関する内容の充実(家庭)

道徳教育の充実

- ・各学校において、校長のリーダーシップの下、道徳教育推進教師を中心に、全ての教師が協力して道徳教育を展開することを新たに規定(総則)
- ・公民の「公共」、「倫理」、特別活動が、人間としての在り方生き方に関する中核的な指導の場面であることを明記(総則)

外国語教育の充実

- ・統合的な言語活動を通して「聞くこと」「読むこと」「話すこと[やり取り・発表]」「書くこと」の力をバランスよく育成するための科目(「英語コミュニケーションⅠ、Ⅱ、Ⅲ」)や,発信力の強化に特化した科目を新設(「論理・表現Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ」)
- ・小・中・高等学校一貫した学びを重視して外国語能力の向上を図る目標を設定し、目的や場面、 状況などに応じて外国語でコミュニケーションを図る力を着実に育成

職業教育の充実

- ・就業体験等を通じた望ましい勤労観、職業観の育成(総則)、職業人に求められる倫理観に関する指導(職業教育に関する各専門教科)
- ・地域や社会の発展を担う職業人を育成するため、社会や産業の変化の状況等を踏まえ、持続可能な社会の構築、情報化の一層の進展、グローバル化などへの対応の視点から各教科の教育内容を改善
- ・産業界で求められる人材を育成するため、「船舶工学」(工業)、「観光ビジネス」(商業)、「総合調理実習」(専門家庭)、「情報セキュリティ」(専門情報)、「メディアとサービス」(専門情報)を新設
- ※職業教育の充実に当たっては、必要な施設・設備の計画的な整備を促していく。

その他の重要事項

○初等中等教育の一貫した学びの充実

・必要な資質・能力を身に付けるため、中学校との円滑な接続や、高等学校卒業以降の教育や職業との円滑な接続について明記(総則)

〇主権者教育、消費者教育、防災・安全教育などの充実

- ・政治参加と公正な世論の形成、政党政治や選挙、主権者としての政治参加の在り方についての 考察(公民)、主体的なホームルーム活動、生徒会活動(特別活動)
- ・財政及び租税の役割、少子高齢社会における社会保障の充実・安定化、職業選択、起業、雇用と 労働問題、仕事と生活の調和と労働保護立法、金融を通した経済活動の活性化、国連における 持続可能な開発のための取組(公民)
- 多様な契約、消費者の権利と責任、消費者保護の仕組み(公民、家庭)
- ・世界の自然災害や防災対策(地理歴史)、防災と安全・安心な社会の実現(公民)、安全・防災や環境に配慮した住生活の工夫(家庭)
- ・高齢者の尊厳と介護についての理解(認知症含む)、生活支援に関する技能(家庭)
- ・オリンピックやパラリンピック等の国際大会は、国際親善や世界平和に大きな役割を果たしていること、共生社会の実現にも寄与していることなど、スポーツの意義や役割の理解(保健体育)、障害者理解・心のバリアフリーのための交流(総則、特別活動)
- ・我が国の領土等国土に関する指導の充実(地理歴史、公民)

〇情報教育(プログラミング教育を含む)

- ・情報科の科目を再編し、全ての生徒が履修する「情報 I 」を新設することにより、プログラミング、 ネットワーク(情報セキュリティを含む。)やデータベース(データ活用)の基礎等の内容を必修化 (情報)
- ・データサイエンス等に関する内容を大幅に充実(情報)
- ・コンピュータ等を活用した学習活動の充実(各教科等)

〇部活動

教育課程外の学校教育活動として教育課程との関連の留意、社会教育関係団体等との連携による持続可能な運営体制(総則)

〇子供たちの発達の支援

(キャリア教育、障害に応じた指導、日本語の能力等に応じた指導、不登校等)

- ・社会的・職業的自立に向けて必要な基盤となる資質・能力を身に付けていくことができるよう、特別活動を要としつつ各教科・科目等の特質に応じて、キャリア教育の充実を図ることを明記(総則)
- ・通級による指導における個別の指導計画等の全員作成、各教科等における学習上の困難に応じた指導の工夫(総則、各教科等)
- ・日本語の習得に困難のある生徒への配慮や不登校の生徒への教育課程について新たに規定 (総則)

高等学校の各学科に共通する教科・科目等及び標準単位数 [改 訂] 「現 行]

教科	科目	標準 単位数	必履修 科目	教科	科目	標準 単位数	必履修 科目
国語	現代の国語 言語文化 論理国語 文学国語 国語表現 古典探究	2 2 4 4 4 4	00	国語	国語総合 国語表現 現代文A 現代文B 古典A 古典B	4 3 2 4 2 4	○ 2単立まで減可
地理歷史	地理総合 地理探究 歴史総合 日本史探究 世界史探究	2 3 2 3 3	0 0	地理歷史	世界史 A 世界史 B 日本史 A 日本史 B 地理 A 地理 B	2 4 2 4 2 4]°
公民	公共 倫理 政治・経済	2 2 2	0	公民	現代社会 倫理 政治・経済	2 2 2	「現代社会」又は 「倫理」・「政治・経 済
数学	数学 I 数学Ⅲ 数学 A 数学 B 数学 C	3 4 3 2 2 2	〇 2単球で減可	数学	数学 I 数学 II 数学 II 数学 A 数学 B 数学活用	3 4 5 2 2	○ 2単立まで減可
理科	科学と人間生活 物理基礎 化学基礎 化学 生物 生物 地学基礎 地学基礎 地学	2 4 2 4 2 4 2 4	────────────────────────────────────	理科	科学と基礎 物理 化学基礎 化学基 生物 生物 生物 地学 地学 理科 課題 研究	2 4 2 4 2 4 2 4 1	────────────────────────────────────
保健 体育		7~8 2	00	保健 体育	体育 保健	7~8 2	0 0
芸術	· 音音音美美美工工工書書書 八章 一章 一章 一章 一章 一章 一章 一章 一章 一章 一章 一章 一章 一章	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	-0	芸術	音音音 音音 等 等 等 等 等 術 術 術 芸 芸 芸 道 道 道 道 道 工 工 工 工 工 工 工 工 工 工 工 工	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	- - -
外国語	英語コミュニケーション I 英語コミュニケーション II 英語コミュニケーション II 論理・表現 I 論理・表現 II 論理・表現 II	3 4 4 2 2 2	○ 2単述で減可	外国語	コミュニケーション英語基礎 コミュニケーション英語 I コミュニケーション英語 II コミュニケーション英語 II 英語表現 I 英語表現 I 英語会話	2 3 4 4 2 4 2	○ 2単立まで減可
家庭	家庭基礎 家庭総合	2 4	コ。	家庭	家庭基礎 家庭総合 生活デザイン	2 4 4	<u>}</u> o
情報	情報 I 情報 II	2 2	0	情報	社会と情報 情報の科学	2 2	一。
理数	理数探究基礎 理数探究	1 2~5					
総合	的な探究の時間	3~6	〇 2単位で減可	総合	合的な学習の時間	3~6	〇 2単位で減可