

機関番号：32604

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500762

研究課題名 (和文) 情報の分散処理的な見方・考え方を育成する教材の研究

研究課題名 (英文) A Study on the Instructional Materials Upbringing a Viewpoint / the Way of Thinking of Decentralized Thinking of Information

研究代表者

本郷 健 (HONGO TAKESHI)

大妻女子大学・社会情報学部・教授

研究者番号：60245298

研究成果の概要 (和文)：

分散処理的な見方・考え方はさまざまな事象を、情報を軸として捉えるときに大切となる新しい考え方である。分散処理的な考え方を育成することを意図したカリキュラムを開発した。高等学校の共通教科情報の必修科目また選択科目で活用できる複数のカリキュラムを開発し実践して、その効果を確認した。また、指導する教師の研修カリキュラムを開発し、教育センターで実施して、その有効性を確認した。開発した資料等は書籍や Web 上で公開して、普及を図っている。

研究成果の概要 (英文)：

A viewpoint / a way of thinking of the decentralized processing is a new way of thinking that becomes important when we catch various phenomena. We developed the curriculum which upbringing thought of the decentralized processing. We developed the plural curricula which we could utilize in the required subject and the elective subject of the Common Information Subject in the high school and confirmed the effect. In addition, we developed the training curriculum of the teacher and carried it out in education center and confirmed the effectiveness. The documents which we developed in this study show it on a book and Web.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009 年度	800,000	240,000	1,040,000
2010 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度	0	0	0
年度	0	0	0
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育

キーワード：情報科教育、分散処理的モデル、StarLogo、モデル化とシミュレーション、マルチエージェントモデル、カリキュラム開発

1. 研究開始当初の背景

情報化が急速に進む現在、私たちが身の回りの現象を認識する方法は、情報化もたらず底流にある考え方から少なからず影響を受ける。子供たちのものの見方や考え方も、このような社会の動向や科学技術の特質の影

響を避けて通ることはできない。むしろ、子供たちは新たな技術や社会がもたらすものの見方や考え方を積極的に触れ、学び、身に付けることが求められる。

アルビン・トフラー (1982) らの議論を参考にすれば、情報社会の特質のキーワードは

「分散化」である。情報化がもたらす分散化の傾向は、社会現象の捉え方や分析に新しい手法を導入させた。例えば、Joshua M. Epstein や Robert Axtell (1996) らは、従来の社会科学の方法論を超えた新しいシミュレーションモデルを提案し、新しい社会科学分析の方法について論じている。そこでは個別エージェントの行動ルールを積み上げるシミュレーションモデルを提示している。

このように社会を認識する方法として、従来の集中管理モデルから個別エージェントの相互作用から創発する現象と捉える、ボトムアップ的な考え方に基づいた分散的モデルの考え方が受け入れられつつある (山影進, 2002)。

科学における分散的なものの見方も同様な傾向にある。従来の手法の延長線上では解明されない複雑な現象がある。例えば、流体の乱流現象、生体では免疫や脳の機能などの生命現象などさまざまである。このような現象に対する解明には、例えば、流体では分子、生体では細胞、経済では個人が周りとの相互の係わり合い (局所的な相互作用) を積み重ねていくうちに、組織が自然にある特性を形作るという捉え方が大切となってきた。

これは、分散化された個の局所的な相互作用の集合体の性質として科学の現象を解析していこうとする見方である。こうした手法はコンピュータの発達と、新たな計算手法の開発とともに現実のものとなった (Albin, 1990; 市川惇信, 2002; クラウス・マインツァー, 1997; D. スタウファァー, 2001; 上田完次, 1996; 米沢富美子, 1997; 伊藤宏司, 2000; 武田暁, 1997)。

このように、自然科学や工学そして社会科学などさまざまな分野で起こる現象を、分散化された個の相互作用の総体として捉えようとする試みが進行している。

教育では、高等学校に普通教科「情報」や専門教科「情報」が新設され、コンピュータを使った問題解決が学習内容として取り扱われようとしている。モデル化とシミュレーションは新たな情報機器を活用した問題解決の典型的な学習場面を提供するものとして期待される。

「情報化の進展に対応した初等中等教育における情報教育の推進等に関する調査協力者会議の報告」(1997)ではコンピュータを利用したモデル化やシミュレーションの重要性を指摘し、科学技術から社会事象に至る広い分野の問題解決に係わる研究が極めて効率的かつ効果的に行われてきていること取り上げその重要性を指摘している。なかでも、環境問題や都市計画、経済活動など、社会科学的な問題のモデル化を取り上げている。学習指導要領では、普通教科「情報」

や専門教科「情報」にモデル化とシミュレーションを学ぶ領域が設定された。そこで取り扱われる教材には、情報機器の出現によって取り扱われることが可能となった問題解決手法や問題対象、それらの学習を通して新たなものの見方や考え方を学び取れるような、新たな視点に立った教材と学習カリキュラムの開発が期待されている。

このように、この種の研究の現状は教育現場へその展開を図ろうとしている段階であり、我が国ではまだ殆ど行われておらず、我々の実践的研究が数少ないものの一つである(分散处理的モデルのカリキュラム開発と評価, 本郷健, 近藤邦雄, 科学教育研究, Vol.29 No.1, pp.46-55, 2005-3)。

既存の教科の学習内容として広く理解を得るためには、教科の目標との関連性をさらに明確化し、生徒の見方や考え方に新たな影響を及ぼしていることを明らかにしていく必要がある。加えて、わが国では分散处理的モデルの考え方を指導できる教師は殆どいない。教育を実践的に展開するためには、指導できる教師の養成が不可欠であり、教師を対象とした研修カリキュラムの開発も重要である。しかしながら、現状の教師は日頃の教育活動等で多忙を極め、新たな教育の内容・方法を習得するための時間と負担は計り知れないものがある。社会の変化に適切に対応した迅速な教育内容の普及には、直接教師に働きかける研修と共に他の方法の検討も探られなければならない。その一つの解決方法として、遠隔教育システムを利用した学習環境の提供が考えられる。現在のわが国では、分散处理的モデルを学ぶための学習環境としてのVOD やテレビ会議システムなどを複合的に組み合わせて、教育現場で活用した実践例はまだない。また、その指導モデルも開発されていない。

2. 研究の目的

分散处理的モデルが扱おうとする社会現象や生態系モデルなどは、次のような特徴を持つ。本研究では、分散处理的な見方や考え方を John L. Casti (1997) が整理した次の3つの観点からモデルを捉えよとする考え方とした。

① モデルを構成している要素の数は中程度。

例えば、単純な力学系では、相互作用する要素が少数であれば、運動方程式を立て決定的に解を求めることができる。逆に、要素があまりにも大きければ、統計的な方法を適応しながら無限大という概念によって処理することができる。

ここで対象としようとしている社会や生態系のような系は、中規模の要素が関与している。少なすぎも多すぎもしない要素が存在し

ている。その中規模の数が、興味深い行動パターンを作り上げるに最も適している。要素の数はモデルの大きさに依存している。

② 要素は知性があり適応する。

中規模の数の要素は単に存在しているだけでなく、知性があり、周りの環境に適応もする。要素は規則に基づいて判断し、手に入った新しい情報をもとにして、自分達の規則をいつでも修正できる。

③ 各要素は局所的な情報にもとづき相互作用をする。

どの単独の要素も他の全ての要素が行っていることを知ることができない。各要素は、全体の比較的小さな部分の集合から“局所的な”情報を得て、自分の行動を決定している。すなわち、完全な情報を知って意志決定をしているのではなく、限られた情報に基づいてしか、意志決定ができないことを意味している。

従来、この新たなものの見方や考え方を学ぶ教材として、その必要性を論じられたことはほとんどなかった。従って、カリキュラムの枠組についても検討されておらず、現在の教育環境に配慮された具体的なカリキュラムの提案は行われていないのが現状である。我々が開発してきた実験的なカリキュラムを正規の授業で実施可能なものへ開発する必要がある。

以上の観点から、「分散处理的なものの見方や考え方」を学校教育へ導入する一連の研究における当面の課題は、

①開発したカリキュラムを軽量化して、より実践的にすること。②実践的なカリキュラムに基づいて、多くの教師が指導できる指導資料を充実させること、③教師の研修カリキュラムを提案すること の3点である。これらの課題を解決するために、開発してきたカリキュラムを実践的な段階へ改善するとともに、教材のパッケージ化と指導法の開発。あわせて、遠隔教育を取り入れた教師研修カリキュラムの開発を目的とする。

3. 研究の方法

研究的な授業実践から、正規のカリキュラムの下での実証的な研究の段階に至らしめるために、以下に示すさまざまな学習形態での実証授業を通してカリキュラムの開発を行った。正規の授業として実践された成果は、共有され、その成果が利用されることによって、本研究の意義が深まる。そこで、普及のための Web サイトを構築し、教育活動を支援するサイトを構築した。

(1) 共通教科情報におけるカリキュラム開発・実践

① 必修科目の場合
履修時間の違い

1. 3時間構成
2. 5時間構成
3. 10時間構成

② 選択科目の場合
③ 遠隔教育システムを利用した場合

(2) 専門教科情報におけるカリキュラム開発・実践

① 情報技術科 (6時間構成)

(3) 教員研修カリキュラムの開発と実践

(4) 研究成果の普及

① 市販テキストの開発
② Moodle を利用した学習サイトの構築

実施概要

(1) ①必修科目における時間数の違いによる影響

“全員履修”という視点からカリキュラムの改善を行い、開発を進めた。全国の多くの学校でも展開できるよう、試行的にあえて異なる時間数でコースを検討・設定し、クラスごとに展開した。実施後アンケート調査を行い比較した。

——10回コース——

科目：選択科目「情報B」(3年次2単位)
対象：9名(選択科目履修者)

16時間(なお1時間は70分授業)

科目：「SSH基礎II」(2年次1単位)

対象：25名(「生命科学与情報」選択者)

9時間(なお1時間は90分授業)

——5回・2回・1回コース——

科目：必修科目「情報B」(2単位)

対象：第1学年3クラス123名

第3学年4クラス150名

合計273名

期間：2008年12月3日～19日

1～5時間(なお1時間は50分授業)

基本となるコースは教員対象講座での内容と同じ10回コースである。これをもとに、必修科目で行った内容が5回・2回・1回コースである。

意識調査の結果では、おおむねどの項目も高い数値を示している。5回コースがほぼすべての項目で上位に位置する。しかし、t検定を用いて比較を行ったが有意差は認められなかった。全てのコースで「楽しく学べたこと」が高く評価されていた。楽しく学べることは、全員履修の授業では重要なことである。

一方、学習する回数が増えてくるグループほど、次第に深く勉強していくことによって、「分散处理的な考え方の重要性やコンピュータを使う良さ」を高く評価する傾向があった。また、「自らモデル化した世界をコンピュータ内に表現する上で欠かせないプログ

ラミングの重要性を強く認識していく」ことが分かった。

(1) 一②択科目の場合

選択科目「情報B」での選択科目としての内容構成は、実施校の実態により異なるため、再構築を行った。研究の概要を以下に示す。
 実施校：埼玉県立川越高等学校（男子校全日制課程）
 科目：選択科目「情報B」
 単位数：3年次2単位

単元：モデル化とシミュレーション
 被験者：9名（男子・選択科目履修者）

場所：コンピュータ室（生徒一人1台のデスクトップ型パソコン）

期間：16時間（なお1時間は70分授業）
 授業評価は、

- ① 生徒のレポートの分析
- ② 最終アンケート調査の分析
- ③ 授業時間ごとの、生徒達のコンピュータ画面をエンコーダーで記録し、生徒の学習変容等を分析する。

(1) 一③遠隔教育システムを利用した場合
 未経験者の教師が教師指導用の遠隔教育資料を使って、e-Learningの授業を設計して実践した。利用した提示資料、演習プリント、指導資料等は、全て他の教師が本研究プロジェクトにおいて実践し、蓄積してきた資料である。それら指導資料をWeb上から活用した。これら指導資料に加えて、授業イメージを捉えるための模擬授業ビデオをサーバから参照することができる。

実践後の授業担当者の感想によると、授業を設計する上で、授業ビデオの重要性が指摘された。

(2) 専門教育における実践

専門高校の実習として、6時間構成で展開した。

専門科目：被験者：情報技術科1学35名

被験者はプログラミングについては他の言語（VB）で学習している。既習の言語の言語設計の考え方やStarLogoの言語設計の考え方の違いがどのように受け取られるか検討を加える。

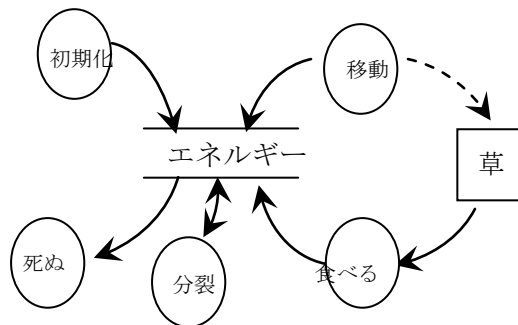


図1 捕食モデルの指導資料例

また、プログラム設計の視点から、コンテ

キストダイアグラムを利用してオブジェクト群の構造分析を表現した。StarLogoのプログラムの指導としては初めての試みである。

例えば、「ウサギと草」の捕食モデルを構造化した教材例を図1に示す。こうした指導資料の蓄積と提供を行う。

(3) 教員研修カリキュラムの開発と評価

研修カリキュラムの開発は、教員研修機関の教科「情報」研修担当者、授業実践者等と協議を重ねた。協議では、教科指導力向上の観点での工夫や従前の教科研修とその評価との対比及び研修カリキュラムの妥当性の検討を行った。提案した研修カリキュラムを実施し、研修を受講した教員にアンケート調査を行い、その結果を分析した。

研修概要

- ・研修実施機関 A県教育センター
- ・研修日程（2日間）
 平成20年6月26日・7月1日（A日程）
 8月25日・8月27日（B日程）

・被験者：研修人数 合計27人
 調査は、第1日および第2日の最後に実施した。第1日終了後アンケートでは、受講者の学校での授業実践における演習の実情と、「分散的なものの見方・考え方」の捉え方や興味や理解の状況を調査した。第2日終了後アンケートでは、2日間の研修を受講して「分散处理的な見方・考え方」についての捉え方や、今後の指導や研修の意欲について調査した。

① 研修を通しての受講生の意識の変化について

第2日終了後のアンケート結果で「4 今までに、情動的・分散处理的・分散处理的なものの見方・考え方を意図した指導をしてきましたか」について、(①全くしていない②していない)と(③している④大変している)回答したものと、「5 これから、情動的・分散处理的・分散处理的なものの見方・考え方を意図した指導をしていきたいと思いませんか」について、(①全くそう思わない②思わない)と(③思う④大変そう思う)と回答したものについて相関をみるため、クロス集計を行った。

表1 研修の受講の前後での指導意欲の変化

前\後		Ⅱ 5	
		(大変)思う	(全く)思わない
Ⅱ 4	(大変)している	11	0
	(全く)していない	12	4

表1は、研修の前後に指導意欲をたずねて、その回答を集計したものである。その結果、今までに情動的・分散处理的・分散处理的なものの見方・考え方を意図した指導をしてきたと回答した11人は、全員が、これから情動的・分散处理的・分散处理的なものの見

方・考え方を意図した指導をしていきたいと思うと回答している。一方、今までに情動的・分散处理的・分散处理的なものの見方・考え方を意図した指導をしてこなかった 16 人中 12 名が、これから情動的・分散处理的・分散处理的なものの見方・考え方を意図した指導をしていきたいと思うと回答し、4 人が指導をしていきたいと思わないと回答した。指導意欲の変化を検定した結果、指導を「(全く)していない」から「(大変)思う」へ変化したもの的人数が、その逆の人数より有意であった(両側検定: $p=0.0004$)。したがって、この研修は、情動的・分散处理的・分散处理的なものの見方・考え方について指導意欲が低かったものを高めるのに効果が認められるといえる。

② 今後の StarLogo の指導について

第 2 日終了後アンケートの「これから、StarLogo の指導をしていきたいと思いませんか」について (①全くそう思わない②思わない) 8 人と (③思う④大変そう思う) 19 人で、肯定的な回答に偏っているか否定的な回答に偏っているかを直接確率計算を行った。この結果、この研修を受講することで、StarLogo の指導をしていきたいと思う肯定的な教員数は有意な傾向になる(両側検定: $p=0.0522$)。つまり、StarLogo を授業の中で利用する一つの演習題材として提供ができる可能性があり、研修の効果が認められたといえる。

③ 今後の、情動的・分散处理的・分散处理的なものの見方・考え方の授業についての研究や研修について、

第 1 日終了後のアンケート「16 今回の第 1 日の研修内容で、情動的・分散处理的・分散处理的なものの見方・考え方を意図した指導がどの程度できるようになると考えますか」について、(①十分できる②ある程度できる) 15 人と (③あまり出来ない④ぜんぜん出来ない) 12 人で、肯定的な回答に偏っているか否定的な回答に偏っているかを検討するために、直接確率計算による分析を行った。その結果、 $p=0.7011$ (両側検定) であり、有意性は認められなかった。この研修で指導ができるようになったという回答は有意ではなかった。指導に自信がついたとはいえない結果になり、今後の課題が明らかになった。

以上の分析より、StarLogo に興味を持ち、情動的・分散处理的・分散处理的なものの見方・考え方について指導していきたいとは考えているが、指導できると感じられる成果までは得られていない。研修後の聞き取り調査から、「初めてのアプリケーションであり、操作演習はついていけたが、授業への実践などをゆっくり考える時間がなかった。」などを理由としてあげていた。しかしながら、

(3) の結果のように、研修受講後、情動的・分散处理的・分散处理的なものの見方・考え方の授業についての研究や研修を行いたいと思う教員の数は、有意に多数であり、研修を深めていきたいという意欲を引き出したことが分かる。

4. 研究成果

高等学校の正規の授業への導入の可能性について

必修科目では多様な時間構成によるカリキュラムを、選択科目では十分な時間を確保したカリキュラムを、専門高校では実習主体のカリキュラムを提案して、正規の授業で実践した結果、以下の事柄が明らかになった。分散处理的な考え方の導入について

- (1) 生徒は強く興味・関心を持った。
- (2) 生徒に見方・考え方に影響を与えることができた。
- (3) 生徒にプログラムの重要性を認識させることができた。
- (4) 高等学校の正規の授業への導入の可能性について、必修科目の中でも無理なく、充分可能であることが分かった。
- (6) 自然科学系や社会科学系人材を育てる一歩となる。

また、生徒が作成していくコンピュータ画面をエンコーダーで記録したものを考察してみると、課題等を様々な工夫によって仕上げていくことが分かった。例えば、作ってきた自分の作品を振り返り、活用するなどの工夫を凝らし、なるほどと思える方法を編み出していた。多様な問題解決能力をもっていることを再認識することができた。

教員研修カリキュラムについて

開発した研修カリキュラムを受けた教員のアンケート結果の考察から以下のようなことが明らかになった。

- (1) 実施した教育研修カリキュラムの受講することによって、情動的・分散处理的なものの見方・考え方について、興味をもたせること、理解を図ること、情動的・分散处理的なものの見方・考え方を育成する重要性を認識させることができ、研修の効果が認められた。
- (2) 情動的・分散处理的なものの見方・考え方の教科指導への必要性の意識を高めることができ、研修の効果が認められた。
- (3) 教科「情報」の固有の目標の一つとして、情動的・分散处理的なものの見方・考え方という新しい捉え方の視点を与えられた。
- (4) 情動的・分散处理的なものの見方・考え方を意図した指導をしていきたいとの考えに変化した傾向が認められた。
- (5) StarLogo を、指導したいと思う教員が増加した。

(6) 今後、情動的・分散处理的なものの見方・考え方の研修を受講し研究を行いたいという意欲を引き出す研修となった。

これらのことから教員研修カリキュラム目的の一つである、分散处理的な見方・考え方を学習できる演習題材を紹介し、考え方の重要性や実践可能性について理解を得るといふ当初の目的はおおむね達成できた。また、教科「情報」の固有の目標として「情動的・分散处理的なものの見方・考え方」を位置づけることについては、研修を受講した教員の支持を得たものと考えられる。

開発した実践的な教育資料及びカリキュラムに沿った入門テキストを市販本として提供できた。また、テキストを支援するためのWebサイトを立ち上げた。WebサイトはMoodleにより作成され、授業動画やプログラム例が載せられている。教師の授業設計のための資料サイトあるいは生徒の自学自習用サイトとしても利用できる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① 須藤崇夫、本郷健、齋藤実、堀口真史、新たな見方・考え方を導入した教員研修に関する研究、教育情報研究、査読有、Vol. 27, No. 2, 2011 (掲載可)
- ② 本郷健、大河原広行、齋藤実、近藤邦雄、須藤崇夫、堀口真史、佐野和夫、分散处理的な見方・考え方の育成を目指すカリキュラムの開発 - 高等学校必修科目「情報B」を中心に -、教育情報研究、査読有、Vol. 25, No. 3, 2009, pp. 29-40

[学会発表] (計 9 件)

- ① 齋藤実、本郷健、高校での分散处理的な見方・考え方を学ぶ教材の実践 - その4年間の取り組み -、日本教育情報学会第25回年会(立命館大学) 2009-8-23
- ② 本郷健、齋藤実、教科「情報」が目指す学力観を考える - 情動的・分散处理的な見方・考え方の育成、日本情報科教育学会第2回全国大会シンポジウム(九州工業大学)、2009-6-27
- ③ 齋藤実、本郷健、分散处理的な見方・考え方を学ぶ教材・カリキュラムの提案と実践、日本情報科教育学会第2回全国大会(九州工業大学)、2009-6-27
- ④ 本郷健、齋藤実、須藤崇夫、堀口真史、佐野和夫、情動的・分散处理的なものの見方・考え方を育成する教材の開発、日本教育工学会第24回全国大会(上越教育大学、2008-10-13

⑤ 須藤崇夫、本郷健、齋藤実、堀口真史、情動的・分散处理的な見方・考え方を育成するための研修 - 情報の分散处理的な見方・考え方の導入 - 日本教育情報学会第24回年会(大妻女子大学)、2008-8-20

⑥ 齋藤実、本郷健、創造性や獨創性を高めるための指導法の研究 - 分散处理的な見方・考え方を学ぶ教材の提案と実施 -、日本教育情報学会第24回年会(大妻女子大学、2008-8-20

⑦ 本郷健、齋藤実、大河原広行、須藤崇夫、堀口真史、佐野和夫、情動的・分散处理的なものの見方・考え方を育成する教材の開発、日本教育情報学会第24回年会(大妻女子大学)、2008-8-20

[図書] (計 1 件)

- ① 本郷健、齋藤実、須藤崇夫、堀口真史、東京電機大学出版局、StarLogoプログラミング 情報教育に生かす分散処理シミュレーション 2009、185

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://sunsun.homeip.net/bunsan1/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

本郷 健 (HONGO TAKESHI)

大妻女子大学・社会情報学部・教授

研究者番号：60245298

(2) 研究分担者

近藤 邦雄 (KONDOU KUNIO)

東京工科大学・メディア学部・教授

研究者番号：2025553

(3) 研究協力者

齋藤 実 (SAITOU MINORU)

埼玉県立大宮高等学校・教諭

須藤 崇夫 (SODOU TAKAO)

埼玉県立総合教育センター・指導主事

堀口 真史 (GORIGUTI MASASHI)

埼玉県立総合教育センター・指導主事

佐野 和夫 (SANO KAZUO)

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校・教諭