

Grid の概念を用いた情報教育
(思考力と言う観点から)

丹羽時彦 大藤泰生 谷三栄 安田貢一
関西学院高等部

雄山真弓
関西学院大学

川合慧
放送大学

松田稔樹
東京工業大学

神沼靖子
元前橋工科大学

白旗慎吾
大阪大学基礎工学部

並木美太郎
東京農工大

新地辰朗
宮崎大学

濱田正彦 小出理史 石川公基 濱崎俊 根岸史季 浅沼良治
日本IBM株式会社

田中一義 猪川徳信 中垣智宏
日立システムアンドサービス

金沢勇
株式会社メディアプラス

高校1年生全員(約300名)を対象に、今まで学習してきた知識を利用する機会を与え、自ら考え、自ら行動することができる人材の育成を図る教育を、情報Bを通し行っている。そこで、スーパーのレジの精算をより早く済ませるという問題を考え、「どのような情報が必要で、それらをどのように処理すると良いか」について考察させる。この教育は、グリッドコンピューティングの環境下において展開され、やがて、その考え方はグリッドの概念へと拡張され、社会組織に適応させるところに帰着する。

Teaching IT Using Grid Computing

By giving the first grade students(300) the opportunity to use their own studied knowledge, we are going to teach the students to think by themselves and act by themselves in "Information B". In order to efficiently choose a supermarket register, we make the students think what information we need, and how we should use it. We expand this idea using Grid computing, then it is extended to the grid policy, where it can be used practically in the community.

1. はじめに

最初に、生徒の学習態度や学習姿勢に対し、最近感じていることを掲げておく。

- (1) 自ら考えることに不安を覚えるのか、授業中自分の意思表示として、他人を誘い込むように「全く分からない」などと強く意思表示をする
- (2) 個別指導の行き届いた教育がなされているのか、一斉授業において個別指導を申し出る生徒が増えている(手を挙げて「個別に教えてほしい」と言う依頼)
- (3) 解を求めるのに、速さを競う傾向がある

- (4) 入試の影響か、パターン化された問題に対して強い
- (5) 知識はあるが、自ら利用することができないので、新しい問題や思考に出会うと、どのようにすればよいのか戸惑ってしまう
- (6) じっくりと考える、また、考えること自体楽しむという姿勢が無い

この問題の議論に入る前に、筆者らが取り組んできた、2004年度文科省「IT人材育成プロジェクト」における教育事例を紹介する。このプロジェクトは(2004～2006)に採択され、以来今日まで4年間にわたって継続している新たな教育実践例である。そもそも、この教育のねらいは、第15期中央教育審議会第一次答申(1996(平成8)年7月「21世紀を展望した我が国の教育の在り方について」)内に記載された「生きる力」の習得にある。そこでは「生きる力」を、

我々はこれからの子供たちに必要とするものは、いかに社会が変化しようと、自分で課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する資源や能力—以下省略—

と、定義している。私たちは、「情報 B」の学習活動を通し、「生きる力」の習得を目標とする教育活動を行っている。そして、具体的に述べると「自分で課題をみつけ、自から学び、自ら考え、主体的に判断し、行動し、よりよく解決する人材の育成」とともに、「豊かな才能を持つ人材の育成」を目標におく。今回、これを教育目標とし、私たちが4年間取り組んだ内容を報告する。

2. レジ問題

上記の教育目標を実現させるため、年間の教育内容を学習指導要領に定められた「情報 B」に沿って、以下のように定めた(「情報 B」との対応は4学習指導要領との関連性を参照)。

一学期	時数	二学期	時数	三学期	時数
タビ°ソ°実技試験	5h	クセル マカ製作	11h	レジ 問題の意味	3h
ワド° お絵書き	9h	ペ°パ°テスト	1h	人間グリッド°	1h
クセル 基本的な関数	6h	C言語 Linux 含む	9h	グリッド° コンピ° ューティング°	8h
ワド°・クセル実技試験	1h	ペ°パ°テスト	1h	グリッド° ペ°パ°テスト	1h

1h=45min

ここで、特に、この教育の特徴である「レジ問題」の内容に焦点を当てて述べる。

「レジ問題」とは、生徒一人ひとりが、スーパーマーケットの経営者となり、多数の精算処理速度が異なるレジに、購入量が異なる客が並んでいるとき、どのレジに客を誘導すれば精算を早く済ませることが可能か、誘導する客の組合せを考察することである。導入部分では、レジ数、扱う客数は共に少数であるが、徐々にその数を増やして考察していく。

その過程で、生徒は与えられた問題を形成、モデル化、シミュレーションをしながら、試行錯誤を繰り返して自ら問題の解決へと導かれる。

次に教材の具体的な内容について説明する。

(1) 導入

身近に起こるレジ問題に関する説明をする。

(2) エクセルを用いたレジ問題

レジ係と客の購入量に関する具体的な条件を次の表のように与え、より一層、問題点を明確にする。

ここで、より問題を具体的に理解するため、レジ係3人の処理速度、客の購入量を以下のよう

に仮定する。

【レジ係の処理能力の仮定 (システム固有の値)】

基本量を精算するのにかかる時間

レジ係の種類	レジ係 Aさん	レジ係 Bさん	レジ係 Cさん
処理速度	0.5	1	1.5

【客の購入物の仮定 (状況に応じて変化する値)】

基本量に対する購入物の割合

客の種類	客 1	客 2	客 3	客 4	客 5
購入量	8	4	2	5	10

そこで、これらの条件から、表計算ソフトを用いて、どの客をどのレジに誘導すればよいか自由に考察させる。その後、

- ① それぞれのレジに扱う人数制限を加え、扱う客数がそれぞれ 2, 2, 1 であるとき、最速となる組合せ
- ② ATM 方式で、最初 3 名はランダムで、2 人目からは空いたところへ次の客が入るとき、最速となる組合せ

について、初めに求めた組合せが含まれるかどうか考察する。

(3) 人間グリッド

上記問題を、

企業→各班、客振分係(部長)→head node, レジ係→node, 客→数式, 客の購入物→演算子と対応づけ、レジ問題用のソフトを用いて、数式を head node から班員の node へ送信する。この場合の処理速度は、各生徒の計算力を想定している。データの受け渡しを図で表す。

客を数式、レジを node とみなしたときのデータの受け渡し

- ① $1 + 2 + 3$
- ② $4 + (5 - 6) * 7$
- ③ $8 / (9 - 10) + 11$
- ④ $2 - 3 + 4 * 5$
- ⑤ $(3 * 8 - 6) / 9$
- ⑥ $4 / (10 - 2 * 4)$

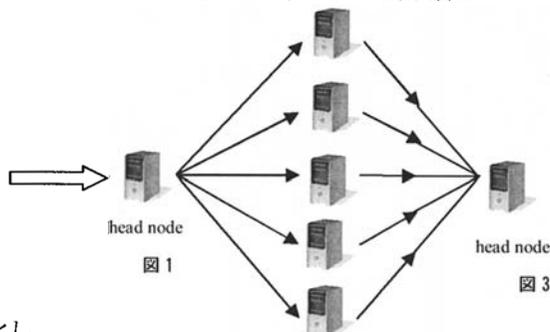


図 2 node (ただし、計算は人が行なう)

このように、レジ問題をモデル化し、何回もシミュレーションを行ない、どの node へ、どの式を送信すればよいか、話し合いを繰り返し、互いにグループごとに競い合いながら、最適の振り分け方を楽しく決定していく点が特徴的である。この時点で、数式は公表している。

図 1 head node の送信画面

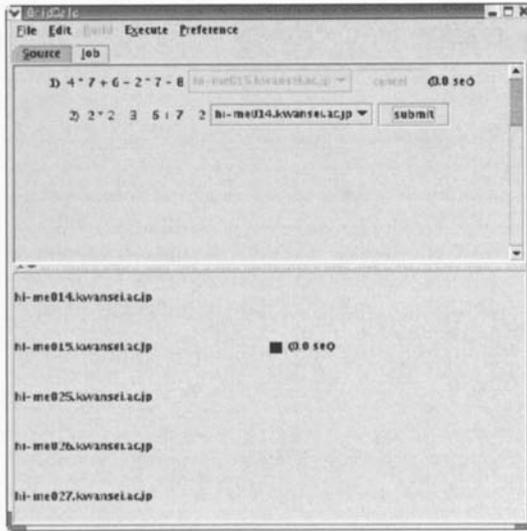


図 2 node の画面

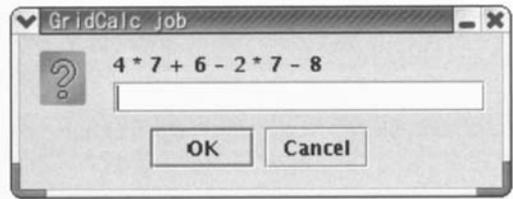
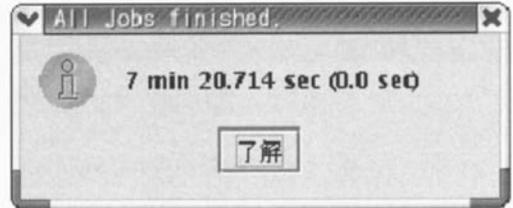


図 3 head node の job 終了画面



(4) 探索型スケジューリングの製作

人間グリッドで、ソフトの利用方法、配信方法に慣れてくると、数式の数を徐々に増やしていく。

そして、数値を入力することが大変となる時期を見計らい、オートマチックに数式を計算するプログラム(スケジューリング)を、C言語を用いて作成する段階へと移行する。その際、各班の node の演算速度は、と言った具合に全て異なっているものとする。ここで、与えられる情報をまとめておく。

- ① 配信される数式とその題数(客の購入物の量と客の人数)
- ② 各 node の処理速度(レジ係の処理速度)

この条件の下に、最速となる組合せを、全ての班員が互いに協力し合いながら、より良いスケジューリングを目指し考察を続ける。次に、その流れを示す。

millisecond

	node 名	+ (加算) 速度	- (減算) 速度	* (積) 速度	/ (商) 速度
1 班	hi-me014	1000	1000	2000	3000
	hi-me015	3000	4000	5000	6000
	hi-me025	5000	4000	5000	1000
	hi-me026	4000	5000	1000	2000
	hi-me027	5000	2000	2000	2000

図 4 は、スケジューリングのプログラム製作の様子である。どの式を、どの node に振り分けるとよいか、予め決め、そのように数式が、考えている node へ配信されるようにプログラムを製作する。その後、コンパイルを行い、実行している様子が図 5 である。自動的に数式は望みの node に配信

され、各 node において数値計算され、計算終了後 head node へ job 終了の報告がされている様子が図 6 である。このような作業を何度も繰り返しながら、班ごとに競い合わせる。

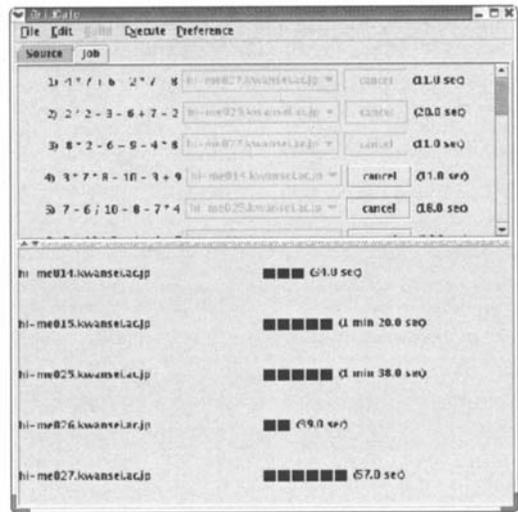
図 4 C 言語で書かれたスケジュール



図 6 全 node 終了表示



図 5 数式の送信状況



(5) 本格的なスケジューリングを目指して

(4) で扱う 1 つの問題には数式が 20 題、40 題～100 題含まれている。それらは、(4) では、事前に公表されているが、この段階においては、数式、また、数式の題数も分かっていない場合について考察する。

このレベルでは、数式の特徴や問題数が分からないため、どのような数式が与えられても、瞬時の判断で配信することができるルールを作らなくてはいけない。そのルールについて深く考察させ、それを満たすスケジューリングの作成に取り組ませる。この背景には、自ら考え、実践する能力の育成が考慮されている。

(6) グリッドコンピューティングとグリッドの概念

(5) で思考することは、自分が置かれている状況や所有する資源を認識しながら、おかれている状況を鑑み、その状況下で最大の効果や利益を得るためにはどのように判断や決断を行えばよいか、と言う問題に置き換えることができる。このことは、まさに、グリッドコンピューティングの考え方と同じで、その考え方を理解するとともに、より広義のグリッドの概念へと展開する。それを以下の表にまとめておく。

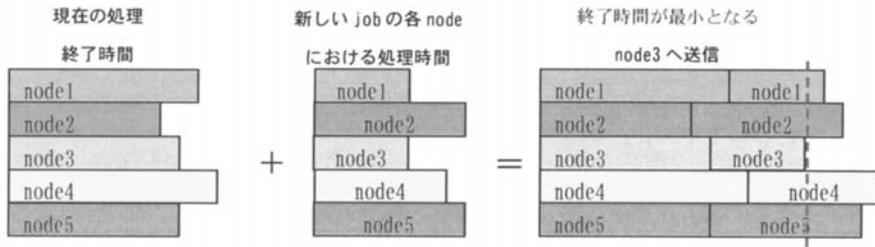
	グリッド	グリッドコンピューティング	社会・組織
応用	状況を分析し、合理的判断のもと、実践する	CPUの負荷の軽いnodeにjobを割振る	人材の特性を見ながら仕事を割振る(終了時間が同時)
基盤	有機的関係	CA(認証局)を介した信頼関係(ヘテロ、地域に依存しない)	コミュニケーションを介した信頼関係(お金、契約、利害)

3. 思考の流れ

最初、処理速度を最小に行なう作業において、①配分する客の人数(数式の数)、②その特徴(数

式に含まれる演算子の数), そして, ③レジ係の特性 (node の処理速度) という情報が公表されている。しかし, 配信する数式の数が少数の場合, 全探索が可能であるが, 数が多い場合は全検索が不可能となる。そこで, ①~③の条件のもと, 合理的な配信方法について試行錯誤を行うこととなる。

やがて, 学習者は, ①~③の条件より, 各 node の job 終了時間という隠された情報の必要性を知る。よって, 一つの配信ルールとして, その情報と, 今まさに送信しようとする数式の各 node における処理時間を計算することにより, 瞬時にしてどの node へ配信すればよいか決定することが可能となる。すなわち,



と言う結論を得る。この他, いろいろな配信方法があり, 解は一つに定まらない。学習者は, 現在の node の job 終了時間と, これから送信しようとしている数式を見ながら瞬時に送信する node を決めることができるルールを見つける。このような考え方を発見し, グリッドコンピューティングの構造について学び, その考え方を, 組織や社会の構造へ適応することが可能か検討する。

4. 評価方法と生徒の意識

このような教育方法が, 当初掲げた教育目標に対し, どれだけの教育効果を得ることができたのか検討するための, さまざまな試みについて述べる。【評価内容と評価方法】

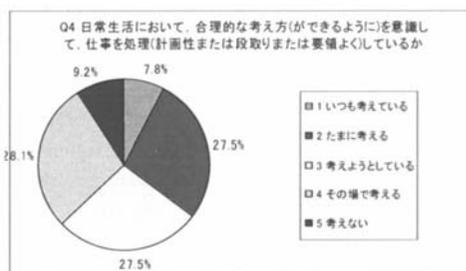
- (1) 1 時間毎に学習者が取り組んで製作したスケジューリングを保存し, どれだけ理解を深めているのか調査するとともに, 平常点としている。また, そのスケジューリングを実行したときの処理速度も平常点の対象としている。
- (2) 学年末考査において,
 - ① レジ問題に対してどのような配信方法を考えたか
 - ② グリッドコンピューティングとグリッドの概念との関連性について
 - ③ この概念を, どのように社会組織に応用するのかを, 予め公開し, テスト形式で論述させる手法をとる。
- (3) 診断的評価, 総括的評価を用いて, 意識の変化を追跡調査する。下記の①~⑤は, グリッドの授業が開始される前に行なう診断的評価である。
 - ① 「情報処理」という言葉を理解しているか
 - ② 物事 (定期考査対策) に計画性を持って臨むことができるか
 - ③ 問題を解決するとき, 解決する手順を考えているか
 - ④ 日常生活において, 合理的な考え方 (ができるように) を意識して, 仕事を処理 (計画性または段取りまたは要領よく) しているか
 - ⑤ グリッド (コンピューティング) の考え方 (適材適所, 役割分担の方法など) を理解してい

るか

2007年度の1年生(300名)に対し、グリッドの授業の最初に行なった意識調査(上記の④⑤)の結果を表7、表8に示す。さらに、この教育終了直後、⑤の質問結果の変化の様子、また、2年、3年経過後の変化に関する追跡調査を行なっていきたい。

現在、人間グリッドを行なっているが、とても盛り上がり、グループごとの対決が、社会における会社の競争にも似ており、プロジェクトに映し出された各グループの最速値はあたかも、会社の経営状態を反映しているように感じられる。授業の終了時において、「出来高として、お金をあげるわけにはいかないの、その代わり得点を献上する」と言ったところ、より一層真剣みを帯びて取り組むことができた。

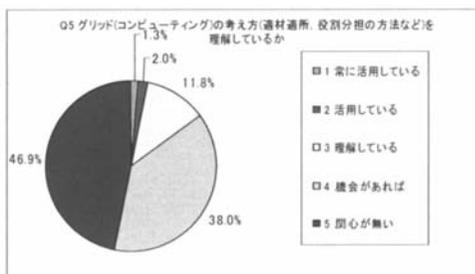
表 7



5. 思考力向上への取り組み

本章では、最初に述べたように、学習態度や学習姿勢に対して最近感じている生徒の行動について、上に述べた教材や教育方法に基づいて分析する。この特徴は、全ての生徒に該当するのではないが、その人数が近年俄かに多くなっている傾向がある。なぜ、このような事態を引き起こしているのか考察してみる。

表 8



そこで、我々はその根本の原因を先の(6)「じっくりと考える、また、考えること自体楽しむという姿勢が無い」にあるとして着目した。つまり、(6)と言う傾向があるため、(1)~(5)の現象が起こるのであると考えた。

その背景には、小中学校や塾、予備校において時間内で如何に多くの問題を正確に解くことができるか、と言う目的で教育が行なわれ、本来意図する「ゆとり」教育が実践されていないことが挙げられる。「ゆとり」教育の本来の目的は、ミニマムエッセンシャルな項目を、時間をかけて自ら思考するところにあるはずである。しかし、現場では「教科書の内容が少なくなった」、「習うべき項目が少なくなった」と言って学習内容を増やし、知識中心主義の教育が行なわれ、結局は、それまでと変わらない、時間に終われる教育がなされている。

教育者は、教壇で生徒を前にし、新しい知識を注入することが教育とみなし、自ら考えさせること、また、そのような場を提供することを教育とみなしていない。したがって、各自が考えているときの教室の静寂を不安と感じ、生徒が恐れ、教師も恐れ、ついつい、あせって教師が解を言ってしまったり、導き方を言ってしまったりする。ある時は、教師が生徒の後を追従する、何も言わない教育も必要ではないかと思う。したがって、(6)の原因は、自ら思考する時間がたっぷりとは与えられなかったことであると思う。それは、言い換えると、知識を注入されるが、その道具を自ら利用する機会が与えられなかったことが原因であるとも言える。

そこで、私たちは、そのような背景の下、じっくりと思考する時間を持つ授業を行なうことを目指す教育内容と教育課程を「情報 B」で実現するため、2004年度文科省「IT人材育成プロジェクト

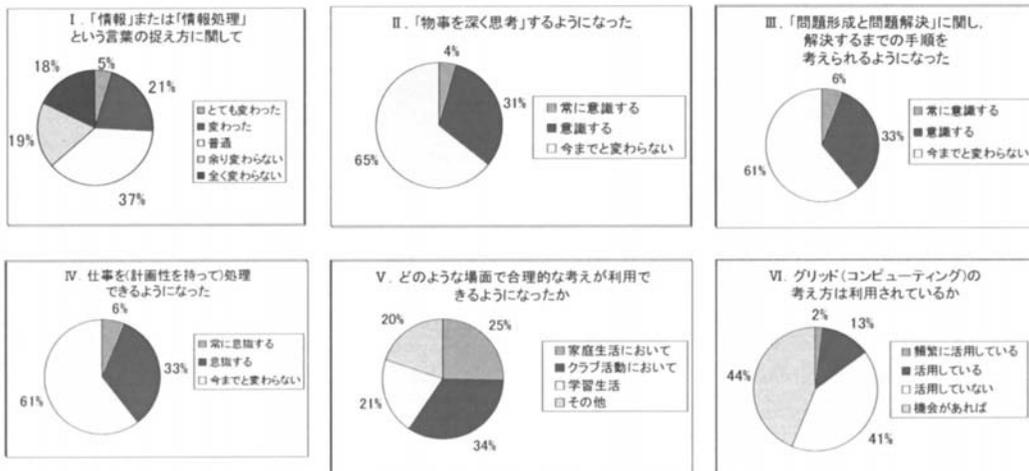
ト)において研究を開始した。そのコンセプトは、以下のように設定した。

- (1) 対象とする問題が、身近に起こる、具体的な事柄であること
- (2) 問題形成が容易であること
- (3) 問題解決において、解が一つに定まらないこと
- (4) 複雑な計算を行わないで、シンプルで単純な計算であること
- (5) シミュレーションが可能であること
- (6) グループ活動ができること
- (7) 全ての生徒がゲーム感覚で、しかも、楽しく取り組めること
- (8) 学んだ概念が、身近な組織、社会組織に適用できること

また、授業において、レジ問題に関する必要な条件やソフトの利用方法については詳しく説明したが、解の求め方に関しては、たつぷりと時間をかけたり、グループで相談させたり、自ら考えるように工夫した。この授業は2年目であるが、最初のうちは、相変わらずざわざわと何を行なっているのか、理解に時間がかかった。しかし、行なっている内容がとても現実的なものなので、次第に理解していき、全クラスの生徒はとても興味を持って、意欲的に取り組んでいる。その瞬間、教師主体の授業から生徒主体の授業へと移行している体験をしたように感じた。

今年度は、まだ年度途中のため意識調査の推移は取っていないが、昨年度1年生のときグリッドコンピューティングを受講した2年生の意識調査から、この授業に関する教育評価を得ている。

2年生に行なった各種意識調査



VIから分かるように、ほぼ60%に近い生徒がグリッドの概念を生活に生かして行きたいと考えている。まだ、この教育に関する取り組みは始まったばかりで、改良すべき点も多くあるが、徐々に私たちが望む教育目標に近づけることができるように研究を続けていきたいと考えている。

今後、この教育効果の客観性を得るため、他の学校における実践と教育評価を推進したい。また、そのためにグリッド環境やレジ問題ソフトの汎用性を得るため、knoppixを利用したソフトの開発を試みようとしている。

1第15期中央教育審議会第一次答申「21世紀を展望した我が国の教育の在り方について」文部時報1996.07