

情報基礎科目の中でのリメディアル 教育のための数学の導入の検討

— “関数センス” 育成のための表計算
ソフト Excel の課題の利用 —

垣花 京子*

Learning Mathematics in an Information Literacy Education for a Remedial Class

— Using Tasks with Spreadsheet Excel for Developing “Functions Sense” —

KAKIHANA Kyoko *

Abstract

This is the case study for remedial education of mathematics. The purpose of this study is to investigate the effects of mathematical tasks developed for fostering “function sense (Kakihana, Fukuda, Shimizu 2003) in “Basic Informatics class 2”. These mathematical tasks are used spreadsheets to solve a problem and “Basic Informatics class 2” is a class for learning spreadsheets. It was found that there were effects on motivating to learn mathematics, making an algebraic expression, understanding the meaning of graph and a solving problem. It is attractive for students to learn spreadsheets in a computer room. Therefore students were interested in these mathematical activities during learning spreadsheets. Thirty percents of students who did not like mathematics were interested in these activities.

概要

本研究は基礎の数学のためのリメディアル教育に関するケーススタディである。本研究の目的は、「情報基礎2」の授業の表計算ソフトの学習の中に“関数センス”（垣花、福田、清水、2003）を育成するために開発した教材を活用し、数学のリメディアル教育としての学習効果を探ることである。その結果、代数式を立てたり、グラフの意味を理解し、適切な判断をすることに効果があることが分かった。学生にとって、表計算ソフトの学習の中で数値、グラフをツールとして使いながら数学の問題解決をする場面で、数学的な活動としてあまり意識せずに取り組めることが示され、数学を嫌いと答えている学生でも30%が興味を持って取り組むことができるかと答えている。表計算ソフトの利用は学生にとって興味深く積極的に学ぶ科目である

* 情報コミュニケーション学部情報メディア学科、Tsukuba Gakuin University

ので表計算ソフトの指導の中に興味深い教材を取り入れることで、数学嫌いの学生でも数学的活動に積極的に参加できることが期待できる。本研究は、リメディアル教育での動機付けを目的に行ったケーススタディであるが、今後は、リメディアル教育として知識の獲得や具体的な計算技能の獲得などの効果について調べていく必要がある。

キーワード：リメディアル教育、数学教育、情報教育、表計算ソフト、関数センス

1. はじめに

大学生の数学能力の低下が危惧されるようになって久しい。「分数ができない大学生」(岡部&西村, 1999)という事実は年々ひどくなるようである。それぞれの大学でリメディアル教育の必要性が言われるようになり、2005年には日本リメディアル教育学会が創立された。リメディアルの必要性のレベルはそれぞれの大学、学科により異なるだろうが設立発起人名簿に120もの大学の名前が並んでいる(日本リメディアル教育学会, 2005)。かなり深刻な状態であることがうかがえる。リメディアルとは補習のことをさし、今までは主に、中等教育段階での教科学力の補充の意味が強かった。しかし、現在は、山本(2000, 02)が指摘しているように中等教育と高等教育を結ぶ大学専門教育入門とスキル開発、高等教育で学ぶ際のインセンティブ開発の内容が含まれるようになっている。

日本リメディアル教育学会の設立主意書(2005)にも書かれているが、多くの場合eラーニング、Web上での自学自習できる環境を作り、学生自身が自分のペースで学習できるようにし、その効果を期待している場合が多い。しかし、本大学の学生の現状から自学自習のためのeラーニング環境の充実も必要ではあるが、まず、数学の必要性を感じ、取り組むための動機付けが重要である。本学でも年々数学ができない学生が増え、情報の専門家として育てることが危ぶまれ、就職試験

へ向けてもいずれかの形で手を打つ必要性が出てきた。そこで、筆者は、コンピュータの基礎技能、特に表計算ソフトの利用と応用を目的とした「情報基礎科目2」の授業で、筆者らが「関数センス」(垣花、福田、清水、2003)を育てるために開発している表計算ソフトを利用した教材を使い、数学のリメディアル教育を念頭において指導を試みた。

本研究の目的は、数学の基礎に対するリメディアル教育の一環として「情報基礎2」の授業の表計算ソフトの学習の中に“関数センス”(垣花、福田、清水、2003)を育成するために開発した教材を活用し、数学学習に対する動機付けになるかを探り、数学学習効果を探ることである。

2. “関数センス”の育成

中等教育の中で関数の学習がなかなか生徒たちに受け入れられず、大学生になり関数という言葉を聴いただけで、拒否反応を示す学生もいる。その多くの原因は中等教育で行われている計算中心の指導にあると考えられる。いろいろな言葉で関数の意味や扱いについては述べられている(Fey, J.T. (1990)²、キース・デブリン、山下純一訳(1995)、新訂算数教育指導用語辞典(1993)、竹之内(2002)、一松(1998)、他)。それらを総合すると、関数には変化(Changing)、写像(Mapping)、対応(Correspondence)関係を表す機能がある。筆者は関数について、日常生活の中で常に動いているその変化や動きを

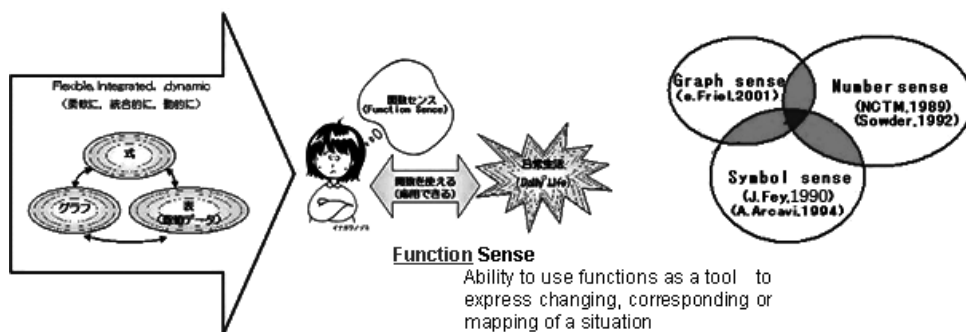


図1 関数センスとは

追って解析していくための基本的な道具である（竹之内、2002）と考え、関数を問題解決の道具として使いこなす能力の育成を目標としている。さらに、そのために、テクノロジーがグラフや数値を視覚的に表現することを容易にしていることを利用し、それらを統合的にツールとして活用しながら、日常の問題をモデル化し、関数を取り入れていくことを試みている。この背景には1989年にNCTMやShowder（1992）が提案しているナンバーセンスとFriel（2001）が述べているグラフセンス、Arcavi（1994）やFey, J.T（1990）¹が述べているシンボルセンスのそれぞれのセンスを統合的に扱えるセンスに”関数センス”（Function Sense、図1）があると考え、グラフや数値、代数式をツールとして統合的に扱いながら日常生活の問題解決ができる能力を“関数センス”と定義した。三つのそれぞれのセンスについて概説すると、ナンバーセンスは数値を扱いながら計算し、その結果を判断する能力であり、グラフセンスは数値データから適切なグラフを作り、そのグラフから適切な判断ができる能力であり、シンボルセンスは、記号表現である式と代数計算を効果的に取り扱うために必要な技能をさしている。本研究で扱う課題は、日常生活での問題を数値やグラフを見ながら、数式で表したり、状況を説明したり、問題解決するものである。

3. 研究方法

実践授業を実施し、アンケート、ワークシート、活動の観察を分析し、その効果ををはかる。

対象：「情報基礎2」履修の1、2年生130名
時間：2回の授業（90分×2）

課題：“関数センス”を育てるための課題（詳しくは実践例で述べる）

4. 事前調査

アンケートにより学生の数学に対する意識を5段階で調査した

対象：「情報基礎2」履修の1、2年生130名
（アンケートの回収は108名）

（1）得意かどうか

数学を得意と感じているかどうかを5段階で質問した。

その結果（図2）、小学校時代かなり得意と感じていた学生は45%いるが、高校ではかなり得意、得意をあわせても22人と全体の21%になっている。逆に不得意、かなり不得意の割合が50%になっている。高校2年以降数学を履修していない学生もいる。

（2）内容について覚えているかどうか

高校までの学習内容について項目をあげ、習ったことを覚えているかどうかを5段階で質問した。本研究では1次、2次、3次の式

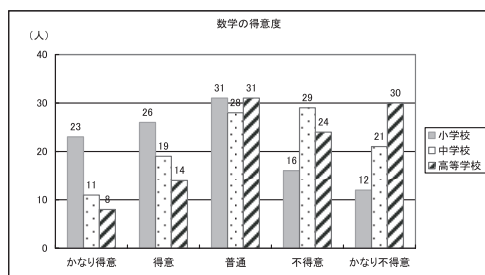


図2 数学についての意識調査

について、方程式と関数と関数のグラフという言葉を知ったことを覚えているかどうかを聞いた質問結果について述べる。表1はそれぞれの言葉についてよく覚えていると答えた数を示している。その結果、方程式という言葉に比べ、関数という言葉を知っている学生が少なく、2次方程式については50人(46%)、2次関数については26.9%の学生しか覚えていないことから分かる。さらにグラフについてはより人数が減っている。これは、中、高等学校では、方程式を解くことが中心に行われ、関数として扱うことがあまり行われていないことが伺える。また、2次関数に関しては平方完成の計算ができないとグラフが描けないなど、躓きの原因にもなっているので2次関数のグラフに関しても77%の人はほとんど覚えていないようである。3次に関しては履修していない学生も多くある。

以上の結果から、日常生活の中で動きや状況をモデル化するときに使われる関数を対象としたリメディアル教育は必要であり、高校までに嫌いという気持ちに強くなっている学生が多くいるので、高校まで行ってきた指導法とは別のアプローチをする必要がある。

数学を専門としない人のための数学教育に関していろいろ述べられているが、本研究では量的リテラシー (Qualitative Literacy, Bennett & Briggs (1999), Steen, L.A. (1997, 1998)、他) の育成、すなわち、数学的な考

表1 内容に関する調査1 (人数)

	1次式	2次式	3次式
方程式	61	50	15
関数	43	29	8
関数のグラフ	32	25	6

えあるいは数を含んでいる量的情報を解釈し推論する能力を育てることを目的とし、毎日の生活の中での話題を理解するために必要な能力の育成をめざし、関数指導を行う。

そこで「情報基礎2」の目的である表計算ソフトの利用の中で、「関数センス」の育成のために開発した日常生活での問題を数値、グラフをツールとして統合的に扱い問題解決する課題を利用することとした。

“関数センス”育成のための課題は、問題を把握し、式を入力し、計算やグラフ表示は表計算ソフトに任せ、結果やグラフの振る舞いから原理を考え、記号化したり、応用したり、その意味を理解し、問題解決することができることを目標としている。

5. 実践事例

1年生の必修科目である「情報基礎2」の2コマを利用し、実践した後、最後に「情報基礎2」の授業の中に数学的な活動を取り入れたことについてアンケートをとり、その効果を調べた。

5.1 対象

「情報基礎2」履修の1、2年生130名

5.2 課題

課題は表2に示すように「情報基礎2」の授業の目標はセルへの式の入力と相対参照と絶対参照ができるようになることである。ここで相対参照は数学的表現では変数xに対応し、絶対参照は式の中の定数にあたる。それぞれの問題には問題ごとに示した数学的な活

表2 「情報基礎2」としての目標

- (1) セルへの式の入力
- (2) セルの相対参照と絶対参照の理解

動の目標がある。問題は4題用意したが、本研究では、そのうちの1次関数の2題について述べる。

問題1：売上台帳の利用

数学的な活動の目標：数式を立てること、変数と定数の違いを理解すること

問題1 表1は売り上げ台帳の一部です。単価が1500(円/個)の製品の毎月の売り上げ個数が表示されています。月々の売上高を求めるために次の表を埋めなさい。

決算月	売上げ個数	数値をそのまま使って計算	1500を 使って式を作る	セル参照 で式を作る
1月	120			
2月	110			
3月	130			
9月	132			
10月	120			
11月	110			
12月	155			

問題2：携帯電話の料金の問題

数学的な活動の目標：数式を立てること、グラフ上から連立方程式の解の意味を理解する。

問題2：携帯電話の料金は基本料金と使用時間に対応した使用料金の和で求められます。A社とB社の基本料金と1分間の使用料金が表1で与えられています。どちらの会社を選んだほうがとくか、選ぶためにいろいろ調べてみましょう。

携帯電話の回線使用料と使用時間に対する単価

表1	A社	B社
基本料金	1000円	1500円
1分間の 回線料	11.0円	7.0円

表2. 1月から6月までの使用時間

月	使用時間	使用料金	
		A社を 使った場合	B社を 使った場合
1月	201	3211	2907
2月	41	1451	1787
3月	12	1132	1584
4月	52	1572	1864
5月	57	1627	1899
6月	28	1319	1703

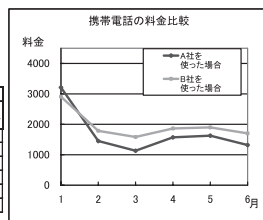
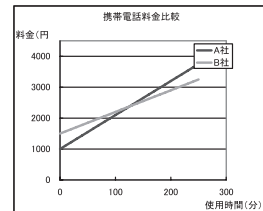


表3. 使用時間による料金

使用時間	A社	B社
0	1000	1500
10	1110	1570
20	1220	1640
30	1330	1710
40	1440	1780
50	1550	1850
60	1660	1920
70	1770	1990
80	1880	2060
90	1990	2130
100	2100	2200
110	2210	2270
120	2320	2340
130	2430	2410
140	2540	2480
150	2650	2550
160	2760	2620
170	2870	2690
180	2980	2760
190	3090	2830
200	3200	2900
210	3310	2970
220	3420	3040
230	3530	3110
240	3640	3180
250	3750	3250



- (1) 上のグラフは月々の使用時間をいろいろ変えてグラフの変化をみながらどちらが得が調べて予想しなさい。
- (2) 使用時間を0から10分おきに250分まで変化させてA社、B社の使用料金を表に表しなさい。
- (3) (2) から使用時間を x 、使用料金を y とし、A社とB社の料金を式で表してください。
- (4) 表示されているグラフの交点の座標を求めなさい。この交点は何を意味しているかを説明しなさい。

5. 3 結果と考察

①問題1は数か月分を手計算で行い、その後、セル参照の形で式の入力を行うように指示している。まず単価の1500をそのまま使って $=1500*B5$ のような形で入力する。そのまま下に式を複製し、相対参照の意味をつかむ。さらに1500を一般化し、いろいろな値に対応できるように絶対参照を利用し、 $=B\$3*B5$ と入力し、単価を1500から2000と変更しても式を変更しなくて済むことを体験し、一般化して表すことのよさを指導している。全員が表入力を通して絶対参照、相対

参照を理解し、絶対参照で式を入力することのよさを理解できた。さらに、本課題では、単価を a 、代金を y 、売上個数を x とし、代数式で表すことを要求した。83%の学生は代数式で表すことができたが、17% (22名) が式で表すことができなかった。彼らは問題 2 についても式も交点の意味も書くことができていないので、別の方法での教育を考えている必要があるだろう。

問題 2 について：

問の (1) では図 3 のように月々の使用料金が自動的に変わり、そのときのグラフが現れる。本問は、数値とグラフを見ることにより状況を判断することを要求している。48%の人が使用時間の変化とグラフの変化の意味を理解し、正確な予想を立てることが出来た。しかし52%の人は、グラフの一部だけを見て解釈しているか無回答であった。たとえば、「B社が得、A社のほうはなみがはげしい」と答えている。グラフを動的に見る経験

がないので、数値により変化する状況が表現されたグラフを単に形の変化としてだけとらえその意味を読むことができないと思われる。

問の (2) については、表計算ソフトに式を入力して表を完成させ、グラフを表示するものである。問題 1 で式の入力を練習しているので、全員が表を完成させ、適切なグラフを表示することができた。

問の (3)、(4) は、料金を y とし、使用時間を x とし、代数式を書き、そのときにグラフに表示された交点について考察するものである。「正しく代数式で表現されているか」、「交点の意味を理解しているか」、「交点の座標をもとめることができるか」について評価した。その結果は表 3 の通りである。73%が正しく 2 つの代数式を書くことができたが、16人が連立方程式を解くことはできな

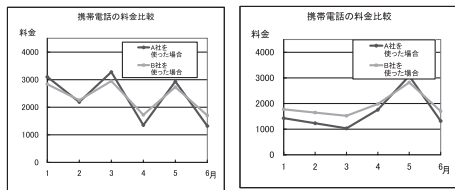


図 3 シミュレーションによる探求

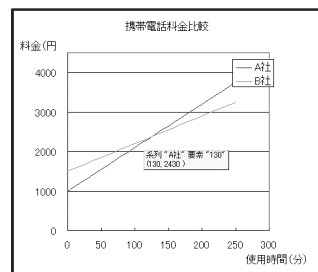


図 4 グラフから座標を読む

表 3 代数式を書くことと交点の意味

代数式を書く 交点の意味	代数式：正しい				代数式：間違い			式 白紙	合計	交点の意 味が分か るか
	解法 OK	答え のみ	グラフか ら答え	答え なし	答え 正	グラフか ら答え	答え なし	答え なし		
両社の料金が同じ	44	7	8	9	9	2	6		85	100
料金が入れ替わる点	5		4	2	1	3			15	
その他		3							3	30
答え無し	4	3	1	5	1	2		11	27	
合計	53	13	13	16	11	7	6	11	130	
式が正しいか	95				35					

かった。

13人は図4に示すようにグラフから交点の近くの座標を読むことにより、おおよその答えを出している。

テクノロジーがない場合は連立方程式が解けない時点で、その結果を評価したり、考察したりできないが、テクノロジーを使うことでおおよその値を得ることができ、その状況を説明できることが分かった。式で表すことができなかつた人もいるが、34人が交点の意味を理解し、その状況を適切に説明している。間の(1)のシミュレーションで説明することができなかつた人でも、グラフからどちらの会社を使うのが得かを説明することができた。

日常生活では、おおよその答えでも役立つことがある。グラフから交点の意味を理解し、おおよその答えを得るというスキルは重要な情報リテラシーであり、量的リテラシーである。正確な答えが必要なときに、計算技能を学ぶ動機付けができ、計算することの意味も分かってくる。

5. 4 アンケートの結果

本研究での数学的活動についてアンケートを行った。「情報基礎2」の表計算ソフトの技能と応用を学ぶ中で、数学的な活動に行ったことについて、どのように思うかと質問し、「かなり興味を引く」、「興味を引く」、「変わらない」、「数学よりおもしろくない」、「わからない」の5つの選択肢とした。その結果(図5)、43%が数学の授業と変わらないと答えている。一方「かなり興味を引く」と「興味を引く」を合わせると38名(35%)の学生が答えている。そのうちの16名は数学が大嫌いか嫌いだと答えている学生である。数学嫌いが増えている現在、少しでも興味を引く方法として効果があると考えられる。

さらに、数学的活動を多く取り入れた活動でも表計算ソフトの学習について、どのよう

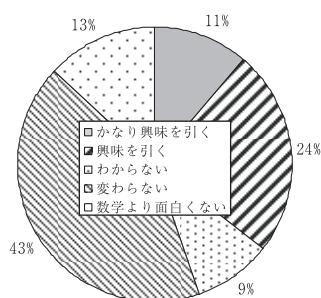


図5 表計算ソフトの学習の中での数学的活動について

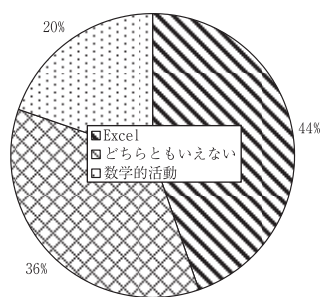


図6 数学的活動をどのように捉えるか

に感じたかを「Excelの学習である」、「数学的活動である」、「どちらともいえない」の3択で質問した。その結果(図6)、44%が「Excelの学習である」と答え、36%はどちらともいえないと答えている。これは、あまり数学的な活動を意識しないで数式を立てたり、状況の説明ができたり、問題解決をすることができたといえる。

6. 結論と今後の課題

18歳人口の減少にともない、2007年には大学への全入時代を迎えるといわれている。それぞれの大学でAO入試等により教科の試験を実施しないで学生を受け入れている。学生によっては高校2年以來数学をやっていないという学生も出てきている。数学教育に関して、基礎的知識をどのレベルまで必要とする

かは専門分野により大きな違いがある。それぞれの状況に合わせて、リメディアル教育で何を、どの程度まで行う必要があるかを決めなければならない。

Bennet & Briggs (1999) が述べている Quantative Literacy の教育に関して Math skill level を表 4 のように 6 段階に表し、それぞれの職業に合わせて目標を決めている。

現在は、テクノロジー（コンピュータやグラフ電卓等）が複雑な計算は行ってくれるので、計算技能より、それぞれの状況で数量的情報を的確に処理し、表現し、判断し、問題解決に利用できることが必要である。筆者らが定義している数値、グラフ、数式をツールとして統合的に扱える“関数センス”は日常生活に必要な能力である。本学のメディア学科は文科系の学科ではあるが理科系の要素が強い特徴があり、数学の基礎知識をどの程度要求するかは非常に難しい判断である。そこで上に述べた Bennet & Briggs (ibid) の提言は参考になる。

本研究は、情報基礎 2 という情報基礎科目の中に数学の基礎知識の育成を目指すという

表 4 Quantative Literacy 育成のための Math Skill Level

Math skill level

- (1) 2桁の数の加算、減算：お金、体積、長さ重さの単純な計算ができる。
- (2) すべての単位の加算、減算、掛け算、割り算：比率、割合、百分率の計算ができる。棒グラフを描いたり、解釈できる。
- (3) 基本的な幾何と代数を理解する。値引き、利率、もうけ、損失、値上げ分、手数料などの計算ができる。
- (4) 真の quantitative reasoning の能力を持つ。論理、問題解決、統計や確率、モデル化の考えを理解できる。
- (5) 解析と統計を理解できる。計量経済を扱うことができる。
- (6) 微分積分、現在代数や統計を利用することができる。

ケーススタディであり、現実的な問題のモデル化、数学的活動を取り入れながら行った。数学的活動をしながら情報リテラシーとしても必要なモデル化、グラフの解釈などができることが分かった。半数の学生が Excel の学習とあまり変わらないと答え、数学的活動として意識せずに数式で表したり、グラフでの交点の意味を理解したりし、数学を問題解決に利用している。本研究で活用した“関数センスの”育成のために数値とグラフを使いながら現実の問題をモデル化する課題は数学が嫌いと考えている学生の興味を引くこともできることも示唆された。関数についての知識の獲得については、効果を見ることができないが、グラフの意味やモデル化の段階で代数式として表すことができ、“関数センス”の育成になり、情報リテラシーの育成につながっている。

学生は、表計算ソフトの学習には比較的積極的に取り組むので、数学の基礎知識を利用する場面を作り、学生に興味を持たせ、必要性を意識させることができる本研究での試みはリメディアル教育として、動機付けにつながり、効果的であることが期待できる。本論文で示した結果は 1 次関数の学習のケーススタディであるが、今後の課題はいろいろな関数について試み、数学的基礎知識の獲得、技能の効果を調べることである。

付 記

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金（課題番号：16500564代表：垣花京子）の助成を受けている。

参考文献

- 岡部&西村(1999)「分数のできない大学生」、東京経済新報
- 垣花、福田、清水(2002) 関数センスを育てる統合的アプローチの検討－表計算ソフトの利用の

- 効果 -、日本科学教育学会26回年会誌、pp.215-216
- 垣花、福田、清水 (2003) 関数センスを育てる統合的アプローチの検討 2 - 表計算ソフトと動的図形学習ソフトカプリの利用 -、科学教育学会第27回、pp.269-270
- キース・デブリン 山下純一訳 (1995)、数学・パターンの科学、宇宙・生命・心の秩序の探究、日系サイエンス、p119-168
- 新訂算数教育指導用語辞典 (1993)、日本数学教育学会編著、新教社、pp.26-27
- 竹之内脩 (2002)、新 / 微分積分学、培風館 pp.1-2
- 一松 信 (1998)、初等関数概説、森北出版、pp.144-151
- 福田、垣花 (2004) 関数センス"を育てる統合的な学習環境の検討 2 - 表計算ソフトを利用した速度から微分の導入 -、第37回日本数学教育学会論文発表会、pp.517-522
- 日本リメディアル教育学会設立趣意書 (2005)
<http://www.remedial.jp/youshi.html>
- 山本以和子 (2000, 03) リメディアル教育の実施についての大学の意見、ベネッセ総研
<http://benesse.jp/berd/center/open/report/kyoikukaikaku/2000/kaisetu/remedial.html>
- Bennet & Briggs (1999), General Education Mathematics: New Approaches for a New Millennium、AMATYC Review、vol. 21, no.1 Fall 1999、pp. 3-16
- Fey, J.T. (1990)1. "Quantity" On the Shoulder of Giants Ed. L.A. Steen. Washington, DC: National Academy Press. pp.61-94
- Fey, J.T. (1990)2. "Quantity" On the Shoulder of Giants Ed. L.A. Steen. Washington, DC: National Academy Press. pp.P103
- Kakihana, k, Fukuda, C, Shimizu, K (2002) The Effect of Integrated Learning of Functions Using Computers—As Quantitative Literacy in a Two-Year College Program—, ACTM2002, pp.235-243
- Friel, N. Frances R. Curcio, George W. Bright (2001), Making Sense of Graphs: Critical Factors Influencing—Comprehension and Instructional Implications, Journal for Research in Mathematics Education Volume 32 Nov.2, March 2001, NCTM, pp.124-158
- Steen, L.A. (1997), 'The New Literacy', in Steen, L.A. "Why Numbers Count—Quantitative Literacy for Tomorrow's, pp.1-10
- Steen, L.A. (1999), NUMERACY: The New Literacy for a Data-Drenched Society. Educational Leadership, 1999, Oct. pp.8-13