

家庭科学習における情報教育（Ⅱ）*

—— FCAIシステムによる教材作成 ——

藤江 奏**・岸本しのぶ***

Susumu FUJIE and Sinobu KISIMOTO

The Information Education in Home Economics Subject(II)

—— Teaching Materials Device by FCAI System ——

Abstract: The present report announces the sequel of the report which appeared in the previous number of this publication.

School teachers should make themselves the programs for personal computer suited to the abilities of student in order to raise the learning effect of information education. In an earlier paper, we reported some teaching materials for information education into home economics subjects with the aid of BASIC language and a trade soft-ware. But, it requires a great of skill. Accordingly, this time we plan to make the course data of FCAI system which were comparative easily made with Japanese word processor favorite with one.

The course data were composed of essential amino acid score, protein score and supplementary effect of protein, and managed to learn for oneself under dialogue form between a student and a computer. The contents of course data, moreover, were elaborated to be able to change by input the data of another foods connected with daily life living and to discuss on the consequence of protein.

1. はじめに

新指導要領では情報教育の必要性が叫ばれているが、教育現場でコンピュータを効率よく利用するためには、CAIとCMIの二つの領域を有機的に関連させて教育効果を高めることが大切であり、それらの指導書も多くみられる。^{2)~4)}

中でも、授業場面でのコンピュータ利用を目的とするCAI領域においては、生徒の能力にあった個別指導を効果的に行うことが要求される。高木⁵⁾も、CAIはコンピュータを使った意志決定の道具であると定義し、自習し易いようにパソコンを教師の代わりに置き換えるというのではなく、生徒によく考えさせるようなソフトの充実につとめることが大切で、そのためには教師自身のスキルアップが重要であると主張している。

近年は、学校におけるパソコンの普及によって各種のソフトも市販されてはいるが、生徒の理解の程度に合わせて学習を進めていくことが必要な教育現場では、画一

* 前報¹⁾を（Ⅰ）とする

** 島根大学教育学部家政研究室

*** 元島根県立安来高等学校

的な市販ソフトでは限界があり、必ずしも最適のものとはなり得ない。パソコンを授業に取り入れるためには、教師自身が作成した教材を使って授業を展開し、その効果確かめながら更に手を加えてより良い教材を開発していく、という態度が必要である。それらの観点から自作のソフト作りの大切さが叫ばれ、いくつかの試みもなされている。^{6)~8)}

また、新指導要領の実施に伴うパソコン導入計画に沿って国からの補助金も増額されてはいるが、その目標達成にはまだ不十分である(例えば中学校の場合、1994年度までに全国で22万台を設置するという目標に対して、現状レベルの補助金で推移すれば約11万台になるに過ぎない)。それもハード購入のみが対象である。不足分は交付金を含む自治体負担金に頼らざるを得ないが、大部分はハード購入に当てられ、ソフトの購入に向けられる予算は非常に限定されるであろう。また、教育現場では進歩著しい情報社会の動きに合わせて、その都度高価なソフトを大量に購入するなど不可能である。

このように、情報教育の本質と現状を考えると、どうしても教師による教材の作成が必要とされる。著者らは前報¹⁾において、BASIC言語と表計算ソフトによる教材作りを報告したが、これにはある程度パソコンに関する知識が要求され、プログラム作成にはかなりの労作が必要とされる。また、使用機種の違いによってうまく動かないなど、互換性の問題も存在する。これらは教材作りにとっての大きなネックである。

したがって、教育現場で情報教育を進めるには、教師が特別な言語を覚えたり、難解なソフトをマスターしていなくても容易に教材を作成することが出来、しかもどの様な機種でも実行出来る、ということが望ましい。このような要求に応えるのが、FCAIによる教材作成である。

そこで、本研究では高等学校家庭科の食物領域において、タンパク質の栄養を題材として取り上げ、パソコンによるワープロソフトを使ってのFCAIによる教材作りに取り組んだ。

2. 教材作成

CAIにはいくつかのタイプがあるが、その中でもフレーム型のFCAIでは、簡単な基本命令を覚えるだけで、自分の使い馴れたワープロソフトを使っての複雑な学習コースデータの作成が可能である。しかも、どの機種にも使用できるという互換性も備えている。パソコンにはなじんでなくても、ワープロなら使えるという教師に

とっては、このシステムは非常に便利である。また、生徒自身にとってもワープロ感覚で学習に取り組めるという利点もある。本格的な情報化社会を迎えるにあたって、キーを使うワープロ操作は最も基本的な技能であり、これによってコンピュータにも対応できる能力が育つと思われる。

使用したパソコンはPC-9801 VX2とその周辺機器である。ソフトの作成には、Frame Type Executorおよび市販のワープロソフトを使用した。

教材作成の対象としては、「栄養素と機能」の分野を選んだ。この分野では、各栄養素の働きや特徴などを学習するが、タンパク質の栄養についてはその評価法も多種類あり、求め方も複雑である。また、計算にもかなりの時間が必要とされ、その割に誤答も多くみられる。そこで、パソコンを使って授業することによって学習内容に興味を持たせ、問題解決に意欲を持たせることが出来ると考えた。

教材のテーマとしては、タンパク質の栄養価を判定する際の化学的評価法(アミノ酸価およびタンパク価)と、タンパク質の補足効果の二つを取り上げた。

なお、ここに掲載したコースデータは、印刷スペースの都合でかなり簡略化した。したがって、このままでも起動するが、実際に実行させるにあたっては、画面を見やすくするために改行部分を増やしたり、色、位置、待時間などの補助命令やループ回数などを、学習の形態に合わせて改変することが望ましい。また、同じようなフレームは途中を省略しているため、その部分は前後のフレームを参考にして補って欲しい。

(1) タンパク質栄養価の化学的評価法

ここでは、代表的な二つの評価法(アミノ酸価とタンパク価)を取り上げ、その意義を理解させながら両者の違いや特徴、類似点などを整理し、効率よく学習が展開できるようにした。

コースデータは全部で31個のフレームから構成されている。

パソコンを立ち上げると、フレーム10(以下F10と略す)から実行され、まずタイトルが表示される。ここでは、一例として簡単なイラストを入れてみたが、それぞれ独創的な工夫を凝らして生徒の興味を持たせるようにするとよい。その後、リターンキーを押すとF20にいき、タンパク質の定義や構成、必須アミノ酸についての説明が提示される。

F30、F40では、8種類の必須アミノ酸名が提示された後、タンパク質の栄養評価法について説明があり、F

タンパク質の栄養価を学習するコースデータ

！ フレーム 10, I
 ! 提示
 > 3 倍角 'タンパク質の栄養価', 20, 20, 6
 > 位置 51, 6
 タンパク質を評価しよう!
 > 座標 B, 384, 38, 608, 62, 5
 ! 提示 継続
 > 座標 L, 208, 72, 144, 96, 4
 > 座標 L, 144, 96, 208, 104, 4
 > 座標 L, 208, 104, 144, 120, 4
 > 座標 L, 144, 120, 208, 136, 4
 > 座標 L, 208, 72, 208, 136, 4
 > 座標 L, 208, 72, 448, 120, 4
 > 座標 L, 208, 136, 448, 88, 4
 > 座標 L, 448, 88, 448, 120, 4
 > 座標 A, 192, 88, 6, 2
 > 座標 P, 272, 104, 2, 4
 > 位置 12, 20
 準備ができたなら、リターンキーを押しなさい。
 ! 入力
 ! 分岐
 N=20
 ! フレーム 20, E
 ! 提示
 【説明 1】
 タンパク質は、アミノ酸が多数結合したもので、身体の構成成分として重要
 です。また、酵素やホルモンの成分として、生命現象に重要な役割を果
 たしています。
 アミノ酸には約 20 種類があり、その中でも栄養上不可欠で体内では合成
 できないアミノ酸のことを
 > 色 2 必須アミノ酸 (不可欠アミノ酸) > 色 7 といい、8 種類が認められています。
 > 待時間 10
 次に 8 種類の必須アミノ酸を示します。
 > 位置 0, 23
 > 色 7
 リターンキーを押して下さい
 ! 入力
 ! 分岐
 =30
 ! フレーム 30, E
 ! 提示
 【説明 2】
 必須アミノ酸は
 > 色 5

| | |
|-------|----------|
| ロイシン | イソロイシン |
| バリン | メチオニン |
| リジン | フェニルアラニン |
| スレオニン | トリプトファン |

この 8 種類です。よく確認しましょう。
 > 待時間 8
 > 色 7
 フェニルアラニンにチロシンを加えて・・・> 色 3 芳香族アミノ酸 > 色 7
 メチオニンにシスチンを加えて・・・> 色 3 含硫アミノ酸 > 色 7
 ともいいます。
 > 色 6
 ! 入力 0, 23
 ! 分岐
 =40
 ! フレーム 40, E
 ! 提示
 > 色 5
 【説明 3】

食品に含まれるタンパク質の栄養価を評価する方法には、食品タンパク質から体タンパク質がどれだけ生成されるかで評価する生物学的評価法と、食品に含まれるタンパク質の必須アミノ酸組成で評価する化学的評価法とがあります。

> 待時間 8

あなたは、タンパク質の評価について、次のうちどちらで調べたいと思いますか。番号で教えてください。

> 色 6

> 位置 12,22

リターンキーを押して下さい。

! 入力

! 分岐

=50

! フレーム 50,0

! 提示

> 色 6

※ あなたが求めたい評価法の番号を入力して下さい。 ※

> 色 5

(1) アミノ酸価

(2) タンパク価

(3) 終わり

> 色 6

! 入力 10,23

! 分岐

N'1'<'それでは、見てみましょう。 '>=60

N'2'<'それでは、見てみましょう。 '>=190

N'3'<78>=999

! フレーム 60,0,LOOP=2

! 提示

! ラベル '表 1'

> 位置 0,0

【表 1】次の表をみて問いに答えましょう。

| 番号 | 必須アミノ酸 | 暫定的アミノ酸 評点パターン (mg/g N) | 精白米の必須 アミノ酸組成 (mg/g N) |
|----|---------|-------------------------------|------------------------------|
| 1 | イソロイシン | 250 | 250 |
| 2 | ロイシン | 440 | 500 |
| 3 | リジン | 340 | 220 |
| 4 | 含硫アミノ酸 | 220 | 290 |
| 5 | 芳香族アミノ酸 | 380 | 580 |
| 6 | スレオニン | 250 | 210 |
| 7 | トリプトファン | 60 | 87 |
| 8 | バリン | 310 | 380 |

! ラベル終了 '表 1'

> 色 5

> 位置 5,17

第一制限アミノ酸は何番ですか?

! 入力 8,18

! 分岐

C'3'<7>=80

W'2'<24>L70

W'6'<22>L70

W<'もっとゆっくり考えてみよう! '>L70

! フレーム 70,0

! 提示

! * '表 1'

> 色 5

> 位置 5,17

第一制限アミノ酸の意味がわかりますか?

(1) Yes (2) No

! 入力

! 分岐

N'1'<'では、じっくり考えて答えよう! '>=60

N'2'<'では、第一制限アミノ酸について確認しましょう! '>=80

N'<'1か2で答えなさい。 '>L70

! フレーム 80, E
! 提示
> 色 5

【解説 1】

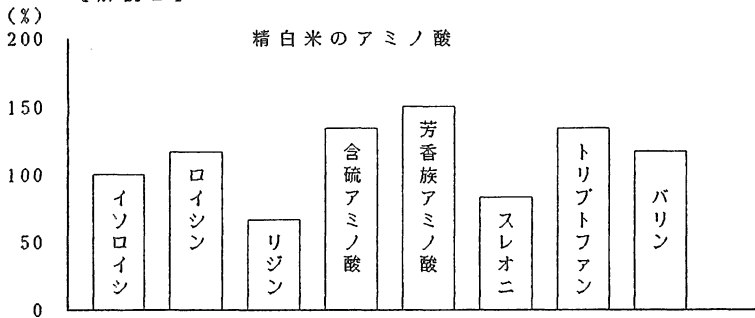
暫定的アミノ酸評点パターンを基準とし、それぞれの必須アミノ酸量を100としたとき、食品中の同アミノ酸量はその何%にあたるかを算出し、そのうち最も数値の低いアミノ酸を、>色2 第一制限アミノ酸 >色5 といいます。そして、2番目に少ないものを第二制限アミノ酸と呼んでいます。

> 色 7

リターンキーを押して下さい

! 入力 12, 22
! 分岐
= 90
! フレーム 90, E
! 提示
> 色 5

【解説 2】



> 位置 0, 15
> 色 6
> 待時間 2
> 座標 B, 38, 92, 480, 123, 6
> 待時間 2
> 座標 P, 100, 100, 2, 6
> 待時間 2
最も数値の低い必須アミノ酸が基準となり、他のアミノ酸がどんなに多くても身体の中では、役にたちません。

> 待時間 4
> 色 5
第一制限アミノ酸がわかったら、次の問題に挑戦してみましょう。
> 色 7 リターンキーを押して下さい。

! 入力 10, 23
! 分岐
= 100
! フレーム 100, 0, LOOP=2
! 提示
! * '表 1 '

> 色 5
> 位置 5, 17
精白米のアミノ酸価はいくらですか? 計算して答えて下さい。

! 入力 8, 18
! 分岐
C'65' <3> = 120
W'64' <29> L110
W'154' <33> L110
W <32> L110
! フレーム 110, 0
! 提示
! * '表 1 '

> 色 5
> 位置 5, 17
アミノ酸価の求め方の公式を覚えていますか?
(1) Yes (2) No

! 入力
! 分岐

N'1'<'では、公式を思いだして答えよう！ '>=100
 N'2'<'では、アミノ酸価の求め方を確認しましょう！ '>=120
 N'<'1か2で答えなさい。 '>L110
 ! フレーム 120, E
 ! 提示
 > 色 5

【解説3】

確認しておきましょう。アミノ酸価の求め方の公式は
 > 待時間 2
 > 色 6

$$\text{アミノ酸価} = \frac{\text{食品タンパク質中の第一制限アミノ酸量 (mg/g N)}}{\text{暫定的アミノ酸評点パターンの当該アミノ酸量 (mg/g N)}} \times 100$$

> 色 5
 > 待時間 5
 今、精白米の第一制限アミノ酸はリジンで、暫定的アミノ酸評点パターンのリジンの340に対して220を示しています。これを上の公式にあてはめると
 > 待時間 5
 > 色 6

$$\text{アミノ酸価} = \frac{220}{340} \times 100 = 64.70 \dots \dots$$

約 65 となります。

> 待時間 5
 > 色 5
 それでは、もう一つアミノ酸価を求める問題に挑戦してみましょう！
 > 色 7
 リターンキーを押して下さい。

! 入力 0, 23
 ! 分岐
 N=130

フレーム 130, 140 省略

! フレーム 150, E
 ! 提示
 > 色 6

【解説4】

| 番号 | 必須アミノ酸 | 暫定的アミノ酸 評点パターン (mg/g N) | 食パンの必須 アミノ酸組成 (mg/g N) | 差 |
|----|---------|-------------------------------|------------------------------|-------|
| 1 | イソロイシン | 250 | 230 | - 20 |
| 2 | ロイシン | 440 | 450 | + 10 |
| 3 | リジン | 340 | 150 | - 190 |
| 4 | 含硫アミノ酸 | 220 | 240 | + 20 |
| 5 | 芳香族アミノ酸 | 380 | 470 | + 90 |
| 6 | スレオニン | 250 | 180 | - 70 |
| 7 | トリプトファン | 60 | 65 | + 5 |
| 8 | バリン | 310 | 270 | - 40 |

> 色 5
 上の表は、食パンと評点パターンのアミノ酸の差を示したものです。+は食パンの必須アミノ酸の方が多量のもので、-は不足しているものを表します。

> 待時間 5
 > 座標 B, 7, 71, 520, 81, 2
 > 待時間 2
 > 座標 P, 200, 75, 2
 この場合、最も不足しているリジンが食パンの第一制限アミノ酸となります。
 > 色 7
 リターンキーを押して下さい。

! 入力 0, 23
 ! 分岐
 =160
 ! フレーム 160, 0, L00P=2
 ! 提示
 ! * ' 表 2 '
 > 色 5

> 位置 5,17
 食パンのアミノ酸価はいくらですか？ 計算して答えて下さい。
 ! 入力 8,18
 ! 分岐
 C'44'<'O K です。 もう大丈夫、理解できたようですね。 '>=50
 W'226'<33>L170
 W<32>L170

フレーム 170, 180 省略

! フレーム 190, Q
 ! 提示
 ! ラベル '表 3'
 > 位置 0,0

【表 3】 次の表をみて問いに答えましょう。

| 番号 | 必須アミノ酸 | 比較タンパク質 アミノ酸組成 (mg/g N) | 牛肉(和牛) アミノ酸組成 (mg/g N) |
|----|---------|-------------------------------|------------------------------|
| 1 | イソロイシン | 270 | 300 |
| 2 | ロイシン | 306 | 540 |
| 3 | リジン | 270 | 590 |
| 4 | 含硫アミノ酸 | 270 | 260 |
| 5 | 芳香族アミノ酸 | 360 | 470 |
| 6 | スレオニン | 180 | 300 |
| 7 | トリプトファン | 90 | 71 |
| 8 | バリン | 270 | 310 |

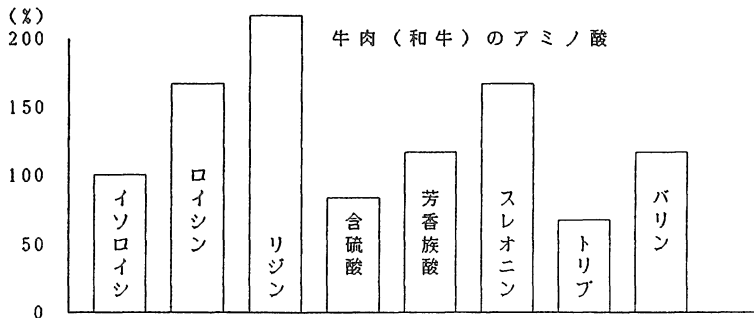
! ラベル終了 '表 3'
 > 色 5
 > 位置 5,17
 第一制限アミノ酸は何番ですか？
 ! 入力 8,18
 ! 分岐
 C'7'<7>=210
 W'3'<24>L200
 W'4'<22>L200
 W<'もっとゆっくり考えてみよう!'>L200
 ! フレーム 200, Q
 ! 提示
 ! * '表 3'
 > 色 5
 > 位置 5,17
 第一制限アミノ酸の意味がわかりますか？
 (1) Yes (2) No

! 入力
 ! 分岐
 N'1'<'では、じっくり考えて答えよう!'>=190
 N'2'<'では、第一制限アミノ酸について確認しましょう!'>=210
 N'<'1か2で答えなさい。 '>L200
 ! フレーム 210, E
 ! 提示
 > 色 5

【解説 6】
 人体に適合した理想的なタンパク質を想定し、それを基準とし、それぞれの必須アミノ酸量を 100 としたとき、食品中の同アミノ酸量が、その何%にあたるかを算出し、最も数値の低いアミノ酸を > 色 2 第一制限アミノ酸 > 色 5 といいます。そして、2番目に少ないものを、第二制限アミノ酸と呼んでいます。

> 色 7
 ! 入力 12,22
 ! 分岐
 =220
 ! フレーム 220, E
 ! 提示
 > 色 5

【解説 7】



> 位置 0,15

> 色 6

> 待時間 2

> 座標 B,38,92,480,123,6

> 待時間 2

> 座標 P,100,100,2,6

> 待時間 2

最も数値の低い必須アミノ酸が基準となり、他のアミノ酸がどんなに多くても身体の中では役にたちません。

> 待時間 4

> 色 5

第一制限アミノ酸がわかったら、次の問題に挑戦してみましょう。

> 色 7 リターンキーを押して下さい。

! 入力 10,23

! 分岐

=230

! フレーム 230,0

! 提示

! *'表 3'

> 色 5

> 位置 5,17

牛肉（和牛）のタンパク価はいくらですか？ 計算して答えて下さい。

! 入力 8,18

! 分岐

C'79'<3>=250

W'78'<29>L240

W'127'<33>L240

W<32>L240

! フレーム 240,0

! 提示

! *'表 3'

> 色 5

> 位置 5,17

タンパク価の求め方の公式を覚えていますか？

(1) Yes (2) No

! 入力

! 分岐

N'1'<'>では、公式を思い出して答えよう! '>=230

N'2'<'>では、タンパク価の求め方を確認しましょう! '>=250

N'<'1'か2'>で答えなさい。 '>L240

! フレーム 250,E

! 提示

> 色 5

【解説 8】

確認しておきましょう。タンパク価の求め方の公式は

> 待時間 2

> 色 6

食品タンパク質中の第一制限アミノ酸量 (mg/g N)

タンパク価 = $\frac{\text{食品タンパク質中の第一制限アミノ酸量 (mg/g N)}}{\text{比較タンパク質の当該アミノ酸量 (mg/g N)}} \times 100$

> 待時間 5

> 色 5

今、牛肉の第一制限アミノ酸はトリプトファンで、比較タンパク質の90に対して71を示しています。これを上の公式にあてはめると

> 待時間 5
> 色 6

$$\text{タンパク価} = \frac{71}{90} \times 100 = 78.88\cdots$$

約 79 となります。

> 色 5
> 待時間 5

それでは、もう一つタンパク価を求める問題に挑戦してみましょう！

> 色 7

リターンキーを押して下さい。

! 入力 0,23
! 分岐
N=260

フレーム 260~300 省略

! フレーム 310,E
! 提示
> 色 5

【解説 10】

確認しておきましょう。タンパク価の求め方の公式は

> 待時間 2
> 色 6

$$\text{タンパク価} = \frac{\text{食品タンパク質中の第一制限アミノ酸量 (mg/g N)}}{\text{比較タンパク質の当該アミノ酸量 (mg/g N)}} \times 100$$

> 色 5
> 待時間 5

今、大豆の第一制限アミノ酸は含硫アミノ酸で、比較タンパク質の 270 に対して 190 を示しています。これを上の公式にあてはめると

> 待時間 5
> 色 6

$$\text{タンパク価} = \frac{190}{270} \times 100 = 70.37\cdots$$

約 70 となります。

> 待時間 5
> 色 4

ではもう一度初めから、復習してみましょう！

> 色 7
! 入力 0,23
! 分岐
N=190

リターンキーを押して下さい。

50でこれから学習する項目を選択させる。

ここで1を押すとF60にいき、アミノ酸価の問題に入る。

A. アミノ酸価の場合

このコースデータは13個のフレーム(60~180)から構成される。アミノ酸価を求める食品例としては、和洋の主食の代表として精白米と食パンを取り上げ、その必須アミノ酸組成と暫定的アミノ酸評点パターンを表を提示し、アミノ酸価を考えさせる。

まず、F60では精白米タンパク質の第一制限アミノ酸が何であるかを問いかけ、その番号を入力させる。

正解の場合には、ほめ言葉のメッセージが表示され、F80へ進んでそれを確認する。

もし間違った場合には、F70にいて第一制限アミノ酸の意味を理解しているかどうかを尋ねる。Yesと答え

た時は、もう一度F60に戻って再考させる。Noの場合にはF80にいて、制限アミノ酸の意味について復習させる。誤答は3回まで繰り返される(以下、ここではループ回数を3とした)。

完全に理解した後、F90に進む。ここでは、暫定的アミノ酸評点パターンに対する精白米アミノ酸組成のグラフが提示され、第一制限アミノ酸(リジン)によって規制される範囲が赤色で塗りつぶされ、それ以外のアミノ酸はどんなに多くても役に立たない、ということ視覚によって理解させる。

F100では、再び表1を提示しながらアミノ酸を計算させ、その数値を入力させる。

正解の場合はF120に進むが、間違った時はF110にいて、アミノ酸価算出の公式を覚えているかどうかを尋ねる。Yesの場合にはもう一度F100に戻り、改めて計

算し直させる。間違っただけの場合は繰り返し入力し、正解になったらF120に進む。Noの場合にも、同じくF120に進んで復習させる。

F120では、アミノ酸価を求める公式が提示され、第一制限アミノ酸のリジンを用いて計算されたアミノ酸価が表示される。

これで精白米の問題が終了し、続いてF130からF180まで同じようにして食パンのアミノ酸価を求める。ここでは、F150で暫定的アミノ酸評点パターンと食パンの必須アミノ酸の差を、(+) (-) で現わして分かりやすくする工夫をした以外は、精白米の場合とほとんど同じなので省略する。

こうして、日本人の主食である米と、西洋人の主食の一つである食パンを比較させ、その違いを考えさせる。

アミノ酸価についての学習が終了するとF50に戻り、再び学習項目を聞いてくる。ここで2を入力するとF190にいき、タンパク質の問題に入る。

B. タンパク価の場合

このコースデータも13個のフレーム(190~310)から成り、例としては、動物性食品の牛肉と、植物性食品の中では「畑の肉」と言われてタンパク質組成の優秀な大豆を取り上げた。

F190では、比較タンパク質と牛肉タンパク質のアミノ酸組成表が提示され、この表から第一制限アミノ酸を判断させて入力させる。

以下、F250まで、アミノ酸価の場合と殆ど同じ要領でタンパク価の解説、第一制限アミノ酸としてのトリプトファンおよびそれを用いてのタンパク価の計算などが実行され、牛肉のタンパク価が終了する。

F260からは、大豆について同じことを考えさせる。第一制限アミノ酸としては含硫アミノ酸が相当することを認識させ、タンパク価を計算させる。これは牛肉の場合と同じなので省略した。

タンパク価について、すべての理解が得られた段階で再びF50に戻り、再度実行するかどうかを尋ねてくる。もし、これで止める時は、3を入力すれば全コースが終了する。

以上、アミノ酸価及びタンパク価についてそれぞれ二つの食品を選んで、その計算法を学習させるコースデータを作成した。分からない時には、その都度、元に戻って考えさせることによって、完全に理解させることが出来る。そして、そのプロセスを通じて、タンパク質の栄養については、必須アミノ酸が如何に大切であるかを、また、評価法によっても若干の違いがあることなどを認識させる。

更に、ここで取り上げた食品のほかに、日常接している食品を生徒たちを選択させ、それらのデータを自分たちで入力させて教材を自由に操作させることによって、タンパク質の栄養を身近な問題として関心を高めさせることにも役立つ。そのためのコースデータの改変はワープロ操作で簡単に出来ることであり、それによって学習効果を高めるとともに、生徒へのパソコンに対する興味にも役立つであろう。

(2) タンパク質の補足効果

タンパク質の栄養価算出法についてのコースデータを学習した後、その概念を日常生活の中でどの様に活かしていくかを、タンパク質の補足効果の学習を通じて認識させることを目的とした。

コースデータは25個のフレーム(10~250)から成り、食品としては日本人の主食である米と、副食としては大衆魚のアジを選んだ。そして、それぞれ単独に摂取した場合と、両者を一緒に摂取した時のタンパク価を計算し、タンパク価がどのように変化するかを見た。

プログラムを起動すると、タンパク質の補足効果についての説明が提示された後、タンパク価を使つての問題に入る。

A. 精白米単独の場合

F30で、比較タンパク質と精白米タンパク質のアミノ酸組成表が表示され、第一制限アミノ酸がリジンであることを確認させて、精白米タンパク価の計算結果が表示される。

次いでF40にあって、精白米120gを摂取した時のタンパク質摂取量を計算する方法を示し、ここまでのプロセスを理解できたかどうかを尋ねる。理解できた時はF50に進むが、そうでない時はもう一度F40に戻って復習する。

F50では、精白米の窒素係数を使って摂取したタンパク質の量から窒素含有量を計算し、理解の有無を尋ねる。Yesと答えた場合はF60に進むが、間違っただけの場合はもう一度F50に戻って理解させる。

F60では、計算された窒素含有量を使って、摂取した精白米にどれだけのアミノ酸が含まれるかを、イソロイシンの場合を例にしながら、それぞれのアミノ酸について計算結果を表示する。

ここまでで理解できた時はF70に進み、次のアジの問題に入る。

B. アジ単独の場合

F70から140までは、アジの第一制限アミノ酸がトリプトファンで、そのタンパク価が78であること、摂取した

タンパク質の補足効果を学習するコースデータ

! フレーム 10, I

! 提示

> 3 倍角 'タンパク質の補足効果', 20, 20, 6

> 位置 10, 10

> 色 4

* タンパク質の補足効果って何のこと? *

> 色 7

リターンキーを押して下さい

! 入力

! 分岐

N=20

! フレーム 20, E

! 提示

一般に動物性タンパク質は、植物性タンパク質に比べてタンパク価が高い傾向にあります。特に、鶏の卵は最も優秀なタンパク質であるといえましょう。

> 色 6 ある食品のタンパク価が低くても、他の食品をいろいろ組み合わせてとれば、互いに補い合っ

てタンパク価を高めること>色5ができます。

これを、>色2 タンパク質の補足効果 >色5 と呼んでいます。

> 色 5

リターンキーを押して下さい。

! 入力 0, 24

! 分岐

N=30

! フレーム 30

! 提示

日本人の主食である米について、考えてみましょう。

[表 1]

| 必須アミノ酸 | 比較たんばく質 mg/gN | 精白米 (100g) mg/gN |
|---------|------------------|------------------------|
| イソロイシン | 270 | 250 |
| ロイシン | 306 | 500 |
| リジン | 270 | 220 |
| 含硫アミノ酸 | 270 | 290 |
| 芳香族アミノ酸 | 360 | 580 |
| スレオニン | 180 | 210 |
| トリプトファン | 90 | 87 |
| バリン | 270 | 380 |

> 位置 42, 3

精白米の第一制限アミノ酸は

> 待時間 3

> 色 2 リジン

> 待時間 5

> 座標 B, 7, 71, 277, 81, 2

> 座標 P, 200, 75, 2

> 色 5 タンパク価は

> 待時間 3

220

× 100 で求められ

270

> 色 2 約 81 > 色 5 となります。

> 位置 0, 18

> 待時間 3

今、仮りに精白米を 120g 食べたとします。精白米 120g の必須アミノ酸それぞれの摂取量を求めるにはどうしたら良いでしょうか。

> 色 7

リターンキーを押してください。

! 入力 0, 23

! 分岐

N=40

! フレーム 40, Q

! 提示

! ラベル '表 2'

【表2】

| 必須アミノ酸 | 比較たんばく質 mg/gN | 精白米 (100g) mg/gN | 精白米 (120g) 摂取量 |
|-------------|------------------|------------------------|----------------------|
| イソロイシン | 270 | 250 | |
| ロイシン | 306 | 500 | |
| リジン | 270 | 220 | |
| 含硫アミノ酸 | 270 | 290 | |
| 芳香族アミノ酸 | 360 | 580 | |
| スレオニン | 180 | 210 | |
| トリプトファン | 90 | 87 | |
| バリン | 270 | 380 | |
| タンパク質含有量(g) | | 6.8 (100g) | A (120g) |

! ラベル終了'表2'

> 位置45,3

まず、Aを求めましょう。Aは

> 待時間3

100g中のタンパク質含有量×摂取量

100

> 色5で求められます。

> 待時間8

この式に代入すると

 $6.8 \times 120 \div 100 = 8.16$ となりますね。

> 位置36,14

> 待時間3

> 色2

8.16

> 色5

> 位置0,18

ここまでは、理解できましたか？

(1) Yes (2) No

! 入力0,23

! 分岐

N'1'<'では、次に進みましょう!'>=50

N'2'<'では、再び確認しましょう!'>=40

N'<'1か2で答えなさい。'>L40

! フレーム50,E

! 提示

! ラベル'表3'

【表3】

| 必須アミノ酸 | 比較たんばく質 mg/gN | 精白米 (100g) mg/gN | 精白米 (120g) 摂取量 |
|-------------|------------------|------------------------|----------------------|
| イソロイシン | 270 | 250 | |
| ロイシン | 306 | 500 | |
| リジン | 270 | 220 | |
| 含硫アミノ酸 | 270 | 290 | |
| 芳香族アミノ酸 | 360 | 580 | |
| スレオニン | 180 | 210 | |
| トリプトファン | 90 | 87 | |
| バリン | 270 | 380 | |
| タンパク質含有量(g) | | 6.8 (100g) | 8.16 A (120g) |
| タンパク質の窒素係数 | | 5.95 (B) | |
| 窒素含有量(g) | | | C |

！ラベル終了'表3'
 >位置45,0
 精白米のタンパク質窒素係数は
 >待時間3
 >色2
 5.95>色5です。
 この係数を使ってCを求めましょう。
 >待時間3
 Cは、
 >色7
 >待時間3
 タンパク質含有量 (A)

タンパク質の窒素係数(B)
 >待時間3
 >色5
 で求められます。この式に代入すると
 $8.16 \div 5.93 = 1.37$ となります。
 >待時間5
 >位置36,19
 >色2
 1.37 C
 >色5
 >位置45,17
 ここまでは、理解できましたか？
 (1) Yes (2) No
 !人力0,24
 !分岐
 N'1'<'では、次に進みましょう! '>=60
 N'2'<'では、再び確認しましょう! '>=50
 N'<'1か2で答えなさい。 '>L50
 !フレーム60,E
 !提示
 !ラベル'表4'
 [表4]

| 必須アミノ酸 | 比較たんばく質 mg/gN | 精白米 (100g) mg/gN | 精白米 (120g) 摂取量 |
|-------------|------------------|------------------------|----------------------|
| イソロイシン | 270 | 250 | ↑ |
| ロイシン | 306 | 500 | ↓ |
| リジン | 270 | 220 | |
| 含硫アミノ酸 | 270 | 290 | E |
| 芳香族アミノ酸 | 360 | 580 | |
| スレオニン | 180 | 210 | |
| トリプトファン | 90 | 87 | ↓ |
| バリン | 270 | 380 | ↓ |
| タンパク質含有量(g) | | 6.8 (100g) | 8.16 (120g) |
| タンパク質の窒素係数 | | 5.95 (B) | |
| 窒素含有量(g) | | | 1.37 C |

！ラベル終了'表4'
 >位置45,0
 精白米の窒素含有量 1.37を使ってEを
 求めましょう。Eは、
 >色7
 >待時間3
 窒素1gあたりの必須アミノ酸量
 × 窒素含有量(C)
 >待時間3
 >色5
 で求められます。

この式に代入するとそれぞれ
120gあたりの必須アミノ酸量を
求めることができます。

> 待時間 5

例えば、イソロイシンは

> 待時間 5

$250 \times 1.37 = 343$ となります。

> 位置 36,5

> 待時間 5

> 色 2

343

> 待時間 5

> 位置 45,20

後のアミノ酸についても同様です。

> 位置 36,6

> 待時間 5

> 色 2

685

301

397

795

288

119

521

> 色 6

> 位置 45,22

ここまでは、理解できましたか？

(1) Y e s (2) N o

! 入力 0,24

! 分岐

N'1'<'では、次に進みましょう! '>=70

N'2'<'では、再び確認しましょう! '>=60

N'<'1 か 2 で答えなさい。 '>L60

! フレーム 70

! 提示

次に、魚のアジについて考えてみましょう。

[表 5]

| 必須アミノ酸 | 比較たん ばく質 mg/gN | アジ (100g) mg/gN |
|---------|----------------------|-----------------------|
| イソロイシン | 270 | 290 |
| ロイシン | 306 | 500 |
| リジン | 270 | 580 |
| 含硫アミノ酸 | 270 | 260 |
| 芳香族アミノ酸 | 360 | 480 |
| スレオニン | 180 | 290 |
| トリプトファン | 90 | 70 |
| バリン | 270 | 320 |

> 位置 42,3

アジの第一制限アミノ酸は

> 待時間 3

> 色 2

トリプトファン

> 待時間 5

> 座標 B,7,103,277,111,2

> 待時間 2

> 座標 P,200,106,2

> 色 5

タンパク値は

> 色 5

> 待時間 3

70

× 100 で求められ

> 色 2
 約 78
 > 色 5
 と な り ま す。
 > 位 置 0, 18
 > 待 時 間 3
 今、仮りにアジを70g食べたとします。必須アミノ酸のそれぞれの摂取量はいくらになるでしょうか。精白米の例を参考に求めてみましょう！
 リターンキーを押してください。
 ! 入力 0, 23
 ! 分岐
 N=80

フレーム 80~140 省略

! フレーム 150, 1
 ! 提示
 > 色 4
 > 位置 10, 5

 * 今、精白米 (120g) と アジ (70g) について *
 * 各々みてきました。 *
 * 次に、これらを一緒に食べた場合 タンパク価が *
 * どのように変わるか、調べてみましょう! *

 > 色 5
 リターンキーを押して下さい。

! 入力 0, 23
 ! 分岐
 N=160
 ! フレーム 160
 ! 提示
 > 位置 0, 0
 ! ラベル '表 1 0 '
 [表 1 0]

| 必須アミノ酸 | 比較たんばく質 mg/gN | 精白米 (120g) 摂取量 | アジ (70g) 摂取量 | 精白米+アジ | | |
|-------------|------------------|----------------------|--------------------|--------|-------|-------|
| | | | | 合計量 | mg/gN | タンパク価 |
| イソロイシン | 270 | 343 | 609 | 952 | | |
| ロイシン | 306 | 685 | 1050 | 1735 | | |
| リジン | 270 | 301 | 1218 | 1519 | | |
| 含硫アミノ酸 | 270 | 397 | 546 | 943 | | |
| 芳香族アミノ酸 | 360 | 795 | 1008 | 1803 | | |
| スレオニン | 180 | 288 | 609 | 897 | | |
| トリプトファン | 90 | 119 | 147 | 266 | | |
| バリン | 270 | 521 | 672 | 1193 | | |
| タンパク質含有量(g) | | 8.16 (120g) | 13.1 (70g) | | | |
| タンパク質の窒素係数 | | 5.95 B | 6.25 B | | | |
| 窒素含有量 (g) | | 1.37 C | 2.10 C | D | | |

! ラベル終了'表 1 0 '
 合計量とは、精白米(120g)とアジ(70g)の必須アミノ酸量を足したものです。
 > 座標 B, 224, 45, 336, 114, 6
 > 座標 P, 250, 50, 2, 6
 > 位置 0, 23
 リターンキーを押して下さい。

! 入力 0,24
! 分岐
N=170
! フレーム 170
! 提示
> 位置 0,0
! * '表 1 0'
次に D を求めましょう! D もそれぞれの窒素含有量を加えればよいですね。
> 座標 B, 220, 155, 339, 169, 6
> 座標 P, 250, 162, 2, 6
> 待時間 3
> 位置 44, 19
> 色 2
3.47 D
> 色 5
> 位置 0, 23

リターンキーを押して下さい。

! 入力 0,24
! 分岐
N=180
! フレーム 180
! 提示
> 位置 0,0
! ラベル '表 1 1'
【表 1 1】

| 必須アミノ酸 | 比較たんばく質 mg/gN | 精白米 (120g) 摂取量 | アジ (70g) 摂取量 | 精白米 + アジ | | | |
|--------------|------------------|----------------------|--------------------|----------|-------|-------|--|
| | | | | 合計量 | mg/gN | タンパク価 | |
| イソロイシン | 270 | 343 | 609 | 952 | ↑ | | |
| ロイシン | 306 | 685 | 1050 | 1735 | | | |
| リジン | 270 | 301 | 1218 | 1519 | F | | |
| 含硫アミノ酸 | 270 | 397 | 546 | 943 | | | |
| 芳香族アミノ酸 | 360 | 795 | 1008 | 1803 | ↓ | | |
| スレオニン | 180 | 288 | 609 | 897 | | | |
| トリプトファン | 90 | 119 | 147 | 266 | | | |
| バリン | 270 | 521 | 672 | 1193 | | | |
| タンパク質含有量 (g) | | 8.16 (120g) | 13.1 (70g) | | | | |
| タンパク質の窒素係数 | | 5.95 B | 6.25 B | | | | |
| 窒素含有量 (g) | | 1.37 C | 2.10 C | 3.47 D | | | |

! ラベル終了 '表 1 1'
次に F を求めましょう! F は窒素 1g あたりの必須アミノ酸量ですね。
つまり合計量のそれぞれの必須アミノ酸量を D の値で割れば求められます。
> 位置 0, 23

リターンキーを押して下さい。

! 入力 0,24
! 分岐
N=190
! フレーム 190, Q, LOOP=2
! 提示
> 位置 0,0
! * '表 1 1'
ちなみに、イソロイシンの F を求めましょう! F はいくらですか?
! 入力 0,24
! 分岐
C'274' < '正解! では、次に進みましょう! '>=210
W < 'ほんと? もう一度' >L200
! フレーム 200
! 提示
> 位置 0,0
! * '表 1 1'

F は合計量のそれぞれの必須アミノ酸量を D の値で割れば良い訳です。
つまり、イソロイシンは $952 \div 3.47 = 274$ となります。

> 待時間 3
> 位置 51,5
> 色 2
274
> 色 5
> 位置 0,24

リターンキーを押して下さい。

! 入力 0,23
! 分岐
N=210
! フレーム 210
! 提示
> 位置 0,0
! ラベル '表 1 2'
[表 1 2]

| 必須アミノ酸 | 比較たんばく質 mg/gN | 精白米 (120g) 摂取量 | アジ (70g) 摂取量 | 精白米 + アジ | | |
|--------------|------------------|----------------------|--------------------|----------|-------|-------|
| | | | | 合計量 | mg/gN | タンパク価 |
| イソロイシン | 270 | 343 | 609 | 952 | 274 | |
| ロイシン | 306 | 685 | 1050 | 1735 | 500 | |
| リジン | 270 | 301 | 1218 | 1519 | 438 | |
| 含硫アミノ酸 | 270 | 397 | 546 | 943 | 272 | |
| 芳香族アミノ酸 | 360 | 795 | 1008 | 1803 | 520 | |
| スレオニン | 180 | 288 | 609 | 897 | 259 | |
| トリプトファン | 90 | 119 | 147 | 266 | 77 | |
| バリン | 270 | 521 | 672 | 1193 | 344 | |
| タンパク質含有量 (g) | | 8.16 (120g) | 13.1 (70g) | | | |
| タンパク質の窒素係数 | | 5.95 B | 6.25 B | | | |
| 窒素含有量 (g) | | 1.37 C | 2.10 C | 3.47 D | | |

! ラベル終了 '表 1 2'
残りの必須アミノ酸量も同様に求め表のようになりました。
では、いよいよ タンパク価を求めましょう!

> 位置 0,23
リターンキーを押して下さい。

! 入力 0,24
! 分岐
N=220
! フレーム 220, Q, LOOP=2
! 提示 継続
> 色 5
> 位置 0,22

第一制限アミノ酸は何ですか? 上から数えて何番目か、数字を入力しましょう!

! 入力 0,24
! 分岐

C'7'<'正解! では、次に進みましょう! '>=230
W<'落ちて着いて もう一度タンパク価の求め方を調べて下さい '>=L230

! フレーム 230
! 提示
> 位置 0,0

! * '表 1 2'

> 座標 B, 137, 43, 215, 114, 6
> 座標 P, 145, 50, 6, 6
> 座標 B, 407, 45, 470, 114, 6
> 座標 P, 420, 50, 6, 6

比較タンパク質に比べ最も劣っている必須アミノ酸を捜します。

> 待時間 5
> 座標 B, 7, 96, 470, 104, 6

第一制限アミノ酸は、トリプトファンですね。

> 位置 0,23
 リターンキーを押して下さい。
 ! 入力 0,24
 ! 分岐
 N=240
 ! フレーム 240
 ! 提示
 > 位置 0,0
 ! * '表 1 2 '
 > 座標 B,6,96,470,104,6
 > 座標 P,450,99,2,6
 タンパク価はいくらですか?
 ! 入力 0,24
 ! 分岐
 C'86'<'正解! では、次に進みましょう! '>=250
 W'85.5'<'ウーン残念! '>=L240
 W<'落ちていて もう一度タンパク価の求め方を調べて下さい '>=L230
 ! フレーム 250
 ! 提示
 > 位置 0,0
 [表 1 3]

| 必須アミノ酸 | 比較たん ぱく質 mg/gN | 精白米 mg/gN | アジ mg/gN | 米 + アジ mg/gN |
|---------|----------------------|--------------|-------------|-----------------|
| イソロイシン | 270 | 250 | 290 | 274 |
| ロイシン | 306 | 500 | 500 | 500 |
| リジン | 270 | 220 | 580 | 438 |
| 含硫アミノ酸 | 270 | 290 | 260 | 272 |
| 芳香族アミノ酸 | 360 | 580 | 480 | 520 |
| スレオニン | 180 | 210 | 290 | 259 |
| トリプトファン | 90 | 87 | 70 | 77 |
| バリン | 270 | 380 | 320 | 344 |
| タンパク価 | | 81 | 78 | 86 |

> 座標 B,345,115,423,131,2

> 座標 P,400,120,2

> 色 2

> 位置 46,11

77

> 位置 38,11

70

> 位置 20,7

220

> 色 5

> 位置 0,17

タンパク価を比べてみると、組み合わせで食べる方がよりタンパク価が大きい事がわかると思います。このように、タンパク質の栄養価の低い食品同士でも、互いに不足しているアミノ酸を補え合えば、全体的にタンパク質の栄養価は高くなります。つまり偏食をやめ、食品をいろいろ組合せて食べる事が大切になってくる訳です。1日30品以上摂りなさいとよくいわれるのも、うなずけますね。

リターンキーを押して下さい。

! 入力 0,24

! 分岐

N=999

アジ70gのタンパク質含有量およびアミノ酸摂取量の計算、それから導かれるタンパク価の計算など、一連のプロセスは精白米の場合と大体同じなので、説明は省略する。

C. 精白米とアジを同時に摂取した場合

F150から精白米120gとアジ70gを同時に摂取した時

の問題に入り、F160では両者を一緒に食べた場合のアミノ酸の合計量が表示される。引き続いて、F170では両者の窒素含有量の合計、F180~200では窒素1gあたりのアミノ酸合計量を、イソロイシンを例に上げて計算させる。そして、F210ではそれに準じて、その他のアミノ酸についても計算された合計量が表示される。

これらの結果を基に、F220では第一制限アミノ酸が何になったかを尋ねてくる。間違った場合はF230にいき、正解であればF240に進む。

F240ではタンパク価がいくらになったかを計算させ、正解であればF250に進んで、精白米とアジを単独に摂取した場合と、一緒に食べた時のタンパク価比較表が出て変化の様相を理解させる。そして、補足効果の意義を説明して終了する。なお、理解出来なかつたり誤った答えを出した時は、何度も反復して繰り返すことは同じである。

以上、自分たちで考えながら数値を入力させることによって、二つの食品を同時に食べた時のタンパク質の栄養向上を理解させる。また、どのような食品の組合せが最も効果的であるかを、いろいろな食品についてデータを入力させ、それを比較することによって理解を深めさせることが出来る。さらに、食品を三つ、四つと増やせばどうなるかなど、学習コースを改良することによって自分たちで教材作りに取り組むことも可能である。

このような過程を大切にす教材を使用することによってはじめて、生徒と教師が一体となった情報教育の学習が出来るであろう。

3. ま と め

パソコンによる情報教育を効果的に行うためには、生徒の能力に応じた教材を教師自身が作成し、それによって授業を展開していくことが必要である。そのような観点から、さきにBASIC言語や表計算ソフトによる教材を作成したが、今回はパソコンのワープロソフトを使い、FCAIによるコースデータの作成に取り組んだ。

教材作成の対象としては、高校家庭科の「栄養素と機能」の分野を選び、タンパク質の化学的評価法（アミノ酸価およびタンパク価）とタンパク質の補足効果の二つを取り上げた。

化学的評価法については、アミノ酸価、タンパク価いずれも13個のフレームで構成され、その意義や計算方法について対話方式によって進めるようにした。食品としては精白米、食パン、牛肉および大豆を選び、出題された問題に対して、もし間違ったり、理解できなかった場合には、その都度元に戻り、説明や解説を加えることによって完全に理解した後、次の問題に進むように工夫した。

補足効果に関するコースデータは25個のフレームから成り、精白米と大衆魚のアジを例として両者の摂取量からそれぞれのタンパク価を計算し、一緒に摂取した時の

タンパク価の変化を認識させるようにした。この場合も、正解が得られるまで反復操作を繰り返し、完全に理解させながら進めるように工夫した。

以上、二つのコースデータをパソコンによって学習させることによって、煩雑な計算を必要とするタンパク質の栄養価や補足効果についての理解を深め、必須アミノ酸が如何に大切であるかを理解させることが出来る。

FCAIによる教材作成は、いったん作成したコースデータを、生徒自身が簡単にワープロ操作で改変することも可能だから、日常接している食品のデータを入力させることによって食生活に対する関心を深めさせ、パソコンに対する興味も持たせることが出来るであろう。

終わりに臨み、プログラム作成に関して懇切なご指導をいただいた島根県立教育センターの諸先生方に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 藤江 奏・岸本しのぶ：島根大学教育学部紀要（教育科学編），24, No. 2, 25 (1990)
- 2) 平松 惇 監修：“パソコンによるCAI・CMI入門” 朝倉書店 (1989)
- 3) 鈴木 勲・東 洋 監修：“学校におけるコンピュータ活用事例集” 第一法規 (1986)
- 4) 宇都宮敏男・坂元 昂：“教育情報科学1 教育とシステム” 第一法規 (1988)
- 5) 高木晴夫：日経パソコン, No.140, 271 (1991)
- 6) 佐藤文子：家政誌, 40, 415 (1989)
- 7) 中村喜久江：中国四国教育学会研究, 35, 401 (1989)
- 8) 津止登喜江 監修：“コンピュータを活用した効果的指導法（食物・保育編）” 教育図書 (1988)