

## ■ワークショップ

## 認知心理学の方法論と神経心理学

——認知神経心理学の誕生——

福沢一吉\*

**要旨:** 認知神経心理学は健常者を対象とした一般認知理論を神経心理学的症状に関連づけることにより健常者と脳損傷者の認知処理を理解しようとする脳研究の一分野である。特に一般認知理論の検証プロセスに神経心理学の臨床的データが重要な制約条件としての役目を果たしている。また、症状を捉えるために患者に実施する課題は一般認知理論をささえる仮定を中心としたタスクアナリシス（課題分析）から構築される。この方法をとることにより症状の理論的把握が可能になり、さらに症状と病巣との関係の理論的把握も可能となる。

神経心理学 14 ; 76-83, 1998

**Key word:** 説明と理論, 一般認知理論, 神経心理学, 認知神経心理学, タスクアナリシス  
Explanation and theory, general cognitive theory, neuropsychology, cognitive neuropsychology, task analysis

## I はじめに

認知心理学の方法論と臨床神経心理学との出会いが今日の認知神経心理学をもたらしたことは周知のとおりである。本稿ではその出会いの内容を以下の点からまとめてみる。①認知心理学と神経心理学との出会いの経緯, ②症状の説明と理論, ③認知心理学の神経心理学への具体的応用例の3点である。

## II 認知心理学と神経心理学との出会い

## 1. 神経心理学から実験神経心理学へ

今世紀半ばまでの神経心理学研究は患者の行動を、定量的に測定したり標準化された検査を使用せずに、比較的自然状況下で観察してきた。60年, 70年代になり神経心理学者は実験心理学的研究方法をもとに実験をデザインし始めたのである。いわゆる実験神経心理学 (Experimental Neuropsychology) の出現である。実験

デザインの多くは被験対象を実験群と統制群とにわけ、ある特定の独立変数の効果 (神経心理学では脳損傷部位と損傷の影響自体が重要な独立変数となっている) を検査結果 (従属変数) として表し、両群の相違を統計的に検討するものであった。これらの研究のねらいは大まかな機能局在であった。さらに実験神経心理学は情報処理の内の何と何が同一機能系により実現され、何が機能的に独立であるかを決定しようと試みた。70年代後期には知覚, 認知, 運動能力とそれに関連づけられる脳内部位が知られるようになり、これらの能力の機能局在の特徴の一部が明らかにされた。しかしながら、実験神経心理学の成果は医学系の分野にとどまっていたことと、同成果が心理学系のジャーナルには掲載されなかったこともあり、実験神経心理学は心理学一般への影響がほとんどなかったのである (Feinberg and Farah, 1997)。

## 2. 実験神経心理学と認知心理学との出会い

1998年4月1日受理

Methodology of Cognitive Psychology, and Neuropsychology

\* 早稲田大学文学部心理学専修, Kazuyoshi Fukuzawa : Department of Psychology, School of Literature, Waseda University

(別刷請求先: 〒162-8644 東京都新宿区戸山1-24-1 早稲田大学文学部心理学教室 福沢一吉)

70年代の心理学の主流は認知心理学であり、その中心的仮定は認知を情報処理として捉えることであった。情報処理機構への“損傷”からの知見は健常者の認知処理機構理解の手がかりとなる可能性があったにもかかわらず、70年代の認知心理学者は現代の神経心理学的知見に関してはまったくと言っていいほど知識がなかったのである。実験神経心理学への注目がなされなかったのと、実験神経心理学と認知心理学の出会いに時間を要したのには理由がある。

70年代の認知心理学者が実験神経心理学に注目しなかった理由は当時のデジタル・コンピューターを基礎とした情報処理に関する考え方が極めて狭かった点にある。同一のコンピューターで異なるプログラムが作動し、同一プログラムが異なるコンピューターで作動することから、ハードウェアとソフトウェアは互いに独立であり、このことから脳は認知心理学には関係のないものとして類推されたのである。しかしその後、認知心理学者が神経心理学について学ぶにつれて脳損傷後に観察される認知機能の破綻は特徴的かつ認知機能に関して豊かな情報を含むことが明らかとなってきた。ハードウェアとソフトウェアが互いに独立であるとするアприオリな考え方の誤りに気がついたのである。80年代にはいり認知心理学と実験神経心理学とは互いに連絡を取り合うようになった(Feinberg and Farah, 1997)。

実験神経心理学と認知心理学の出会いに時間を要したもう1つの理由は認知神経心理学がその研究上の基礎とする一般認知理論の発展が80年代になるまで見られなかったことである。視覚を例に取るなら、David Marr(1982)を始めとする一連の理論が出現したのは80年代に入ってからである。認知心理学における一般的理論を神経心理学的症状の理論的説明に活かすにもその元となる理論自体が成熟するのに時間がかかったのである(Marr, 1982; Biederman, 1987; Farah, 1990)。

上記の経緯で誕生した認知神経心理学は理論中心のアプローチであり、その理論の説明力を

検証するための証拠に神経心理学的症状が使用されている。この意味において、2つの異なる領域の異なる側面が認知神経心理学の誕生に関わっていると言えよう。

### Ⅲ 症状の説明と理論：なぜ症状より理論(仮定)が先行する必要があるのか？

神経心理学的症状を検出し、記述するためには、その症状を引き出すために何らかの検査なり、実験なり、観察が実施されるはずである(ここではそれを検査に代表させる)。その時、検査者はなぜある特定の検査(刺激材料、刺激提示法、自然観察等を含む)を使用し、ある特定の方法で症状を引きだそう(または観察しよう)とするのであろうか？ それはその方法により引き出される反応(症状)こそが検査者が観察したいと考えている反応(症状)であると仮定している(または知らずに思いこんでいる)からと考えられる。

例えば、ある検査者が①ある症状を「読みの障害」であると判断し、②ある失語症検査の内の、③読み検査を使用して、④漢字と仮名の成績結果を得たとする。この場合、この検査者は少なくとも次のことを仮定している。①その症状が言語症状である(そうでなければ失語症検査を使用するはずがない)。②その失語症検査が症状を捉えるのに有効な道具である。③その失語症検査の下位検査が読みの症状を把握するのに有効である。さらに④漢字と仮名の区別に意味がある。これら一連の仮定は半ば習慣化した手続きの背景となっており、その手続きが自動的行為であるため仮定の意味内容には気づきにくい。このことは症状を引き出す方法自体がその症状を説明(または記述)する理論から導出されていることを意味する。検査者が捉えようとする症状と捉える時に使用する「道具」とは表裏一体であり、ある「道具」を選ぶ視点は理論に依存せざるを得ない。症状の把握に理論が先行するゆえんである。

事象(神経心理学的症状など)の説明にあたり、検査者の使用している方法や事象説明の導出の基となる仮定に気がつかなかったり、説明

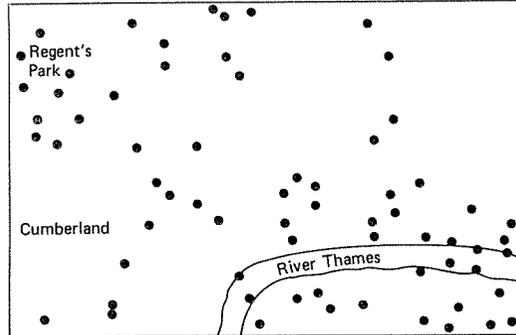
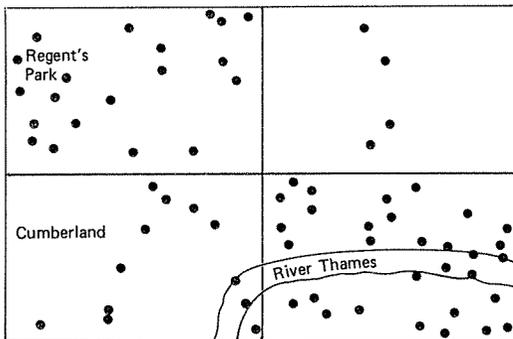
図 1-1 ロンドン市街地図<sup>1)</sup>

図 1-2 ロンドン市街地図と直交軸

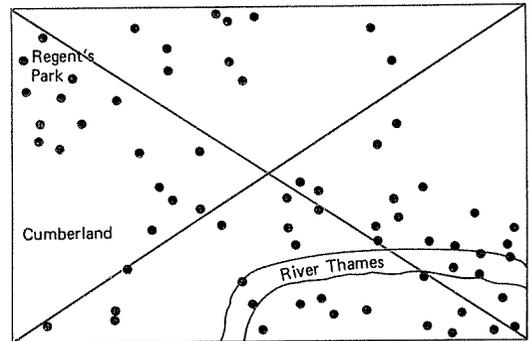


図 1-3 ロンドン市街地図と斜交軸

のための仮定がアドホック（その場限りの）に追加される場合の危険性を認知心理学者の Gilovich (1993) は次の興味深い例で示している（図 1-1 参照）。

この図は第二次世界大戦中、ドイツ軍がロンドンの市街地に向けて発射したロケット爆弾が投下された場所を示すものである。当時のロンドン市民はこのデータをもとに「ドイツ軍はロンドン市街の特定の場所をねらい打ちしている」と判断し、爆弾がより投下されにくい場所を選んで逃げていた（すなわち爆弾投下の位置はランダムではないと考えた）というエピソードが残っている。この図を見た多くの人には図中の右上と左下の部分にある爆弾投下の数と、図中左上と右下のそれを図 1-2 のような直交軸を頭の中に浮かべながら比較したのであろう。確かに、これら 4 つの市街地区を比較してみると、右上と左下にある爆弾投下数が他の場所のそれより少ないようである。実際に図 1-2 のように 4 分割された爆弾投下数をカイ 2 乗 ( $\chi^2$ ) 検定にかけてみると 0.1% 水準で有意となり、こ

れら 4 分割内の爆弾投下数間に統計的意味がありそうである。

しかし、問題はなぜ図 1-2 のような直交軸をあてはめることにより市街地を 4 分割したのであろうか？ そうしなければならない理由は見あたらない。ちなみに、図 1-3 のように斜交軸を引いてみて、4 つの三角からなる地域内に含まれる爆弾投下数を数えて同じく  $\chi^2$  検定にかけてみると、さきほど見られた統計的有意性は失われてしまう ( $p > 0.20$ )。

直交軸と斜交軸のどちらが良い、悪いを決定するア priori な基準など存在しない（ここでは直交軸を取るか、斜交軸を取るかは市街地にそれを当てはめる前に理論的に決定されている必要があり、軸自体が理論そのものと言える）。このことはいくつかの重要な示唆を含んでいる。1 つはデータが与えられて（理由を考えずにデータをとりあえず収集してしまっ）からその意味を後付けて解釈するのであれば、そのデータはいかようにも、都合のいいように解釈可能である（統計的に有意差が生じるようにデ

ータを加工できる)ということである。データがどんな仮定を基に収集されたのかについてデータを収集する以前に気がついていないと意味のある解釈(次の事象を予測したり、予測の範囲を決定するなど)が不可能となる。もう1つはランダムなデータ(無意味なデータ)から有意なものを引き出してしまう危険性である。事実、ロンドン市街地の爆弾投下位置のデータはランダムであったことが大戦後に判明している。

Gilovich (1993)の警告は神経心理学的症状の観察、記述、検査の内容、または説明の場合にも有効であると思われる。すなわち、症状を捉える以前にその視点(理論と仮定)についての十分な吟味が必要であるとの警告である。症状を把握する前に理論(仮定)が先行する必要があるのである。

#### IV 認知心理学的方法の神経心理学への 具体的応用

事象の説明には理論とそれを支える仮定の集合が不可欠である。このことは神経心理学的症状(事象)を説明する場合にも適応される。認知神経心理学では神経心理学的症状を一般認知理論のもつ仮定の集合を用いて説明する。その具体的方法をタスクアナリシスを通して概説する(図2 タスクアナリシスの流れ参照)。

##### 1. タスクアナリシス(課題構成内容分析)

神経心理学的検査に頻繁に使用される「一見」単純な検査も、認知心理学的知見を基礎にその処理プロセスを詳細に吟味してみると極めて複雑な情報処理メカニズムが根底に働いていることがわかる。ウイスコンシン・カードソーティング検査はその1例である。この検査は前頭葉機能に敏感な検査とされているが、この検査を遂行するには10以上にわたる異なる下位構造処理が必要である。仮にこの検査の成績が不良であった場合に、これら下位構造処理のどこに問題があるのか、そしてその下位構造の機能低下が前頭葉機能の何と関係するのかを同定することは本検査からは不可能である。

上記の問題を解消する1つの試みがタスクア

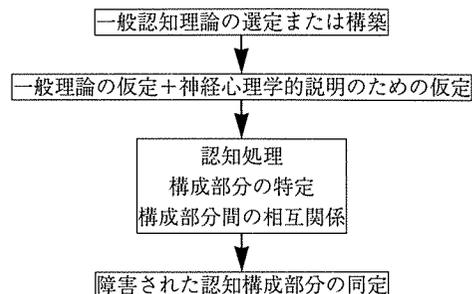


図2 タスクアナリシスの流れ

ナリシスである。タスクアナリシスとはある特定の認知処理において関与すると考えられる下位構成部分は何かを経験的、実験的データを参考に理論的に同定することをさす。この分析によりある特定の認知処理に理論的に関与する下位プロセスがどのようなものであるはずかが実験、検査の実施以前に検討可能となる。以下にタスクアナリシスの手順を記す。

##### 2. 一般認知理論の選定とその仮定

タスクアナリシスではまず、1)説明対象となる神経心理学的事象(症状)と関連する一般認知理論を選定することから研究が始まる。理論がない場合には暫定的であれ自ら理論を構築する必要がある。2)次にこれらの理論を支える仮定を全て列挙する。さらに、3)説明の対象が神経心理学的症状であるため、その症状を説明するのに必要となる仮定で、一般認知理論に含まれていない仮定を追加する。上記2)と3)より、構成部分間の相互関係も特定する。

##### 3. タスクアナリシスに基づく実験(検査)

###### 課題の作成と障害部位の同定

上記手続きにより下位構成部分が同定されると、各下位構成部分の認知機能が当該の神経心理学的症例において正常に機能しているかどうかを検討するための臨床実験課題(または検査)を作成する。課題を作成する際には実験(検査)内容の妥当性(その検査により検査したいと考えている対象の検査が可能か)が吟味される必要がある。こうして作成された課題(検査)の成績結果によりある特定の認知処理が正常か異常か、異常な場合にはどの認知構成部分に問題があるのかを判断する。最後に患者の脳損傷部

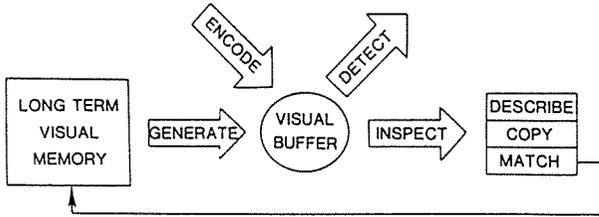


図3 コスリンのモデル+フェラの追加仮定

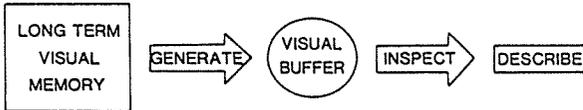


図4 質疑応答と描写

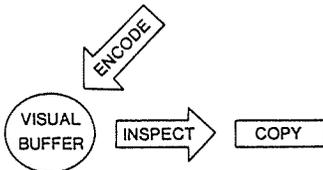


図5 構成課題の課題分析

位と課題の成績パターンとの対応関係から、ある特定の脳部位とその部位が処理していると思われる機能との対応関係を推論する。

#### 4. タスクアナリシスの認知神経心理学的応用例

Farah (1984) は視覚イメージ喪失に関する認知神経心理学的研究のタスクアナリシスにおいて Kosslyn (1980) の視覚イメージ理論を一般理論として使用し、さらに臨床的症狀説明に必要な5つの理論的仮定を追加している。

図3には追加した5つの仮定が含まれている。基になった Kosslyn のモデルでは視覚イメージの処理に関して情報貯蔵系の構造と情報操作系プロセスの2つが仮定されている。情報貯蔵系では対象の概観を貯蔵する長期視覚記憶構造(モデルの左端)と視覚イメージが生じる媒体として視覚バッファが仮定されている。情報操作プロセス系としては生成(generate)、検索(inspect)、が仮定されている。

追加された仮定は1) 刺激を視覚バッファへ符号化(encoding)する感覚プロセス、2)

視覚バッファ内の活性を感知(detect)する感覚プロセス、3) 検索された視覚バッファ内の内容と長期視覚記憶内の表象とを照合(match)する再認プロセス、4) 検索された視覚バッファ内の内容を記述する(describe)視覚言語変換プロセス、および5) 検索された視覚バッファ内の内容をコピーする視覚運動変換プロセスの5つである。

#### 5. タスクアナリシスと検査課題

視覚イメージ処理能力の検討によく使用される課題は質疑応答課題、内省課題、描写・構成課題、再認課題、および感覚知覚課題の6つである。ここではこれらの課題をモデルを基にタスクアナリシスとして考えてみる。

質疑応答課題とは対象の視覚的概観に関する質問に答えたり、記述したりするものであり、必要なサブシステムは長期視覚記憶、生成、視覚バッファ、検索、および記述である(図4)。

内省課題とは患者自ら自分のイメージ喪失に関して内省を基に報告することを指す。この場合、視覚イメージは長期視覚記憶から生成され、視覚バッファに入る必要があり、かつバッファ内にそれがどうかの検索も必要となる。

構成課題とは物品を描画させたり、棒のような材料を使用してあるものを組み立てるような課題を指す。この課題遂行には長期視覚記憶からの視覚イメージが生成され、視覚バッファへ送られ、検索、コピーされる必要がある(図5)。

#### 6. タスクアナリシスを基礎として障害構造部分を探る

タスクアナリシスを基礎に作成した課題の成績から当該の認知プロセスにおいて障害された部分の推測同定が可能となる。仮にある課題が遂行できない場合には、認知を構成するある1つの特定部分または複数の部分が障害されることが推測される。さらに障害された部分はどこかを同定する場合には、遂行不可能であつ

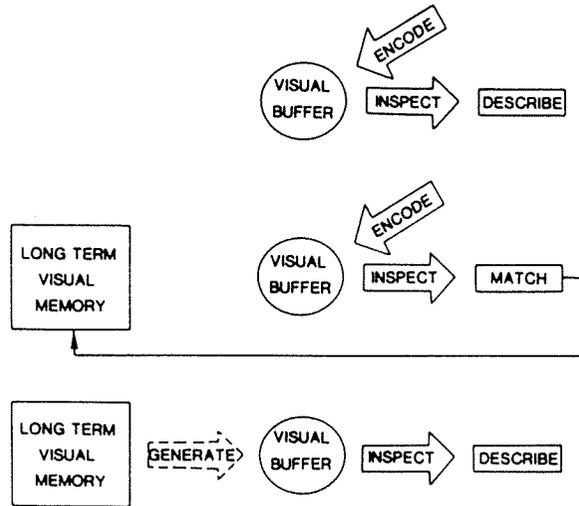


図6 視覚イメージ生成障害の推定

た課題処理において使用されていた認知構成部分で、かつ遂行可能な認知構成部分がなにかを検討する。上記のように、ある課題が遂行できればその課題に必要な認知構成部分が全て健全であると考えられる。したがって、遂行不可能であった課題のタスクアナリシスにおける唯一の認知構成部分で、かつ遂行可能な課題では使用されない構成部分があれば、それが障害を受けていた部分であると推論できる訳である。

図6はある特定の患者の視覚イメージ課題の成績をコスリン・フェラ・モデルに従って表現したものである。この患者は視覚イメージを必要とする課題の遂行が不可能であったが、類似する視覚刺激の処理は可能であり、視覚的に提示された対象の再認も可能であった。原文では9つのタスクアナリシスを行っているが、ここでは始めの3つに限り引用する。

まず、図6の一番上は視覚的に提示された対象を患者が記述できたことを示している。本モデルに従えば、知覚能力があることを証明するには患者は対象を視覚バッファ内へ符号化することができ、対象について再認しうる記述ができる必要がある。

図6の二番目は患者が視覚的に提示されたものを再認できたことを示している。再認するためには患者はその対象を視覚バッファに符号化し、長期視覚記憶内の表象と照合する必要が

ある。

一方、図6の三番目は患者がある対象の概観をその記憶を基に記述できなかったことを示している。この場合、患者は視覚的イメージを記憶から視覚バッファ内に生成し、それが検索され、記述される必要がある。

このようにして分析された9つの課題の成績結果をみると遂行不可能であった課題に含まれる認知処理構成部分で、かつ遂行可能な課題では使用されない構成部分は「イメージ生成プロセス (generate)」であることが判明する。したがって、このような成績パターンを示す患者では生成プロセスが障害を受けていたと推測可能である。

## 7. 視覚イメージ喪失障害とその病巣

Farah (1984) は視覚イメージ障害として報告された多数例の文献研究からイメージ障害の内容と病巣との間に一貫した関係を見いだせなかったとしている。しかし、タスクアナリシスに基づく各患者の課題の成績パターンと病巣との対応づけを実施したところ、同患者においてイメージ生成の障害と左後頭葉損傷の組み合わせが一貫して認められた(文献では病巣部位に関する情報の質に限界があり、より詳細な検討は不可能であった)。

同一研究テーマ(例:視覚イメージ障害)であっても、さまざまな研究者がタスクアナリシ

スを経ないで作成した検査課題を実施し、研究結果を報告し合っても、研究結果の厳密な比較検討は困難であると思われる。成績と病巣間の関係の検討はさらに困難を極めると予想される。成績は作成された課題に依存し、その課題が理論から演繹される論理的ステップが明確にされてはじめて課題間の比較検討が可能となる。このようなプロセスを経た後の課題の成績と病巣との対応が重要ではなからうか？

## V おわりに

近年の Neuroimaging 系の研究は1つの認知処理プロセスには空間的にも、時間的にも多くの脳内部位が関与していることを強く示唆し、かつ機能局在に関して従来の神経心理学的病巣検討からでは推定不可能な部位の関与まで意味している。このことは多くの下位構成部分が相互作用的に働きあってはじめて1つの認知プロセスが実現されるのであり、個々の部位がある特定の中核的役割を持つような形で神経学的にインプリメントされている必要がないことを意味している。これに対して、神経心理学は従来より言語、記憶、認識、運動などを比較的限局した機能として研究してきた。脳研究としての神経心理学は今後どんなスタンスを取りうるのであろうか？

近年の認知神経科学では1つの領域の結論が他の領域のデータ（または制約条件と考へてもかまわない）として扱われると言われている。このような脳科学の大きな流れの中にあつて現在の神経心理学に必要なのは他の脳研究分野から「無視されない」神経心理学的制約条件を提

示することではなからうか？ 認知心理学的理論を基礎にすることにより、認知神経心理学的研究は認知処理能力に関する下位構成部分の局在とその機能的構成に関する疑問をより厳密に問いかけることが可能となった。このアプローチは病巣と症状に関して理論的分析を可能にするものであり、他の脳科学の分野に対して制約条件を提示する研究につながる方法と思われる。

謝辞 97年度日本神経心理学会ワークショップでの発表内容に関してはペンシルバニア大学心理学部の Martha Farah 教授とさまざまな議論を重ねた。教授に対しここに感謝の意を表する。

## 文 献

- 1) Biederman I : Recognition-by-components : A theory of human image understanding. *Psychological Review* 94, 115-147, 1987
- 2) Farah M : The neurological basis of mental imagery : A componential analysis. *Cognition* 18, 245-272, 1984
- 3) Farah M : *Visual Agnosia*. MIT press, 1990 (河内十郎, 福沢一吉訳: 視覚性失認, 新興医学出版社, 1997)
- 4) Feinberg TE, Farah M : *Behavioral Neurology and Neuropsychology*. McGraw-Hill, 1997
- 5) 福沢一吉 : 認知神経心理学の方法, *Brain Medical* 10-1, 11-17, 1998
- 6) Gilovich T : *How We Know What Isn't So. The Fallibility of Human Reason in Everyday Life*. The Free Press, 1993
- 7) Kosslyn S : *Image and Mind*. Harvard University Press, 1980
- 8) Marr D : *Vision*. Freeman, 1982

## Methodology of cognitive psychology, and neuropsychology

Kazuyoshi Fukuzawa\*

\*Department of Psychology, School of Literature, Waseda University

Cognitive Neuropsychology is a new field of brain science which attempts to relate models of normal cognition to neuropsychological phenomena

and to advance our understanding of cognition in both normal and brain damaged people. Neuropsychological evidence constrains the testing process

of general cognitive theories. All the tasks given to the neuropsychological patients are created through task analysis derived from the collection of assumptions of the cognitive theory. This proce-

dure makes it possible to capture neuropsychological symptoms as well as correlation between the lesions and symptoms within a theoretical framework.

(Japanese Journal of Neuropsychology 14 ; 76-83, 1998