

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	教材分析「第五世代コンピュータ」
Title(English)	A study on Teaching Materials-The 5th Generation-
著者(和文)	仁科喜久子, 谷口すみ子
Authors(English)	KIKUKO NISHINA
出典(和文)	外国人研究者の科学・技術日本語読解能力を養成するための効率的な教材・方法の開発(文部省科学研究費国際学術研究研究成果報告), Vol. , No. , pp. 71-80
Citation(English)	Development of Effective Teaching Material and Method for Scientific and Technical researchers (Final Report of Grant-in-Aid for Scientific Research by Ministry of Education, Science and Culture), Vol. , No. , pp. 71-80
発行日 / Pub. date	1993,

## 5.2 「第5世代コンピュータ」の教材内容

仁科喜久子  
谷口すみ子

### 5.2.1 はじめに

東京工業大学は「第五世代コンピュータの計画」第1章「第5世代コンピュータへ」を分担し、谷口が前半（第1～7段落）、仁科が後半（第8～14段落）の文章の解析と設問を担当した。本テキストも他のテキストと同様に語、構文、ディスコースの各レベルでの分析をおこなったが、ここでは語と内容の特色について全文章にわたって述べ、構文とディスコースについては前半、後半に分けて各々の部分で述べることにする。

#### (1) 語について

学生への補助教材として配布される語彙表では合計168語を提示している。

アーキテクチャー問題	45語
ソフトウェアの問題	51語
人工知能の可能性	29語
新しいコンピュータをめざして	43語

このうち28語は和語系の語であり、残りの140語は漢語の名詞、「する」を伴う動詞である。漢語は1語中の漢字数で分けてみると、それぞれ次のような数になる。

5字漢語	1語
4字漢語	5語
3字漢語	21語
2字漢語	98語
1字漢語(接辞)	9語

語の意味を知るためにはまず、その語を文章中から取り出せなければならない。漢字が1字か2字で、前後に助詞などの仮名文字があれば語の単位は見つけやすい。しかし、3字以上になるとむずかしい。上記の数字は語彙表の上でのものであるが、実際には文章中では5字以上の漢字が続く例もある。

- (5字連続) 半導体技術 破局的状況 研究的段階 各研究分野
- (6字連続) 問題可決能力 技術開発機構
- (7字連続) 大規模集積回路 高度情報化社会
- (9字連続) 誕生以来数十年間生き続けて

ここで接辞の知識があれば、〈破局 | 的 | 状況〉のように区切ることができるので、このような連

続する漢字列から単語を取り出すことができ、辞典が引けるわけである。

カタカナは語彙表にないが、文章中では異なり語数22語、述べ語数108語である。

これらのカタカナ表記の外来語は本プロジェクトで関わってきたMITのコースの学生の場合は、ほぼ原語が類推できる能力があると思われるが、日本語能力のレベルや文化的背景が違う場合はこれらの語にも注意を向けて問題の対象にする必要もある。

#### <参考>

##### 和語系の全例

{たらず, 骨組み, 大幅に, 超える, 占める, に伴って, 救う, 求める, 間に合う, 見逃す, 支え, 見直し, とりつかれる, そなえる, なじみやすい, ほど遠い, 見込み, 認める, 抜け出す, 難しい, 埋める, 見通す, 寄せ集める, 担う, 一割, 夢, 面白い, 役割}

##### 漢語の全例

###### 5字漢語

1語 {高度情報化}

###### 4字漢語

5語 {唯一無二, 低価格化, 花形産業, 人工知能, 自然言語, } ,

###### 3字漢語

21語 {高速化, 小型化, 真空管, 大規模, 半導体, 革命的, 単純化, 飛躍的, 直線状, 現実味, 高度化する, 破局的, 定年説, 可能性, 原始性, 否定的, 統一的, 再編成, 理論的, 本格化する, 最終的}

###### 2字漢語

98語 {演算, 記憶, 容量, 増大, 集積, 回路, 量的, 基本, 設計, 誕生, 仮想, 普及, 改良, 方式, 偉大, 水準, 依然, 予想, 限界, 指摘する, 要求, 過去, 課題, 従来, 機能, 利用, 膨大, 複雑, 開発, 維持, 比率, 上昇, 人数, 計算する, 状況, 危機, 加速する, 需要, 繁栄, 結構, 肥大する, 供給, 側面, 労働, 就職する, 幻滅する, 離職する, 現象, 健全, 魅力, 本来, 素子, 苦役, 吸収する, 回避, 正確に, 道楽, 自体, 議論, 意見, 能力, 意見, 範囲, 限定する, 知識, 整理する, 推論する, 程度, 解決, 段階, 進展, 理想, 具現する, 従来, 不満, 解消する, 明確, 蓄積, 略称, 概念, 構図, 対処する, 工学, 応用, 独自, 共通, 要素, 分野, 総合, 理念, 反省する, 特殊, 論理, 述語, 中核, 機構, 記述する, 効率, }

###### 1字漢語 (接辞)

8語 {超~, 面, ~上, 質, 声, ~歳, 諸~, 楽に, }

##### 外来語全例

22例 {コンピュータ, トランジスタ, プログラマー, プログラミング, プロフェッショナル, デイレットラント, ギャップ, システム, エキスパートシステム, ルール, コンサルテーション, フォン・ノイマン, ハードウェア, ソフトウェア, コンピュータアーキテクチャー, アイデア, プロジェクト, サークル, ロボット, ベース, プログラム, コスト}

#### (2) 内容について

文章の内容は専門知識がないと理解できないものではなく、一般向けのものである。

### 5.2.2 前半部の教材内容

#### (1) 文章の展開

前半の文章は次のような7段落から成っている。

第1段落 40年たらずのコンピュータの歴史を概観し、量的な進歩のいろいろについて述べる

- 第2段落 一方、質的な面では、その設計思想（アーキテクチャー）は変わっておらず、現在のコンピュータの基本方式はフォン・ノイマン型と呼ばれている
- 第3段落 フォン・ノイマン型には限界があり、それを越えるアーキテクチャーが必要とされるようになってきた
- 第4段落 フォン・ノイマン型の特徴はハードウェアを単純化し、ソフトウェアによって必要な機能の実現をはかることだが、そのためにソフトウェア比率は非常に大きくなった
- 第5段落 現行の状態が続くと近い将来ソフトウェア危機が起こる恐れがある。このことから新しい型のコンピュータが必要とされる
- 第6段落 ソフトウェアの問題は単に技術の問題だけではなく、プログラマーの労働の質にも関わっている
- 第7段落 一般人にもなじみやすいプログラミングが可能なコンピュータが実現すれば、ソフトウェア危機の回避に役立つであろう

全体としてフォン・ノイマン型を越えるアーキテクチャーが必要とされる理由について述べている。文章理解の手がかりとしては①量的な進歩と質的な進歩の対比、キーワード：設計思想（アーキテクチャー）、フォン・ノイマン型、ソフトウェア危機の理解であろう。

## (2) 設問

以上のことから文章理解を助けるために次のような設問を作った。

第一段落についての設問例

- 漢字の問題 高速化、小型化、低価格化の「化」の意味はなんですか
- 語・語句の問題 「量的な進歩」と書いてありますが、量的に対立することばはなんですか
- ディスコースの問題 この段落の要旨はどれですか  
 {a コンピュータの歴史 b コンピュータの量的な進歩 c 半導体技術の進歩}  
 次の段落にはコンピュータのどんなことについて書いてあるか予測してください  
 {a コンピュータの問題点 b コンピュータの未来 c コンピュータの質的な進歩}
- 文構造の問題 第2文の文の骨はどれですか  
 {a これらは量的な進歩である b これらは半導体技術に支えられた c これらはVLSIといった}

他の段落については文脈指示のことばが多くでてくるのでそれが何を指すかについての発問を作った。

例：第3段落

- ディスコースの問題 「それは偉大で革命的なものであった。」の「それ」は何を指しますか。

(3) 文構造の分析

単文を入れ子とする名詞句が多く、全体として複文と重文の組合せが多いのが特徴である。このような構造の文は文自体の長さも長くなり、最も長い文は第28番目の文で90字からなっている。

(例：しかし、ソフトウェアの需要が肥大し続け、供給が間に合わない、という状況はソフトウェア危機の一つの側面であり、さらにもう一つの側面、すなわち労働の質の問題が存在することを見逃すわけにはいかない。)このような文については文の骨格を大きくつかむ設問をつけた。また、名詞句の並列も目につく。(例：プログラマーの需要増大は現在、新しい産業、ソフトウェア産業を生み出している。)これは言い替えであり、2つの名詞句が同格であることを理解しなければならない。文末形式としては二重否定が2例見られた。(それにとりつかれたようになる人も少なくはない。)また、受身形が文中、文末あわせて13箇所使われている。(例：～と言われている。～高度化されて行く。～救われぬだろう。～求められているのである。)これは論説文の文体的特徴といつてよいかもしれない。

5.2.3 後半部の教材内容

(1) 構文

担当分の文章は約2300字で38文であり、一文の長さは約60字となる。ほぼ標準的な長さといえよう。文章の内容は前節と同様に、特に専門知識がないと理解できないものではない。文の構造として次のようなものが見られた。

- (A) 単文..... 3文
- (B) 複文..... 4文
- (C) 重文..... 17文
- (D) 重文と複文がともに含まれるもの..... 14文

単文を入れ子とする名詞句が多いために、重文および複文と重文の組み合わせが多いということになるが、これも格別に複雑すぎるものはない。

単文の例を第25、26文でみると、次のような畳み掛けの文になっている。

その統一の基本となる理念は何だろうか。理論な基盤は何だろうか。

これは一種の強調を目的とした修辞法と言える。つまり、この文章ではほとんどが重文と複文からなるものであり、とくに名詞句を含む重文構造が多いので学習者はこのような構文構造の練習をする必要がある。

一例として次の文を見てみよう。

(この研究は(これまで、(②(③(④(⑤(⑥(⑦(⑧(⑨(⑩(⑪(⑫(⑬(⑭(⑮(⑯(⑰(⑱(⑲(⑳(㉑(㉒(㉓(㉔(㉕(㉖(㉗(㉘(㉙(㉚(㉛(㉜(㉝(㉞(㉟(㊱(㊲(㊳(㊴(㊵(㊶(㊷(㊸(㊹(㊺(㊻(㊼(㊽(㊾(㊿)研究、  
 (いわば道楽に近い)研究と考える)人が多かつた。(第4文)

この文の主述語は「多かつた」であり、これにかかる主語は「人」であるが、この語にかかる名詞

## 5. CATERSの教材内容

修飾句が「この研究はこれまで、実用とはほど遠い、あるいは実用化の見込みのない研究、いわば道楽に近い研究と考える人が多かった」となる。

この修飾句内では「この研究は」「これまで」「実用とはほど遠い～見込みのない研究」「いわば道楽に近い研究」が「考える」にかかっている。しかし、ここで文の意味をよく理解しないと、「多かった」の係りが①からなのか、からなのか判断できないというようなことがある。設問のなかにこのような選択問題を出すことも考えられる。

### (2) ディスコースについて

この2節の文章の流れは、次のような7段落からなっている。

#### <人工知能の可能性>

第8段落 コンピュータが人工知能の機能を持つという夢に対しては長年否定的な考えが多かった。

第9段落 ところが最近では人工知能の研究に実用化の可能性がでてきた。

第10段落 人工知能とコンピュータは両者一体であり、人工知能の実現のためには新しいコンピュータが求められている。

#### <新しいコンピュータ>

第11段落 第五世代コンピュータプロジェクトは人工知能とソフトウェア工学と新アーキテクチャーとの統合をはかるもので、新しい展開を進めている。

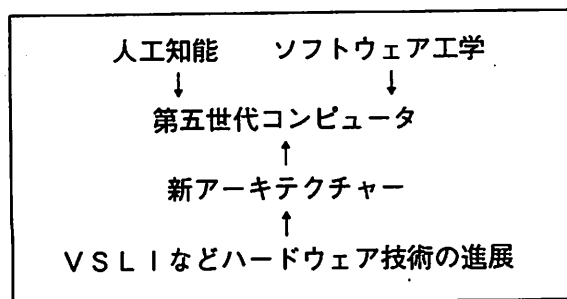


図 第5世代コンピュータの基本構造

第12段落 その目的の達成のために新しい論理系に基づいたコンピュータの研究が必要である。

第13段落 ソフトウェアが重くなりがちな現在のノイマン型コンピュータの反省をしなければならぬ。

第14段落 第5世代コンピュータは最終的な形ではないが、次の時代の新しい第1世代になるものである。

### (3) 設問

今回の設問は以上のような内容をもとにして、内容理解の学習問題を作成した。

問題は(A)文章の指し示しているものがなにかという質問、<(1)(4)> (B) 内容に関する正誤問題、<(2)(3)(5)(6)> (C) 文章の流れ全体を把握して、キーワードを書き込む問題とした。<7>

## 発問

- 1 コンピュータは本来どんな目的で生まれたものですか。(答はa~cから選ぶ)
- 自然言語による会話をするため
  - 人間の知能と同じ働きをさせるため
  - 計算を速く、簡単にさせるため
- 2 現在コンピュータで計算以外のことができますか。
- できる
  - できない
- 3 現在のコンピュータでまだ十分に実用になっていないものは何ですか。(答は2以上でもよい)
- 計算
  - 自然言語による会話
  - コンサルテーションシステム
- 4 人工知能の実用化にとって重要なものは何ですか。
- コンピュータに理想を求めること
  - コンピュータ技術の進歩
  - コンピュータの計算能力
- 5 次のa~eでこの文章の内容と合っているものを選びなさい。(答は2以上でもよい)
- 人工知能の研究の実用化の見込みがない。
  - 現在のコンピュータは人間の知能と比べると、原始的である。
  - 人工知能の可能性があると考える人は現在ほとんどいない。
  - 現在のコンピュータでは自然言語による会話は全くできない。
  - エキスパートシステムは知識をルールの形に整理して、それをもとに推論するものである。
- 6 「新しいコンピュータをめざして」の文章について、次のa~jの中から正しいものを選びなさい。
- 新しいコンピュータは非ノイマン型と呼べる。
  - 非ノイマン型コンピュータは今までの不満をすっかり解消した。
  - I C O Tはハードウェアの研究をする機構である。
  - ソフトウェア工学は十年前以前にはあまり成果がなかった。
  - I C O Tの研究はソフトウェアとハードウェアの研究を寄せ集めたものであり、それぞれの研究は独自に進められる。
  - ノイマン型は特殊な論理系であるために、ハードウェアとソフトウェアが両方とも複雑である。
  - 非ノイマン型コンピュータは自然な論理系に基づいているので、ソフトウェアが楽になる。
  - 人工知能の研究を進めるためには述語論理を利用するほうがよい。
  - ノイマン型コンピュータを使うと人工知能の開発がしやすい。
  - 第五世代コンピュータは完全な人工知能を作成することを目標としている。
- 7 ノイマン型と非ノイマン型を比較すると、次のようになる。( )に適切な言葉をいれなさい。

	ハードウェア	ソフトウェア	論理系
ノイマン型	( )	( )	特殊な論理系
非ノイマン型	VLSIなどの進歩による 新アーキテクチャー	簡単	( ) 論理系

## 教材本文

## アーキテクチャーの問題

### 第1段落

40年たらずのコンピュータの歴史をふりかえると、演算速度の高度化、記憶容量の増大、コンピュータ本体の小型化、低価格化が急速に進んだのに気づく。これらは主として、真空管、トランジスタ、IC（集積回路）、LSI（大規模集積回路）、VLSI（超LSI）といった半導体技術の進歩にささえられた、いわば量的な進歩である。

### 第2段落

一方質的な面では、その基本設計（アーキテクチャー）は、コンピュータの誕生以来、基本的には変わっていない。もちろん大型機における仮想記憶の普及など、いろいろな技術的改良はあった。しかしこの40年来、その基本的な骨組みは変わっていない。現在のコンピュータの基本方式は、フォン・ノイマン型と呼ばれ、誕生以来数十年間生き続けている。

### 第3段落

それは偉大で革命的なものであった。しかしそれが唯一無二のものなのだろうか。フォン・ノイマン型コンピュータは、1940年代の技術水準をもとに、ハードウェアを単純化したものである。その後ハードウェアは大幅に進歩してきたが、その基本設計は依然としてフォン・ノイマン型のままであった。電子技術は今後も飛躍的な進歩が予想されるが、また一方では直線状の発展にたいする限界も指摘されるようになった。現在のコンピュータに対する要求は、そろそろ過去の基本設計によるハードウェアの水準を越えようとしているのである。そこで、フォン・ノイマン型コンピュータを越えるアーキテクチャーが、ハードウェアの面からも要望され、かつ現実味をおびた課題になってくる。

## ソフトウェアの問題

### 第4段落

従来のフォン・ノイマン型のコンピュータでは、ハードウェアを単純化し、あとはソフトウェアによって必要な機能の実現をはかる。コンピュータの利用が単純なころはそれでもよかった。しかしコンピュータの利用は高度化されてきており、今後もさらに高度化されてゆく。そのためには膨大な量の複雑なソフトウェアが必要になる。現在ソフトウェアの開発維持コストは、コンピュータのシステム価格の8割を占めるといわれている。今後その比率はさらに大きくなっていくだろう。

### 第5段落

ソフトウェア比率の上昇、それにともなって必要とするプログラマーの人数などを試算してみると、現在の状況が続くとすれば、近い将来において破局的状況をむかえることが分る。ソフトウェア危機と呼ばれているものである。このソフトウェア危機は、コンピュータが現行のフォン・ノイマン型を続けるかぎり、ハードウェアの進歩だけでは救われないだろう。むしろそれによって加速されるばかりである。そこでソフトウェア危機の面からも、新しい型のコンピュータが求められているのである。

### 第6段落

ソフトウェアの問題は、単に技術のみの問題ではない。プログラマーの需要増大は現在、新しい産業、ソフトウェア産業を生み出している。その繁栄はもちろん、結構なことに違いない。しかし、ソフトウェアの需要が肥大し続け、供給が間に合わない、という状況はソフトウェア危機の一つの側面であり、さらにもう一つの側面、すなわち労働の質の問題が存在することを見逃すわけにはいかない。花形産業の声にひかれてソフトウェア産業に就職した若者たちが、その単純労働に幻滅して離職する現象もあらわれ始めている。以前からある「30歳定年説」も同じ事情からきているのだが、この新産業が健全な発達をするには、労働の質の改善が必要である。そのためにはさまざまな技術進歩の支えが必要だが、ここでもまた、現行のコンピュータの見直しにつながるのである。

### 第7段落

いまのフォン・ノイマン型コンピュータのプログラミングに魅力がないわけではない。それにとりつかれたようになる人も少なくはない。それはある種の知的魅力を十分そなえている。現在でもプログラミングは、ほんらいのプロフェッショナルにとって、あるいはディレクタントにとって十分楽しめるものである。しかし、ほとんどのプログラマーにとっては、睡眠時間の短さをきそう単純労働の苦役になっている。プログラミングをいま一步、ふつうの人にもなじみやすくする必要がある。そういう方式のコンピュータが実現すれば、それは素子技術の進歩を吸収し、ソフトウェア危機の回避に

役立つだろう。

### 人工知能の可能性

#### 第8段落

コンピュータは、単純な計算労働を早く正確におこなわせよう、ということから生まれた。この計算能力は人間の知能の一部である。そこで、それ以外の知能的な機能もコンピュータの上で実現させたい、という夢が人工知能の研究の始まりである。この研究はこれまで、実用とはほど遠い、あるいは実用化の見込みのない研究、いわば”道楽”に近い研究と考える人が多かった。それは、コンピュータ自体の原始性と、実際に知能として認められる能力とのギャップが、あまりに大きかったことによる。人工知能の可能性についてはさまざまな議論が行われてきたのだが、むしろ否定的な意見の方が多かったといえるであろう。

#### 第9段落

ところが最近になって、その成果の一部が実用に近いものとして認められるようになってきた。限定された範囲ではあるが、自然言語によってコンピュータと会話できるシステム、また、知識をルールの形に整理しておき、それをもとに推論するシステムなどが実現しつつある。エキスパート・システムとかコンサルテーション・システムなどと呼ばれるものであるが、それらはある程度の問題解決能力をもつのである。

#### 第10段落

ここでいう実用化が、まだ研究的段階を抜け出していないにしても、状況は大きく変わろうとしている。それらが可能になってきたのは、研究自体の進展があったのはもちろんそれを支えるものとしてコンピュータ技術の進歩があったからである。これからもコンピュータの知能化はコンピュータの進歩に支えられて進んでゆくだろう。もともと、人工知能のめざすところは、人びとがコンピュータに「理想」として求めるものであり、その意味で両者は一体のはずである。そこで人工知能の研究から、それを具現するのにふさわしい、新しいコンピュータが求められ始めることになる。

### 新しいコンピュータをめざして

#### 第11段落

新しい方式のコンピュータを”非フォン・ノイマン型”と呼ぶとすると、その「非」が現在のノイマン方式のどの部分にかかるのかは、非常にむずかしい問題である。それは従来のコンピュータに対する不満を解消するものでなくてはならないが、まだ明確な形をとって現れてはいない。しかし、いづれにしても新しい方式のコンピュータが出現する可能性は、これまでの研究の蓄積から出てくる。I C O T (Institute for New Generation Computer Technologyの略称、新世代コンピュータ技術開発機構)が1990年代をめざして開発しようとしているコンピュータの概念は、図1のような構図から生まれてくるだろう。ハードウェアの進歩の上に、コンピュータ・アーキテクチャー自体の研究として、色々な面白いアイデアが出ている。ソフトウェア危機に対処しようとしてここ十年ほどさかんに進められてきたソフトウェア工学も、さまざまな成果を生み出している。人工知能の研究、そしてその応用としての知識工学についても、これまで述べてきたように、実用化が現実のものとなりつつある。これらの研究は、これまで別べつの研究サークルで進められてきて、それぞれ独自の展開をみせてきた。しかし、それらの研究を見直してみると、実は共通の要素がひじょうに多く、また統一的な見方がなりたつのである。第五世代プロジェクトは、それらの各研究分野を単に寄せ集めたものではなく、統一を見通した上での総合、コンピュータ技術全体の再編成をめざすものである。

#### 第12段落

その統一の基本となる理念は何だろうか。理論的な基盤は何だろうか。現在のコンピュータ・アーキテクチャーであるフォン・ノイマン型を反省してみると、それは非常に特殊な論理系にのっとっているのである。それがハードウェアの単純化を可能にすると同時にソフトウェアを複雑化したわけであるが、諸技術が進歩したいま、論理系としてはもっとふつうの、もっと自然な論理(述語論理)をベースにすることが可能になろうとしている。新しい論理系にもとづいたコンピュータは利用上の論理とのギャップを埋めることに役立つ。このようなコンピュータは、人工知能などの研究をさらに進めるのに適している。また、将来のオフィス・オートメーションや知能ロボットの中核機構となるであろう。

第13段落

自然言語による会話とか、知識をベースとした問題の解決などの人工知能的なソフトウェアのはたす役割は、これからますます大きくなってゆく。このようなソフトウェアをいくらかでも楽に作成しようとするれば、利用上の論理を楽に記述できる論理系にもとずいたコンピュータとプログラム言語が必要である。現在のフォン・ノイマン型のコンピュータの上に実現しようとする、それはひじょうに「重い」ソフトウェアとなり、効率があがらあがらない。そこでコンピュータのソフトウェア自体にも反省を加えたい。

第14段落

一九九〇年代は、高度情報化社会あるいは知識化社会が本格化するであろう。その中心を担うのが第五世代コンピュータであるが、これがコンピュータの最終的なかたちというわけではないのもちろんである。しかしそれは、次の時代の新しい第一世代になるものと考えられる。



仁科喜久子  
Kikuko NISHINA

東京工業大学 留学生教育センター  
〒152 東京都目黒区大岡山 2-12-1  
phone: 03-3726-1111  
fax: 03-3748-1213

1971年～1972年 英国SHEFFIELD大学  
日本研究センターで日本語教育担当  
1986年～1988年 埼玉大学教養部専任講師  
1987年 同大助教授  
1988年より 東京工業大学留学生教育センター助教授  
日本語教育, 計量国語学  
1990年度から3年間 文部省科学研究費補助金を受け、試験研究  
(B)「科学技術日本語教材の開発」で理工系学生の教育環境および日本語能力に関する実態調査を行なった。またそれに基づいて理工系学生に必要な教科書などの語彙調査を行ない、文字・語・構文・ディスコースの分析をし、現在教材開発を行なっている。国際学術研究には1990年から参加し、教材分析・開発を担当。



谷口すみ子  
Sumiko TANIGUCHI

東京工業大学 留学生教育センター  
〒152 東京都目黒区大岡山 2-12-1  
phone: 03-3726-1111  
fax: 03-3748-1213

東京工業大学留学生教育センター講師  
1988年 上智大学大学院外国語学研究科博士前期課程修了  
応用言語学, 特に第2言語習得研究  
国際学術研究には1990年から参加し、教材分析・開発を担当。  
学習ストラテジーに関する研究を行なっている。