

中学生の栽培に関する既有概念の形態と特性の分析

森山 潤¹⁾・桐田 襄一²⁾・梁川 正²⁾

An Analysis of a Concept About Cultivation of Junior High School Students

Jun MORIYAMA, Jyoichi KIRITA and Tadashi YANAGAWA

抄録：栽培の概念は、一般に「耕地を利用して作物を育て、収穫をあげるために行われるすべての手段」と理解されている。しかし、中学生が抱く既有の栽培に関する概念の心理学的な特性は、この定義的な概念規定に必ずしも一致するものではない。そこで、本研究では、栽培領域導入時にあたる中学校1年生119名を対象に、栽培を刺激語とする言語連想による反応語を調査し、中学生の抱く栽培についての既有概念の形態と特性を因子分析によって検討した。

その結果、栽培に関する既有概念を構成する因子として「観察的イメージ」、「経験的イメージ」、「生産手段的イメージ」、「社会科学的イメージ」の4因子を抽出した。これらの因子の解釈から、中学生にとっての栽培の概念が、定義的特性理論に基づく概念観よりも、プロトタイプ理論に基づく概念観によく符合することが示された。また、反応語の出現頻度から各反応語の典型性を比較したところ、各因子のプロトタイプを表象するキーワードは、「空気」、「植物の具体名」、「水・土」、「植物・人間」等であると示唆された。

栽培領域の学習では、中学生にとって典型性の高いこれらのキーワードを中心に栽培に関連する知識を構造化し、概念形成を図る必要があると思われる。

キーワード：中学校技術・家庭科、栽培領域、言語連想、因子分析

Abstract

In this paper, a concept about cultivation of junior high school students was analysed. As the result by Words Association Method and Factor Analysis, 4 constructive factors were found: Image of natural science, Image of gardening, Image of industrial technology and Image of social science.

The character of students' concept about cultivation was coincident with the Prototype Theory (Rosch 1975). In addition, 6 keywords represented prototype of these factors were found: "Air", "Soil", "Concrete name of crops", "Water", "Plant" and "Human being".

These results might be used for organization of learning contents complied with students' actual conditions on the cultivation learning in Technology Education.

KEYWORDS : Technology Education, Cultivation learning, Words Association Method, Factor Analysis

1) 京都教育大学附属京都中学校

2) 京都教育大学教育学部

I. は じ め に

中学校技術・家庭科栽培領域の学習指導（以下、単に栽培の学習指導とする）では、作物の栽培という技術的経験を通して学習者に、作物の生育条件と栽培技術との関係を理解させ、作物を計画的に育成する能力を習得させることを主たるねらいとしている⁶⁾。そこでは、作物の生理学的特性や栽培技術の合理性といった科学的認識と、生物生産技術の社会的文脈を踏まえ、栽培に対するより包括的な概念を形成させることが重要である。

栽培という概念について千葉ら（1985）⁹⁾は、「耕地を利用して作物を育て、収穫をあげるために行われるすべての手段」と定義づけている。また、栽培に含まれる基本的な概念として環境、遺伝性、栽培技術の3要素を取り上げている。したがって、栽培の学習指導で取り上げられる学習内容は、環境、遺伝性、栽培技術の3要素に含まれる知識や概念そして学習経験によって構成されている。

しかし、学習者にとっての栽培の学習指導は、栽培の概念を中核に据えた唯一の学習経験であり、個々の学習者の栽培に関する既存の知識や概念そして学習経験も多種多様である。学習者は、栽培の学習指導を通して、下位の栽培に関する知識、概念、経験の再構成を図り、環境、遺伝性、栽培技術の3要素を加味したより包括的な上位の栽培という概念の形成を求められることになる。

この時、指導者は、中学生が栽培の学習導入時に保持している既存概念の態様を把握する必要がある、その既存概念に応じた指導の重点を整理することが重要であると思われる。

本研究では、このような指導の重点を整理する上での基礎的資料を得るために、栽培学習導入時の中学生の栽培についての既存概念の形態及び特性を検討することにした。

II. 方 法

1. 調査対象：K市内中学校1年生男子60名女子59名計119名

2. 調査方法：「栽培」を刺激語とする言語連想及び反応語の因子分析

3. 調査手続き：中学校技術・家庭科栽培領域の導入時に栽培を刺激語とする言語連想を行わせた。まず、刺激語を上部に記入した回答用紙を配布し、刺激語から連想する語（以下、反応語）を自由に記述させた。その後、回答用紙を回収し、刺激語「栽培」に対して被験者が連想した反応語を集計し、反応語×被験者の2値マトリクスを作成した。このマトリクスから、反応語間の相関行列を求め、因子分析を行った。

因子分析は、主因子法によって初期解を得た後、ガットマン・カイザーの基準、すなわち固有値1.0以上で、固有値の減水率が大きくなる直前の因子を対象に直交バリマックス回転を行い、因子負荷量の絶対値が0.4以上の反応語を同一因子として因子名を解釈した¹⁾。

因子の抽出後、因子別に反応語の出現頻度を集計し、全被験者数に対する反応者数の割合（出現率）を求めた。また、各被験者が回答した反応語と、各反応語の因子負荷量から、各被験者の因子得点³⁾を推定（最小二乗的推定）し、各被験者の各因子に対する重みづけの傾向を類型化した。

III. 結 果

1. 反応語の因子分析

調査において刺激語としての「栽培」に対して連想された反応語は、合計97語となったが、「アサガオ」や「パンジー」といった栽培植物の具体名や「すき」や「くわ」といった道具の具体名は等価的な反応語として扱い、それぞれ「植物の具体名」及び「道具」等にまとめ、反応語数を48語

に整理した。反応語48語に対する因子分析の結果を第1表に示した。主因子法による因子分析の結果、6因子が抽出されたが、固有値1.0以上の因子に対するノーマル・バリマックス回転の結果、次の4因子が抽出された。

第1因子には、「ひげ根」、「栄養」、「温度」、「芽」、「空気」、「茎」、「根」、「師管」、「雌花」、「主根」、「双子葉」、「单子葉」、「導管」、「発芽」、「雄花」、「葉」、「光合成」などの反応語が含まれ、いずれの因子負荷量も高い。これらは、作物の生理学的特性や形態的な科学的認識に基づく具体的な知識群であると考えられる。「栽培」を刺激語とした場合に得られたこれらの反応語群では、「栽培」に対する「自然科学的」なイメージが先行しており、理科的かつ観察的な視点が強調されていると解釈される。そこで、第1因子を、「観察的イメージ」と名付けた。

第2因子は、「うれしさ」、「プランター」、「美しさ」、「育成」、「楽しみ」、「種」、「植物の具体名」、「菜園」、「料理」などの反応語が含まれ、「プランター」や「料理」などの因子負荷量が高い。これらの反応語では、植物を育成したことで得られる楽しさや喜びのイメージが先行し、具体的な

第1表 刺激語「栽培」に対する反応語の因子分析

反 応 語	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	共 通 性
ひげ根	0.766	-0.015	0.067	0.06	0.595
栄養	0.519	-0.031	-0.244	-0.061	0.334
温度	0.762	-0.141	0.056	-0.299	0.693
芽	0.769	-0.101	0.256	-0.102	0.678
空気	0.768	-0.197	0.142	-0.335	0.761
茎	0.656	-0.033	0.076	-0.097	0.447
根	0.655	-0.131	0.242	-0.249	0.567
師管	0.766	-0.015	0.067	0.06	0.595
雌花	0.654	-0.051	0.76	0.06	1.012
主根	0.683	-0.032	0.023	0.015	0.468
双子葉	0.71	0.044	-0.037	0.078	0.513
单子葉	0.659	0.003	0.102	0.077	0.451
導管	0.696	-0.122	0.09	0.04	0.509
発芽	0.657	-0.129	0.24	-0.248	0.567
雄花	0.519	-0.03	0.101	0.09	0.289
葉	0.657	-0.128	0.24	-0.249	0.568
光合成	0.498	-0.218	0.164	-0.251	0.385
うれしさ	-0.187	0.661	-0.266	0.199	0.582
プランター	-0.063	0.832	0.269	-0.043	0.77
美しさ	-0.164	0.622	-0.113	-0.129	0.443
育成	-0.117	0.572	-0.182	-0.329	0.482
楽しみ	-0.157	0.624	-0.325	0.372	0.658
種	0.017	0.428	-0.233	-0.32	0.34
植物の具体名	-0.208	-0.407	-0.153	0.026	0.233
菜園	-0.063	0.532	0.269	-0.043	0.361
料理	-0.055	0.678	0.164	-0.032	0.491
ビニルハウス	-0.011	0.108	-0.483	0.001	0.245
光	0.107	-0.108	-0.429	-0.205	0.249
仕事	-0.163	0.148	-0.545	0.144	0.366
自然	-1.14	-0.006	-0.358	0.124	0.163
水	-0.125	0.237	-0.393	-0.314	0.325
土	-0.328	-0.151	-0.539	0.24	0.479
道具	-0.208	-0.121	-0.578	0.066	0.396
農家	-0.117	0.052	0.304	0.157	0.133
農業	0.17	-0.015	-0.445	-0.173	0.257
畑・水田	-0.258	-0.135	-0.61	0.036	0.458
疲労	-0.105	0.054	-0.509	0.251	0.336
肥料	-0.233	-0.13	-0.478	-0.275	0.375
木	-0.031	0.056	-0.441	-0.152	0.222
バイオテクノロジー	-0.099	-0.131	0.026	0.548	0.328
果実	-0.026	-0.014	0.099	0.469	0.231
花	0.225	-0.004	0.104	-0.424	0.241
灌漑	-0.064	-0.086	0.231	0.653	0.491
季節	0.174	-0.1	0.23	0.487	0.33
植物	0.075	0.075	-0.18	-0.502	0.296
食物	-0.174	-0.006	-0.133	-0.43	0.233
人間	-0.06	-0.077	0.056	0.488	0.251
農薬	-0.033	0.016	-0.133	0.503	0.272
寄与率 (%)	40.823	11.747	10.17	9.164	
固有値 回転前	3.514	2.212	1.642	1.166	
回転後	3.973	3.44	3.099	2.839	

知識群としては曖昧である。むしろ、個人の栽培経験に依拠した技術的、体験的な視点が強調されていると考えられる。その背景は必ずしも趣味園芸的であるとは限らないが、栽培経験に依存する反応語群であることから、第2因子を「経験的イメージ」と名付けた。

次に第3因子では、「ビニールハウス」、「光」、「仕事」、「自然」、「水」、「土」、「道具」、「農家」、「農業」、「畑・水田」、「疲労」、「肥料」などの反応語が含まれ、「仕事」、「土」、「道具」、「畑・水田」などの因子負荷量が高い。これらは、一見第2因子と同様に、個人の栽培経験に依拠した反応語群であるようにも見えるが、情意的な側面や経験的な側面以上に「生産手段」としてのイメージが先行し、農業の一分野としての栽培という視点が強調されていると解釈できる。そこで、第3因子では、栽培を農業生産の現場で行われる労働手段と捉えていることから、「生産手段的イメージ」と名付けた。

第4因子は、「バイオテクノロジー」、「果実」、「花」、「灌漑」、「季節」、「植物」、「食物」、「人間」、「農薬」などの反応語が含まれ、「灌漑」や「農薬」、「植物」などの因子負荷量が比較的高い。これは、第3因子と同様、栽培を農業の一分野と位置づけ、生産労働の手段としての視点が先行していると同時に、より大局的な視点から社会的文脈の中での栽培のイメージを強調している。そこで、社会的・大局的な文脈から栽培技術を捉えようとする第4因子を「社会科学的イメージ」と名付けた。

2. 各反応語の出現頻度

次に、因子分析を行った反応語48語の出現頻度を、因子別に単純集計し、第2表に示した。その

第2表 反応語の因子別出現頻度と出現率

因子の 区 別	反応語の種類	出現頻度 (回)	出現率* (%)	因子の 区 別	反応語の種類	出現頻度 (回)	出現率* (%)
第1「観 察的イ メー ジ」 13%**	空気	15	12.6	第3「生 産手 段的イ メー ジ」 39%**	水	81	68.0
	光合成	14	11.7		土	60	50.4
	温度	13	10.9		畑・水田	50	42.0
	茎	10	8.4		肥料	44	36.9
	発芽	10	8.4		道具	39	32.7
	芽	9	7.5		農業	36	30.2
	葉	9	7.5		仕事	31	26.0
	ひげ根	8	6.7		自然	19	15.9
	根	8	6.7		疲労	19	15.9
	主根	8	6.7		ビニールハウス	12	10.0
	栄養	7	5.8		木	9	7.5
	双子葉	6	5.0		光	5	4.2
	单子葉	6	5.0		農家	5	4.2
	導管	5	4.2	第4「社 会科 学的イ メー ジ」 21%**	植物	88	73.9
	雄花	4	3.3		人間	45	37.8
	雌花	3	2.5		花	37	31.0
第2「経 験的イ メー ジ」 25%**	植物の具体名	76	63.8		果実	23	19.3
	種	54	45.3		バイオテクノロジー	10	8.4
	うれしさ	38	31.9		季節	10	8.4
	楽しさ	32	26.8		灌漑	5	4.2
	美しさ	25	21.0		食物	5	4.2
	育成	21	17.6		農薬	5	4.2
	プランター	12	10.0				
	菜園	9	7.5				
	料理	3	2.5				

* 全被験者数に対する反応者数の割合

** 全反応語数に対する同一因子に含まれる反応語数の割合

結果、反応語間の出現頻度に、差が認められ、これらの反応語の非等価性が認められた。

因子別に見た場合、第1因子に含まれる反応語の出現頻度が最も低く、全体の13%に止まった。一方、第3因子や第2因子に含まれる反応語の出現頻度は、因子別に見た場合、全体の39%及び25%を占めた。また、反応語別では、「植物」、「水」、「植物の具体名」、「土」、「種」、「畑・水田」、「人間」などの出現頻度が最も高く、「師管」、「導管」「雄花」、「雌花」などの出現頻度が最も低くなった。

3. 推定された各被験者の因子得点に基づく類型化

因子分析の結果から推定された各被験者の因子得点の一部を第3表に示した。このうち、最も因子得点の大きい因子別に被験者数と全被験者数に対する割合を求めた。

第3表 一部の被験者の因子得点

生徒No.	F 1	F 2	F 3	F 4
1	-1.203	-1.49	1.848	-2.646
2	0.235	0.038	-1.643	-0.316
3	0.686	1.415	-1.032	1.06
4	0.223	-0.701	1.315	1.94
5	-0.187	1.915	1.302	-1.487
6	-0.345	-0.701	1.87	-0.257
7	-1.018	-2.045	1.128	-0.939
8	0.069	-1.304	1.358	-0.661
9	0.088	-1.226	0.196	-1.919
10	0.177	0.772	-0.708	0.278
11	0.497	-1.501	-0.437	0.843
12	-0.327	-0.078	-0.414	0.019
13	0.151	0.256	-0.758	0.357
14	0.251	-1.109	1.974	-1.104
15	0.244	-0.583	-0.416	-0.728
以下、省略				

注：表中下線は、同一被験者における最も高い因子得点。

その結果、「観察的イメージ」因子に対する因子得点が最も高い被験者群として男子20名、女子6名、計26名が類型化された。このタイプの被験者は全体の21.8%となった。「体験的イメージ」因子に対する因子得点が最も高い被験者群では、男子4名、女子8名、計12名と少なく、全体の10.1%に止まった。「生産手段的イメージ」因子に対する因子得点が最も高い被験者群は、男子19名、女子25名、計44名となり、このタイプの被験者が全体の36.9%に達した。「社会科学的イメージ」因子に対する因子得点の高い被験者群は、男子16名、女子21名、計37名となり、全体の31.1%を占めた（第4表）。

また、「観察的イメージ」因子に対する因子得点が最も高い被験者群においては、男女の割合に有意な差が認められた（ $\chi^2=9.95012$, $p<.01$ ）。しかし、その他の類型における男女の割合には、いずれも有意な差は認められなかった。

第4表 各因子に対する因子得点が最も高い各被験者の人数と割合

被験者の人数	「観察的イメージ」に対する因子得点が最も高い被験者群	「体験的イメージ」に対する因子得点が最も高い被験者群	「生産手段的イメージ」に対する因子得点が最も高い被験者群	「社会科学的イメージ」に対する因子得点が最も高い被験者群
男子 計59名	20名 33.0%	4名 6.7%	19名 32.2%	16名 27.1%
女子 計60名	6名 10.0%	8名 13.6%	25名 41.7%	21名 35.0%
全体 計119名	26名 21.8%	12名 10.1%	44名 36.9%	37名 31.1%

Ⅳ. 考 察

概念には一般に、特定のカテゴリーに対応する複数の事物や事象などの具体的な知識構造が存在し、その知識構造を抽象する共通の属性が与えられていると考えられている。丸野(1991)によると、学習者の概念Cは、ある特定の事象に関わる具体的事例a, b, c, d…に共通する抽象的属性Rによって $C=R(a, b, c, d, \dots)$ と表現できる⁴⁾。この時、既存の学習経験、実体験などが具体的事例の規定要因となる。したがって、各事例に共通する属性の捉え方によって、概念の形態は類型化されることが考えられる。

このモデルに基づいて学習者の既存概念の形態を把握する場合、具体的事例群 $a_n \dots$ は言語連想によって抽出された反応語を資料とすることができる。さらに、抽出された具体的事例群 $a_n \dots$ を変量とした因子分析⁴⁾を行った場合、複数の具体的事例群 $a_n \dots$ が共通の抽象的属性 R_n を潜在変数として構造化され、因子 F_n を形成すると考えられる。因子 F_n は、学習集団に潜在する栽培についての既存概念の形態を構成する因子と解釈できる。調査の結果、「観察的イメージ」、「経験的イメージ」、「生産手段のイメージ」、「社会科学的イメージ」の4因子が、こうした栽培に関する既存概念の形態を構成していることが示された。

学習者にとっての既存概念の特性について森ら(1995)⁵⁾は、これまでの心理学における概念研究の成果を整理する中で、Kinetsch(1980)²⁾の定義的特性理論とRosch(1975)⁷⁾及びRosch & Mervis(1975)⁸⁾のプロトタイプ理論などを取り上げている。概念の定義的特性理論によると、一つの事例があるカテゴリーに属するための必要十分条件は、そのカテゴリーの定義的特性を有していることである。そのため、あるカテゴリーに属する事例と属さない事例とは、その定義的特性の有無によって明確な境界が存在すると考えられている。また、事例間に共通の定義的特性を有することによって、カテゴリー化されるあらゆる事例はまったく等価なものとして表象されると仮定されている。

本調査の結果からは、学習者の抱く栽培に関する既存概念は、まったく等価な事例の集合とみなすことはできず、抽出された各因子を構成する反応語間には、明確な定義的特性が認められない。例えば、第3因子に含まれる反応語「花」は、「植物の形態的な器官の一部」という定義的特性に基づけば、「茎」や「根」「葉」といった第1因子に含まれる反応語と共通のカテゴリーに属するはずである。同様に、第2因子の反応語「種」や第4因子の「農薬」と第2因子の「道具」なども定義的な特性が無視される形で因子が抽出されている。

一方、Rosch(1975)⁷⁾によるとプロトタイプ理論では、同一カテゴリーに属する事例であっても、事例が完全な等価性を持つことはなく、最も典型的な事例であるプロトタイプを中心に、家族的類似性に従って構造化されていると仮定している。調査の結果からは、典型的な事例同志、すなわちプロトタイプを中心に家族的類似性に基づいて構成される因子が抽出されたと考えられる。例えば、第2因子の反応語「楽しみ」が「プランター」と同一の因子で抽出されたのは、栽培に関する直接経験によって形成されたプロトタイプを中心に家族的な類似性をもってカテゴリー化が図られた結果とみることができる。第3因子の「畑・水田」と「水」や「土」なども同様に考えることができる。このことから、中学生にとっての栽培に関する既存概念の特性は、定義的特性理論よりも、Rosch(1975)⁷⁾の提唱するプロトタイプ理論に基づく概念的特性を有していることが示唆された。

Rosch(1975)⁷⁾によると、概念のプロトタイプとは、概念を抽象する属性を代表する具体的知識の典型性によって把握される。ここでいう典型性とは、特定の事例が概念に対してどの程度ふさ

わしいかの度合いであり、言語連想における反応語の出現頻度から推察することが可能である。そこで、各因子に含まれる反応語の出現頻度から、栽培に関する概念のプロトタイプとなりうる具体的事例の典型性を検討する。

まず、「観察的イメージ」因子は、反応語間の相関関係が強く、説明力の強い因子である。しかし、この因子の反応語の出現頻度が他因子に比べて最も少ないことから、これらの反応語の事例としての典型性が比較的低いことが示唆された。一方、「生産手段的イメージ」因子や「経験的イメージ」因子に含まれる反応語は、他因子に比べて出現頻度が多いことから、これの反応語の事例としての典型性が比較的高いことが示唆された。同一因子に含まれる変量から最も出現頻度の高い反応語を取り出すと、栽培に関する概念のプロトタイプを表象するキーワードは、第1因子の「空気」、第2因子の「植物の具体名」、第3因子の「水」または「土」、第4因子の「植物」または「人間」であると考えられる。

次に、推定された各被験者の因子得点に基づいて、各被験者の各因子に対する重みづけの傾向を判断し、類型化を試みた。その結果、同一の学習集団内では「生産手段的イメージ」因子及び「社会科学的イメージ」因子に対して最も重みづけが大きい被験者が全体の6割以上を占めていることが明らかとなった。これに対して、「体験的イメージ」因子に対する重みづけが大きい被験者は、全体の10.1%と少なく、栽培学習導入以前の栽培経験の少なさが中学生の概念の形態に端的に表れたと考えられる。一方、「観察的イメージ」因子に対する重みづけが大きい被験者群でのみ、男女の割合に有意な差が認められた。このことから、女子に比べて男子の方が栽培に対して自然科学的あるいは観察的なイメージを有しやすいことが示唆された。

V. まとめと今後の課題

以上、本研究では、学習集団に潜在する栽培に関する既有概念の形態と特性を因子分析的に明らかにすることができた。また、学習集団に内在する学習者の実態を既有概念の形態に応じて類型化することで、指導上の留意点が整理しやすくなったと考えられる。

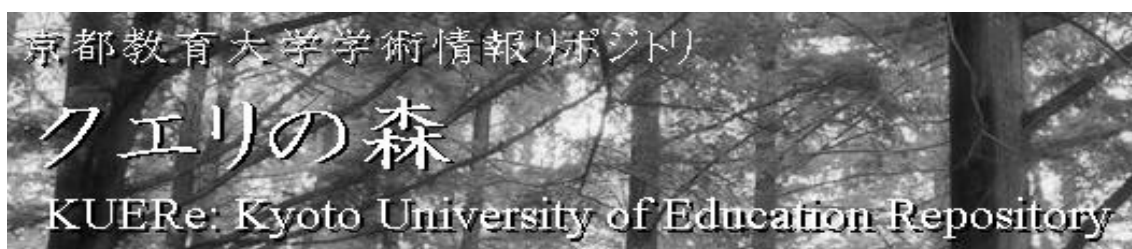
本研究で得られた栽培に関する概念の特性は、小学校生活科、理科、社会科などの各教科で断片的に履修してきた栽培に関わる学習内容を十分に組織・統合することができないまま、中学校での栽培領域の学習を始めなければならないという栽培領域導入時の中学生の認知的実態を端的に示している。したがって、栽培の学習指導に際しては、概念的な実態の類型に基づいて、それぞれのタイプの学習者にとってより想起されやすい事例やキーワードを取り上げ、それぞれのイメージを相互に交流していく学習場面の設定が重要と思われる。その上で、具体的な作物の育成に関わる種々の技術的活動を経験させ、環境・遺伝性・栽培技術などの概念を再構成し、より包括的な栽培に関わる概念の形成を支援する必要がある。

今後は、具体的な授業改善を実施し、栽培に関する概念が学習経験の蓄積あるいは基礎的知識や基礎的技能の習得によってどのように形成・変容されていくか、そのプロセスを明らかにする必要がある。

VI. 引用文献

- 1) 海保博之編著 (1992) 心理・教育データの解析法10講. pp.150-172. 福村出版. 東京
- 2) Kinetsch, W. (1980) Semantic memory. *Attention and performance*. 8:595-620.
- 3) 芝佑順 (1990) 因子スコア. 芝佑順・渡辺洋・石塚智一編統計用語辞典. p.11. 新曜社. 東京

- 4) 丸野俊一 (1991) 概念. 三宅和夫・北尾倫彦・小嶋秀夫編教育心理学小辞典. p.34. 有斐閣. 東京
- 5) 森敏昭・井上毅・松井孝雄共著 (1995) Graphic 認知心理学. pp.57-64. サイエンス社. 東京
- 6) 文部省 (1989) 平成元年度版中学校学習指導要領. pp.48-53. 大蔵省印刷局. 東京
- 7) Rosch, E. (1975) Cognitive representations of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology*. 104: 192-233.
- 8) Rosch, E & Mervis, C.B. (1975) Family resemblances: Studies in the internal structure of categories. *Cognitive Psychology*. 7: 573-605.
- 9) 千葉弘見・山田晴美 (1985) 栽培総説. pp.32-33. 農業図書. 東京



この文献は、国立情報学研究所において電子化されたものを、本学でテキスト加工したものです。

