

サイバースペース・コミュニケーションの 最適化に関する研究 (1)

— 質問と理解度との関連に関する基礎的研究 —

A Study on the Design Theory of Cyberspace-communication (1)

— Research for the Correlation with ill-structured Query and Understanding —

窪 田 八洲洋 *

Yasuhiro KUBOTA

Abstract

The purpose of this study is to explore and clarify the Design Theory of Cyberspace-communication. However, in order to clarify the Design Theory of Cyberspace-communication, have to be investigated the Algorithm of ill-structured Query and the correlation with Query and Understanding .

Therefore, this study intended to find out the Algorithm of ill-structured Query and the correlation with ill-structured Query and Understanding in Live-learning and to realize the Modelling on the ill-structured Query. In this paper, first of all, introduce various examples of ill-structured Query and the correlation with Query and Understanding in remedial and/or supplementary learning with "face to face communication".

Secondly, attempt to explore the Algorithm of ill-structured Query and the correlation with ill-structured Query and Understanding in live-learning and then, to realize the Modelling of ill-structured Query in the Cyberspace-communication.

キーワード

サイバースペース, コミュニケーションの最適化, 理解度と質問との関連
質問のアルゴリズム, 表現形式, 情報理論, 曖昧度, 情報の質, 遠隔学習

1. はじめに

本研究の最終目的は, サイバースペースにおける時間・空間を超越したコミュニケーションの最適化 (情報の質を加味した情報理論体系の確立) を図ることにある。

当面の目標は, サイバースペースを活用した遠隔学習において, ライブ学習と同等もしくはそれ

* 関西国際大学短期大学部教授

以上の効果が期待できる新しいコミュニケーション・システムを確立することにある。すなわち、サイバースペースにおいて、受講者の構造化されていない理解度を効果的に教員に伝える質問表現形式（言語・非言語系）とその伝達方式の最適化を図ることにある。

一般に、かかるシステムの最適化規範は、「受講者に優しく（使いやすく・時間的・経済的にも）満足されるシステム」ということであろう。しかし、満足度には個人差があり普遍化が困難である。したがって、本研究における最適化の規範は、受講者個々の満足度という個別性・特殊性を捨象し、本質的な概念により組み立てられた抽象的な普遍法則としての情報理論に基づく時間的・経済的効率性の最適化（情報量・曖昧度ならびに平均伝送路使用量を最小にすること）を第一義とする。

なお、満足度という現実的規範は、情報理論とは別の観点から個々の現象を区別し特徴づける情報を与え、満足度を評価することを試み、情報の質も加味した情報理論確立への礎石とする。

本研究では、まず、現在行われている正規授業（集団指導型）ならびに学習支援センターにおける補習（個別指導型）などのライブ学習における「質問と理解度との関連」について調査した。

つぎに、この事例をベースとして、学生の理解不足・未分化な状態を如何に表現すれば、学生の意志・疑問が教員に的確に伝えられるか。また、その疑問を教員（またはインストラクター）が的確に察知できるかという「質疑応答のアルゴリズムとその表現形式」に関する基礎的調査を行った。さらに、この基礎的調査に基づき、サイバースペースを活用した遠隔学習におけるコミュニケーション（Q&Aシステム）のモデリングを試みる。

2. インターネット時代におけるコミュニケーションの現状と将来展望（概略）

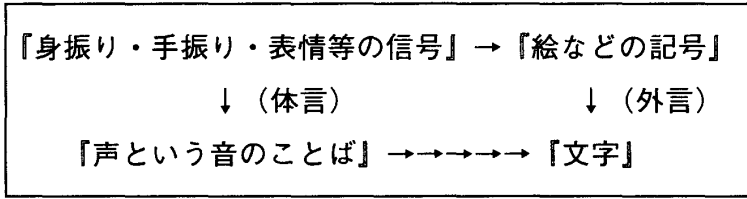
2. 1 用語の定義と歴史的背景

サイバースペース・コミュニケーションにおける情報表現・伝達の最適化に関する先行研究は、学術情報・インターネット等による文献検索の範囲内ではまだ例を見ない。従って、本研究で使用する用語ならびに関連する知見の共通理解を図るため、まず、本研究で使用する用語の定義、その背景となるインターネット時代におけるコミュニケーションの概要、さらに、そのインフラとしての義務教育の歴史的背景をあわせて展望する。

さて、コミュニケーション研究とは、日本コミュニケーション学会によれば、学際的な人間研究であり「人間の象徴的相互作用の性格、過程と効果の研究」であると定義し、11の主要領域を包括する広義な概念である。しかし、本研究が対象とするコミュニケーションは、相手にわかる共通の「メディア」を駆使して「伝えたい内容」を的確に伝える行為・状態に限定する。

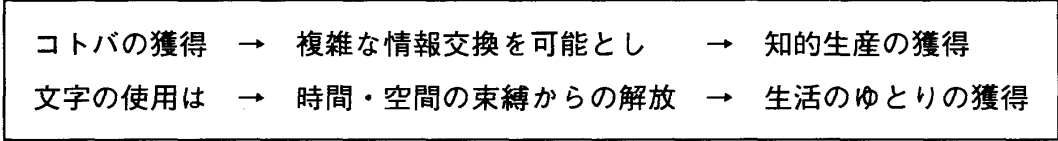
ヒトは、一般に、共通の概念「コトバ」で考え、その考えを「話しことば」あるいは「文字」で表現し他者に伝える。しかし、コトバ（言語）は「空間的情報」を扱うのが苦手であり、これには「絵」による説明が不可欠である。また「感覚や感情に関する情報」を扱うのも苦手である。¹⁾したがって、コトバ以外に、身振り・手振り・表情や「絵」などを併用してコミュニケーションを行なっているのが現状である。このコミュニケーションの概略を図式化すれば次の通り。

伝えたい内容を



に変換

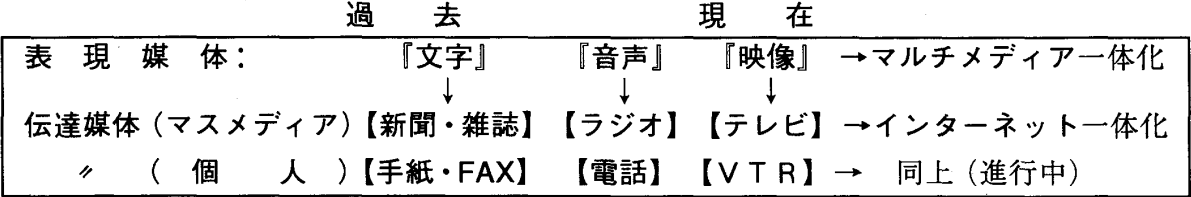
すなわち、人間と他の動物との決定的な違いは「コトバの獲得」である。人間は「コトバ」を使うことによって他の動物には出来ない「複雑な情報交換」をすることが可能になった。更に「文字」の使用によって「時間・空間の束縛から解放」されたことである。



文字が使われ始めた頃は「農業社会」で、文字の使用は社会の支配階級に限られていた。この支配階級は、さらに「奴隷」の苦役による「肉体労働からの解放」も獲得していった。実はこの余裕が、人類社会の在り方を大きく変えていく原動力になったことは否めない。すなわち、道具は、単なる「手先の延長から、人間の各種機能の拡大」へと進展していった。その一つは「肉体労働の軽減 (道具の発見) → 解放 (機械の発明)」や「奴隷解放 → 機械人間 (ロボットの発明)」の流れであり、他方は「頭脳労働の軽減 (数の発見) → 解放 (コンピュータの発明)」への流れである。²⁾

いずれにしても、道具を使うということは、社会に大きな影響を与え社会の在り方をも変えてしまった。機械の発明による「工業社会」の到来とともに、社会を構成する全ての人が文字を使用することが求められるようになり「義務教育の必要性」が生じた。日本の場合は、明治政府の「西洋に追いつき追い越せ」政策によって、「読み・書き・ソロバン」のリテラシー教育の義務化を推進した結果、現在の労働人口では「100%の識字率」を達成した。しかし、コトバ(言語)は前述のように「空間的情報」や「感覚・感情に関する情報」を扱うのが苦手であり、必然的に、「絵」や「音声・映像」といった多様な「メディア」によるコミュニケーションが行われてきた。

かかる多様な表現媒体を利用しても、今までは、何を【表現媒体】として情報を伝えるかによって【情報伝達手段(媒体)】が明確に異なっていた。しかし、コンピュータ技術の進歩によって、【文字・音声・映像】などすべてのメディアが【デジタル化】され、表現媒体が【マルチメディア】として一体化することが可能になった。更に、この表現媒体としての「メディア」を伝達する媒体「通信メディア」もコンピュータ技術によって【インターネット】に融合することが可能になった。これら「表現メディアと伝達メディア」の変遷過程の概略を図式化すれば下記の通り。



このことは、コンピュータさえあれば、【新聞・ラジオ・テレビ】等のマスコミュニケーションや【手紙・電話】等の個人コミュニケーションも、表現媒体毎に【電波】・【回線】などといった個別の情報伝達経路(手段)を個々に選ぶ必要がなく、すべての情報交換が【コンピュータのための通信手段であるインターネット】を利用して一体化できることを意味している。

このように高度情報通信時代の花形ツールであるコンピュータも、50年程前に誕生した当初は、極々限られた専門家の道具でしかなかった。これが1992年のパソコン通信とインターネットとの電子メール交換実験を契機として、より広いコミュニティとの情報交換が可能になった。パソコンと情報通信ネットワークの普及により、パソコンはごく普通の家庭にあって当たり前存在になりつつある。かかる「情報社会」の到来とともに、ホワイトカラー特に、管理職・中高年社員にも、「電子メールによる稟議書の回覧」などパソコンの使用を強制されることによる「パソコン恐怖症」や、若手社員の中に、対人関係が苦手なコンピュータとだけ対話する「オタッキー社員」の増加といった社会問題も生じている。いずれにしても、社会を構成する全ての人々が、コンピュータを使うことが求められるようになり、「学校における情報リテラシー教育の義務化」が実現しつつある。かように、過去行われてきた義務教育の歴史的背景と変遷の概略をまとめれば次の通り。

農業社会	→	文字の使用は支配階級に限定されていた。
工業社会	→	全ての人に文字の使用が求められる → リテラシー教育の義務づけ
情報社会	→	全ての人にコンピュータの使用が求められる → 情報リテラシー教育の義務づけ

すなわち、義務教育は、時代的要請に基づいて必要な「知識や技術」を伝え、修得させ、才能を伸ばすことにあった。この「知識や技術」を表現し、「伝えるメディア」として、最近までは「コトバ」と「紙・電波」が中心であった。インターネット時代であっても「表現するメディア」としての「コトバ」の存在は不動である。しかし、大きな違いは、それを「伝えるメディア」の主流が、従来の「紙・電波」から「コンピュータとインターネット」に変わろうとしていることである。すなわち、コンピュータ技術と情報通信技術の進歩による高度情報通信社会の進展にともない、音声・文字・映像を一括して扱える【マルチメディア】教育への要請が急速に高まりつつある。

また、高等教育においても、マルチメディア社会に対応したシステムとして、インターネットを中核とする「サイバー・ユニバーシティ(遠隔学習)」の構築が世界的潮流となりつつある。

ここで遠隔学習とは、日本ディスタンスラーニング学会の定義によれば、教員(またはインストラクター)と受講者が、地理的に離れている状況で、電子(通信)装置、印刷資料を利用しながら実施する教育訓練である(例:ビデオカセット、コンピュータネットワーク、オーディオ・ビデオ会議、衛星通信など)。また、マルチメディア遠隔学習とは、上記の概念に加えて、様々な先進的マルチメディアツールを活用した遠隔学習を包括する極めて広義の概念である(上記の例に加えて、インターネット、バーチャル・リアリティ等も含む)と定義している。³⁾

2. 2 海外における遠隔学習の動き

欧米では、他大学の授業も通信衛星あるいはインターネットを介して受講可能ないわゆる「バーチャル・ユニバーシティ」の構築が時代の趨勢として避けられない状況にある。なお「バーチャル・ユニバーシティ」に対する明確な定義はまだないが、バーチャル・ユニバーシティという言葉が一般化しているのも事実である。館昭氏⁴⁾によれば、バーチャルを「コンピュータの作り出す仮想の存在」と定義するならば、それはバーチャル性があるといった程度のことで、バーチャル・ユニバーシティという呼称は大げさといえるといっている。学生がどこで、どのように学んでいても、それが大学の学位課程の中におかれているという大学のシステムの仮想性をいっている。この意味ではコンピュータが存在しなくても、バーチャル・ユニバーシティは存在しうることになる。しかし、アメリカでは、その性格上、個人対応の通信教育を展開し、コンピュータ会議システムを用いて教室授業の効果を出す「オンライン・キャンパス」が主流になりつつある。このシステムでは、学生はその時々都合に合わせて、下記の3つの授業形態から自由に選択し、これらの選択・登録手続きもインターネットで行われる。（世界規模への拡大も可能であることを意味する）

- ①ライブ学習：従来通り、決められた時間、決められた教室で授業を受ける。
- ②リアルタイム学習：上記授業を、自宅の端末を通して授業を受ける。（双方向・対話型学習）
- ③オンデマンド学習：好きな時間に、好きな科目を自宅で学習（擬双方向・対話型学習）

2. 3 日本における遠隔学習の現状

現在、日本における遠隔学習の典型的例として、放送大学と大学間遠隔授業（SCS：スペース・コラボレーション・システム）をあげることができる。現状では、両システム共、指定された時間に、利用可能な設備のある（指定された）場所で、リアルタイムに学習することになる。したがって、本質的には、従来の教室における講義による知識の授受と大差はない。

放送大学は、放送という専門集団のリソース（人・設備・資金・情報）と文部省共同研究機関の専門家を最大限に活用して作成したコンテンツを、「放送メディア」を介して全国ネットで流している正規の大学である。このシステムにはスクーリングがあるものの、基本的には放映プログラムに従って、決められた時間に、決められた場所で学習する、いわゆる「リアルタイム学習」の範疇に属する遠隔学習である。また、リアルタイム学習時は、基本的には一方向の学習である。

大学間遠隔授業（SCS）は、全国のいわゆる旧帝大をキーステーションとして、国公私立大学・高専の数十校がコンピュータネットワークを介して結ばれ、それぞれの特色ある講義・演習を相互に提供・活用するシステムである。このシステムも「リアルタイム学習」の範疇に属するが、放送大学との違いは、各大学におけるライブ学習そのものをリアルタイムに流し、各地の受講者は講義者に質問したり、あるいは受講者間で意見交換ができる、いわゆる「オンライン・ライブ学習（双方向）」を実現していることである。

3. 理解度の定義

本研究当面の目標は、前述のとおり「構造化されていない理解度を効果的に伝える質問表現形式とその伝達方式の最適化」を図ることである。したがって、まず、本研究が対象とする理解度の定義を明らかにしておく必要がある。認知心理学専門の佐伯氏⁵⁾によれば「理解とは、それぞれの人が互いに異なった思惑を抱えながらも、共通の言葉を使用しつつ、相互干渉を重ねて、それぞれの理解の背後の有機的なネットワークの優先順位を入れ替えたり、日常性と論理の間を行き来しているうちに“わかったぞ (heureka)”という状況が発生する」事象をいう。したがって、表面的な記号の操作の背後に、きわめて多くの無意識の活動がなければならない。この無意識を喚起するには、学習者の経験に即した具体的な文脈・背景の状況を与えなければ理解は得られない。また、ニューラルネットワーク専門の乾氏⁶⁾は、「文字を読んだり、話を聞いて理解する機能を広義の“パターン認識”」と定義し、パターン認識過程では、与えられた刺激（視覚・聴覚あるいは触覚）から得られた情報が、記憶情報のどのカテゴリーに属するのかを照合・分類（決定）し認識する。したがって、パターン認識（理解）するためには、脳が学習を通して徐々に対象の知識（カテゴリー）を獲得していかなければならないという。しかし、現実の認識対象、たとえば、文字でも人によって変形があり、また、話言葉には音声の属性（ポーズ・リズム・イントネーション・アクセント）があり、これらの組み合わせは無限にあって発信者の意図が受信者に正確に伝わり難い。すなわち、人間は学習を通してこれらの集合の背後にある特性を推定し、対象の内部モデルを徐々に作り上げねばならない。さらに、言語の学習は、「文法的知識」が獲得できなければ「意味の理解」ができず、「意味の理解」ができなければ「文法的知識」が獲得できず、この両者を同時に立ちあげなければ認識できない。しかも、これらの規則は、多くの例外を含み絶対的ではないので確率的に処理しなければならない。すなわち、人間は無限に存在する解の中から確からしさを評価しつつ、もっとも自然な解を探し出しているが、このアルゴリズムについてはまだ良く分かっていないのが現状である。いずれにしても記憶されたカテゴリー（分類）を超えて対象の意味を理解することは難しい。更に、物理学の論理と自然観の立場から菅野氏⁷⁾は、「自然現象の認識法は、局所的部分間の原因--結果の時系列の連鎖として見るばかりでなく、むしろ原因と結果が作用と反作用として同時に現われるのではないか。」また「人間の意識や思考も高度に組織化された物質の運動形態と同じように、自己組織化、自己発展の能力がある。したがって、人間の思考形式は、最初の段階では、経験に基づいて獲得した確かな拠り所となる基準を定め、それを拠り所として物事を判断し推論する傾向にある」ので「日常経験に馴染まない概念や抽象的論理を、体系的にいきなり理解させることは不可能である」という。すなわち、これら三者の知見のいずれもが、学習者の理解度は「それまでの原体験」に左右されることを指摘している。

以上の知見ならびに筆者の経験から、学習における学生の理解度 $U(t)$ は次式で表わされる。

$$U(t) = \int_{t_b}^{t_a} \omega(t) dt \cdot \int_0^{t_b} E(t) dt \left[\int_{t_b}^{t_a} H(t) dt - \int_{t_b}^{t_a} I(t) dt \right] \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 $\omega(t)$ ：学生の受講時における意欲・興味（恣意的情報選択・吸収率）

$E(t)$ ：受講時までには原体験した知識量（記憶カテゴリー量）

$H(t)$ ：教員が提供した情報量

t_a ：学習終了時（時間）

$I(t)$ ：受講時の質問による曖昧度

t_b ：学習開始時（時間）

すなわち、学生の理解度は、意欲、記憶カテゴリーと {提供された情報量と曖昧度との差} とのスカラ積（大きさだけで定まる量）であることを示している。このことは、教員から提供される情報量 $H(t)$ が如何に多くても、講義時点で、学生にその分野に関する原体験あるいは疑似体験をさせない限り、その講義からは何も得ることができず、理解度はゼロということになる。また、意欲・興味がゼロならば理解度もゼロになる。さらに、質問によって曖昧度を減らさない限り理解度は下り、もし曖昧度が提供情報量と同じなら、理解度はやはりゼロであることを示している。

4. 理解度と質問との関連

次に、「理解度と質問との関連」を解明する基礎データとして、本学学習支援センターで行った補習（個別指導）ならびに正規授業（集団指導）の事例のうち、学部生・留学生・短大生・社会人学生の4グループからそれぞれ1例ずつ引用する。ただし、これらのデータは実験計画に基づき無作為に抽出したのではなく、また、4グループが異なる母集団であることの有意性を検証するには事例数が少ないこと。さらに、実験を成立させる要件の一つである被験者の詳細データもプライバシー保護の観点から明らかにできない（これを記述すると対象者が特定される恐れがあるため割愛）。従って、データとしては適格性を欠くものであることを予めお断りする。ただし、データの信憑性を証左するため、質疑応答内容は、忠実に再現することに努めたことを付記する。

4. 1 質疑応答事例その一（学部生）

まず、最初に、学部の統計学を中心とした補習における複数の学生（男子2人、女子4人）と、教員1人による質疑応答について詳述する。（Qは学生、Aは教員の発言内容を示す）

Q 1. 教科書に記載されている式 " $k \doteq 1 + \log_2 N$ " を指差しながら、「この式がわからないので教えて欲しい」という。

A 1. この式は、度数分布の階級の数を決める経験式なので、念のため「度数分布ということはわかっているのですね？」と尋ねてみると Q 2. 「いやわからない」という。

A 2. 「それではこの式の説明をする前に、まず、度数分布について考えてみましょう。」と断り「ここに10枚のコインをいっしょに投げることを228回繰り返して、10枚中何枚表（オモテ）が出たかを毎回記録した表（table）があります」「この表をみると、10という数字も0という数字も1回もできません。これから、228回中、10枚のコインが全部表（オモテ）になったことも、全部裏になったこともなかったことはわかります。しかし、10枚中、何枚表（オモテ）になることが多かったかなどということはこのままではわかりにくいですね。」「そこで、

表(オモテ)がそれぞれ何枚出ているかを、1~9までの数字で表わし、その出た回数(度数)を次のように表(table)にまとめてみると、よくわかりますよね。」

表が出た枚数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
回数(度数)	0	3	10	28	47	64	46	18	10	2	0

「このように、全体をその性質によって「幾つかの組」に分類し、その1つ1つに属するものの個数(度数)を表わしたものを度数分布表(table of frequency)といい、その各組を階級(class)といいます。また、この階級の境界を定める値を階級境界値といい階級境界値の midpoint を階級値(class mark)といいます。」「この例では0~10までの11クラスにわけていますが、0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10の5クラスなどいろいろわけることができますが、この階級の数をいくつにわけると分布の特徴を良く表すかを経験的に示したのが式(k)です。」

Q3. 「kの次に書いてある“≐”はどう読むのですか？」と記号を指差しして質問する。

A3. 「発音はともかく“ニアリーイコール””といいながら黒板に“nealy-equal”と書くと

Q4. 「どういうことを意味するのですか？」と即座に質問が返ってきた。

A4. 「たとえば、 $1 + 1 = 2$ 、答えは“2に全く同じ”ということで、“= (イコール)”と書きます」「これに対して、0.99も、0.999も1ではないが、ほぼ1に等しいと考えた場合、記号“≐ 1”を使って、“1にほぼ等しい”と表わします」と答えながら「待てよ・・・」と疑問を持ちはじめた矢先、案の定

Q5. 「つぎの“ $\log_2 N$ ”は何んと読むのですか？」と表記を指差している。ここで回答者は

A5. いままで質問に「1:1に対応する形」で答えてきたことの無意味なことに気がついた。統計(階級値等)が分からないのではなく、統計にでてくる初等数学そのものが分かっていない。これは学生が悪いのではなく、中等教育のカリキュラム(高校と大学との接続)の問題である。

必修の数学Iには、二次関数、個数の処理、確率、三角比のみで、対数・指数関数などが出てくるのは数学II以降(選択)であるため、殆どどの高校生が履修していないのが現状である。

したがって、1対1のQ&Aはひとまず棚上げにして、統計に出てくる記号(例えば Σ)の読み方とその意味や、なぜ対数という考えが出てきたのか(天文学的な大きな数を扱うことの必要性から生まれた表記法であり計算法であること)など、生活に密着した形で初等数学の成り立ちから説明し、統計学を理解する上で必要最小限の初等数学の基本を補習した。

また、統計学についても、なぜ統計学を学ぶのか、実生活での事例を説明した後、統計学のイロハであるデータの整理の仕方(分布)について説明。更に、なぜ平均値だけではその分布の特徴を表わせないのか。極端な例として、すべてのデータが平均値と同じ値をとった場合の分布図(縦1本の棒)と、平均値を中心に、左右対称に1個1個が別々の値をとった場合の分布図(横1本の棒)とでは、分布の形が全く違うのに平均値はまったく同じであること。したがって、この2つの分布

が違うことを示すためには、平均値以外の何かが必要なこと。そこで考えられたのが、平均からのバラツキ(標準偏差)であることなどを視覚的に理解させた。なお、これを感覚的にも理解させるために、棒にゼムピンを糸で結び、糸の長さを変えることによって、棒を回転させる手応え(慣性モーメント)が違うことから、バラツキを体感的に理解させようと試みたが、これは失敗であった(慣性モーメントに関する知識が全くない文系の学生にとっては、理解を混乱させるだけであった)。さらに、平均といえば、一般には算術平均をさすことが多いが、人口・物価などのように変動の率を問題にする時には、変動率を平均するのに適している幾何平均が使われること、また、「1時間に何キロ走る」というとき、「100mを何秒で走る」というときのように2種の量の比(この例では時間と距離)で表わされる量の平均を求める時に適している調和平均、これ以外にも、分布を特徴づける代表値として、メディアン(中位数)、モード(並み数)があることなどを補習して初回を終了した(約5時間)。しかし、翌週も同様に

Q6. 「確率変数がわからないので、教えて欲しい」と、質問の構造はまったく変わっていない。

A6. 回答者は、質問者の「顔つき」から、その理解の程度が大体飲み込めるようになってきた。(学生の顔つきによって、その理解度を把握するアルゴリズムについては今後の課題である)

質問者は「確率変数」以前の「確率」、「変数」、「関数」という3つの概念(初等数学)がわからないのだろう。従って、たとえ「確率変数」の話の直ぐを試みても、次は「確率密度関数」がわからないとくるだろうことは容易に推料された。念のため、「確率って何ですか」、「変数って何ですか」と質問してみると、案の定「分からない」という反応。

ここで、まず、ものごとを順序良く整理して、モレや重複がないように数え上げていく「数えあげの原則」を説明し、場合の数と確率といった確率の基礎の基礎から解説をすることにした。また、変数という考え方も、過去の初等・中等教育における経験と関連付けながら説明した。さらに、小学校の文章題(ツルカメ算)を例にいろいろな解法(あらゆる場合の数を列挙していく方法、法則性に着目した算数による方法、答えを未知数エックス(x)と書いて数学の言葉に翻訳した代数による方法、これにも一次方程式、連立方程式、さらに行列式による方法など)があることを説明し、数学は、一つの問題を多様な視点から眺め発想の転換をする学問であることなど、基礎修学能力についても併せて学習してもらうことを試みたがこれは失敗であった。「問題解答型」教育になれば、絶対的(唯一の)回答を期待する新入学生にとって、あれもこれもと提示されることは、かえって思考の混乱を招く元凶であることは否めない。特に補習においては、塾のように対症療法的指導を求める傾向があるので、このような多目的指導は避けるべきであろう。しかし、「変数」という概念については、この例題を解くプロセスを通して、繰り返し説明した結果、「確率変数」とは何か、「確率密度関数」とは何かということも「よくわかった」という反応が返ってきた。

4. 2 質疑応答事例その二(留学生)

つぎに、学部・短大部の留学生(女子学生6人)と教員1人による「コンピュータ関連科目」の補習における質疑応答内容について詳述する。(Qは学生、Aは教員を示す)

Q1. 「コンピュータのことがわからないので教えて欲しい。」とやってきた。

A1. 「コンピュータといってもいろいろありますが、どの科目のどこがわからないのですか」

Q2. ワープロのテキストを指差して「ここがわからない」という。

A2. わからないと指差しした内容について指導したが、納得していない顔つきである。

どうやらワープロ以前のWindows95の基本操作、マウスの使い方等がわかっていないようだ。

そこで、まず、これらの基本について補習を行い、再度、件のワープロの問題をやらせてみると、こんどは日本語の入力方法(モードの切り替え)が分かっていないので、モードの切り替えについて指導する。モードの切り替えは分かったが、実は、肝心の日本語の読みが分かっていなかった。

日本語の読みを教え、テキストにでてくる日本語の読みは一通り理解させたが、今度は、その読みを「ローマ字読みへ変換」し、更にそれをタイピングすることが全然できない。たとえば、「熱帯雨林の一部は、酸性雨によって再生不能状態・・・」という文章の読みで、「ネットイウリン」や「サンセイウ」, 「サイセイフノウジョウタイ」が読めない。読みはわかったが、これをローマ字で、つぎのように入力すること「nettaiurinnnoitibuha,sannseiuniyottesaiseifunoujoutai・・・」がわからない等々、コンピュータ教育以前の問題から解決しなければならないことがわかってきた。

4. 3 質疑応答事例その三(短大生)

短大部新入生の基礎演習(正規授業)の最初の講義における質疑応答を詳述する。なお、この演習のねらいは、大学で学ぶことの自覚と人生に対する目的意識の発芽を促す「学習の動機づけ」とともに、大学生としての修学基礎能力(学習スキル・学習習慣など)を養成するのがねらいである。(ここでは演習の性格上、最初に教員が質問・問題提起をするので、教員がQ、学生はAで示す)

Q1. 「皆さんは大学で何を学ぶつもりですか」といって一通り見渡すと、目をそらすもの、一体何がしたいのかといぶかるものなど、様々な反応を示していたが・・・そのうちの一人が

A1. 「社会に出て必要な知識を学ぶためです」という答えが返ってきた。

Q2. 「その他にありませんか?」と聞き返すがあとは沈黙。そこで、大学で何を学ぶのかという、マルチメディアを活用した「Web形式のテキスト」を見せながら「高校までは、知識は確定的なものとして教えられ、問題には必ず正解が1つあるという『問題解答型』の学習であったこと。

ところが、知識は多面的であり、いまも爆発的に増え続けており、これらの全部を大学で学ぶことは不可能であること、皆さんは生涯学習しつづけなければならないこと。従って、大学では、問題の発見・解決の方法を学び、自主的に学習する習慣を身につけてもらうのが大きな目的の一つであること。今までの知識を含め、その根拠・前提やストーリーを学ぶことによって、対象を多面的に観察し、状況に促した知識・情報を収集活用し、最良の解決策を見出す方法を修得してもらう、いわば『問題発見・解決型』の学習であること」など一通り説明した後、

「ところで、話は変わりますが、皆さんが見知らぬ土地で、土地の人から、とにかく東へ進め

ば自動車道に出られるという知識は得ていたとします。さて、その土地で、夜道に迷ったとき、皆さんはどうしますか？後で簡単なテストをしますからメモしておくように」といって見渡すと、答えはまったく返ってこない。(北極星が1年を通して、ほぼ北の方角にあるという知識の応用を期待した質問)。 間をおいて「皆さんは、北極星ってご存知ですよ？」

A 2. 「北極星は知っている」・・・と一人がつぶやく。

Q 3. 「北極星は知っているんですね！それで・・・」とあとを促すが答えがない。「北極星はいつも北の方角にあることはご存知ですよ」大半のものがうなずく。「そうしたら東は・・・」また反応がなくなる。「北に向かって右手の方角は・・・」

A 3. やっと一人が元気よく「東！」と答える。「ああそうか」というささやきが聞かれる。

Q 4. 「そうですよね！そうしたら、東に進もうと思えば、北極星がいつも自分の体の右・左どちらに見えるように歩けばいいのでしょうか」というと、この質問に対しては、

A 4. ほとんど全員が手をあげて、いっせいに「左！」と反応してきた。

Q 5. 知識は知っているだけではなく、実際に応用するものですが、知識の理解度によっても応用の仕方が変わってきます。今の例ですと、なぜ何時でも北の方角に見えるのかを知っていないと、ひょっとして、南半球で旅をしたときにも北極星を探すかも知れませんね」(ここで笑いを期待したがまったく反応なし)。「また、見る土地(緯度)によっても、見える高さが違う原理を知っているのといないのでは、探し方に大きな違いがでる」ことなど、「大学での学び方、何を学ぶのか」を、身近なエピソードで比喩的に話した上で、改めて「さて、いろいろ皆さんに話をしてきましたが、“私が皆さんに何を言いたかったのか”，そのキーワードを書いてください」といって紙片に書かせたが、全員の学生が例外なく、夜道に迷ったときの【エピソード】を、それもキーワードではなく詳細に記述したものであった。この企ては完全に失敗に終わった。

一般に、知識・経験の異なる相手に理解してもらうため、相手がわかる身近なエピソード(比喩)を話し般化していくのが教育工学や情報理論の知見(情報の冗長性)である。しかし、現在の学生は、まじめにただひたすら正解を暗記する授業に慣らされた結果か、授業における教員の話すべてを記憶することに集中し、一歩さがって、“この人は何がしたいのか？”という聞き方ができないようだ。したがって、比喩は理解を助けるのではなく、記憶する情報量を増やすだけであり、話の内容を混乱させ、理解を発散させてしまうようだ。このような混乱を避ける自衛手段として、最近の学生に即物的回答を求める性向が出てきたのではないか。このような事象は、いろいろな質問の場面で遭遇する。学生が「これはどうすればいいのか」ときくので、応用が利くように、その基本原理から説明しようものなら直ぐに「イエスかノーか」、自分の質問したことに即物的に回答することを求めてくる。「そういわずに少し人の話も聞きいては」とでも言おうものなら「もういい！」と、あとは聞こうとしない学生が散見されるようになってきた。

4. 4 質疑応答事例その四（社会人学生）

上述の即物的性向は、別な意味で社会人学生にもみられる事象である（社会人学生が大学に何を期待するのか将来志向を含めて調査する必要がある）。これに関連する事例をまず紹介する。卒業研究（ゼミ）のクラス分けは、各教員の研究テーマを事前に説明し、学生の希望を募った上で決定したもので、ほかの選択科目のように、学期1週目の顔見せ講義（？）を聞いてから決めるものではない。しかし、1週目のゼミに参加したあとでも、必要な知識の切売り（？）を求めて実務的内容のゼミに強引に変わってしまう。大学は学問の場であるという視点からの体系的な学習方式は、社会人には通用しないのではないか。現在、社会人の受け入れは例外なく、従来の大学の器（カリキュラム）の中に吸収する形であるが、この性向を考慮すると従来の大学の概念を超えた新しいシステム、例えばカルチャセンター的生涯学習コースを設け、日常的な学習場面では最新の研究成果を切売りしていくが、要請があれば学位認定・授与もするという新しいシステムを社会人は求めているのかもしれない。学生の多様化とともに、大学の意義・在り方が問われる一事例である。

次は、創作を集団指導する情報関連正規授業（30人）での社会人学生の質疑応答の事例である。なお、質疑応答に出てくる内容は、授業開始時に、基本的なものとしてすでに説明したものであるが、その時は、自分の創作に早々と着手していて聞いていなかったものと類推される。（この傾向は、最近の伝統的學生にもみられるもので、あながち社会人だからとはいえない事象である）

Q 1. 「先生、ここがわからないので見て欲しい」とディスプレイを指差しながら教員を呼ぶ。

A 1. 指差している画面は、自分専用の記憶領域（ルートファイル）である。「ここで何をしたいのですか」と尋ねると

Q 2. 「ここに新しい、これとおなじものをつくりたい」といってフォルダを指差す。

A 2. 「ああ、新しいフォルダを作りたいのですね。新しいフォルダを作るには、作りたい記憶領域のところにマウスの矢印をもってきて、右クリック」といいながらメニューを表示させ、表示されたメニューの”新規作成”を反転（青色表示）させ、さらに、メニューのフォルダのところにマウスをもっていきながら「このフォルダをクリックすれば、この通り新しいフォルダができましたでしょ」と説明しながら、新しいフォルダを作ってみせる。しばらくして、また

Q 3. 「先生、これどうすればいいのですか」とディスプレイを指差しながら教員を呼ぶ。

A 3. 指差している画面をみると、自分でつくったファイルなので、「このファイルをどうしたいのですか」と尋ねると

Q 4. 「ここに、これを格納したい」といって、先ほど作ったフォルダを指差している。

A 4. 「ああ、このファイルを、このフォルダに格納したいのですね」としたいことを確認の上、「このファイルのところにマウスをもってきて、左をクリックしたまま、このようにフォルダの上まで“ドラッグ”し、ここで離せば、ほら、ファイルが移動しましたでしょ」と実演しながら、動作の区切り区切りで教員の操作を確認させる。

5. 質問の構造

以上の事例で、対象分野は、統計・コンピュータ・修学基礎能力。形態は、講義・演習。学生は、学部・短大・留学生・社会人と多様ではあるが、これら質疑応答の内容を、理解度との関連で分析すると、「質問の構造」という切り口で分類することが可能である。

1) 概念・知見の理解度と質問のパターン（分類）

いま、概念・知見の理解度を、①「表象」の読み方はわかる、②「表象」を書くことができる③「表象」の意味を漠然と理解している、④「表象」の意味を正確に理解している、の4レベルに大別すると、質問は、下記の3パターンに分類することが可能である。

- (I) 読み方・書き方・意味すべてがわからない・・・「指差し型」質問（仮称）
- (II) 読み方はわかるが、書けない、意味もわからない・・・「生半可型」質問（仮称）
- (III) 読み・書きはできるが、正確には理解していない・・・「丸暗記型」質問（仮称）

2) 理解度と質問のパターンからみた受講時のビヘイビア

学習支援センターでは、補習（あるいは補講）にさきだち、学生たちに対して、センターは正規授業でわからないところを補完（補習）するけれども、正規授業まがいの補講をするところではないこと。したがって、わからないところは、授業中に質問、あるいはオフィスアワーで担当教員に質問するように指導をしている。しかし、実際には下記の理由等から実現していない。すなわち、

上記（I）の「これ・ここ」といった指差しによる質問パターンの場合、例えば、統計では記号、コンピュータでは用語・術語の読み方が、まずわからない。質問しようと思っても板書をさっさと消されてしまい、授業中に「そこ・あそこ」と指差し質問ができない。分からないまま90分間を無為に過し、その後の授業は欠席がちとなり、結果的に「ドロップアウト」していくことになる。（II）（III）の質問パターンの場合は、授業中に質問はできる可能性があり、実際に質問する・しないは、引込み思案や恥ずかしがりやなどの本人性向と、教員側の質問できる授業の雰囲気づくり如何にかかっているので、以下、このパターンについては触れない。

3) 質問の構造

「指差し型」質問パターンに共通していることは、例外なく、最初「先生、統計（あるいはコンピュータ）がわからないから教えて」と「広義の領域」から切り出してくることである。すなわち、質問者は、各授業領域に固有の用語・術語の概念理解を含めた基礎知識がないため、何がわからないのが表現できない、いわば「質問の未分化（非構造化）状態」にあること。従って、最初は例外なく「科目名」をあげてくる。こちらで「どこが」と範囲を絞る質問をすると、「教科書、あるいは画面」などの現物を指差しして「ここが分からない」という。しかし、実際は「この××の読み方がわからない」→「この意味（概念）がわからない」→「なぜ、そうなのか原理・原則や前提・根拠がわからない」・・・というように質問がどんどん発展していく。

教員は、このような学生が受講していても、授業中に「質問がまったくないから学生は理解している」と錯覚し、「シラバス」に従って計画通りに授業を展開し、目標レベルまで導いたつもりでい

る。しかし、これらの学生の到達レベルはゼロで、不登校誘発に結びつく可能性がある。従って、新入生の少なくとも春学期あるいは全く初めての概念がでてくる科目の最初は、学生の基礎知識の有無を正しく把握し授業を展開していく必要がある。例えば、最初は「読み」の確認に始まって「意味」はわかるかなど、理解を助けるための基礎知識をその都度確認・補いながら授業を前に進めないと、かかる学生にとって90分は苦痛の何ものでもなく、私語をするか、鼻から出席しなくなるかの行動に走ることになる。また、教員にとっても、計画どおり授業を終えたという達成感⁷はあるものの、結果的には無意味な90分を過ごしてしまったことになる。すなわち、最初は前述の(1)式の「情報量と曖昧度との差」の項がゼロ、それ以降は「意欲・興味」の項がゼロとなり、いずれの場合も理解度はゼロになる。

6. 今後の課題

今までは、主として伝統的な学生を対象とし、授業も講義形式による知識の授受によって、知識を体系的に習得させる積み上げ方式が教育の基本であった。また、学生からみても、このやり方のほうが、とにかく授業にでていれば知識の体系化がはかられるという安堵感があつたのではないかと。したがって、いままでの大学における教育改善対象も、この知識の授受、すなわち、授業計画・教材の充実に重点をおくコンテンツ中心主義でよかった。しかし、いま我々が考えている多様な学生、特に社会人を対象とした遠隔学習において、従来と同じような知識の積み上げ方式をとった場合、果たして魅力のある教育(満足)を提供することになるのだろうか。社会人の場合、社会生活が長ければ長いほど、即物的な行動パターンがビルトインされ、伝統的な学生のように積み上げ方式では魅力を感じないのではないかと。なぜなら、社会人の学習規範は、前例でも述べたように「自分にとって役にたつのかどうか、それもいま自分の知りたいことを、いつでも・どこでも・簡単に(操作性・コストなどを含め)提供してもらえるのかどうか」であり、この規範によって、遠隔学習システムを選択することになるのではないかと。

他方、このようなシステムを提供する大学担当者側からみると、前述の指差し型が主である質問の構造からもわかるように、受講者の「知りたいこと自体がファジー」であるという問題を抱えていることである。このファジーである原因は、前述の社会人の学習態度からも推料されるように、即物的(断片)知識を求めるあまり、学習した知識が構造化されず、本当の意味での理解がされていないことである。(質問のやり取りを通して、はじめて自分自身、質問したいことが見えてくる)。

仮に、このような質問のアルゴリズムが成立つとすれば、「この・ここ」式の指差し質問形式に対して、まず、あらかじめ人工知能で学習し準備した「誘導質問」を選択させる形で「何が知りたいか」を絞っていく手段を提供することが必要になる。and/or、現物を指し示す「簡易入力システム」たとえば、デジカメ・ハンディスキャナあるいは画面の何処かを指差しすると、その質問内容が入力される、いわゆる「クリッカブルマップ」などの入力システムを開発する必要がある。さらに、提供する科目が限定できるなら「限界情報概念」⁸⁾を加味した、その科目特有の質問体系、たとえば

「手話」あるいは「楽譜」などのような「シンボル」を開発することも考えられる。

次の課題として、質疑応答後の受講者の理解度を把握するシステムの開発がある。ライブ学習では、教員が応答直後の受講者の「顔色とか仕種等のボディ・アクション」をみれば、どうも「納得していない顔」だとか「納得した顔」であるとか、その学生の理解度についてほぼ見当がつくことは経験的に知られている。このように、私たちがコミュニケーションする上で、顔を知覚するということは非常に重要になってくる。人の顔を見て「誰か」を判断するだけではなく、その「表情」から気持ちを判断したり、さらに性格・職業・知能等まで判断していることが知られている。⁶⁾

遠隔学習においても、受講者の顔の表情をモニタリングし、その表情を認識し、それに対応したアクションをフィードバックすることが、このシステムの満足度を左右する重要な要因の一つになるものと思われる。この表情認識システムの具体化にあたって、表情のモニタリングそのものは、技術的にさほど問題ではない（例えば、CCDカメラを使ってモニタリングし、その画像を圧縮・伝送し復元すれば、情報量としても時間的制約にはならない）。ここでの最大の問題は「表情認識」システム、すなわち、モニターからその「心象」を読み取ることが大きな課題である。

現在、表情の認識については、日本顔学会の各種知見をはじめ、関連学会で報告されている。しかし、これらの知見は「人間の表情の再現」か「本人の認証」に大別され、表情から「気持ち・理解度等の心象」を認識する分野の研究はほとんど行われていない。なぜ「心象の認識」に関する研究が少ないのか。現在の顔学が限りなく人間に近い表情を追うあまり情報量が多すぎて、これを使った「表情」から心象を認識する照合パターンの設定が難しいからではないか。この点に着目して、筆者は、学会の流れとは逆に「簡素化された表情」で「喜怒哀楽等の心象」を表出することを試みた。なお、この簡素化された表情の情報量は、精緻な表情に比べ約十万分の一という極微な情報量でありながら、人間による表情認識レベルとほぼ同じであったことを付記する。^{9, 10)}

7. おわりに

本論文では、主として「構造化されていない受講者の理解度から発する質問」に関する基礎調査ならびに「質問のパターン化（分類）」について報告した。

第2報以降では、「未分化な理解状態における質問の構造のアルゴリズム」、「理解度のメカニズム」、「理解度と質問との関連」に関するモデリング、ならびに、これらのモデリングをベースとした「サイバースペース・コミュニケーションの最適化」について報告する。

具体的には、現在、本学に在学中の社会人をモニターとして実験予定の「遠隔学習」データに基づき「理解度と質問との関連」ならびに「質問のアルゴリズム」を検証する。この検証結果を基に、簡便かつ確な「質問体系（言語・非言語系）」の開発を行う。次に、情報量という量的な普遍概念を確立した現在の情報理論に基づく時間的・経済的効率性の最適化を図る（この場合の情報とは統計的性質によって規定される）。これらの知見に基づき「サイバースペース・コミュニケーション」のモデリングを試みる。最終的には、統計的性質が未知の情報源に対する「複雑量」という概念を導

入し、「情報の質（特に満足度）を包含した情報理論」へと展開し、この知見を加味した「サイバースペース・コミュニケーションの最適化」を図る。

参考文献

- 1) Jean Aitchison, 今井邦彦訳：「ことば 始まりと進化の謎を解く」, 新曜社, 1999.7.
- 2) 窪田八洲洋：「21世紀におけるロボット技術について」弓削商船高等学校『紀要』, 第16号, 1994, pp53-60.
- 3) 石原辰太郎：「ディスタンスラーニングの多様な側面」, 日本ディスタンスラーニング学会誌, Vol. 1, 1999, pp 3 - 6
- 4) 館 昭：「バーチャル・ユニバーシティの衝撃（Ⅰ）～（Ⅲ）」, カレッジマネジメント, no.93～no.95, 1998.
- 5) 佐伯編：「理解とは何か」『認知科学選書4』, 東京大学出版会, 1985.
- 6) 乾 敏郎編著：「認知と学習」『情報科学コアカリキュラム講座』, 丸善株式会社, 1993.
- 7) 菅野礼司：「科学は「自然」をどう語ってきたか」, ミネルヴァ書房, 1999.
- 8) 窪田八洲洋：「線描画の表情認知に及ぼす情報量の効果（1）」, 放送教育開発センター『紀要』, 第13号, 1996, pp151-176.
- 9) 窪田八洲洋：「ロボットの顔の表情に関する研究（第1報）」, 電気関係学会四国支部連合大会 講演論文集 16-25, 1994, pp307.
- 10) 窪田八洲洋：「サービスロボットの顔の表情に関する研究（第2報）」, 弓削商船高等学校『紀要』, 第18号, 1996, pp105-112.