

長尾 真著

「わかる」とは何か



岩波新書

713



長尾 真著

「わかる」とは何か

岩波新書

713

長尾 真

1936年生まれ

1961年 京都大学大学院工学研究科修士課程修了
京都大学工学部教授，同大学院工学研究
科長・工学部長をへて

現在－京都大学総長

専攻－情報科学

著書－『人工知能と人間』(岩波新書)

『電子図書館』(岩波科学ライブラリー) など

「わかる」とは何か

岩波新書(新赤版)713

2001年2月20日 第1刷発行

2001年5月21日 第4刷発行

著者 ながお まこと
長尾 真

発行者 大塚信一

発行所 株式会社 岩波書店
〒101-8002 東京都千代田区一ツ橋 2-5-5

電話 案内 03-5210-4000 営業部 03-5210-4111
新書編集部 03-5210-4054
<http://www.iwanami.co.jp/>

印刷製本・法令印刷 カバー・半七印刷

© Makoto Nagao 2001

ISBN 4-00-430713-9

Printed in Japan

はじめに

本書は、岩波書店から出された講座「科学／技術と人間」(全一一巻、別巻一)の第一〇巻『科学／技術と言語』の第１章に、「分かるとは何か」と題して書いたものになってゐる。この講座は、二〇世紀に驚異的な発展をとげた科学技術が、人間や社会にとってどのような位置づけられるべきものであるかを、多くの著者によって多角的、徹底的に論じたものである。その文脈からもわかるように、筆者が「分かるとは何か」で論じた内容は、主として科学技術におけるものであり、これは別の言い方をすれば「科学における説明と理解」といってよいものであった。

多くの一般読者は、本書の「「わかる」とは何か」という表題から、学校の教室において先生の説明を生徒が理解する過程がどうなっているかといった、学校教育における生徒の理解の問題を取りあつかっている本、あるいは社会や自然の事象のしくみはどうすればわかるのかを解説する本を予想されるだろう。しかし、残念ながら本書はそのような場面はあつかなかった。

い。

本書は、一般の人たちが社会において科学技術と共存していくためには、科学技術とは何かを理解しなければならず、そのためにどのようなことを考える必要があるかを明らかにすることを目ざしている。そのためには、そもそも科学技術はどのような論理的構造をもったものであるか、ということ論じる必要がある。また、科学技術の内容が理解しにくい理由は何かということとともに、科学技術が社会に正しく理解されるためにはどのようなことを科学技術に従事する者が注意しなければならないか、といったことについても論じておくことが大切である。ただ、「わかる」という過程は、科学技術においても学校の教室や社会・自然の事象においても本質的には同じことであるから、本書が後者の目的に対しても役立つであろうことを期待したい。

そもそも前記の講座が「科学／技術と人間」という形で、科学と技術のあいだに「／」が入れられているのはかなり特異なことであろう。それは、講座のまえがきにも書かれているように、〈科学と技術〉や〈科学技術〉としてではなく、科学や技術を包括的にとらえるものとして〈科学／技術〉という表記がとられたのである。本書ではそのような立場に立ちながらも、より積極的に科学に基礎をおいた技術、そしてそのような技術によって開拓される現代科学という

科学と技術の相互関係、科学と技術の融合した活動という意味で、科学技術という言葉を用いている。事実、今日の科学者の多くは科学を進展させるための技術研究にたずさわっているし、工学者の多くは技術をよりいっそう発展させるための基礎的な科学の研究に従事しており、科学と技術の境界はもはや存在しないといってよい。

このような現代の科学技術の具体的な内容について論じることとはとてもできるものではないが、それらがどのような構造をしているか、それらはどのような点に注意すれば理解することができるか、といったことについては共通したものをもっている。またものごとを理解するためには、ものごとの誤解はどうしておこるか、わかったつもりになっているがじつはわかっていないといったことがしばしばあるが、それはなぜかといったことなどについても知ることが大切であろう。

これからますます複雑化する科学技術の時代に、科学技術をけっして暴走せず、信頼がかけられるものとするためには、社会はつねにこれを監視していなければならない。そのために「わかる」ということの努力を欠くことはできないのである。

「わかる」とは何か

目

次

はじめに

1 社会と科学技術 I

1 クローン技術に対する心配 2

2 科学技術の理解はむずかしい 7

3 科学技術ジャーナリズムの役割 10

2 科学的説明とは 17

1 説明文には二種類 18

2 科学的説明の枠組 20

3 定理の証明 23

4 帰納的推論 26

5 推論規則の成り立ち 32

6	「なぜ」と聞くこと	40
7	分割による解決	44
3	推論の不完全性	49
1	科学的説明の根底	50
2	誤った推論	55
3	推論規則の適用条件	60
4	自己回帰性の問題	63
5	アナロジーによる説明	69
6	説明のステップ	74
7	さまざまな説明による信頼性の向上	79
8	推論の場の問題	83
9	解答のしかた	85

4 言葉を理解する 89

- 1 単語の意味と指示対象 91
- 2 語のもつ意味 96
- 3 科学と客観性 102
- 4 文のもつあいまいさ 107
- 5 翻訳文の理解のしにくさ III
- 6 文脈と知識による解釈 114

5 文章は危うさをもつ 119

- 1 メタファー的説明はわかりやすい。だが..... 121
- 2 引用のもつまやかし 126
- 3 可能性の表現に注意 129
- 4 対話の重要性 133

5	「わかった!」ということ	139
6	科学技術が社会の信頼を得るために	143
1	巨大科学技術がかかえる問題点	145
2	科学的予測のむずかしさ	150
3	アナリシスからシンセシスへ	154
4	社会に対する説明義務	158
5	科学者・技術者の倫理	163
6	社会科学と自然科学	167
7	人間感情を重視する	172
8	学問への信頼	175
9	自然科学を超えて	178
	おわりに	185

1

社会と科学技術

1 クローン技術に対する心配

一九九七年二月二三日付のイギリスの新聞『オブザーバー』は、クローン羊の誕生を報じ、世界を興奮の渦にまきこんだ。動物は一般に有性生殖、すなわち精子と卵子との結合によって、遺伝子の一部を交換しあって新しい遺伝子をつくり、子どもをつくっていく。ところが、クローンと称されるものは、そのような過程なしに同じ遺伝的資質をもった子どもが生まれることであり、いわばまったく同一の分身をつくることになるのである。

この事件に対する社会の反応はさまざまだった。こういったことにそれまで関心のなかった人たちの多くは「科学者が人為的な手段で、してはならないことをしてしまったのではないか」といった反応をした。そのようなことが可能になれば、自分と同じ人間をどんどんつくれるという恐ろしいことになる。ナチスドイツが試みたように、優性と判断された人たちだけを増やし、劣性と考えられた人たちは消されていくのではないかという恐怖である。

しかし、一カ月たち二カ月たって、いろいろな解説を読み、少し勉強してみると、最初に

心配し、想像した世界とは少し違った世界があらわれてくる。

クローン羊が出てくるまでに、すでにクローンはいろいろと試みられていた。植物では、昔からさし木などで、自分とまったく同じ遺伝子をもった木を増殖することが広くおこなわれていたし、マウスなどでも試みられていた。クローンではないが、遺伝子操作によって、病気や害虫に抵抗力のある新種の植物をつくり、食糧の増産につないでいくといったことはすでに産業化されているし、人間の母乳に近い成分をもつミルクを出すように牛を改良するといったこともおこなわれている。

クローン技術を確立し、うまく使えば、人類の将来直面するであろう食糧危機に対する一つの解決策となるかもしれないし、その他にもいろんな意味でわれわれの日常生活を豊かにしてくれるかもしれない可能性をもつ技術であるという期待感も生まれてくる。ただ人間については、このようなことはやめてもらわねばならない、というわけである。

クローン技術に対する各国の反応はさまざまだった。イギリスやドイツ、デンマークなどは人間のクローンについては全面的に禁止ということを国会の議決によって決めている。日本においても文部省の学術審議会がいろいろと議論の末、その禁止を決めた。ところがアメリカは、その国のもつ本質的な多様性からか、この問題に対して一つの結論を打ち出すことができず、

とりあえず五年間は禁止、そのあいだによく検討するという、判断の引きのばしの形となってしまっている。

クローン羊のさわぎの過程を検討することで、社会と科学の関係、社会に科学が受け入れられる一つの型が浮び上がってくる。このクローン論争はつぎのような形に整理できるだろう。まず、クローン羊がつくられたということに対してあまり反応をしめさない、あるいはしめせない段階である。この段階では、社会は全般的にクローンということの意味がわかっていないのだから、反応がないのはとうぜんであろう。

しかし、新聞などで多くの人がその内容を知るにおよんで、科学技術は何だか気味の悪いことをやりはじめたのではないかという心配、しかし深い理由のない本能的な困惑をとまった驚きがあらわれてくる。そこで発せられた質問は、なぜそんなことをしたのかということであろう。

この段階に入ってくると、最初の拒否反応とはちがって、科学の発展過程としてとうぜんおこなわれることがおこなわれたこと、そしてそれは人類に恩恵をもたらす可能性のあることだとわかってきて、その行為を肯定するか、少なくともかたんに否定はできなくなる。それは理性の世界、論理的には肯定的に理解できる世界であるが、一般の人々には「科学者はそうい

うかもしれない、それは正しいのかもしれないが、それにしても割り切れない何ものかが残る。自分には心の底から同意することができない」という感覚がわきおこってくる段階である。

その結果、この技術を人間に適用したらどうなるのか、科学者といえども何か想像できない状況がおきる可能性があるのではないかといった疑問と不安が生じてくる。各国が急いでクロール技術の人間への適用を禁止したのは、そういったところに理由があるだろう。とりあえずは禁止ということにしたわけだが、そのよって立つ根拠は何なのかについては、科学的思考の範囲内で説明できるものかどうか、疑問の残るところである。現にアメリカでの議論は、一定の方向に収斂させることができなかったわけである。

つまり、あることがらが知らされたとき、それを表層的に理解し、自分のもつ論理の体系では受け入れられないとして反発する、あるいは少なくともなぜそのようなことを、という疑問を呈するのが第一段階である。そこでつぎの段階として、そのことがらの内容、それが出てきた経緯、それが目ざすものなどについて知り、また考えることによって、そのことがらを一段深いレベルで理解することになる、多くの場合、その理解は納得と承認を与えるということを伴う。これが第二段階である。

ところがそれでも疑問がわきあがってくることが多い。それはそのことがらが説明された条

件、あるいは想定されている領域の内に限ればまったく異論はない理づめの説明であるが、その条件が成立しなくなったり、また想定されている領域を越えて適用されたりしたらどうなるのか、という疑問であり、これは通常はてしなく広がっていくのである。

たとえば、原子力発電所の危険性についての議論は、もっとも典型的な例であろう。原子力発電所の設計においては、どの部分に故障が生じたらどういう自動操作がおこなわれ安全サイドの状態になる、といった安全性確保のためのシステムが二重、三重にとられていて、考えられるほとんどすべての不慮の事態に対して安全であるようになっていっているという説明がなされる。しかしそれでも人々は、一〇〇%安全だと信じていることができない。ほんとうにあらゆる場合が想定されているのか、想定されていなかった状況が生じる可能性があって、その場合には原子炉が暴走してしまって大災害になるのではないか、といった疑問である。

地震についても同じような心配がある。現に一九九五年一月の兵庫県南部地震では、想定していた揺れよりもはるかに大きな震動があつて、高速道路の橋脚が折れて道路がつぶれてしまった。これまで地球上で記録されている最大の地震が、たとえばマグニチュード九以下だからといって、今後それ以上の規模の地震がおこらない保証はない。原子炉の耐震設計も、明らかに一定のマグニチュード以下を想定してなされているから、けっして安心はできないのである。