

批判的合理主義研究

Studies in Critical Rationalism

2009

Vol. 1, No. 2

日本ポパー哲学研究会事務局機関紙編集部
(2009年12月号)

CONTENTS

<< 学術論文 >>

WHY DO CRITICAL RATIONALISTS REJECT INDUCTION?

YASUYUKI KAGEYAMA

-1-

<< 投稿 >>

科学理論が道具でもありうるとは

小河原 誠

-8-

ミラーの科学技術論について

篠崎研二

-13-

< コメント >

道具主義をめぐる議論—小河原論文と篠崎論文を手がかりとして

富塚嘉一

-15-

不可能事を教えることの2つのレベル——篠崎氏と富塚氏の議論に触れて——

小河原 誠

-18-

小河原=ミラー間文通から、2009年12月

小河原 誠、デイヴィッド・ミラー

-20-

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

ミラー vs. マスグレイヴ

大川修司

-21-

<< その他 >>

An Introduction of Dr. David Miller

MAKOTO KOGAWARA

-26-

Why do critical Rationalists reject Induction?

Yasuyuki Kageyama

PREFACE

Popper's assertion that he has solved the problem of induction¹ is perhaps one of the most severely criticized, or in a sense, most ignored theses of critical rationalism. As is well known, critical rationalists not only assert that inductive inference can never be justified, but that there is simply no induction. This thesis cannot be held by those empiricists who see the ground of rationality in inductive justification; from their point of view, the anti-inductivism of critical rationalists would be regarded as one of the variants of irrationalism. But critical rationalists insist that rationality can be maintained intact in spite of the rejection of induction.²

As critical rationalists do not seriously question the source of our knowledge, they neither contend that discovering a general law-like regularity on the basis of some individual fact is improbable, nor do they prohibit an 'inference' from the past to the future. Yet they never call it induction, but 'conjecture' or 'guesswork.'³

Such a critical rationalist view, however, may appear to the eyes of inductivists, to be no more than a verbal evasion; it may thereby give rise to verbal quarrels. Indeed, since there exists what is generally held to be induction, its radical rejection may lead to a matter of play on words.⁴ But as Popper says, "I never quarrel about words, and I have of course no serious objection if you wish to call the method of critical discussion 'induction','⁵ critical rationalists do not care about verbal questions. Even so, they still persist in denying induction.

Critical rationalists thus seem to be unduly obstinate in their rejection of induction. They appear to prefer the annihilation or eradication of what is usually seen as induction by regarding it as conjecture.⁶

Thus, the question we face here is neither, "Does induction really exist or not?" nor, "Is the critical rationalist view correct?" but, "Why do they not regard what is usually regarded as induction as such?" or "Why do they reject induction?" We must investigate what exactly is denied when they deny the existence of induction and what is intended when they call the inference from the known to the unknown a conjecture.

Although the critical rationalist view of induction has been repeatedly discussed and criticized for many years, I will vindicate it again from my point of view, because I think it is still heavily misunderstood while it contains several vital points not only for scientific, but also for our everyday activities.

1. INFERENCE FROM THE KNOWN TO THE UNKNOWN

Induction is perhaps most familiar in its aspect as the inference from the known to the unknown. Even critical rationalists effectively admit this form of inference when they allow that a theory, regarded as a repeatable prediction of the yet unknown future, may be tested by attempting to falsify it. Although no contemporary inductivist naively believes in simple generalization from the accumulation of observations, inferences from the past to the future, or from a part to the whole, are still considered acceptable. The field in which inductive inference has most practical significance is statistics.

Statistics relies to a large degree on the sampling of populations which allows us various inferences about the population as a whole. Contrary to the critical rationalist position, there is no reason why such inferences should not be called induction; indeed, induction is frequently utilized in this field, as its name 'inductive statistics' suggests. As long as the word 'induction' is used in these practical fields, it will not become extinct, however much critical rationalists may reject it. Critical rationalists would nevertheless have to call this kind of statistical inference a conjectural inference.

Yet this critical rationalist view need not be an exaggeration, since a statistical inference is, precisely speaking, a mathematical inference to which the formulae of distributions are applicable; that is, *it is a variation of deductive inferences*, presupposing the applicability of distribution functions to entire events, by means of which probability may be calculated. If the distribution lies beyond any reasonable presupposition, it is impossible to carry out the statistical inference. Even when the result of a statistical infer-

¹ Popper [1972], p. 1.

² Cf., Popper [1963], p. 5, Miller [1994], pp. 15-49.

³ Miller [1994], p. 28.

⁴ Cf. Schurz [2002], p. 134.

⁵ Popper [1994], p. 104.

⁶ On the following statements of Popper, "Do I not myself ... attribute to a theory a disposition to survive future tests on the basis of its past performance? ... I agree that such an attribution on my part would amount to a breakdown of my theory: it would be an inductive inference" (Popper [1983], p. 64), Schurz remarks that concession to the pragmatic principle of induction would make Popper's theory coherent and that Popper has a psychological barrier against

every kind of induction. Schurz [1998], p. 38.

ence turns out to be erroneous, this may be

due to the way the initial data were collected, or to a faulty application of the formulae to concrete problems; the inference itself need not be responsible for the error. In the same way, it cannot be determined from any mathematical inference whether a normal distribution is applicable to a certain phenomenon; its applicability is also based on a kind of empirical knowledge.

Though the practical applications of statistical inferences are in fact nothing but conjectured results, they are ordinarily believed to be obtained through induction whose basis is past success. These so-called 'inductive' inferences permeate all corners of our everyday life so much that they cannot be rejected completely.

Even a radical critical rationalist who completely rejects induction would eventually confront a situation where he is forced to believe that some phenomena occurring in the past are apt to repeat themselves in the future. Indeed, we can do nothing without thinking in this way. Should each experimental result change at random whenever we carry it out, then science, let alone everyday life, would collapse. Thus a critic condemns critical rationalist anti-inductivism, saying that it needs induction in order to have a consistent approach.⁷

2. INSIGHT INTO REALITY

A further criticism of the critical rationalist view may be raised with respect to the thesis of falsifiability, which is of course the central thesis of critical rationalism. It is often argued that the very falsifiability smuggles in the concept of induction, since any falsification must be confirmed repeatedly. Burke, for example, criticizes as follows:

To what extent, or on what grounds, do we in fact give the data of observation the last word? To begin with, if indeed we do allow them such an authoritative role, is it because we are in effect making inductive generalizations from them? For unless we think the tests we have carried out are repeatable, and will continue to yield the same results in the future as they have in the past, why should past unfavourable results affect future confidence in the theory? If we discard a theory on the grounds that it has failed our tests in the past, are we not in effect arguing inductively that, having failed them in the past, it will continue to do so in the future?⁸

And O'Hear asserts as follows:

In fact, without inductive inference, even being told some theories are false is not much help, for there is no reason to think that theories that have failed us in the past might not succeed in the fu-

ture.⁹

To these criticisms, critical rationalists can reply as follows: the inference concerning the occurrence of a future event is based on the necessary association of *A* and *B*. We infer not because they have been hitherto associated constantly; the future event is a particular example which may be deduced from the universal statement, accepted as true, that all *As* are associated with *Bs*.

Thus the inference from the past event to the future one, usually regarded as induction, is not so much inductive as deductive. A future event is not induced from the past event, but deduced from a universal proposition. Is any inductive inference, whether corroborated or not, involved in supposing a prediction to be true, if this can be deduced from an accepted universal hypothesis? According to Musgrave the answer is negative. He uses the following Applied Deductive Logic:

If it is reasonable to adopt *P* as true, and if *P* deductively entails *C*, then it is also reasonable to adopt *C* as true.¹⁰

Whether a universal theory is sufficiently tested or not, the prediction is supposed to be true, in so far as it is deduced from the theory. The principle of applied deductive logic cited above contains no element of induction at all, having no factor by means of which the certainty of the prediction of a future event can be enhanced by the observation of past repeated occurrences of the same type of events.

No inductive inference is therefore involved in the acceptance of a universal hypothesis and its application to prediction and explanation where the logical structure is essentially deductive. The very assertion of a universal statement implies, in a trivial sense, that the future resembles the past, or that the unknown resembles the known. As Miller says, "if the agent accepts some laws of nature or other spatio-temporally universal generalizations... then, like it or not, he accepts that in some respects the future will resemble the past."¹¹ If we persist in calling this kind of inference induction, then all inferences about the unknown that utilize universal statements would become inductive.¹² Though there is indeed no reason to prohibit inferring about future events when the same types of events in the past are only a trigger, the question here is whether the occurrence of the future events is inferred simply or solely on the basis

⁷ Gonzalez [2004], p. 84.

⁸ Burke [1983], p. 59.

⁹ O'Hear [1980], p. 63. The same kind of criticism can be found also in Ayer [1956], p. 74 and Hesse [1974], p. 95.

¹⁰ Musgrave [1991], p. 26. Cf., Musgrave [1993], pp. 172f.

¹¹ Miller [2006], p. 115.

¹² There was indeed an attempt to justify induction by regarding all inferences toward the future as induction (Campbell [1963], pp. 80-83). It would, however, be nothing but an abuse of words, as this attempt is very similar to the demonstration of the existence of God during the Middle age.

of the same type of events in the past.

Suppose a die is thrown four times successively, and every rolled number happens to be a six. Can we infer, from this information, that a six will be rolled on the next throw as well? On the basis of the four past rolls, one might expect yet some other number, but this is a variation of the notorious gambler's fallacy, for the die has no memory. If, however, we know for example that the die is loaded so that the probability of rolling a six is much greater than other numbers, we can predict with confidence that a six will be rolled on the next throw. Thus what should influence the prediction of the future event is not so much the occurrence of the same events in the past as *the conjecture or insight into the reality behind the events at stake*.

Russell once illustrated the danger of inductive assumption with the story of a chicken which believed that the farmer who fed it would continue to do so, but in the end the farmer wrung its neck.¹³ This story is alluded to by Deutsch in his presentation of the fact that any generalizing conjecture concerning reality necessarily precedes the inductive inference.¹⁴

As to the fact that the farmer increases the amount of food he gives the chicken, if the chicken conjectures that the farmer is merely being benevolent, it will continue eating without anxiety, but if the chicken suspects that the farmer intends to eat itself eventually, it will interpret the increase in its food as an attempt by the farmer to fatten it prior to eating it, and will become scared. Thus the same observation can be explained by different, even diametrically opposed conjectures. Repeated observations actually confirm whichever conjecture one happens to hold. Russell's example "does illustrate the fact that repeated observations cannot justify theories, but in doing so it entirely misses (or rather, accepts) a more basic misconception: namely, that the inductive extrapolation of observations to form new theories is even possible. In fact, it is impossible to extrapolate observations unless one has already placed them within an explanatory framework."¹⁵

The conjectural insight into reality cannot naturally be obtained through repeated observations, which is usually regarded as induction, because *the very observations already presuppose the insight itself*; in other words, the insight into reality is both logically and causally prior to the observations, which are possible only within its framework; it is the very presupposition of those observations. And this insight is not a mere viewpoint, but a kind of judgments.

Against the view stated above, Keuth, for example, objects as follows:

If you like, the repeated observation of white swans even presupposes two points of view – that is, the predicates "is white" and "is a swan". But the fact that such points of view are presuppositions of any observation implies nothing as to the possibility of *inferring* universal hypotheses from statements that describe observations.¹⁶

Yet, in my view, what are presupposed in observing a white swan are not those predicative atomistic viewpoints, but the very hypothetical preconception or prejudice concerning the relation between 'swan' and 'white'; for the two predicative viewpoints are possible only after the relation between them becomes an issue. An isolated viewpoint which has no relation with others is almost hard to conceive.

The inference that presupposes no conjectural preoccupation—so it can typically be called induction—may be a mere generalization of past events which has nothing to do with an explanatory framework or a conjecture about the background reality. If there is such an inductive inference, it may be similar to a superstition or a jinx or an omen. When asked why this should be so, no reasonable explanation is forthcoming. At best, the reason given is that it has always been so in the past.

Here is a typical superstitious inductive inference: "Something has always gone wrong whenever I have burned my bread in the morning, and I have just burned my bread this morning, so something will necessarily go wrong now." The inference may be said to be simply irrational because it assumes that an event will occur simply because of the successive occurrences of the same type of events in the past, without having any insight into the law-like reality behind the phenomena. The inference may, however, become more plausible, if the bread-burner explains, for example, that burning bread in the morning adversely affects his mind and thereby his actions, causing something bad to happen; but then the inference is no longer an induction, but a deductive conjecture based on human psychology and behavior.

No computer engineer at the end of 1999 used induction based on the record of previous years to arrive at the conclusion that computers would continue to work well in the year 2000. Such a shallow inductive inference was quite unnecessary, given the reality of the past computer programming which allowed the conjecture that problems would arise because many computers were unable to handle the transition from 1999 to 2000.¹⁷ An inference from a past instance to a future event, without any convincing conjecture allowing us to see the resemblance be-

¹³ Russell [1912], p. 35.

¹⁴ Deutsch [1998], pp. 60ff.

¹⁵ Deutsch [1998], pp. 60-61.

¹⁶ Keuth [2005], p. 25.

¹⁷ As you may have already realized, the situation described here is closely related to the well known Goodman's paradox (Goodman [1954], pp. 72-81). It is this paradox that reveals the fact that conjectures precede any induction.

tween past and future events, is neither plausible nor reasonable. *Any reasonable generalization requires a conjecture about reality, whose validity must be, of course, tested against reality.*

Thus a simple generalization of past events is usually not taken seriously, since there is no law-like reality behind them. Once, however, regular events are conjectured to be based on some natural law or other, the posited regularity, though vague, immediately becomes plausible. Even ancient superstitions can become reasonable as soon as they are explained in terms of some authentic scientific theory; this is because an aspect of reality appears to have been exposed.

We have, of course, no guarantee for the truth of our insight into reality. It remains always conceivable that it turns out to be false; in that case we must abandon it as early as possible. But if we stick to the primacy of repetition of positive observations our realization of its falsehood may be delayed, as the episode of the unfortunate chicken vividly illustrates, even to the point when it is no longer possible to recover the situation. In order to prevent such a tragic situation from taking place, we should look for negative instances rather than positive ones, so as to unveil the true meaning of our insight into reality.

We expect therefore that *A* will be associated with *B* in the future, not because they have been associated constantly in the past, but *because there is a universal law—or law-like reality—which combines A with B and which will be as valid in the future as it seems to have been in the past.* We deduce a singular future event from the law whose universal character makes its deduction possible. We expect any unknown event to resemble known ones, regarding it as a particular instance of some invariant universal law. It is accordingly only through universal expectations or conjectures that such inferences can be made. And what confers upon a theory its universality is the methodological principle that assumes the invariance of natural phenomena¹⁸; yet this is not the principle of induction, for it is always possible for a universal theory to be falsified, while a falsifiable principle of induction is utterly useless as a principle.¹⁹

3. INDEPENDENCE OF EVENTS

We have shown that the inference which inductivists call inductive inference is not induction, but a kind of deduction. If they persist in regarding it as induction, there must be some effect by virtue of which the probability of some event will increase through repetitions. One aspect of induction may have been cast into doubt, namely generalizing from repeated observations, but another aspect is still intact; it is that the repetition of the same events may increase the probability of their occurrence. This

view is held not only by inductivists, but also by ordinary people.

Inductivists say, indeed, that the more often a theory passes a test successfully, the greater becomes the probability of its being true.²⁰ Yet this is the very point Popper rejects, by espousing Hume's argument on this point. To expect the increase of the probability of events from their successive occurrence in the past is somewhat similar to the gambler's fallacy referred to above. Since a die has no memory, every throw is independent of all others. In the same way, natural phenomena, like Bernoulli trials, are also independent of each other, leaving no aftermath.²¹

Still, there seems to be a case where the probability of an event may appear to increase through repetition of the same type of events in the past; that is, where the increase in our knowledge of events appears to lead to an increase in probability. Even critical rationalists have to concede that the increase in our knowledge may alter the probability of some events. A typical case is, for example, the conditioned probability: in predicting that the last number rolled is a six, the accuracy of the prediction will increase, for example, from one-sixth to one-third if we know that the number rolled is even.

According to Popper, however, all that this case shows is no more than a change in conditions.²² The probability of predicting what number is rolled changes with the information that that number is even, because the probability applies now to predicting one number out of the smaller pool of even numbers. The conditional probability therefore may certainly increase with the increase in our information. But this is the case only when the new information is not independent of prior events; in this case the sample space becomes smaller with the new information, although the accumulating events—the rolls of the die—are independent of each other and add no further information which might also change the conditions.

To take another example, when we have detailed knowledge about balls in a vase, if we take the balls out one by one, the probability of accurately predicting what ball will be picked up next time will increase. Yet, if each ball taken out is immediately returned to the vase, in this case, every event of taking out a ball is independent of the others. And if the series of events is infinite, viz. in the case of a strictly universal proposition, the accumulation of instances never makes the sample space smaller.

In order to estimate the probability correctly, it is therefore of crucial importance to ascertain whether the repeated events are independent of each other or not; that is, *whether the latter experiments are not*

¹⁸ Popper [1959], p. 253.

¹⁹ Popper [1959], p. 254.

²⁰ This thought underlies the Carnap's inductive logic. Carnap [1950], p. 572.

²¹ Cf., Popper [1983], pp. 288f.

²² Popper [1983], pp. 393ff.

affected by the former. However frequently a die is thrown, since the die itself has no memory, and assuming it is not loaded, the probability of throwing a particular number remains one-sixth, even when a certain number has been rolled successively for several throws.

If one thinks that one number is more likely to be rolled than others on the ground that that number has just been rolled several times in a row, this is, of course, nothing but induction. Popper calls this idea 'the simple inductive rule' and describes it as follows:

if in a very large number of repetitions of an experiment we find that the result a occurs with the frequency m/n , then the best estimate of the probability of a , with respect to this experimental evidence, is equal, or approximately equal, to m/n .²³

Not only inductivists, but also ordinary people tend naively to think that this rule should be valid everywhere and always. Yet Feller has demonstrated that this is not the case with a game of chance,²⁴ which is cited by Popper as the game of 'Red or Blue' in his critique of inductive probability.²⁵

A gambler chooses heads or tails. Whenever he wins, his banker credits him one dollar in a book, and debits him one dollar whenever he loses. When, after any toss of the coin, he owes money to the bank, the event 'Red' is observed and when he does not owe any money, the event 'Blue' is observed.

If the coin is normal and not loaded, we would expect that both probabilities of 'Red' and 'Blue' are equally one-half or approximately so. Nevertheless, it is highly probable that the ratio of probabilities observed may turn out to be even one-sixth or one-fifth. The reason is that each event 'Red' or 'Blue' is not independent of the preceding events. The game does not allow each event an equal probability, since there is an after-effect to every coin thrown; the condition for each event is different. Consequently no estimation of probability in terms of the simple inductive rule can hold for this game.

In order for the simple inductive rule to be valid, every successive event has to be independent of the others. However, *we can never determine through induction whether they are independent or not*; that determination is solely dependent upon our conjectures. The repetition of observations is thus useless if prior conjectures have not been made. In other words, repetition without prior conjectures cannot be used to estimate probability.²⁶

The same difficulty can be raised against Reich-

enbach's rule of induction, called 'posit', which is very similar to the simple inductive rule just discussed. Reichenbach explains his rule of induction as follows:

If an initial section of n elements of a sequence x_i is given, resulting in the frequency f^n , and if, furthermore, nothing is known about the probability of the second level for the occurrence of a certain limit p , we posit that the frequency f^i ($i > n$) will approach a limit p within $f^n \pm \delta$ when the sequence is continued.²⁷

The problem of 'posit' is that since there are a plethora of these rules, we have no reason in advance to choose which rule to employ.²⁸ As Aronson rightly states, "Theories that are committed to different types of entities – different ontologies, such as atoms, waves, fields, etc. – then explain phenomena differently and, hence, assign different probabilities to combinations of events."²⁹

Nobody would think that the normal results of the annual check-up of his health indicate an increase in the probability of his being healthy. To the contrary, anxiety about his own health will increase as he gets older. This is due to our knowledge about the nature of a human body, especially the fact that our immune system becomes weaker the older we get. We might conjecture, therefore, that the state of a human body is not independent of its prior state.

It is highly probable that different conjectures may lead to the confirmation of utterly different theories using a repetition of the same events. We have already seen with the chicken episode that the repetition of feeding by the farmer may confirm both the hypothesis that he is benevolent and the hypothesis that he finally intends to kill the chicken. "If one does not accept a proposed explanation of a set of observations, making the observations over and over again is seldom the remedy. Still less can it help us to create a satisfactory explanation when we cannot think of one at all."³⁰

Hence, the successful explanation for the increase in feed in terms of a conjecture concerning farmer's benevolence not only remains unconfirmed, but may fail to grasp the true reality. In particular, if the chicken has a tendency to avoid seeing what it does not wish to see,³¹ it would regard the increase of its feed erroneously as assurance of its security. The chicken would discover something wrong only if it intentionally searched for counter examples to its presupposition.

²³ Popper [1983], p. 302.

²⁴ Feller [1950], pp. 78-84.

²⁵ Popper [1983], pp. 303-305.

²⁶ Popper, in his argument on probability, attempts to show that the calculus of probability is essentially deductive and that it cannot translate an inductive procedure. Cf., Barreau [1989], p. 235.

²⁷ Reichenbach [1971], p. 446.

²⁸ Lenz [1958], pp. 4-7.

²⁹ Aronson [1984], p. 171.

³⁰ Deutsch [1998], p. 60.

³¹ Popper [1957], p. 134. Cf., Popper [1994], p. 87.

4. MEANING OF ANTI-INDUCTIVISM

The reason critical rationalists persist in regarding what is generally called induction as conjectures, and not as induction, is, in my view, twofold; first of all, *it is to emphasize and warn against the subjective character of the conjectures that necessarily precede observations which are capable of being generalized.*³² What is meant here is that observations are always built upon conjectures, viz., on subjective guesswork. Any objective theory inevitably originates from subjective ideas. If we forget this fact, we may fall into the fallacious conviction that a mere subjective idea possesses, as it were, an objective validity; and this fallacious conviction may be enforced by inductive repetitions, though we can obtain any positive repetitions whenever we wish.

As to the repetition that is always referred to in discussions on the problem of induction, we can say that while it is impossible, in some cases, to generalize from any number of repeated observations, it is easily possible, in other cases, to generalize from only one observation. Generalized conjecture has nothing to do with the number of observations required in order to generalize them. As is shown by the example of a cat which fears fire only once experiencing burning,³³ mere repetitions of observations are of little relevance to the conjecture of universal natural laws; they never allow us to generalize, let alone confirm.

Secondly, *induction may become an obstacle to the growth and critical examination of our knowledge.* While critical rationalists would not deny practical induction that cannot be an obstacle, such as statistical inferences, because it can be critically examined in a deductive way, they fiercely criticize that induction combined with justification that is discussed and fostered only within the realm of philosophical studies.

Just after the sentence quoted above, in which Popper admits the word 'induction' for the name of the method of trial and error, he changes his tone:

But if you do, then you should be aware of the fact that it is very different from anything that has ever been called 'induction' in the past. For induction was always supposed to *establish* a theory, or a generalization, while the method of critical discussion does not establish anything.³⁴

Induction is, after all, a way of expecting that an event will occur because it has been so. In the theoretical world of natural sciences, indeed, where physical constants are considered to be invariable almost forever, an inductive way of thinking may well be reasonable.³⁵ But those philosophers who

speculate only within their own theoretical world merely extrapolate their intuitive understanding of induction to the outer real world. Hence in other areas, it is highly dangerous to rely on inductive procedure, inasmuch as the dynamic environments surrounding us are far more variable than the static natural world.

Moreover the inductive way of thinking would make *the unlearning of old information* difficult, which is indispensable in a changing environment. We must actively discard old data for new in order to keep up. Yet, since induction confers tremendous authority to past data,³⁶ it prevents us from unlearning old data; as a result, survival in such changing environments becomes more difficult. In other words, induction is not appropriate for adaptation. How many companies and organizations have collapsed whose actions were based on the inductive thinking?

5. TOWARDS THE OPENNESS TO THE UNKNOWN

Although induction is based upon the resemblance of the known and the unknown, we can claim both that the unknown resembles the known and that the unknown does not resemble the known. Both are equally conjectures, so they have no guarantee, which inductivists eager to obtain from induction.

What on earth does a guarantee mean? The guarantee by induction would mean living in such a world where all would necessarily happen precisely as expected; that would be nothing but a world of determinism. If the unknown were guaranteed to resemble the known, the world would be hideously trivialized. Such a world would be trifling, in which we could no longer expect to find anything exciting or stimulating.

In this sense, no scientist at the frontiers of contemporary sciences would want the principle of induction to be valid. Admittedly, if there were no regularity at all, no scientific research would be possible. In order to investigate the unknown with the help of the known, we must proceed deductively from a universal conjecture to the effect that the known may resemble the unknown. Yet this is enough; nothing more is needed. If more than this were guaranteed, i. e., if the unknown were guaranteed to resemble the known, it would mean that we know, in a sense, everything. If we know everything, why do we need scientific investigations?

Science is exciting precisely because there remains the unknown. If Newtonian physics were absolutely valid both in the microscopic realm and in the system moving with light velocity, then modern physics would have become a cheap and tiresome intellectual activity.

Popper dares to deny induction, because he be-

³² Cf., Popper [1959], pp. 420ff., Popper [1972], pp. 341ff., Popper [1994], p. 96f.

³³ Popper [1963], pp. 43-44.

³⁴ Popper [1994], p. 104.

³⁵ But in contemporary cosmology, nobody thinks that the

future resembles the past. Cf., Deutsch [1998], p. 145.

³⁶ Popper [1983], p. 314.

believes that induction is cheap.

...mere supporting instances are as a rule too cheap to be worth having; they can always be had for the asking; thus they cannot carry any weight; and any support capable of carrying weight can only rest upon ingenious tests, undertaken with the aim of refuting our hypothesis, if it can be refuted...The main argument against induction is the same as that against idealism: induction is too cheap.³⁷

A confirmation can be, in a sense, obtained easily without any effort. It is, for example, sufficient to repeat such tests that are already known to be successful. If, moreover, we desire a further guarantee, it would be sufficient to stop at that successful point and say nothing more.³⁸

It is yet obvious that such a procedure never brings us any development of our knowledge. Had the physicists in the first half of the twentieth century considered the consolidation and justification of Newtonian physics to be their only task, there would have emerged neither the theory of relativity nor quantum mechanics.

As mentioned above, there is a procedure which can be regarded both as induction and as trial and error. Yet the inductivist view has a tendency to oversee changing aspects of observed objects, not to mention their unknown aspects, because it attempts to observe any objects in their similarity with already known ones; that is a tendency to fix our view of the world and to close our eyes to the unknown new things³⁹. In other words, *induction is not compatible with the openness of our attitudes towards the unknown*.

There is no reason to condemn the reference to the past success of a theory as a motive for the belief that the next prediction deduced from it will be successful. Yet it is simply an error to regard the reference to the past fact as a justification. If induction is combined with justification, a mere trigger comes to disguise itself as a 'good reason.' As Notturmo says, "The problem with inductive arguments is not that they cannot justify their conclusions. It is that inductivists tend to act *as if* they can. They tend, in other words, to be certain of the truth of their conclusions, and to dismiss as irrational anyone who has the temerity to challenge them."⁴⁰ And the good reason to which induction has been converted comes to play the roll of 'precedents' or 'convention' in practical contexts. In this sense, an inductive way of thinking possesses *a whiff of an authoritarian character*, which may prevent us from making our society open. Thus in order to make our attitude and our society open, critical rationalists dare to attack induction and

try to replace it with critical procedures.

REFERENCES

- Aronson, J. L. [1984]. *A Realist Philosophy of Science*. London, Macmillan.
- Ayer, A. J. [1956]. *The Problem of Knowledge*. Harmondsworth, Penguin, 1981.
- Barreau, H. [1989]. "Popper et les probabilités," in R. Bouveresse (ed.), *Karl Popper et la science d'aujourd'hui*, Paris, Presses de l'école normale supérieure, pp. 231-253.
- Burke, T. E. [1983]. *The Philosophy of Popper*, Manchester, Manchester University Press.
- Campbell, K. [1963]. "One form of skepticism about induction," *Analysis* 23, pp. 80-83.
- Carnap, R. [1950]. *Logical Foundations of Probability*, University of Chicago Press, 1962.
- Deutsch, D. [1998]. *The Fabric of Reality*, Harmondsworth, Penguin.
- Feller, W. [1950]. *An Introduction to Probability Theory and its Applications*, Vol. I., New York, John Wiley & Sons, 3rd ed., 1968.
- Gonzalez, W. J. [2004]. "The many faces of Popper's methodological approach to prediction," in P. Catton, G. Macdonald (eds.), *Karl Popper: Critical Appraisals*, London, Routledge, pp. 78-98.
- Goodman, N. [1954]. *Fact, Fiction and Forecast*, Cambridge, Harvard University Press, 4th ed., 1983.
- Hesse, M. [1974]. *The Structure of Scientific Inference*, London, Macmillan.
- Kageyama, Y. [2003]. "Openness to the Unknown: the Role of Falsifiability in Search of Better World," *Philosophy of the Social Sciences* 33, pp. 100-121.
- Keuth, H. [2005]. *The Philosophy of Karl Popper*, Cambridge University Press.
- Lenz, J. W. [1958]. "Problems for the practicalist's justification of induction," *Philosophical Studies* 9, pp. 4-7.
- Miller, D. [1994]. *Critical Rationalism: Restatement and Defence*, La Salle, IL, Open Court.
- Miller, D. [2006]. *Out of Error: Further Essays on Critical Rationalism*, Aldershot, Ashgate.
- Musgrave, A. [1991]. "What is critical rationalism?" in A. Bohnen, A. Musgrave (eds.), *Wege der Vernunft*, Tübingen, Mohr, pp. 17-30.
- Musgrave, A. [1993]. *Common sense, science and skepticism*, Cambridge University Press.
- Notturmo, M. A. [1999]. "The Open Society and Its Enemies: authority, community and bureaucracy," in I. Jarvie, S. Pralong (eds.), *Popper's Open Society After Fifty Years*, London, Routledge, pp. 41-55.
- Notturmo, M. A. [2000]. *Science and Open Society*, Budapest, Central European University.
- O'Hear, A. [1980]. *Karl Popper*, London, Routledge Kegan Paul.
- Popper, K.R. [1957]. *The Poverty of Historicism*, London, Routledge Kegan Paul, 2nd ed., 1960.

³⁷ Popper [1983], p. 130.

³⁸ Cf., Popper [1959], p. 273.

³⁹ The critical rationalist anti-inductivism coincides with the theory of falsifiability. Cf., Y. Kageyama [2003].

⁴⁰ Notturmo [2000], p. 88. Cf., Notturmo [1999], p. 48.

Popper, K. R. [1959]. *The Logic of Scientific Discovery*, New York, Harper & Row, 1965.
 Popper, K. R. [1963]. *Conjectures and Refutations*, London, Routledge and Kegan Paul, 4th ed., 1972.
 Popper, K. R. [1972]. *Objective Knowledge*, Oxford at the Clarendon Press, revised ed., 1979.
 Popper, K. R. [1983]. *Realism and the Aim of Science*, London: Routledge, 1999.
 Popper, K. R. [1994]. *The Myth of the Framework*, London, Routledge.
 Reichenbach, H. [1971]. *The Theory of Probabil-*

ity, Berkeley, University of California Press.
 Russell, B. [1912]. *The Problems of Philosophy*, Oxford University Press, 1967.
 Schurz, G. [1998]. “Das Problem der Induktion,” in H. Keuth (ed.), *Karl Popper, Logik der Forschung*, Berlin, Akademie Verlag, pp. 25-40.
 Schurz, G. [2002]. “Karl Popper, Deduktion, Induktion und Abduktion,” in J. M. Bohm, H. Holweg, C. Hoock (eds.), *Karl Poppers kritischer Rationalismus heute*, Tübingen, Mohr, pp. 126-143.

<< 投稿 >>

科学理論が道具でもありうるとは¹

小河原 誠

いかなる意味において、科学理論は道具でもありうるのでしょうか。もし、反証主義が、科学理論は道具でしかないという道具主義のテーゼを弱めて「道具でもありうる」と主張し、道具でもありうることを道具主義が語っていることと寸分変わらないかたちで理解しているのであれば、反証主義は道具主義の行き過ぎを諷めはしたが、科学を道具と考えるときの考え方は認めたということになってしまいうでしょう。しかしながら反証主義は、科学が道具になりうることを道具主義とは異なった独自の立場で理解しています。この点を解説するのが本節の課題です。

まず、道具という意味で理解された科学、あるいは科学理論を「科学技術」と呼んでおこうと思います。反証主義の観点からすると、この意味での科学技術なるものを理解するには、条件つき予測が手がかりになります。その一般形は次のようなものでした。

$$(1) H_1, \dots, H_r, R_1, \dots, R_k \vdash (R_{k+1} \wedge R_{k+2}, \dots, \wedge R_n) \rightarrow P$$

この式における主張記号の左辺は、一般的法則 (H_1, \dots, H_r) と予測状況下ですでに成立している前提条件 (R_1, \dots, R_k) とを語っています。右辺はそのような状況下で、一定の条件 ($R_{k+1} \wedge R_{k+2}, \dots, \wedge R_n$) ——これを「手段的条件」と呼んでおきます——を設定すれば、P が出現するということでした。いま、手段的条件を単純化して R と表記します。つまり、

$$(2) R \equiv R_{k+1} \wedge R_{k+2}, \dots, \wedge R_n$$

すると、(1)式は次のように表現されます。

$$(1^*) H_1, \dots, H_r, R_1, \dots, R_k \vdash R \rightarrow P$$

ここでさらに、この式の左辺も H と略記すると次式を得ます。

$$(1^{**}) H \vdash R \rightarrow P$$

この式からすぐわかることは、H という前提的条件のもとで R という手段的条件を出現させれば P が実現するということです。まさに P は目的として解釈されうるわけです。この意味で(1)式はまさに「科学技術」を表現しています。たとえば、アレキサンダー大王は、言い伝えによれば、巨大な釣鐘のようなもの（潜水鐘(ベル)）と呼ばれています）の内部に入り、それをそのまま海中に沈めさせることによって海中を観察したそうです。つまり、潜水鐘という手段的条件をもち込むことによって、たとえば人間が 10 分間以上海中に存在するといった夢を実現させたこととなります。潜水鐘は、技術であり、道具でした。このことを(1*)式に戻して表現すると、略記的には次のように表現できるでしょう。

$$(1') H_1, \dots, H_r, R_1, \dots, R_k \vdash \text{潜水鐘} \rightarrow \text{10分間以上の海中生活}$$

ここで主張記号の左辺における H_1, \dots, H_r は、科学的法則を表現しています。ここには人間の一般的な生存条件とか、材料の性質などにかんする法則的知識などが属しています。また前提条件 (R_1, \dots, R_k) は、海流の早さとか方向、あるいは水温、また潜水鐘が沈められるときの水深などといった環境的条件を示しています。これは、技術の使用条件とみなすこともできます。

さて右辺は、簡単に言って、目的-手段関係を表現していますので、以下では、この関係を < 手段-目的 > 関係と呼んでおきます。この関係が一定の

¹ 本稿はもともと『反証主義』として一般向けに執筆中の草稿の第 8 章第 5 節である。叙述が解説にはしり過ぎていることとお断りしておきたい。

環境的条件のもとで安定的に成立するならば、われわれは安定した技術(道具)を獲得したことになるでしょう。しかし、このことは、当然のことながら、最良の技術(道具)を獲得したという意味ではありません。明白なことながら、目的を実現する手段は複数存在するのが常であるからです。たとえば、空を飛ぶにはジェット機を使っても、ヘリコプターを使っても、ハングライダーを使ってもいい。目的がより限定された特殊なものになれば、手段もそれにふさわしいものが選択されるのです。

ふつうわれわれは目的を実現しようとするとき、できるだけ効率的に、かつ、倫理的に許される範囲で、また害悪に満ちた副次効果をひき起こすことなく、おこなおうとします。(1)式自体は、こうした点についての言及を含んでいませんから、技術というものの全貌を語っているわけではなく、その骨格を語っているに過ぎません。ウェーバーの分析をまつまでもなく、目的と手段の倫理的適合性、あるいは目的実現の効率、また副次的効果についての評価抜きに技術を語ることは困難でしょう。ここには、言うまでもなく倫理の問題とか評価の問題といった価値にかかわる問題が潜んでいます。この問題は、(1)式のなかに倫理や価値にかかわる言明が含まれているかどうかという問題でもあります。筆者は、P(目的)とはある状態の記述にすぎないと考えますから、本書では(1)式は事実的知識にのみかかわるという前提で話を進めていくつもりです。補足しておく、P が偽とは P を実現する手段がまだないということであり、P が真とは P がすでに実現されているということです。

さて(1)式は——(1)式でも同じことですが——、論理的には、左辺のもとで右辺が成立しうるといふことしか語っていません。右辺の必然性を語っているわけではありません。式に表現されている〈手段→目的〉関係が成立しうるとを語っているだけです。左辺は特定の手段的条件を指定できるわけではないのです。この意味で、左辺は手段について何も教えてくれません。じっさい、航空工学の知識からは、空を飛ぶにはハングライダーを使えとか、ヘリコプターを使えという指定はできません。せいぜい、それらで空を飛ぶことは不可能ではないということしかできません。

さて、左辺に表現された科学的知識は、右辺が成立しうると主張しているだけですから、右辺は、当然、テストにかけられる必要があります。目的は、欲望の表現としての夢であり、またそれを実現すると想定された手段も、原理的に言って、思いつかれたものに過ぎません。本当に〈手段→目的〉関係が成立するか否かを知るにはテストが必要です。だからこそ、手段的条件をめぐる過酷な技術開発の歴史があります。技術者たちは新しい技術の開発のために悪戦苦闘をつづけたのです。

この点の例としてとっぴな印象を与えるかもしれま

せんが、ほら吹き男爵の物語のなかにある、弾丸に乗って敵陣にいき、今度は敵方の弾丸に乗り換えて自陣に戻ってくるという話を挙げてもよいかもしれません。この話の挿絵には、男爵が弾丸のうえに立っている姿が描かれていますが、このような提案は実験するまでもなく、却下されるでしょう。しかし、弾丸という手段がアポロ計画におけるエンデバーのような宇宙船になるならば、男爵の夢はある意味で現実的に可能になったと言えます。技術者たちは、男爵の夢を多かれ少なかれ実現する技術を血のじむような努力の果てに開発したのです。

科学的知識が一定の安定した手段的条件を最初から教えてくれるというのは、いわゆる「科学技術」が撒き散らすとんでもない幻想です。この点はたとえば、マクスウェルの電磁場の理論(1864年)の発見から、ヘルツが1888年に火花送信機で電磁波を飛ばすまでずっと4半世紀かかっているという歴史が教えてくれていると思います。もし理論が火花送信機といった特定の手段的条件を演繹的に教えてくれていたのなら、これほど時間がかかることはなかったでしょう。一般化して言えば、科学的知識はもろもろの知識を道具へと統合するアイデアを教えるはくれないのです。アイデアがなければ、知識は道具にはなりえません。そもそも科学的知識が万人に等しくアイデアを教えてくれるのであれば、特許制度など存在しなくなります。技術者がある〈手段→目的〉関係を提案し、その関係を安定させたところに、技術が存在するのです。

1 理論は何を教えてくれるのか

反証主義は、科学(知識)がストレートに手段的条件を教えてくれるとは考えていません。しかし、法則的知識は別な意味で重要なことを教えてくれます。この点を解説するためには、反証主義が法則をどのようなかたちで理解しているのかという点から話を始める必要があるでしょう。

一般に法則は、ポパーが『歴史主義の貧困』で語っていたように、否定的な形に書き直せます。たとえば、すべての金属は熱膨張するという法則があったら、これは、熱膨張しない金属は存在しないと書き直せるわけです。法則は一般に $\forall x(Mx \rightarrow Ex)$ という形式をとると考えられますが、これは、論理的には、 $\neg \exists x(Mx \wedge \neg Ex)$ という形式に書き直せます。

$$(3) \quad \forall x(Mx \rightarrow Ex) \equiv \neg \exists x(Mx \wedge \neg Ex)$$

左辺の表現形式を「法則的形式」と呼ぶならば、右辺は「技術的形式」と呼べます。技術的形式は、ある種のも存在しえないことを告げています。たとえば、金属の熱膨張理論は、熱膨張しない曲尺(かねじゃく)は存在しないと告げています。そのようなものは熱膨張理論の技術的形式と矛盾する

からです。しかし、金属の熱膨張理論はものさしを作りたいといったときに、かくかくの手段的条件を実現せよという指示を与えてはくれません。熱膨張しない曲尺は存在しないということしか教えてくれないのです。ここに述べたことを2つのテーゼとして整理しておきましょう。

A: 理論は、ある目的を実現するための手段的条件が何であるかを教えてはくれない。

B: 理論は、ある目的が理論の技術的形式からして不可能であるならば、それを実現する手段的条件も存在しないと教える。

<テーゼ A の論証>

このテーゼは必ずしも自明とは受け止められていないようです。それどころか、ある種の道具主義者にとってはこのテーゼは信じがたいテーゼのようです。もちろん、筆者はここで手段的条件ということで、たとえば、転んで怪我をしたらまず消毒液を噴射してガーゼで包帯をしろといった既存の行動方法のことを言っているのではありません。新しい技術を開発する場面を念頭においています。この場合も、熱膨張理論を題材にして話を進めましょう。

熱膨張しない金属製のものさしを作ることが目的になっていることを次式で表現しておきましょう。

$$(4) P \equiv \forall x(Sx \wedge Mx \wedge \neg Ex)$$

ここで、S はものさし、M はそれを作っている金属材料、 $\neg E$ は熱膨張しないという性質を示しています。つまり、すべての x について、それはものさし(S)であり、かつ、M で作られており、かつ熱膨張しない($\neg E$)という状態を出現させることが目的とされたわけではあります。

いまわれわれが直面している問題は、こうした目的が実現可能であるとして、理論はその手段 R を

教えてくれるだろうか、ということです。この問題をできるだけ単純化して考えるために、式(1**)を利用して、教えてくれているという主張を次のように表記します。

$$(5) H \vdash R \rightarrow P$$

ここで、もちろん R は教えられたとされる手段的条件です。また、もちろん H は真であると考えられて

います。たほうで、目的も実現可能であると考えられているので、 P はその手段的条件によって実現し

た状態ということになりますから、真と考えられています。つまり、 P は H から導出可能と考えられているわけですから、論理的には次式も成立してしまいます。

$$(6) H \vdash \neg R \rightarrow P$$

(この点に疑問をもたれる方は、どうか論理学の教科書を参照してください。)(5)式と(6)式とから言える

ことは、目的 P を実現するには R であっても $\neg R$

であってもかまわないということです。誰かがある手段的条件を提案してきても、それでないものでもいいのだよと言われてしまうわけです。けっきょく、H は手段的条件について何も教えてくれないのです。理論は手段的条件について何も教えてくれないのです。

<テーゼ B の論証>

このテーゼの論証は難しくありません。話をわかりやすくするために、厳密な論証にはなりませんが、例にそくして論証のすじみちを述べておこうと思います。

いまある人が、時代の科学的知識のもとで技術的形式に反するような目的 P を夢想し、それが手

段的条件 R によって、実現されると主張したとしてみましょう。つまり、次式が主張されたわけです。

$$(7) H_1, \dots, H_r, R_1, \dots, R_k \vdash R \rightarrow P$$

ここで彼が夢想した目的というのは、金属製の熱膨張しない物差しであったとしましょう。この目的は、すでに述べた(4)式によって表現されます。

ところで、(7)式の左辺には、科学的知識として熱膨張の理論(つまり、(3)式)が含まれています。ですから、次式を得ます。

$$(8) H_1, \dots, H_r, R_1, \dots, R_k \vdash \neg \exists x(Mx \wedge \neg Ex)$$

この式の右辺と(4)式の右辺は矛盾しますから、目的 P は否定されることになり、結局、次式をえま

す。

$$(9) H_1, \dots, H_r, R_1, \dots, R_k \vdash \neg P$$

すると、(7)で言われていたことと、この(9)とから、次式を得ます。

$$(10) H_1, \dots, H_r, R_1, \dots, R_k \vdash \neg P \wedge (\mathcal{R} \rightarrow P)$$

しかし、この式の右辺は論理的には後件否定式(modus tollens)によって $\neg \mathcal{R}$ を含意しますから、次の結論を得るわけです。

$$(11) H_1, \dots, H_r, R_1, \dots, R_k \vdash \neg \mathcal{R}$$

これが意味しているのは、結局、目的 P が理論からして否定される(つまり、(9)式が成立する)とき、 P を実現するための \mathcal{R} はないということです。どんな \mathcal{R} が提案されても、肝心の目的が否定されているかぎり、その \mathcal{R} も否定されるということです。 \mathcal{R} を作り出すことは理論的に不可能なのです。これは、自明といえば自明の話でしょう。

以上で2つのテーゼについての概略的論証を終えますが、話が抽象的かと思しますので、テーゼ A にかんする具体的な例を挙げておきましょう。

ニュートンは、最初は屈折式望遠鏡の改良に励んでいましたが、それを放棄して反射望遠鏡を作りました。なぜだったのでしょうか。ここでは、ニュートンが光学理論を作り出したことを思い出す必要があります。彼の理論によると、光にはさまざまな屈折率をもった射線(ビーム)が含まれています。したがって、通常のレンズを用いた屈折式の望遠鏡をつくると、屈折率の違いから生じる色収差を避けることができません。必然的に焦点はぼやけてしまいます。これは言い直せば、ニュートンの光学理論は、色収差のない光学的レンズを作ることは不可能であるという・法則の技術的形式を含意しているということです。つまり、通常の屈折式望遠鏡は色収差を避けられないと教えているのです。したがって、色収差の

ない望遠鏡を作るためのなにか特定の手段の条件を教えてくださいません。たしかにニュートンは反射望遠鏡を作りました。これは色収差の克服という目的にかなうものでした。しかし彼は、反射望遠鏡を

作れ——これはテーゼ A の論証における \mathcal{R} に相

当します——という直接の指示を自分の理論から受け取ったのではありません。繰り返しますが、理論からそうした指示を演繹的に導出することはできないのです。彼の理論は反射望遠鏡の製作を禁止していなかっただけです。色収差を克服するためなら、たとえばフィルターをかけて一定のビームしか入射しないようにして——これはテーゼ A の論証における $\neg \mathcal{R}$ に相当します——屈折型望遠鏡を作るこ

ともできたでしょう。理論は、こうしたタイプの望遠鏡とか、あるいは反射望遠鏡を作ることを禁じていないだけなのです。反射望遠鏡を作らせたのは、ニュートンの思いつき、アイデアでした。そして結果的にニュートンは成功を収めたのです。

もちろん、ニュートンは反射望遠鏡を製作する過程で当時のいろいろな科学的知識を「利用」したはずです。たとえば彼は、一定の強度や重量をもった鏡筒を作る必要があったでしょう。そのとき彼は、予測の一般形である(1)式において、あらたに P を一定の強度や重量をもった鏡筒として設定し、それを実現するための手段的条件を探ったはずです。ここでも、彼の知識は一定の手段的条件を指定することはなかったはずです。彼の前には、可能な多数の手段的条件があった。どれを選ぶべきかを理論は教えてくれないとはいえ、彼の知識はたとえばある材料では一定の強度と重量をもった鏡筒を作りえないとは教えてくれたはずです。ある種のことを禁止するのが科学的知識の道具としての役割なのです。

2 不可能を可能にする？

ところで、多くの人が科学技術は不可能を可能にしてきたし、これからもそうであろうと信じています。しかしながら、この言い方には大きな問題があります。そのひとつは、技術は不可能を可能にすることで理論を反証してきたという印象を作り出してしまふことでしょう。この点についても、反証主義の観点から、きちんと説明しておく必要があります。

まず不可能であるとは、(1)式の右辺が否定されているということです。ですから、次式が主張されているわけです。(1)式の簡略形である(1**)式をもちいて表現しておきます。

$$(12) H \vdash \neg (R \rightarrow P)$$

さて、この式が主張される理由は2つあります。ひとつは理論的理由であり、他は現実に技術開発が極度に困難であるという事実的理由です。前者は、理論的に $R \rightarrow P$ が成立しないという理論的不可能性を語っており、後者は事実的に $R \rightarrow P$ が成立しないという技術的不可能性を語っています。

これら2つの不可能性は、克服されるとしたら、どのように克服されるのでしょうか。この点を正確に理解するならば、われわれは不毛な誤解に陥らないですむでしょう。

<理論的不可能性>

理論的不可能性は、熱膨張しない曲尺は存在しないとか、色収差のない通常型光学レンズによる屈折式望遠鏡はありえないといった例が示しているように、理論の技術的形式から導出されてきます。そして理論的不可能性についてはテーゼBとして、すでに熱膨張しない曲尺の例をつかって説明しておきました。

しかし、筆者がここで語りたいのは、この種の理論的不可能性が克服されていくように見える過程があるということであり、そしてその場合にはいったい何が生じているのかということです。結論は、目的が(微妙に)変形されてしまうということです。であれば、理論的不可能性が克服されたということにはなりません。これは、ある意味で、わかりきったことですが、いちおうきちんと述べておこうと思います。

さて(12)式からは、論理的には次式が導出されます。

$$(12^*) \quad H \vdash R \wedge \neg P$$

この式は、 R と両立するのは P ではなく $\neg P$ であると言っています。要するに、目的としての P は否定されたのです。目的は実現できないと言われているわけです。もちろん、 R としてはその時代の最良の手段的条件を考えるべきでしょう。

さて、この場合における「不可能事」が克服されていく過程を見るためには、目的というものは論理的にはどんなかたちをとっているかを考えてみる必要があります。一般に、目的は、小さな目的の連結(連言)として存在しています。たとえば、ギリシア神話におけるイカロスの翼の例で言えば、空を飛ぶという大目的(P)は、背に翼をつけること \wedge 翼は羽でできていること \wedge 羽は蠟で接合されていること \wedge …といった小目的の連言になるでしょう。ですから、次式を得ます。

$$(13) \quad P \equiv p_1 \wedge p_2 \wedge \dots \wedge p_n$$

ここで、大目的(P)が否定されたのですから、次式が成立します。

$$(13') \quad \neg P \equiv \neg[p_1 \wedge p_2 \wedge \dots \wedge p_n]$$

これは、 p_1 から p_n までの小目的のうちのどれかは成立しないと言っています。ここに生じているのは、一般的に反証が生じたときの犯人探しとまったく同じ状況です。つまり、不可能事を技術開発によって克服していこうとすることは、大目的の否定を生じさせてしまった小目的が何であるかを探求し、それを排除したり、あるいは修正したりすることによって、結果的に修正された大目的を実現させる試みとなるのです。筆者はこれを抜け道探しとか、目的の変形と呼んでいます。変形されたあとの目的を P' と表現すれば、

$$(14) \quad R \rightarrow P'$$

であり、これが成立したときに、世間の人は不可能事が可能になったと言わけです。(もちろん、 R が微妙に変形されてしまう可能性もありますが、ここでの議論はそのような場合を除外して考えています)。しかし、この言い方は、目的が変形したことに注意を払わず、

$$(15) \quad P \equiv P'$$

と思込んでいるわけです。もちろん、変形の程度の問題がありますから、世間の人々の言い方が許容される場合もあれば、そうでない場合もあるだろうと思います。しかし、根本にあるのは、(15)の等式は成立しないのだから、変形が生じたということです。不可能事は目的が変形されてはじめて実現したのです。この場合には、当然のことながら、理論に対する反証などは生じていません。

ここで、理論的不可能性が克服されていくときに目的の変形が生じる例を挙げておきましょう。先に、ニュートンの光学理論からは「色収差のない光学的レンズを作ることは不可能である」という技術的形式が引き出されると述べました。しかしそれにもかかわらず、現代ではほとんど色収差のない光学レンズが作られています。これはニュートン光学理論を反駁するものでしょうか。たしかに技術は、不可能を可能にしてきたのですから、科学的知識を反駁したと考える人がいてもおかしくはありません。しかし、本当にそうでしょうか。あらたに作られたレンズというのは、屈折率と色分散の異なるレンズ(凸レンズと凹レンズ)を貼り合わせて焦点位置のずれを補正するものでした。ということは、通常の一枚型レンズで作るといった目的が変形されているのです。抜け道が見つかったのです。いわゆる技術革新は、ニュートンの光学理論の内部で生じたにすぎません。

<技術的不可能性>

さて、上記の場合とは異なって、実際問題として技術開発が極度に困難であることから、目的の実現は不可能であると語られることがあります。この場合には、理論的ではなく、事実問題として(12)式が語られていることになります。

ところで、技術的に不可能とされていたことが突破されていくとは、目的が変形されずに、その実現が目指されていくことです。いままでのR以外の手段的条件を探求することで、目的の実現を図ることになります。ここには、あまたの苦難に満ちた開発物語があります。ともかく、こうした場合には、Rは理論的ではなく、事実に否定されたわけです。ここでは、先にRとは次のものだと述べておいたことを思い出す必要があります。

$$(2) R \equiv R_{k+1} \wedge R_{k+2} \dots, \wedge R_n$$

単なる言葉遣いの問題ですが、この式の右辺をRにとっての「内部的条件群」と呼んでおくことにします。さて、これが否定されたということですから、次式を得ます。

$$(16) \neg R \equiv \neg(R_{k+1} \wedge R_{k+2} \dots, \wedge R_n)$$

ここで生じてくるのは、一般的に反証が生じたときの犯人探しとまったく同じです。つまり、当初の手段的条件の否定を生じさせてしまった内部的条件群において何がまずかったのかの探求がなされ、その後、その排除とか修正をつうじて手段的条件を実現させる試みがなされるのです。変形されたあとの手段的条件をR'と表現すれば、

$$(17) R \neq R'$$

となります。もちろん、R'は理論から導出されたものではありません。このもとで、

$$(18) R' \rightarrow P$$

が成立したときに、世間の人は不可能事が可能になったと言うわけです。要するに、新しい技術が開発され成功したという話です。

もちろん、目的が変形されてしまうのであれば、すでに「理論的不可能性」の項目で語っておいた事態が進行していくに過ぎません。ここでは、目的の変形は生じないという前提で話をしています。再度、念のため。

さて、犯人を探し出し、結果としてあらたな内部的条件を導入しようというとき、それが具体的にどんなものであるのかは、すでに論じたように、誰も、どんな理論も、教えてはくれません。それは理論からは導出できないのです。かりに、技術開発を成功させたものが、特殊な触媒とか添加剤であったとして、そ

れを教えてくれる理論などはなかったのです。あったならば、技術開発は簡単に済んでしまったことでしょう。技術開発を成功させているのは、理論からは導出できず教えてもらえないことを考え出す技術者のアイデアです。そのアイデアがさまざまな試行を導くのです。理論を反証しているわけではないのです。これが技術的不可能性を克服していくすじみちです。

さて、ここまで述べてきた分析は、内部的条件群のうちのおのおのの条件についても適用できます。この点を説明するために、たとえば、冷蔵庫のような道具を取り上げてみましょう。現代の冷蔵庫はそれなりに複雑な目的をもち、またそれを実現させる手段的条件も複雑な条件の組み合わせとなっています。そうした条件のひとつ、たとえば、R_{k+1}は氷をつくるという製氷条件であるかもしれません。もちろん、冷蔵庫は製氷という手段的条件のみから成立しているわけではありませんが、これは重要な条件のひとつでしょう。

さて、R_{k+1}は製氷という小目的(p_s)を実現させる条件でもあるわけです。すると、この条件そのものに対して今までの分析がストレートに適用できることが見て取れるでしょう。つまり、製氷という小目的(p_s)を実現するためには、製氷室を設けるとか、その部分において温度を零度以下にするとか、氷を取り出しやすい形態にしておくという条件が成立しなければならなくなります。こうした内部的条件群のおのおのの手段的条件は、r₁, r₂, ...と表現できます。ですから、次式が得られるでしょう。

$$(19) R_{k+1} \equiv [r_1 \wedge r_2 \wedge \dots, \wedge r_n \rightarrow p_s]$$

この分析は繰り返し、下位の手段的条件に再帰的に適用していくことができます。たとえば、反射望遠鏡をつくる→そのためには一定の条件を満足する鏡筒をつくる→そのためには……という関係が発生しているなら、再帰的分析が可能だということです。

さて、ここまでの議論を整理してみると、技術的不可能性が克服される過程で生じる反証——(16)式で示したもの——は、手段的条件に対する反証ですから、とりあえず(1)式の左辺に設定された法則や環境的条件に対する反証ではありません。このことは、技術的ブレイクスルーが手段的条件の反証を通じて生じるならば、それはその当時における科学的知識に抵触しないで生じているという意味です。もちろん、技術開発の過程で、その当時の理論からすれば設定しえないはずの手段的条件が設定できてしまったとしたら、それは、もちろん、理論に対する反証となります。しかし、これは技術開発の過程でのみ生じるのではなく、さまざまな実験や観察などにおいて生じる反証の一部にしか過ぎません。

さて、理論的不可能性や技術的不可能性について語り、科学的知識が「教える」とはどのようなことなのかという点を明らかにしてきたつもりです。結論めいたものを書いておきましょう。

理論は禁止されていることを教えてくれるのみで、手段的条件を教えるといったポジティブなことではできません。それをおこなうのは技術者のアイデアです。ですから、アイデアが技術の進路を切りひらいてきたのです。しかし、そのアイデアは、法則の技術的形式に抵触する限りで潰されてしまうのです。

反証主義は、法則的知識を技術的形式に書き直すことによって、できるだけストレートにさまざまなく手段→目的>関係をふるいにかけて、誤った、あるいは、不可能な関係の排除を試みます。科学が道具であるとは、ふるいであるという意味です。それは、アイデアをふるいにかけて、無益なものを消去しうるのです。しかし、最初に来るべきものは、ひらめきでありアイデアです。繰り返しますが、科学がひらめきやアイデアを教えてくれるわけではありません。筆者は、道具主義よりも反証主義のほうが、科学が道具でもありうることの意味を明瞭に語っていると考えます。

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

ミラーの科学技術論について

篠崎研二

ミラーの“Science and Technology”について大会当日、およそ以下のようなやり取りをした。講演後、私がミラーに質問したのは以下の2つの点である。

(1) 科学には技術を生み出すポジティブな役割はない、という論点に対してこう反論した。現在、医療用機器として広範に使われている MRI は核磁気共鳴をその原理としているが、それは量子力学という科学が確立されるまでは、まったく夢想することさえ出来ないものだった。確かに核磁気共鳴の理論だけでは MRI をどうやって作ったらいいかわからない。しかし理論はそれを原理として非接触方式の人体内部観察が可能であることを示す。そのことは我々にそのような技術を開発しようという決定的な動機になるではないか、このことは科学が新しい技術の出現に決定的な役割を果たしていることを示しているではないか？

次いで、「核磁気共鳴」はあまりポピュラーではないかもしれないと思って、人工衛星の例を挙げた。ニュートン力学と重力論が確立される前に、我々は人工衛星を思いつくことができたろうか？「空を飛ぶこと」とは違って、人工衛星は、理論を知らなければそうした概念すらまったく抱くことができない、理論によってはじめてその可能性が示された概念である。

そしてそのことこそ人工衛星という技術を開発しようという動機が生まれたのではないか？

ミラーの英語は私には大変聞き取りにくかったが、ひとしきり議論があった後、彼は私の主張を基本的に認めたように思う。

(2) 科学の基本的役割は禁止である、という論点に対しては次のように批判した。20 年近く前、日本でハイビジョン放送が始まろうとしていたころ、情報科学者は皆、我々は多数のハイビジョンの放送チャンネルを持つことは出来ない、放送に使える電磁波の帯域幅は限られているからだ、と主張していた。しかし現在、ハイビジョンチャンネルはたくさんある。情報科学によって禁止されたことを技術は達成してしまった。かつての議論はアナログ技術を前提にしていたが、その後のデジタル技術の発展がそのような制約を打ち破ってしまったからである。「科学による禁止」はなんら決定的なものではない。実は空気のように気づかれることのない副次的条件がそのような「禁止」には潜んでいたものであり、技術はどうにかして一見すると不可能な壁を打ち破ってしまう。

この主張は、実際にそのようなことは多いとしてミラーはすぐに賛成した。ただし、条件がはっきりと特定されれば科学は禁止するのだと主張し、私はこれに同意した。このときはそれ以上議論しなかったが、「それは科学の肯定的な予測についても当てはまるだろう」と私は思った。実はミラーの論文を事前に読んだときから、ここがミラーの議論が誤りであることを示す決定的なポイントだと思っていたのである。

科学はあるはっきりした条件の下では、我々に「どうすべきか」を教えるし、また「何ができないか」も教えるのであり、これら2つの役割に対して非対称性などまったくないと思う。それは次のような例を考えてみればわかることである。「パスポートサイズのビデオカメラを作る」という技術課題を考えてみよう。確かに科学はほとんど何の指針も与えない。しかしもし、カメラの筐体材料に ABS 樹脂を用いると決定し、カメラの総重量が何 kg であるかもはっきりしたとしよう。するとたとえば落下強度の製品規格を満足するためには、ABS 樹脂の肉厚は 5mm 以上でなければならないとか、ABS 樹脂中のスチレンとブタジエンの比率はこれこれではなければならない、とかの処方箋を材料科学は与え、技術者はこれに従って設計する。同様にポリスチレン樹脂ではどうやっても機械的強度を満足しないとして、その使用を禁止する。このように適用条件がはっきりと特定されれば科学は処方箋も与えるし、はっきりと禁止もするのである。

以上から、科学の役割は候補のふるい落としという否定的機能だというミラーの議論は誤りだと思う。さらに、(1)で議論したような、科学が技術開発の動機形成に決定的な役割を果たすことを考えたとき、科学の技術に対する役割は基本的にはポジティブ

なものであると思う。

こうした理屈の問題以前に、企業の研究開発部門にずっといた私としては、ミラーの科学技術論には現実からの大きなずれを感じる場所がある。研究開発部門には技術者としては比較的優秀な人々が配属されるのだが、一流大学を卒業し、よく勉強した秀才たちによく見られる傾向がある。それは他人のアイデアに対して過度に批判的になることである。知識が豊富で頭の回転が速いものだから他人のアイデアの弱点がすぐにわかる、ときにはそれが科学の法則に反した部分があることに気づく。そこで「それはこれこれの法則に反しているから原理的に実現し得ない！」と一刀両断にしてしまうのである。一般に、緻密な理論的根拠に基づいて鋭く否定する行為は非常に知的に見える。そこで彼らは「否定の誘惑」、つまりそうすることで、自らの知的優越を誇示するという打ち勝ち難い誘惑に駆られるのである。しかしこのような態度はやがて上司や先輩からたしなめられるのが普通である。それは別に、人間関係を重んじるとか謙虚であれとか諭されているわけではない。「科学の法則による否定」ほどあてにならないものはないからである。ハイビジョン放送の例をすでに挙げたが、この手の話には事欠かない。トリニオン方式全盛のころ、液晶ディスプレイで高画質テレビを実現することなど「科学が禁じている」と（私も含めて）少なからぬ人々が思っていた。液晶はその名の通り結晶の性質を持った液体で、棒状の分子が秩序を持って並んでいるものである。そのような一定の方向性を持った物質は、それを眺める角度によって見え方が変わってしまう—これを「視野角依存性」という—というのが光学の教えである。つまり科学は、視野角依存性のない液晶ディスプレイ技術を禁止する……はずであった。

しかしさまざまな技術によって、視野角依存は実用上気にならないほどになり、いまや液晶テレビ全盛の時代を迎えている。新技術に挑戦する者に対してはいつも「科学理論に照らしてきわめて困難だ」とか「そんなもの誰も買わない」といったネガティブ・キャンペーンが張られる。イノベーションを達成するものはそのような悲観論の洪水にたじろがない。だ

から「さまざまなアイデアを自由に出し、科学によってそれをふるいにかける」などという開発技術者など、およそ何も達成できないのではないかと思う。いっとすればそれは「否定の誘惑」を克服できず、周囲からやがて「あいつはしょせん評論家だよ」と陰口たたかれるに至ったかつての秀才である。ミラー流反証主義者を奉じる技術者の居場所はこのあたりだろう。

実はミラーの議論にはもっと大きな疑問を感じる場所がある。量子力学や分子生物学の成立という一種の科学革命の後は、エレクトロニクスや遺伝子工学の技術進歩がこれらの科学によってもたらされてきたことなど明白なことである。これを否定するなどという、はっきり言って馬鹿馬鹿しい主張をなぜミラーはするのだろうか？

かつて私はソーカル問題を論じたミラーの”Socal and Brickmon: Back to the frying pan”（「ソーカルとブリクモン：鬼退治はしたけれど」ポパーレター12、No.2、p.32(2000)）を訳したが、要するにここでミラーは「ソーカルらは哲学が専門でないにもかかわらずポストモダン批判をよくやったが、ポパーの思想をよく理解していないために不徹底な（または誤った）立場にとどまった」というものであった。サイエンス・ウォーズで問われた科学技術と社会の関係のあり方という肝心の問題については何も論じていないのである。ほとんどあらゆる著作を通じて、ミラーの第一の関心は、あらゆる場面を捉えてポパーの思想の正しさを主張することにあるようなのだ。もちろんそれが正しければ、それはそれでよいのかもしれない。しかし今回の科学技術論など、現実をポパーの色に染め上げるために、科学が技術を先導しているという事実を捻じ曲げている。かつて高島は「ポパーを擁護しているようで実は矮小化している」（『批判的合理主義 第1巻 基本的諸問題』、p.112(2001)）とミラーを評したが、私も同様の感想を抱くのである。彼の知的態度はポパーのような「問題との格闘」ではなく、ポパー擁護の党派主義とか思えない。それはポパーの思想を発展させるどころか窒息させていくものにならざるを得ないだろう。

☆☆

コメント

道具主義をめぐる議論—小河原論文と篠崎論文を手がかりとして

富塚嘉一

◆ はじめに

このたび、編集部より小河原論文および篠崎論文に対するコメントの依頼を受けた。科学哲学では、科学理論あるいは法則のあり方についての議論が中心であり、技術あるいは応用科学をめぐる議論はそれほど多くないとの印象をも

っていたので、この機会に両論文を手がかりとして、その論点につき若干の考察を試みることにする。

ところで、小河原氏は道具主義批判をめざしているのに対して、篠崎氏はミラー氏の科学技術論批判をめざしているため、両者を単純に比較論評するのは難しい。そこで、この小稿では、技術進歩に対する科学理論の役割に関して小河原氏とミラー氏とほぼ同様の立場であると解釈した上で、篠崎論文におけるミラー批判の論点を小河原論文にあてはめながら、比較検討を試みることにする。

◆ 小河原論文の趣旨

小河原氏は、そのタイトル「科学理論が道具でもありうる」とは」にあるように、科学理論は事象の真なる説明を追求する試みであるとともに、その予測や計算のための道具でもありうるという反証主義の主張を解説しており、これを通して道具主義との相違を示そうとする。ちなみに、小河原氏は、ポパーの反証主義の論点について具体例を交えて平易に敷衍する書物を構想中であり、本論稿もその一部分である。そこでの基本的論点は、『推測と反駁』第3章「知識に対する3つの見解」に沿って展開されている。

さて、この論文の意図は、冒頭部分において次のように述べられている：

科学理論が「……道具でもありうることの意味を道具主義が語っていることと寸分変わらないかたちで理解しているのであれば、反証主義は道具主義の行き過ぎを諷めはしたが、科学を道具と考えるときの考え方は認めたということになってしまうでしょう。しかしながら反証主義は、科学が道具になりうることを道具主義とは異なった独自の立場で理解しています。」

かくして、小河原氏は、具体例を紹介しながら、「……理論的不可能性や技術的不可能性について語り、科学的知識が『教える』とはどのようなことなのかという点を明らかにして……」いる。すなわち、科学理論が「技術」（あるいは応用科学）の局面に対して発揮する役割は、新しい技術やそのためのアイデアの可能性を指し示す点ではなく、ある種の技術が不可能であることを示す点にあり、したがって、「科学が道具であるとは、ふるいであるという意味です。」と述べる。これは、反証可能な科学理論（法則）は何らかの事象を禁止しているとするポパーの主張に従った論述である。

ここで「理論的不可能性」と「技術的不可能性」という2つの用語が注目される。たとえば、「理論的不可能性が克服されていくように見える過程」が、現実の問題解決の過程で、技術的

制約によって当初の目的が微妙に変形されている場合があり、色収差のない光学レンズを作れないために、屈折率と色分散の異なるレンズを貼り合わせる技術の例が紹介されている。この場合、技術の進歩に見えても、基礎にある科学理論が反証されたわけではない。つまり、技術の発展によって、われわれの目的が達成されたように見える場合でも、科学理論の進歩を伴わない場合もある（あるいは、そのような場合が通常である?）。また、技術者が何らかの技術的不可能性に直面するとき、科学理論はその克服の仕方を教えるものではなく、もしも新技術によってこれまで技術的に不可能とされていたことが突破されるとすれば、それはあくまで技術者達の創造的アイデアや努力の賜物である。

このような論述から推測すると、小河原氏は、技術の改良や新技術の開発という活動が技術者の創造的アイデアや努力を要する知的活動であるものの、このこと自体が科学理論の進歩を必然的に導くものではないこと、かくして、科学理論の進歩とは、科学独自の方法—すなわち、理論の提示とその厳格な反証テスト—を通じて推進されると主張したいものと推察される。

◆ 篠崎論文の趣旨

小河原氏によれば、技術に対する科学理論の貢献は、新しい技術やアイデアを指し示すことではなく、特定の技術やアイデアが理論的に不可能であることを示す「ふるい」としての役割を果たすという、いわばネガティブな点に限定される。この主張はおそらくミラー氏と同様と考えられるが、これに対して篠崎氏は、具体的事例をあげながら、新しい技術やアイデアの可能性を開くというポジティブな側面も大いに評価できると主張する。

たとえば、MRIにおける核磁気共鳴や人工衛星の例は、新しい理論の発見によって技術進歩の可能性が開かれた例であり、それゆえ、理論的不可能性という小河原氏の用語に関連していえば、科学理論は禁止するだけでなく、新技術の可能性を開くというポジティブな役割もある。

また、デジタル技術の発展によるハイビジョンチャンネルを可能にした例を紹介して、「……技術はどうかして一見すると不可能な壁を打ち破ってしまう。」としている。これは小河原氏のいう「技術的不可能性」に関連しているが、ただし、その内容を吟味してみると、アナログからデジタル変わったことによって当初の目的が達成されたのは、元になる科学理論が反証されたのではなく、目的達成のための別の手段が開発されたということであろう。これは、小河原氏が紹介した「色収差のない光学レンズ」から「屈折率と色分散の異なるレンズを貼り合わせ

る技術」への変化の例と類似している。小河原氏も、このような技術的進歩は創造的なアイデアと多大な努力の賜物として評価しているが、このような技術におけるブレークスルーと科学理論の進歩とは必ずしも対応しない点に重きを置いているようにみえる。

とはいえ、「理論的不可能性」に関連していえば、篠崎氏が指摘するように、ある新理論の発見とその検証を契機として、新しい技術の展開が可能となることは、大いにありうるであろう。科学理論が、ある事象を禁止する否定的な形式で表現されうるとしても、新しい理論の内容が新しい地平を切り開き、現実の問題解決のための新技術の可能性を示唆することはありうる。したがって、科学の進歩と技術の進歩がともに促進されうることも否定できないであろう。

この点に関連して、さらに篠崎氏は、「何ができないか」との禁止を示す役割と「どうすべきか」の処方箋を示す役割に非対称的はないと指摘する。小型ビデオカメラの開発にあたり ABS 樹脂の肉厚やスチレンとブタジエンの比率の特定化というポジティブな指示の例を紹介する一方、ポリスチレン樹脂の使用の禁止というネガティブな指示の例を紹介して、「このように適用条件がはっきりと特定されれば科学は処方箋も与えるし、はっきりと禁止もするのである。」と結論している。

後者の例は小河原氏が強調する「ふるい」のケースといえるが、前者のような例は、たしかに小河原論文では明示されていない。しかし、ポパーの「歴史主義の貧困」などでも説明されているように、ある科学理論(法則)と特定の被説明項を所与として、それをもたらすための初期条件を作り出す作業が、応用科学(工学)の特徴といえよう。その際、当該科学理論が許容する初期条件をいろいろと探索するという点に注目して、これをポジティブな役割とみるか、その理論が禁止する事象を念頭においてそれ以外の可能性を探るという点に注目してネガティブな役割とみるかは、同一の実態を異なる視点からとらえているに過ぎないようにみえる。

いずれにしても、技術開発という活動が、応用科学(工学)としての科学的活動の一側面であること、そしてその活動は科学理論の進歩によって可能性が広がるということは、篠崎氏が指摘するように、もっと強調されてしかるべきではなかろうか。

◆ むすびに代えて

小河原論文を一読したときには、ポパーの立場に沿って理解することができ、あえて論じるべき問題も見当たらないと思われた。しかし、篠崎論文を読みながら、科学と技術との関係に

ついて考えていくうちに、両者の共通点と相違点そして道具主義批判の論点について整理しておく必要があるように思えてきた。以下、簡単にまとめてみたい。

①共通点—科学と技術の意義

科学理論(法則)は、何らかのかたちで技術進歩に貢献することについて異論はあるまい。そして、技術進歩は、技術開発者の創造的なアイデアと多大な努力を必要とする知的な活動であること、しかもこれは、応用科学としての科学的活動の一側面である点も異論はなかろう。また、反証主義の立場によれば、科学の活動は、技術進歩のための改良・開発活動のみならず、より普遍的な純粋理論(法則)を求めて真理を探究する活動でもある。

②相違点—技術に対する科学理論(法則)の貢献の仕方

小河原氏によれば、科学理論(法則)は理論的に不可能な方法を消去する「ふるい」であり、技術の進歩に対して、いわばネガティブな役割を果たすのみである。他方、篠崎氏によれば、科学理論(法則)が、新しい技術開発の可能性を示唆するポジティブな役割も果たすものであり、この点はもっと強調されてしかるべきである。

③道具主義批判の論点

小河原氏は、上述のように、科学理論が技術開発に対する「ふるい」として貢献すること—ネガティブな役割—を指摘していることから察するに、科学理論と技術との識別を強調し、さらに言えば、科学理論は独自の方法によって進歩することを示唆することで、道具主義を批判していると考えられる。

このような指摘は妥当であるが、しかし、一見すると現実との関わりが薄い純粋理論の研究も、その成果が応用科学の局面におけるブレークスルーに貢献しうること—ポジティブな役割—をも考慮するならば、この点をもって科学理論の豊かさをさらにアピールできる。道具主義では、理論は現実に直面している問題について説明・予測・計算のための道具としてのみ考えられ、その精度については、状況において価値判断すればよいとするであろうから、この点において反証主義との違いが浮き彫りになる。

さらに、技術開発には、その過程で生み出されたアイデアなり技術なりが、既存の科学理論を反証するという意味でのフィードバックの役割もある。この点については小河原氏も次のように述べている。「もちろん、技術開発の過程で、その当時の理論からすれば設定しえないはずの手段的条件が設定できてしまったとしたら、それは、もちろん、理論に対する反証となります。しか

し、これは技術開発の過程でのみ生じるのではなく、さまざまな実験や観察などにおいて生じる反証の一部にしか過ぎません。」しかし、この文脈では技術開発による理論の反証の意義をそれほど高く評価していないようにみえる。筆者としては、むしろ、技術すなわち応用科学の局面における知的活動が、理論科学にフィードバックする可能性を示すことによって、あらゆる局面での反証可能性を許容し、科学理論の認識進歩の糧とする態度が浮き彫りになると考える。この点は、単に道具の改良さえできれば満足すると考える道具主義との違いとして強調されてよいのではなかろうか。

そして、小河原論文を通して気になるのは、冒頭に掲げた本論文の意図との関連性である。すなわち、反証主義の立場からの技術への貢献の仕方—「ふるい」としての役割—について丁寧に論じられているのだが、それでは、同じ問題について道具主義はどのような説明をするのか、という点が触れられていない。「道具主義とは異なった独自の立場」を示すのであれば、道具主義は同じ問題についてどのように説明するのか、そしてそのことがどういう問題に陥るのかという点に言及してもらえると、読み手としては二つの立場の比較検討がしやすいであろう。

ちなみに、筆者自身としては、技術もしくは応用科学の領域において、反証主義と道具主義との違いを論じることに困難を感じている。すなわち、道具主義における技術論と、反証主義における応用科学論とを比較してどれほどの違いを示せるかということ、微妙な問題のような気がする。むしろ、技術の背後に科学理論(法則)の意義を想定しているか、そしてその場合の科学理論が、実在を説明するという独自の存在意義をもつかどうかという点—したがって、科学理論(法則)の局面—においてこそ、反証主義と道具主義の違いが鮮明になってくるのではなかろうか。この点については、両氏あるいは会員の方々のご意見を伺いたいところである。

以上、両論文について比較考察している過程で、本年度年次大会におけるミラー氏の講演の一節を思い出した。すなわち、ミラー氏は、昨今の科学技術のめざましい進歩が喧伝されているが、それはサイエンスではなくテクノロジーである、とかSF小説をサイエンス・フィクションとやっているが、実のところサイエンスではなくテクノロジーなのだ指摘し、技術の進歩が科学の進歩と混同されていることへの危惧を表明していた。たしかに、反証主義においては、より普遍的な科学理論(法則)の探求活動が本来の科学(サイエンス)であって、技術開発は応用科学もしくは工学(テクノロジー)であるが、一

般には両者が混同されている。この点を批判する意味で、技術開発と科学との違いを強調することは一面において正当であり、この議論が道具主義批判へと結びついていると考えられる。しかし、篠崎氏が指摘するように、応用科学としての活動の意義そしてその可能性を開く科学理論の意義を過小評価する必要もない。ネガティブな役割かポジティブな役割かという議論ではなく、科学的活動の実態に即して科学と技術の両方の意義を認めることが妥当ではなかろうか。そして、このような認識の上に立って、道具主義がいかにして批判されうるかを示せれば、より説得力のある議論が展開できるであろう。

最後になるが、篠崎氏がミラー批判において指摘していた「科学技術と社会の関係のあり方という肝心の問題……」については、筆者も強い関心をもっている。技術(応用科学)の領域においては、脳死問題、クローン問題あるいは環境問題などにみられるように、目的設定や、そのための達成手段の選択において価値規範をめぐる論争がありうる。経済学、経営学、会計学など実践的学問ではしばしば制度設計のあり方が問われるが、その際、さまざまな利害関係者の利害調整など複雑な問題が関わってくる。その意味で、今回の技術進歩をめぐる議論は、社会科学の方法論にとってとくに重要な課題と考えている。これについては別の機会に考察したい。

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

不可能事を教えることの2つのレベル— —篠崎氏と冨塚氏の議論に触れて—

小河原 誠

一般的にいつて、自然科学の理論は実地に応用することができる。ポパーは科学というものを、法則を追求する理論科学、いかなる初期条件が作用したかを究明する歴史科学、そして一定の初期条件の下でどのような結果が生じるのかを予測する応用科学に3分類したが、自然科学が応用科学という性格を強くもっていることは、いまさらいうまでもないことだと思う。多くの人はこの点を捉えて、科学は道具であるといった類の主張をする。たしかに、道具主義は、科学は道具でしかないと主張するし、反証主義も科学は道具でありうると主張している。両者はともに、科学に道具的性格があることを承認しているが、見解の相違もあきらかに存在する。しかしながら、その相違は、理論が教えることと教えないことに関して誤解が存在している——私には依然としてこう見

えるのだが——ために、あいまいにされているように思われる。この点を明確にするためには、科学が道具でもありうるということの意味をはっきりさせる必要があるように思われる。

科学が道具でもありうることを雄弁に語っているのは応用科学である。それは、何が実現可能であり、何が実現不可能であるのかを教えてくれる、換言すると、ある一定の初期条件の下ではあることは達成できるが、あることは達成できないと教えてくれる。こうした意味において、応用科学は明らかに道具である。例を挙げてみよう。ガリレイの理論は投射体の軌道は放物線を描くと主張していた。この理論によれば、初期条件としての発射角および、初速度に依存して投射体——たとえば、弾丸——の到達距離を予測することができる。したがって、理論を実地に応用する者は、たとえばある地点に投射体を到達させたいという目的が可能か否かを設定された初期条件によって判定する。たとえば、かくかくの発射角と初速度では、弾丸を敵陣に到達させることはできないと判定するわけである。ここに働いている科学のあり方が応用科学と呼ばれているわけだが、これもまた、不可能なことを教えてくれるのである。応用科学は目的に照らして、初期条件をふるいにかけるわけである。この意味において応用科学は明らかに道具である。ここまでの議論は道具主義も反証主義もともに承認するところであろう。

ところが、道具主義が十分に理解していない点がある。それは、理論は初期条件をいかにして実現するかという技術的なことはまったく教えてくれないという点である。たとえば、ガリレイの理論は投射体にいかにして一定の発射角と初速度をもたらすかという問題——まさに技術的問題——を解決してくれるわけではない。(これは、本誌拙稿でテーゼ A と呼んでおいたものが主張しているところである)。解決してくれるのは技術者のアイデアである。理論はいかにすれば初期条件を作り出せるかという・技術者がまさに追求している問題に答えを提示できないのである。もちろん、「提示できる」と信じている道具主義者もいるであろうが、そうした人はあまりにもナイーブな道具主義者である。

他方で、「提示できない」と信じているセンシティブな道具主義者にしても、往々にしてある大事な点を見落としている。言葉を換えると、彼らは、反証主義が理論は不可能事を教えるというときの決定的な意味を捉え損ねている。反証主義の観点からすると、応用科学は、たとえば、設定された初期条件に依存してある目的が不可能であることを教えてくれるわけであるが、初期条件に依存せずに——つまり、無関係に——ある種の目的は不可能であるということを見せてくれるわけではない。たとえば、ガリレイの理論は人工衛星を作るといった目的はそもそも設定不可能であると主張している。それは、なんらかの初期条件に依存して人工衛星は不可能であると

主張しているのではなく、人工衛星は理論が正しい限りで絶対的に不可能であると主張しているのである。反証主義は、理論はある種の目的の設定そのものを禁止していると考えるのである。しかるに、道具主義はこの肝心の点を十分に理解しておらず、応用科学が教える不可能事と理論が教える不可能事は同種のものであると考えている。しかし、この二つの不可能事が異なったカテゴリー、あるいは異なったレベルに属していることは明白である。カント的言い方をすれば、応用科学が教える不可能事は仮言的不可能事であり、理論が教える不可能事は定言的不可能事である。例を挙げてみよう。ガリレイの理論によれば、人工衛星を作ることは理論的不可能事である。投射体の軌道は放物線になるという理論は楕円軌道を描く人工衛星の存在を禁止している。したがって、そのための手段的条件を実現させることもできない。(これは、本誌拙稿でテーゼ B と呼んでおいたもの主張しているところである)。それは、初期条件に依存した不可能事ではなく、理論が正しいとされる限りでの絶対的な(定言的な)不可能事である。道具主義はこの根本的な相違を見落としているように見えるのである。

ところで、ガリレイの理論は、ニュートンによって反証された。つまり、投射体の軌道は放物線ではなく、楕円であるということになった。ニュートンの理論は人工衛星を作ることは禁止事項ではないと教えている。しかし、だからといって即座に人工衛星が出現したわけではないことは周知の事実。人工衛星の出現は実に 20 世紀になってのことであった。大事なことは、ニュートンの理論は人工衛星にとっての手段的条件が何であるかをまったくもって教えてはいないという点にある。ここにあるのは、古い理論を反証した新しい理論がただちに技術的進歩をもたらすわけではないことの一例である。新しい理論は、ただ、可能性の新しい地平をきり開いたに過ぎない。たしかに、ここにこそ技術進歩の原動力があると評価する人もいるであろう。しかしながら、混同されることが多いとはいえ、技術と理論は異なるのであって、再度言うが、理論が技術を直截的にもたらすわけではないのである。むしろ、技術を追求させるものは、人間の果てしなき欲望であると思う。理論が可能性の新しい地平をきり開いたからといって、欲望がただちに生まれてくるわけではない。それは、むしろ、以前から存在した漠とした願望や欲望に新たなかたちを与えるに過ぎない。たとえば、羽衣伝説が生まれたころ、明らかに月への往来といったことは理論的不可能であった。しかし、この伝説には月への往来が夢として語られていたと思う。こうした夢とか願望——欲望——に、20 世紀の科学理論は新しいかたちを与えた。アポロ 8 号による月面着陸は古い欲望を実現したのである。筆者は、技術を発展させる根本的な原動力は、むしろ、人間の欲望ではないかと考える。欲望は目的を生み出し、技術はそのた

めの道具を提供しようとする。としたら、欲望が技術を発展させるという言い方には十分な根拠があることになるだろう。

筆者は、とくだん、欲望についての理論をもっているわけではないが、欲望というものは社会生活の中で、つまり、一定の社会的条件の中で生まれてくるものであることを思えば、技術と欲望の関連を問うことは技術と社会との関連を問うことになるだろう——もちろん、理論の発展を無視することができないのは当然であるが——と考える。

技術と社会との関連という問題でいえば、筆者は、技術を評価する技術(アセスメント)についての科学哲学的議論があってもよいと思う。ふつう、こうしたメタレベルでの技術については、科学哲学的議論はほとんどなく、技術はマーケットでその価値が決まるとか、政治的評価の対象でしかない、といった考えが支配的であるように思われる。しかしながら、こうした議論にストレートに立ち入っていく前に、技術評価のための技術といったメタレベルに存在する技術の基本的性格を把握することが、技術と社会との関連を問うためには必要なのではないだろうか。

たとえば、今日では大学評価ということが盛んになされている。これは、大学というものを教育のための技術的装置であるとみなして、これを公正に評価しようとするものである。その評価の仕方はかなり専門的かつ技術的である。しかし、こうした評価技術は、ポパーやミラー、そして筆者が考えているような意味での「技術」なのであるか。筆者は、本誌拙稿で科学技術の基本式として条件つき予測の式(1)を挙げて、これには評価的あるいは規範的言明は含まれていないと仮定しておいたが、メタレベルに存在する評価技術といったものはこの仮定に反しているように見える。どのような形で式(1)に価値的要素が入り込んでいるのかを見るのは、社会学的研究に属するのかもしれない。またそこからして、こうした評価のための技術をどう位置づけるかという問題が発生してくるようになる。ここには、むかし語られた「政治の科学化」というイデオロギーがもぐりこんでくるかもしれない。しかし、筆者としては、この「位置づけ」といった問題は、科学哲学を踏まえて、しかし、そこから一步踏み出して、技術と社会との関連をとという文脈の中でこそ理解されるべき問題だと考える。

付記

ガリレイの理論とニュートンの理論との関係については、ポパーが『实在論と科学の目的』第15章で、『ニュートンの世界体系について』からの図を挙げていてねいに説明しているので、参考にさせていただければありがたい。

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

小河原=ミラー間文通から、2009年12月

1

小河原 誠
デイヴィッド・ミラー

デイヴィッド・ミラー氏は、2009年7月日本ポパー哲学研究会において講義をおこなった。その後、小河原が送った質問に対して返答を寄せてくださったので、それを収録させていただくことにした。

<小河原の質問>

1. あなたの議論はテクノロジーの事実的核心にのみかかわっているように思えます。(『科学理論が道具でもありうる』とは』本誌 p. 9 を参照されたい)。技術を発展させ利用するときには、倫理的あるいは費用対効果にかかわる問題を扱うことになると思いますが、こうした点についてどうお考えですか。あなたは、技術はその核心においてなんら倫理的コードあるいは価値判断を含まないとお考えですか。

2. 私は、現行の利用可能な技術を評価するために使える・より高いレベルの技術が存在すると思うのです。そうしたより高いレベルでの技術は必然的に倫理的あるいは政治的要素を含むように思えます。たとえば、それらは核爆弾の評価にかかわってきます。私は、それらがポパーの意味での社会工学や社会技術と同じレベルにあるとは思いません。それらは、むしろ、政治に属するのでしょうか。思うに、評価というそうしたより高いレベルでの技術は、多くの場合、ある種の技術の明確な不可能性を語るができないと思います。しかしながら、現行の技術についての評価は社会科学(社会技術)に属すると考える人がたくさんいます。彼らはなぜそう考えるのでしょうか。このことは、反証主義者は技術の概念を拡大しなければならないという意味でしょうか。

3. あなたは、革新的な理論は新しい技術に貢献することを認めますか。もちろん、この問いにかんしてわれわれはセンシティブであるべきです。ガリレイの理論は人工衛星の存在を禁止していました。なぜなら、それは、投射体は放物線を描くと主張していたからです。しかし、ニュートン力学はガリレイの禁止を無効なものとし、人工衛星を飛ばす可能性をきり開いたとはいえ、20世紀の後半にいたるまでそのための技術、つまり、私の言葉で言うところの手段的条件は存在していなかったの

1 当初、英文のまま載せることを考えたが、ミラー氏より、日本語にするようにとの示唆があったので、それに従った。

です。ニュートン力学は技術革新をもたらしたわけではなかったのです。技術の目的と目的そのものは区別すべきであると思います。新しい理論は古い理論にもとづいた禁止を無効とし、新しい可能性を宣言しますが、新しい技術をもたらすことができるわけではないのです。これらの点に関して私には、あなたがどう考えておられるのか不明です。篠崎氏は新しい理論は新しい技術をもたらさうという意見を持っています。しかし、私の考えでは、彼の意見は私の言葉で言う技術(行為)の目的と技術そのものとを区別していないと思うのです。私の考えでは、技術の進歩はわれわれの新しいアイデアに依存するのであって、科学的知識(理論)に依存するのではないのです。

新しい技術は新しい理論に依存するというよりは、われわれの欲望や夢に大幅に依存するというのが私の考えです。なぜなら、人間は歴史の開闢以来、こうあってほしいという・さまざまな夢を見てきたからです。人類の夢(目的とか欲望)は歴史のなかで形成されてきたのであり、したがって、われわれの欲望の発展を描くためのある種の観点を必要とすると思います。そして歴史についての新しい物語は、われわれの歴史の新しい発展に寄与するでしょう。私の意見についてあなたはどうか考えられますか。

<ミラー氏の返答>

1. 科学と技術について私が語ったことが倫理やコストの問題に直接的にかかわっていないということは、その通りです。しかし、おそらく、そうした考察は批判のレベルで生じてくるでしょう。科学の諸理論は、新しい工夫が機能するかについて批判するために使用されるでしょうが、道徳的・経済的要素は、たとえば、新しい工夫を生産にまわすかどうかの決定のために使用されるでしょう。

☆☆

ミラー VS. マスグレイヴ

大川修司

序

ウェテルステンは「After Popper」の中で¹、ポパーの科学哲学が「発見の論理」にみられる論理中心から方法論的規則を考慮するようになってきたことと関連して、論理だけで科学哲学を構築する基礎を造

2. あなたは、「現行の技術についての評価は社会科学(社会技術)に属すると考える人がたくさんいます」とおっしゃる。これは、われわれが解の選択にかかわっている場合、その通りだと思います。たとえば、人口過剰の問題(あらゆる国における最大の社会問題)に取り組むためには、われわれはまず、採用しようとしている技術がどんなものであるのか、たとえば、生物学的技術(中絶の自由)であるのか、社会的技術(広告)であるのか、経済的技術(税による誘導)であるのか、などなどを考察しようとするでしょう。これは、どうしたらそうした技術を十分に発展させられるかを知ることとは独立に、多くの研究と思索を要求するでしょう。

3. 最初の点についてはあなたに完全に同意できます。私は、日本ポパー研究会での講義において、自然史はしばしば新しい可能性のヒントやひらめきを提供するが、どうしたらそれらを細部にわたって実現できるかをほとんど語ってくれないと述べたと思います。不死のことを考えてみてください。バクテリアは不死、あるいは、少なくともその生涯(ライフ・スパン)において上限をもっていませんが、しかし、われわれはどうしたらそうした能力を人間に移せるかについてはほとんど、あるいはまったく考えをもっていないわけです。普遍的理論から技術のための指令(technological injunctions)を引き出せないこと、このことは、結局、論理的な点なのであり、私は篠崎氏がこの論理的な点に反論する何らかの明確な事例、つまり、新しい理論が新しい技術を導いた事例を提出できるものなのかどうかをいぶかるものです。

第2の点については私には確信はそれほどありません。「人類の夢(目的とか欲望)」のいくつかは「歴史のなかで形成されてきた」というよりは人類に強いられるものです。地球規模での温暖化を緩和しようという欲望は明白な例です。

ることができないばかりでなく論理の使用規則の研究も規則を発展させなければ不十分であるということが明らかになってきた、と分析している。このことがポパー哲学の継承者の間に見解の相違を生じさせ、見解を異にする代表的な二人として D. ミラーと A. マスグレイヴを取り上げている。ウェテルステンはマスグレイヴを「マスグレイヴはポパーの業績が革新的であると見る人々と、知識を得るうえで受容可能な理論に不可欠なもの多くを放棄してしまっていると見る人々との間のギャップを埋めようとした」、「彼はポパーの哲学が常識的な方法でいかに大衆受けするようにできるかを考えたようだ」と語り、ミラ

¹ Wettersten, J., "After Popper", *Philosophy of the social sciences* / March 1996, pp92-112

ーに対しては「ミラーは批判的合理主義をできるだけ尖鋭的なものにした」と評している。マスグレイヴ、ミラー両者に対する評価は的を射ているように思われる。ウェテルステンは、両者がポパーの科学哲学の基礎がヴェルツブルグ学派の学習理論の中にあること、合理性の問題がそこから派生していることを無視していると批判し、独自の解釈を展開していくがここではウェテルステンの解釈を扱うわけではない。

本稿は、マスグレイヴ、ミラー両者の論争をもとに、両者の争点を明確にすることを目的にしている。併せて、量子力学を語る際に分配則は成立しないといういわゆる量子論理をめぐる過去の論争を引用しながら両者の争点に対する一つの見方を提示しようと思う。

1 両者の争点

ミラーは、マスグレイヴの主張を外面だけの合理主義 (cosmetic rationalism) と揶揄し、次のように述べている。

マスグレイヴは、科学理論は正当化される必要はないし、また帰納的議論のどのような様式も拒否しているという点で反証主義者であるが、理論間の選択はもし我々が無差別な非合理主義を避けなければならぬなら正当化を必要とする、と考えている。

正当化を拒否する姿勢が徹底されていないというミラーの批判に対しマスグレイヴは、理論の正当化と理論を受け入れることに対する正当化を区別したうえで、理論が検証されたという事実は暫定的ではあるが真であるとして採用する良い理由である、あるいは厳しい批判に耐えた理論を受け入れること (信じる) は理に適う (reasonable) ということを前提として議論を展開していく。マスグレイヴはこれを CR 原理 (CR は corroboration report または critical rationalism を表す)、あるいは認識論的帰納原理 (epistemic inductive principle) と呼ぶ。ポパーは3世界論を唱えている。物質の世界である世界1、心や意識が働く世界である世界2、科学理論などの客観的な意味での知識の世界である世界3という区分けであるが、この3世界論における世界2に属するこの原理をミラーはどのように論駁するのであろうか。マスグレイヴの主張に対するミラーの批判は次のように2つに要約できる。²

1.

たとえよい理由が存在したとしても、それは理論を真とか偽に分類する助けにはならないし、実践的

な決断をする場合に合理性の光すら加えることができない。

「厳しい批判に耐えた理論を受け入れることは理に適う」という CR 原理、あるいは認識論的帰納原理自体に対し次のように論駁する。(ミラーはマスグレイヴのこの原理を認識論的帰納原理と呼んでいるので以下ではこの言い方に従う)

2.

P: 認識論的帰納原理 (以下では原理 P と表記する)

H: 理論

e: H が厳しい精査に耐えたという報告 (真であると仮定しておく)

A: 受け入れることは理に適うという述語とする

「P, e から AH」すなわち

「P と e から H を受け入れることは理に適う」

……①

は論理的に有効である。

もし P が真であるとすれば「H を受け入れることは理に適う」は真であるが、P が真であることは知られていない。マスグレイヴは P 自身が精査に耐えているから P を受け入れることは理に適うという。また、合理的に受け入れられた言明から演繹された言明は合理的に受け入れることができるというマスグレイヴの主張も認めたとすべく、e が真であることと①から

「AP ならば AAH」すなわち

「P を受け入れることが合理的ならば「理論 H を受け入れることは理に適う」ということを受け入れることは理に適う」が導かれる。

更に理論 H を P に置き換えると、「P を受け入れることは理に適う」ということを受け入れることは理に適う」……という無限後退に陥り認識論的帰納原理自身を採用する理由すらない。

ミラーのこの批判に対しマスグレイヴが明確な形で反論した資料は手元にはないが、明らかにミラーからの批判を意識して書かれたと思われるコメントがあるので引用する。マスグレイヴは次のように述べている。³

論証だけが (only reason or reasoning) 何かを信ずる良い理由を提供するという見方はロゴマニアである。ロゴマニアは、懐疑論者がずっと昔に指摘したことであるが無限後退に陥る。すべての推論上の信念 (他の信念から推論により得られた信念) は非推論的信念に支えられている。しかしロゴマニアは、

² Miller, D. (1994): *Critical Rationalism*, Open Court, pp121-125.

³ Musgrave, A. (2004): "How Popper solved the problem of induction", in *Karl Popper*, Routledge.

非推論的信念は理に適ってはいないこと、さらにすべての信念は理に適ってはいないという。……徹底した非合理主義者を除くすべての人は、ある非推論的信念は理に適う信念であると考えなければならない。

簡単にまとめてしまえば、「認識論的帰納原理 P」をミラーは命題として捉えているのに対しマスグレイヴは真・偽を問題としない大前提と考えている、ということである。マスグレイヴは、「原理 P」が認識論の原理であって、真を語る上での形而上学的原理ではないと語っている。「原理 P」は他の認識論の原理よりも批判に耐えているから受け入れることができる」とマスグレイヴは繰り返し述べているが、これは帰納法を用いた議論である。認識論という言葉は難解な言葉であるが、マスグレイヴの文脈から判断すると「信じる」と言い換えることができるように思われる。このように考えたときマスグレイヴの議論をポパーの3世界論⁴に従って整理すると、世界3における活動において我々は演繹法に従わなければならない(帰納法による正当化はできない)こと、世界2における活動においては「P原理」を前提として認めようとして帰納法による正当化も認めることができる、ということである。しかし、理論の正当化と理論を信じることの正当化を明確に区別すると、理論を理屈の上では認めることはできないが気持ちとしては受け入れることができる、というような中途半端な状況に陥ってしまう。3世界論の言葉で言い換えれば、問題は世界2と世界3がどのように相互作用するかという点が曖昧なままである、ということである。ポパーは3世界間の相互作用について、例えば世界3として分類される法律、社会機構、科学理論は我々によって作り出されたものであるにもかかわらず我々を支配する、と説明する。また、自然数の発見から素数は無限にあるかといった問題が生じたように、世界3は解決すべき問題を提示するという意味で自立しているとも語っている。世界3に属するこれらの例は知識として確立されたものばかりが取り上げられている。しかし、科学理論の中にも議論が続いている問題もあり、このような問題に対して世界2と世界3を区別することは難しい。マスグレイヴもこの点に関してコメントしていないように思われる。

一方、ミラーは「理論を受け入れる理由があるかは重要ではない。たとえ理由があったとしても、理論が真であることについては問題が残る。我々が知りたいことは理論が真であるかどうかだ。」と語っているように明確に世界3に限定した世界の中で議論を展開している。世界2には全く関心を持っていない。世界2と世界3の相互作用に関する問題さえ念頭にないように思われる。

マスグレイヴとミラーの争点を以上のようにまとめ

てみたが、ミラーの主張は一貫性があり理に合った議論であるように見える。しかし、科学史を紐解いてみると、そこには科学の論争において様々な事項が前提とされ、あるいは信じられ、それらに基づき議論が展開されてきたことが示されている。このことは科学史家、あるいは科学史に関心を持つ哲学者等によって十分に語られていることであるが、彼らと同じ手法を用いて(科学史を思想の実験室と見做す方法)マスグレイヴとミラーの論争に対する一つの見方を提示しようと思う。ここでは量子論理をめぐる論争を例として取り上げる。

2 量子論理の解釈

古典物理学においてある物理系の状態を記述することは、その系の位置、運動量、エネルギーなどの力学変数を定めることと等しい。これらの変数はすべて各瞬間にはっきりと定まった値をとり、これらの値が定められれば時間の経過による状態の変化は完全に記述できる。このような考え方が古典物理学の根底にあり、この決定論的世界像は日常言語と密接に結びついている。しかし、量子力学は不確定性関係を伴っている。力学変数によっては(例えば位置と運動量)同時に定まった値を定めることができないという原理である。量子力学が適用されるレベルの現象を記述する場合、そこで用いられる言語は日常言語において成立する論理(古典論理)とは異なる論理に基づくものであるものでなければならない、ということが量子論理を導入する基本的な考え方である。真・偽以外に不確定という判断を組み込む多値論理形式の量子論理(例えばライヘンバッハの3値論理)もあるが、ここでは古典論理における分配則を基準規則から除外する形式の量子論理を扱う。特に分配則の反証という観点から議論を追っていく。

量子力学では記述対象の状態はヒルベルト空間におけるベクトルで記述される。固有状態を n 個に限定して考えるとして対象の位置が r_1 という状態に対し V_{r_1} という1次元ベクトルが対応する。この V_r が張る空間が m のすべての状態を表す。例えば対象の位置が 3 か所に限定されている場合、それぞれの位置にあるという状態は3次元空間の x 軸、 y 軸、 z 軸方向のベクトルが対応する、といったものをイメージしてもらえばよい。対象の位置が r であることを

$$m(s) = r$$

で表わすと

$$m(s) = r_1 \vee m(s) = r_2 \vee \dots \vee m(s) = r_n$$

は n 次元ヒルベルト空間の全空間に対応する。

他の物理量として運動量を考える。運動量に対

⁴ Popper, K. *Objective knowledge*, Oxford, 1979.

応するベクトルを V'_m で表すとして、対象の運動量が r であることを $m'(s) = r$ で表わす。

量子力学によれば、位置と運動量は同時に確定値を定めることはできない。このことを 3 次元ベクトルの例を用いて言い換えると、運動量 $m'(s) = r$ に対応するベクトルは位置を表す x 軸、 y 軸、 z 軸方向のベクトルとは一致せず、この空間座標を、原点を中心に適当な角度で回転させた新しい 3 次元座標系の軸方向の互いに直交するベクトルに対応する。

位置と運動量についての言明

$$m'(s) = r \wedge [m(s) = r1 \vee m(s) = r2 \vee \dots \vee m(s) = rn] \quad \dots\dots①$$

は連言の右側が全空間に対応するのでベクトル V'_r に一致し $m'(s) = r$ に等しい。他方

$$(m'(s) = r \wedge m(s) = r1) \vee \dots \vee ((m'(s) = r \wedge m(s) = rn) \quad \dots\dots②$$

はカッコ内がそれぞれ 0 次元ベクトルに対応するので①と②は同値ではない。

①に分配法則を適用すると①と②が同値になってしまう。このことから量子力学を語る基本的な言語は、その使用規則から分配則を排除すべきであるという主張である。

この形式の量子論理は 1936 年にバークホフ、フォン・ノイマンによって提起された問題であるが現在も議論されているようである。ここでは'70 年代のパトナムの議論を中心に議論の足跡を追うことにする。⁵

パトナムは分配則が成り立たない例として、前記のヒルベルト空間の議論以外にも 2 つのスリットの実験を取り上げている。2 つのスリットの実験は、ヤングの実験とも呼ばれているものであるが、光源とスクリーン間に適当な間隔で切り取られた 2 つのスリットを持つ板を置くとスクリーン上に干渉縞が現れるという実験で、光の波動性を示す実験として知られている。内容が具体的であるのでこちらを中心に議論を追っていく。

スリット 1 を光子が通り抜けスクリーン上の領域 R に当たる確率を $P(A_1, R)$ で表わし、同様にスリット 2 を通過して R に当たる確率を $P(A_2, R)$ とする。

分配法則が成り立つとすると

$$(A_1 \vee A_2) \wedge R = (A_1 \wedge R) \vee (A_2 \wedge R)$$

を利用して

$$P(A_1 \vee A_2, R) = P((A_1 \vee A_2) \wedge R) / P(A_1 \vee A_2) \\ = P(A_1 \wedge R) / P(A_1 \vee A_2) + P(A_2 \wedge R) / P(A_1 \vee A_2)$$

ここで装置の対称性を仮定すると

$$P(A_1 \vee A_2) = 2P(A_1) = 2P(A_2)$$

と考えることができるので

$$= 1/2P(A_1, R) + 1/2P(A_2, R)$$

が導かれ光子が干渉するという実験事実に反する、よって分配則は成り立たない、というわけである。

これらの議論に基づいてパトナムは量子論理を擁護する立場をとる。さらに、古典論理が古典物理学の現象を語る言語構造であるとみなした上で、「論理は科学理論的なものでそれ故経験的なものである」と断じた。パトナムの論文は、そのタイトル「Is logic empirical?」がセンセーショナルであったこともあり 70 年代盛んに議論された。それらの議論のいくつかを取り上げ「量子力学において分配則は反証されたか」という観点から、議論を追っていく。

始めに結合子の解釈の問題を取り上げよう。結合子 \wedge 、 \vee などをどのように解釈するかという問いはバークホフ、フォン・ノイマン自身が提起した問題である。ヒルベルト空間の構造から分配則が成立しないという議論において結合子は集合論の記号と同一視されているようにも見える。パトナムは量子論理においても含意関係は論理の本質的な性質であると考えており、量子論理においても結合子の意味は古典論理のそれと同様であると考えているが必ずしも受け入れられているわけではない。しかし、結合子の意味が法則に規定される(古典論理では \wedge 、 \vee の意味が分配則が成り立つように規定される)という立場(規約主義)からのパトナムの解釈に対する批判もある。分配則が反証されたと判断するためには、先ずこのような規約主義を論駁しなければならぬと思う。

2 つのスリットの実験は量子力学の観測問題に関連した問題であり、量子力学に基づく十分な理論的説明はなされていない。2 つのスリット的一方を閉じてしまうと干渉縞は消滅する。光子がどちらのスリットを通過したかを観測すると、いわゆる波束の収縮が起こり干渉項が消滅するということであるが、この波束の収縮が観測のどの段階で起こるのかという問題である。観測問題は「シュレディンガーの猫のパラドックス」、「ウィグナーの友人のパラドックス」をはじめ様々な形で問題提起され、その解決策も実に多様である。例えばポパーのように粒子像を保持し波動性を認めない解釈もある。2 つのスリットの実験で一方のスリットを閉じたとき干渉縞が消滅することに対する説明として、ポパーは「実験条件の変化に

⁵ Putnam, H., "Is logic empirical?", *Boston studies in the philosophy of science*.

伴う統計分布の変化」という傾向性解釈を提案していた。⁶このように2つのスリットの問題はよく知られている実験であるが、量子力学での理論的な説明は簡単ではない。

量子論理の問題に戻ろう。2つのスリットの実験で、分配則が破れることはないという主張もある。粒子像に基づく定性的な解釈であるが取り上げておく。光子がスリット1を通過するという事は光子がスクリーンに当たる前のある時刻 t にスリット1のあたりに局所化された状態ベクトルを持つということの意味する。スリット2についても同様であると仮定すると、それらの状態ベクトルは幾分広がるがスクリーン上での位置観測によって生ずる位置の固有状態と重なるほどではない。それゆえ $(A_1 \vee A_2) \wedge R$ はヒルベルト空間の0ベクトルに対応し $(A_1 \wedge R) \vee (A_2 \wedge R)$ も同様に0ベクトルに対応するので分配則が破られるわけではない、という反論もある。⁷

また、不確定性関係も統一された解釈があるわけではない。一つの粒子の状態がヒルベルト空間内のベクトルに対応するならば、先に示したように例えば位置と運動量に同時に対応するベクトルは0ベクトルとなり同時固有状態は存在しない、つまり粒子の位置と運動量を同時に定めることはできない、という一つの解釈がある。一方、ヒルベルト空間内のベクトルは対象の状態の統計的な性質を表しているという解釈もある。この解釈はポパーも支持していた解釈であるが、量子力学は個々の粒子の状態を記述するものではなく統計的な性質を記述するものであり、不確定性関係を統計的分散ととらえる見方もある。たとえば位置と運動量について、「どのような範囲に位置があり、同時にどのような範囲に運動量があるか」という問いは不確定性関係とは必ずしも矛盾するものではないという解釈に基づき、位置に関する言明と運動量に関する言明を結び付ける言語(メタコンテキスト言語)が存在しその言語における文法が量子論理に従い、位置の測定のような実験装置と直接結び付くコンテキストに依存する言語が古典論理に従うといった解釈もある。⁸

量子論理に関する論争のごく一端を取り上げたが、量子力学の現象を語る上で分配則は反証されたと判断できるのであろうか。反証されたと見做すことができるためには少なくとも上記の批判に答えなければならない。また、当然のことであるが量子力学の体系が真であることを前提にしていること、古典論理に特別な認識論上の地位があるわけではないことも前提とされている。

捉えどころのない問題を述べているように思われるかもしれないが、ここで言いたいことは、科学者の

実際の活動はさまざまな前提の上に成り立っているのではないかと、議論を進めていく過程の中でそれらの前提を「信じる」あるいは「受け入れる」という行為が潜り込んでいるのではないかとということである。

3 結び

ミラーの論法に従えば、量子力学において分配則成立するか否かという問いに対して結論を下すためにはその議論の前提となっているものを批判的に検分しなければならない、ということになるがこの言明に対する反論の余地はない。しかし、このことは現実の問題に対し何を語るものであろうか。少なくとも分配則が反証されるかどうかについての判断には役に立ちそうもない。ラカトシュが繰り返し語っていたことであるが、自然科学において、反証という論理的判断は再構成された歴史の中で見出される、ということであるように思われる。

マスグレイヴは偽であることが分かった事柄を信じていた場合、それは信じていたものが誤りであって信じたことが誤っていたわけではない、という。一方、ミラーはポパー同様信念を持つことは真である言明を追求する上での妨げになるとして、徹底して心理的な要素を排除している。3世界論に基づいて言い換えると、ミラーは確立された世界3のみに関心があり、一方マスグレイヴは世界2と世界3を前提として世界3の形成過程をも視野に入れた議論を展開しているといえよう。マスグレイヴは「科学者は信念なしに仕事を遂行できるのか、科学者は宗教の信者の信念とは異なるものの確信を持った人ではないのか」と問いかけ、さらに知識の成長は人の主観の働きによるものであるとした上で「結果としての客観的知識に向かう前に我々は原因である主観的なものから出発しなければならない」と語っている。⁹

もし科学哲学が再構成された歴史を語ることを目的とせず科学の実態に即した科学の方法論の確立を目的にするならば、マスグレイヴの主張はこの目的に適っているように思われる。¹⁰ミラーの主張は誤りというわけではないが、科学の活動の実態には合わないと思われる。

最後に、7月に開催されたミラーの講演に関連したコメントを一言付け加えておく。ミラーは科学と技術をはっきりと区分けしているが、例えば原子爆弾や原子力発電といった原子エネルギーの技術的な開発に従事してきた人々の多くは科学者ではないか、という素朴な疑問である。ここでもミラーは事実を単純化しすぎている。事実を再構成しているように思われる。

⁶ Popper, K. *Quantum theory and the schism in physics*, Routledge, 1982.

⁷ Gardner, M. (1971): *Is quantum logic really logic?*

⁸ Heelan, P., "Complementarity, context dependence and quantum logic"

⁹ Musgrave, A. (1974): "The objectivism of Popper's epistemology" in *Philosophy of Karl Popper*.

¹⁰ 世界2と世界3の相互作用をいかに合理的に説明するか、という問題はマスグレイヴに残されている。

主な参考文献

Miller, D. (1994) : *Critical Rationalism*, Open Court.
 Musgrave, A.(1993) : *Commonsense, science and skepticism*, C.U.P.
 Popper, K. (1974): *Philosophy of Karl Popper*, Open Court.
 Catton, Macdonald (ed.) (2004) :*Karl Popper*, Routledge.

最初に申し上げたいのは、何よりも原稿を投稿していただきたいということです。原稿を集めるというよりも、編集者がむりむりひねり出しているところがある今回はありました。重ねてご投稿をお願い申し上げます。

さて、編集はとりあえず 12 月 21 日に終わりましたが、年末にかかりましたので、印刷所の都合もあり、発送は 1 月にずれ込みそうです。

どうぞ、よいお年をお迎えください。

(小河原 誠)



An Introduction of Dr. David Miller

Makoto KOGAWARA

4 July 2009, Keio University

Ladies and Gentlemen!

Today we have the 20th anniversary of our conference. Our society was founded twenty one yeas ago and happily continued to have an annual conference every year except the first foundation year. I think, this is really a kind of miracle. Indeed, Continuation is Power. This popular proverb applies most effectively to our various activities of our society. As a president of Japan Popper Society, I should express my deep gratitude to every member of JPS.

Well, in order to celebrate our 20th anniversary our committee decided last year to invite Professor David Miller, one of the most distinguished disciples of Popper, and his famous collaborator. Professor Miller kindly accepted our invitation. I really appreciate his kindness. He is a very important person in

British Philosophy. He has been a Secretary of the British Logic Colloquium and Chair of the British National Committee for Logic, Methodology and Philosophy of Science.

Professor Miller was an assistant to Karl Popper in the late 1960s and has taught at the university of Warwick, UK since 1969. He accepted Mr. Shoji Koyanagi as a visiting student in early 2000s. He has held appointments at universities in Argentina, Brazil, Colombia and Mexico. He had many lectures, seminars and workshops in many universities in Europe. On various occasions he has made a lot of contributions to the development of philosophy of science. His main papers and lectures are now contained in his two books, *Critical Rationalism: A Restatement and Defence*, Open Court, 1994, and *Out of Error: Further Essays on Critical Rationalism*, Ashgate, 2006. These books show that Professor Miller is a gifted and robust advocate of Popper’s critical rationalism, and he takes on the critics and successfully defeats them, as you know well. Needless to say, these two books constitute a new central focus

of our discussion, of course including the debate with the critics. Once Bryan Magee admitted that Professor Miller clearly understands the radically innovative nature of Popper's philosophy and develops it further than Popper had. I think this is a fair estimation.

I can never omit to mention at least his two famous contributions. In 1974 he showed the failure of Popper's definition of verisimilitude, in his famous paper: "Popper's Qualitative Theory of Verisimilitude", *BJPS* vol. 25. This is now known as Tichý-Miller theorem. In 1983 with Popper he published "A proof of the impossibility of inductive probability", in *Nature*, 1983. This paper was very provocative and surprised many Bayesians. These papers have some technicalities. So I cannot here sum up its contents in a short time, still less before one of its authors.

Well, I think, his exposition and analysis of critical rationalism and its critics are very lucid and are fully supported by his surprisingly deep-reading in every sphere. His argument is very sharp, and his style is elegant. Just now I used the word "elegant". On this point I would like to make a short comment. To tell the truth, I cannot appreciate his elegant style because English is not my mother tongue. But I can imagine that natives can fully appreciate and enjoy his expressions, vocabulary and style. This means difficulties for foreigners, especially for interpreters and translators, so I petitioned him to speak plain English, though I realized that my petition is indeed very rude. But Natsuka reported me that his presentations in Kyoto university had big successes. I guess he is also an able and

talented speaker. I believe all of us are able to participate in the new core of critical rationalism through his splendid guide.

It is now time to end my speech and to listen to Professor Miller's lecture. Thank you.

批判的合理主義研究 (通巻 2 号)
2009 年 12 月発行
本誌は、『ポパーレター』(1989～2008,
通巻 38 号)を改題し、継承したものです。

発行人 小河原 誠
編集・発行 日本ポパー哲学研究会事務局機関紙
編集部
〒228-8555 相模原市北里 1-15-1
北里大学一般教育部(小河原研究室)
TEL. 042-778-9047
Fax. 042-778-9233
Email: kogawara79@hotmail.com

入退会・名簿変更、会費徴収・会計管理に関しては、「日本ポパー哲学研究会事務局組織・会計部」
にお願いいたします。

〒162-8473 東京都新宿区市谷本村町
42-8 中央大学大学院国際会計研究科
冨塚研究室
TEL . 03-5368-3681
Fax. 03-5368-3515
Email:
h00370@usagi.tamacc.chuo-u.ac.jp