

科学基礎論学会

秋の研究例会 2004・発表要旨集

■日時：2004年11月27日(土) 9:50～17:00

■会場：慶應義塾大学三田キャンパス東館8階ホール

講演プログラム

1	9:50~10:20	鈴木 聡 駒澤大学文学部非常勤講師	像化によって表現される不整合であるが合理的な信念変化について
2	10:20~10:50	水本正晴 都立大学・学術振興会	Vann McGee の Modus Ponens に対する反例の分析
3	10:50~11:20	青山拓央 千葉大学	動的時制記法
4	11:20~11:50	神山和好 茨城工業高等専門学校	意味は直覚されるか
	12:00~13:30	昼休み / 理事・編集委員会	
5	13:40~14:10	森元良太 慶應義塾大学	情報理論と自然選択
6	14:10~14:40	東 克明 都立大学・学術振興会	共通原因の原理とベルの不等式
7	14:40~15:10	佐藤正典 本多電子株式会社	量子論・相対論と干渉
	15:10~15:30	休憩	
8	15:30~16:00	内山 智 北星学園大学短期大学部	Bell の不等式を破る局所的な模型
9	16:00~16:30	渋谷仙吉 山形大学	対話的観測と観測過程の考察
10	16:30~17:00	田中恵子 Molecule-design.Net	時空間に色は存在すると仮定される

像化によって表現される 不整合であるが合理的な信念変化について

鈴木 聡 (Satoru SUZUKI)

駒澤大学文学部非常勤講師

ベイズ主義は《(B1) 任意の整合的な(consistent) 信念状態は確率関数によって表現される》および《(B2) 任意の整合的な信念変化は条件付け(conditionalization) によって表現される》という2つの原則を持つ。(B1)を正当化すると考えられる議論のうちで最も代表的なものはダッチ・ブック定理であり、(B2)を正当化すると考えられる議論のうちで最も代表的なものはTellerが初めて論じた条件付けに対するダッチ・ブック定理(DBTC)である。事前信念状態を表現する BEL_0 から事後信念状態を表現する BEL_1 への信念変化の整合性を

(定義1) 可能世界全体の集合 W の分割 $\{A_i\}_{i=1}^n$ が与えられているとき、主体 a, b が、時刻 t_0 および t_0 より後の時刻 t_1 において、賭けに参加するとき、 t_1 において $A_j \in \{A_i\}_{i=1}^n$ が成り立っても成り立たなくても a が賭けに勝つことができないとき、 BEL_0 から BEL_1 への信念変化は整合的であると言われ、 a が賭けに勝つことができるとき、この信念変化は不整合であると言われ、また、 a は b に対してダッチ・ブックをなしたと言われる。

と定義すれば、DBTCを次のように表現できる。

(DBTC) W の分割 $\{A_i\}_{i=1}^n$ が与えられたとき、 BEL_0 から BEL_1 への信念変化が整合であるならば、この信念変化は条件付けによって表現される。

任意の整合的な信念変化が条件付けによって表現されることを(DBTC)が保証するわけだが、では、《信念変化に基づく命題の事後確率を1とする任意の合理的な(rational)信念変化は条件付けによって表現されるのだろうか、もし表現されないとしたら、不整合であるが合理的な信念変化を表現する確率論的な方法は存在するのだろうか?》という問いに明確な答えを与えることが本発表の目的である。そのために、まず、KatsunoとMendelzonが提示した次の問題を見よう。

(問題*) ある特定の部屋にテーブルと本と雑誌とがある。現在あなたは、《本がテーブルの上にある》—この命題を B とする—または《雑誌がテーブルの上にある》—この命題を M とする—のどちらか一方のみが成り立っており、本と雑誌の両方がテーブルの上にあったり、なかったりすることはないと知っているとする。このとき、あなたはロボットに、《本がテーブルの上でない場合、本をテーブルの上に置き、本がテーブルの上にある場合、そのまま戻ってきなさい》

と命令し、実行させる。ロボットが命令を実行した後は、テーブルの上に本が必ずあることになる。その結果、あなたは B を受容する。ロボットが命令を実行した後に、 M^C をあなたが信じる信念の度合はいくらか。

ロボットに命令を実行させる前のあなたの信念状態を BEL_0 によって表現し、命令を実行させた後のあなたの信念状態を BEL_1 によって表現しよう。本と雑誌の両方がテーブルの上にあることはないから、 $BEL_0(B \cap M) = 0$ が成り立つので、 $BEL_0(B) = BEL_0(B \cap M) + BEL_0(B \cap M^C) = BEL_0(B \cap M^C)$ が成り立つ。 BEL_0 から BEL_1 への信念変化が B に基づく条件付けによって表現されるとすれば、 $BEL_1(M^C) = BEL_0(M^C|B) = \frac{BEL_0(B \cap M^C)}{BEL_0(B)} = \frac{BEL_0(B)}{BEL_0(B)} = 1$ が成り立つ。よって、あなたは M^C を確実であると見なさなければならない。しかし、 B を受容したとき、あなたは、 M と M^C とを同じ度合で信じているはずだから、 M^C を確実であるとは見なさないだろう。したがって、この信念変化は条件付けによって表現されない。このとき、(DBTC) を前提すれば、この信念変化は不整合であることになる。では、このような信念変化は不合理であるのだろうか。不合理であると見なす積極的な理由は何も見当たらないので、この信念変化は**不整合であるけれども、合理的である**と言えよう。では、このようなタイプの信念変化を表現する確率的な方法はあるのだろうか。その方法はある。それは Lewis が提示した**像化(imaging)**である。 A が成り

立つ w' に最も類似する可能世界を w'_A とするとき、 $f_{w'_A}(w) = \begin{cases} 1 & \text{if } w = w'_A \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$ とする。

これを用いて像化を次のように定義する。

(定義 2) 事前確率関数 P_0 から事後確率関数 P_1 が A に基づく像化によって生じるのは、

$$P_1(B) = \sum_{w \in B} \sum_{w' \in W} (f_{w'_A}(w) \cdot P_0(\{w'\}))$$

が成り立つときかつそのときのみである。

(問題 *) に戻ろう。 $W = \{w^1, w^2, w^3, w^4\}$ とする。ただし、 w^1, w^2, w^3, w^4 はそれぞれ $B \cap M, B \cap M^C, B^C \cap M, B^C \cap M^C$ が成り立つ世界である。(問題 *) の条件により、 $BEL_0(\{w^1\}) = BEL_0(\{w^4\}) = 0, BEL_0(\{w^2\}) = BEL_0(\{w^3\}) = \frac{1}{2}$ である。また、 $w_B^1 = w_B^3 = w^1, w_B^2 = w_B^4 = w^2$ と考えてよいだろう。このとき、 $BEL_1(\{w^2\}) = BEL_0(\{w^2\}) + BEL_0(\{w^4\}) = \frac{1}{2}, BEL_1(w^4) = 0$ が成り立つ。このとき、 $BEL_1(M^C) = \sum_{w \in M^C} BEL_1(\{w\}) = BEL_1(\{w^2\}) + BEL_1(\{w^4\}) = \frac{1}{2}$ が成り立つ。同様に、 $BEL_1(M) = \frac{1}{2}$ が成り立つ。 B を受容したとき、あなたは M と M^C とを同じ度合で信じているはずだから、これらは望ましい結果である。 A に基づく条件付けと A に基づく像化とは、 $P_1(A) = 1$

とするという性質を共有するが、トリヴィアルな場合を除いて異なる P_1 を生み出す。確かに、任意の整合的な信念変化は条件付けによって表現されるが、しかし、任意の合理的な信念変化が条件付けによって表現されるわけではない。条件付けによっては表現されない、不整合であるが合理的な或るタイプの信念変化が像化によって表現される。

Vann McGee の Modus Ponens に対する反例の分析

水本正晴 (Masaharu MIZUMOTO)

都立大学・学術振興会

1985年にVann McGeeがmodus ponensに対する反例を提出して以来、いくつかの批判的応答がなされてきたが、また逆にそれを擁護する議論もあり、論争は続いているようである。

彼の提出した反例とそれを巡る議論は、条件文の分析、(反)心理主義の妥当性、合理性の捉え方、延いては論理とは何か、といった諸問題への興味深い含意を持つが、ここではまずMcGeeの反例とそれからmodus ponensを救おうとする議論を概観し、後者が完全に納得のいくものでないことを確認する。次に、私自身の単純な応答を提出し、それがMcGeeの反例に対しては一応の解決となっていることを見る。だがさらに、McGeeの反例の一般的構造を分析することを通し、別の反例を構成すれば、それさえもmodus ponensを救うことにはならないことを示す。

結論として、(1) 無制限なmodus ponensの適用は、直観に反する帰結を避けることができず、その限りでmodus ponensは一般には妥当でない、(2) modus ponensには「自然な」適用があり、むしろその条件を与えることの出来る理論が必要である、(3) その理論は信念変化の理論として形式化できるはずであり、modus ponensの反例はそれに対する興味深い制約を与えるものとして理解できる、などが示唆される。

An Analysis of Vann McGee's Counterexample to Modus Ponens

1. McGee's Counterexample to Modus Ponens

Before the 1980 presidential election, the Republican candidate Ronald Reagan was ahead of the Democrat Jimmy Carter, according to opinion polls. But there was also a Republican candidate, John Anderson, who was a distant third. Given this information, it was reasonable to believe, at that time, the following premises:

- (1) If a Republican wins the election, then if it's not Reagan who wins it will be Anderson,
and

(2) A Republican will win the election.

However, given what was known about Anderson, at that time it was not reasonable to believe the following, which is the conclusion given (1) and (2) *and modus ponens*:

(3) If it's not Reagan who wins, it will be Anderson.

This is because people rather believe that in that case Carter will win.

This is what Vann McGee presented as a counterexample to modus ponens, in his (1985). Intuitively, this seems a strong case against modus ponens, since if applied to true premises (1) and (2), it will give us a false conclusion, (3), or at least it seems so. McGee however also presents an *argument* that shows that modus ponens should be rejected after all. It is done through his proof that given the law of exportation¹ and modus ponens, any conditional not stronger than strict implication (in the sense that for a conditional “ \Leftrightarrow ”, it holds that if $\{\phi\} \vdash \psi$, then $\vdash \phi \Leftrightarrow \psi$) will be shown to be logically indistinguishable from the material conditional. The argument can be reformulated as follows:

- (i) The law of exportation (and its converse, the law of importation too) holds for indicative conditionals (and even subjunctive conditionals). (Assumption)
- (ii) If the law of exportation and modus ponens are both correct, then the indicative conditional would be reduced to the material conditional. (McGee's formal proof)
- (iii) The indicative conditional is different from (is stronger than) the material conditional. (Assumption) Therefore,
- (iv) Modus ponens is not correct. (From (i), (ii), (iii))

But note that, the force of this argument still depends on our intuition that (1), (2), and (3) above does indeed constitute a counterexample to modus ponens.

2. Some Replies

Several attempts have been made to save modus ponens from McGee's counterexample, which can be summarized as follows:

¹The law of exportation is a rule that sanctions the derivation of a conditional of the form $\vdash \text{If } \phi, \text{ then } \psi$, then $\chi \vdash$ from one of the form $\vdash \text{If } \phi \text{ and } \psi, \text{ then } \chi$.

- (a) To deny (i). Stalnaker’s theory of subjunctive conditionals does not satisfy the law of exportation, and McGee indeed criticizes Stalnaker’s theory on this ground. However, Stalnaker can take McGee’s conclusion as a *reductio* and argue that therefore the law of exportation is a dubious principle for both indicative and subjunctive conditionals. Katz (1999) explicitly argues that the law of exportation does not hold for the indicative conditional.
- (b) To deny (iii). The idea that the indicative conditional and the material conditional are equivalent each other is usually called the “equivalence thesis.” Those who advocate this thesis, like Jackson, would rather take McGee’s argument as a good argument *for* the equivalence thesis.
- (c) To deny that (3) is false. Lowe (1987) does not reduce the indicative conditional in general to the material conditional, but argues that the consequent of (1), or the conditional (3), should be analyzed truth-functionally, and therefore (3) should be seen as true, since it has a false antecedent.
- (d) The Dartmouth Objection. This is to deny the relevance of McGee’s example to any logical principles. According to it, McGee’s example shows only that premises are *believed* to be true while the conclusion is not so *believed*. This might be a counterexample to the rationality of human belief change, but it is merely an epistemological fact, not the logical fact about the validity of logical principle.

I will review each of these objections briefly, and conclude that they are not really successful.

3. A Simple Reply to McGee’s Example

My own reply to McGee’s particular counterexample is rather simple. Even though, given the opinion poll, it is plausible to think that (1) and (2) and both true, we do not in fact believe (2) in the strict sense that a Republican will *determinately* win the election. Our belief in (2) is merely probabilistic, and the possibility of a Democrat, namely, Carter, winning the election is still alive. That is why we do not believe that if it’s not Reagan who wins, it will be Anderson. Carter will. On the other hand, for those who believe (2) in this strict sense, the possibility of Carter winning is thereby eliminated, and in that case there is nothing unreasonable to believe (3). Rather, (3) ought to be believed if one believes (1) and (2) in the strict sense.

I will also argue that the similar confusion between strict and non-strict sense of belief is also behind what is known as the lottery paradox.

4. How to Construct Counterexamples to Modus Ponens: An Analysis of McGee's Example

Actually, McGee presented three examples against modus ponens in his original paper, but the other two are not really convincing. I will examine what makes the election example particularly successful as a counterexample to modus ponens, and based on this observation, construct another counterexample to modus ponens.

5. A Further Difficulty and Its Implication

It will turn out, however, that my own counterexample to modus ponens eludes my own simple reply to McGee's example. The upshot of this fact may be understood that just as any other rule of inference, modus ponens is also context-dependent. If the use of logic itself is context-dependent, then this might not be a serious problem for logic *per se*. This poses a serious problem, however, to the theory of belief change, if it is expected to provide a background for any logic or theory that is deductively (with modus ponens, of course) closed. I will specify what kind of constraint this example gives to any plausible theory of belief change.

動的時制記法

青山拓央 (Takuo AOYAMA)

千葉大学

時間的な動性を表す二つの原始的概念を採用する。「 Le 」は出来事 e が leaving であることを表す。一方「 Ce 」は出来事 e が coming であることを表す。すると一般的な時制記法「 Pe 」「 Ne 」「 Fe 」(出来事 e が過去 [past] である/現在 [now] である/未来 [future] である) は、(1) のように定義される。このとき、 $\neg(Le \wedge \neg Le), \neg(Ce \wedge \neg Ce)$ であるから、 Pe, Ne, Fe は相互排他性をもつ。

$$(1) Pe \Leftrightarrow Le \wedge \neg Ce, Ne \Leftrightarrow Le \wedge Ce, Fe \Leftrightarrow \neg Le \wedge Ce$$

$$(2) Pe \rightarrow \neg(Ne \vee Fe), Ne \rightarrow \neg(Pe \vee Fe), Fe \rightarrow \neg(Pe \vee Ne)$$

LC 記法はPNF 記法に比べ、直観的に理解しがたいとの批判があるだろう。日常言語への翻訳が困難であるという点で、私はその批判を認める。だが P, N, F の翻訳としての「過去」「現在」「未来」の区別は、本当に自明なものなのだろうか。これら三つの時制の区別は、「想起」「知覚」「予期」の違いに直接対応するものではないし、そもそも「現在」という特殊な時点とその動性に関しては、定まった解釈は得られていない。

一方、LC 記法がPNF 記法に比べ、勝る点は以下の通りである。

- LC 記法はPNF 記法と異なり、「過去」「現在」「未来」の相互排他性を追加規則として定義する必要がない。さらに三つの時制間の推移を「なる (become)」という新たな述語で説明する必要もない。
- 現在の動的な性格を捉えるとともに、現在の幅をどう扱うかという古くからの問いに、柔軟な返答を可能にする。すなわちこの定義において、 Ne は特定の瞬間的時点にのみ成立する必要はない。
- 様相概念のアナロジーとして時制の移行を理解するとき、なぜ単一の時点のみを現在 (現実) として把握するわれわれが、時間の流れ (現実性の移行) を認識できるのかという問いを回避できる。
- ゼノンやマクタガートのパラドックスの価値を、より正確に見積もることができる。とりわけ、マクタガートの議論をめぐるA/B論者の対立を、時間の動性と固定性以外の対立として扱う余地が生まれる。

LC 記法を採用したとき、一般的な時間概念はどのように表現されるのか。

出来事 e_1 から出来事 e_2 への推移を次のように定義し、「現実的推移」と呼ぶことにしよう。

(3) There is an actual passage from e_1 to e_2 . $\Leftrightarrow (L_{e_1} \wedge C_{e_2}) \& (e_1 \neq e_2)$

e_1 から e_2 への現実的推移と、 e_2 から e_1 への現実的推移がともに成立する事態を、同時性判断のもっとも原初的な場面とみなす。ここで把握される同時性を「現実的同時性」と呼ぶことにする。このとき e_1 と e_2 の同時性は、 Ne と同様、瞬間的時点においてのみ成立する必要がなく、時間の動性を保持している。

(4) e_1 is actual simultaneous with e_2 . $\Leftrightarrow (L_{e_1} \wedge C_{e_2} \wedge L_{e_2} \wedge C_{e_1}) \& (e_1 \neq e_2)$

なぜこれらの述語には「現実的」という修飾が与えられているのか。それは (3), (4) の可能的成立が、無時制的な「先後」や「同時性」にあたるものとみなせるからだ（ただしここでは個々の時点が、個別の可能世界として理解されている）。すなわち「先後」や「同時性」は、静的な概念としてではなく、可能的な動性として理解されることになる。

(3') e_1 is earlier than e_2 . $\Leftrightarrow \Diamond (L_{e_1} \wedge C_{e_2}) \& (e_1 \neq e_2)$

(4') e_1 is simultaneous with e_2 . $\Leftrightarrow \Diamond (L_{e_1} \wedge C_{e_2} \wedge L_{e_2} \wedge C_{e_1}) \& (e_1 \neq e_2)$

同様に対象の変化については、次の定義が可能である。

(5) An object x has an actual change from e_1 to e_2 . $\Leftrightarrow (L_{e_1} \wedge C_{e_2}) \& (e_1 \neq e_2) \& \text{both } e_1 \text{ and } e_2 \text{ contain } x$.

(5') An object x has (had / will have) a change from e_1 to e_2 . $\Leftrightarrow \Diamond (L_{e_1} \wedge C_{e_2}) \& (e_1 \neq e_2) \& \text{both } e_1 \text{ and } e_2 \text{ contain } x$.

以上の議論を受け入れるとき、意外にも高い整合性を得るのは次のような見解である。「時間が流れるのは、個別の現実的推移においてであり、異なる現実的推移の間の『現実性の移行』においてではない」。この見解は、D・ルイス型の「可能主義」と調和し、時間の動性を保持しつつも特権的な現在を消去する（下図における動的B論）。

この見解への反論は二つに分かれる。S・クリプキ型の「現実主義」は、「この今」だけが現在として特権的な位置を占めるという、独「今」論的立場へと連なる。一方、現在の特権性を保持しつつ、その動性を守ろうとする論者は、「現在性（現実性）」の推移について何事かを述べねばならないが、それは一般的な様相の語法を逸脱するものとなるだろう。

	現実主義	可能主義	様相からの逸脱
LC記法	動的独今論	動的B論	推移の二重化
PNF記法	静的独今論	静的B論	A論（時制の二重化）

こうして、いわゆるA論者とB論者の対立は、LC記法とPNF記法、および、可能主義と現実主義との組み合わせを用いて、より精密なカタチで表現される。これまでの議論の不十分さは、静的B論のみをB論として、A論と対立させてきた点にある。またマクタガートの語るA系列の悪循環は、様相からの逸脱における、推移や時制の二重化として解することができるだろう。

意味は直覚されるか

神山和好 (Kazuyoshi KAMIYAMA)

茨城工業高等専門学校

はじめに

『哲学探求』(Wittgenstein, 1953) 解釈について鋭く対立しながら、クリスピーンライト (Wright, 1984) とマッギン (McGinn, 1984) は、クリプキ (Kripke, 1982) の「規則遵守のパラドクス」(*the rule-following paradox*) についてはほぼ同じ応答を表明している。それは、(弱い主張としては)「規則遵守の問題は構成的問題としては非還元論的分析が十分な解答を与える。また認識論的問題としては、直覚説(意味は直覚される)が十分な解答であるか、もしくはそれは伝統的な帰納の問題と同じ問題である」というものである。また、(強い主張としては)「規則遵守の問題は構成的問題としては非還元論的分析が十分な解答を与える。また認識論的問題としては、直覚説が十分な解答を与える」というものである。私は、弱い主張に異存はないが、強い主張には異論がある。以下、直覚説は必ずしも適切ではなく、「規則遵守の問題は、認識論的問題としては伝統的な帰納の問題と異なるものではない」ことを述べる。

1. パラドクス

意味帰属文たとえば「私は「+」により加法を意味する」という文は命題をあらわしているのであろうか。それは命題をあらわしていない。「加法を意味する」に対応する事実を、私の過去の行動のうちにもまた意識内にも、また「傾向性」といった間接的事実のなかにも見出せないからである。意味帰属文に真偽を帰すことはできない。

「私は「+」により加法を意味する」が真であると言えないとすると、たとえば $57 + 68$ の正解が 125 であると言えない。なぜなら、その「+」は加法を表していると言えないからである。それはたとえば、57 より小さい数同士の場合ふつうのプラスと一致し、そうでない場合 5 を答えとする「クワス算」かもしれない。ここから、私は加法という規則に従うことができない、という結論が導かれる。「+」のみならず他の語についても同じことが言えるから、一般に「私は規則に従うことができない」。

ここで問題になっている懐疑論者の挑戦をクリプキは次のように要約している。

- (1) 私がプラスを意味しているという事実は存在するか？

(2) 私がプラスを意味しているという事を確信する理由を私はもっているか？

(1) は「構成的問題」または「形而上学的問題」、(2) は「認識論的問題」と呼ばれる。

2. 懐疑的解決

クリプキが (1), (2) についてウィトゲンシュタインに帰す応答は次の解答の組である。

(1)' そのような事実は存在しない。したがって、意味付与文は事実を表現していない。

(2)' そのような理由を私はもっていない。

この応答のもとでは、意味付与文は客観性を欠いたでまかせとなるのではないかという危惧が生ずる。しかし、そうはならない。たしかに意味付与文については真偽を言えないが、どのようなとき主張可能で、どのようなときそうでないか、を判定する基準はある。共同体が与える規準である。すなわち、

(3) 共同体が意味付与文の主張可能／不可能の基準を与える。

この主張をクリプキはウィゲンシュタインに帰し、それを「懐疑的解決」と呼ぶ。

3. 「ストレートな解決」の中で最も自明なもの (ライト, マッギン)

懐疑論者の議論は間違っている、したがって「私は「+」により加法を意味することはできない」という結論は正しくはない、と主張するのが、問題の「ストレートな解決」と呼ばれるものである。「ストレートな解決」の中で最も自明なものは、ライト (Wright, 1984) マッギン (McGinn, 1984) らによる次の応答である。

(1)" 意味付与文に対応する事実は存在する。「私は「+」で加法を意味している」というのがその事実である。

(2)" そのような理由を私はもっている。それは、たしかに「+」により加法を意味しているという私の直観 (または、加法を意味してきたという記憶 - マッギン) である。

ウィトゲンシュタインが何を言っていたかについて鋭く対立するかのように見えるにもかかわらず、規則遵守の問題に対するライトとマッギンのアプローチはほぼ同一である。かれらのクリプキ批判は次のものである：クリプキの議論は、

- (4) 意味帰属文は「非意味論的事実」により真理条件が与えられ (還元主義), かつ
 - (5) それはその事実を基礎に推論を用いて正当化される (推論主義, 基礎付け主義)
- という暗黙の前提を置いていて, それを受け入れるように強制される。しかし,
- (6) 還元主義は間違っている。かつ
 - (7) 推論説も間違っている。意味は直覚される (直覚説)。

私の考えでは, (6) は正しいが, (7) は必ずしもそうではない。ライト (Wright, 1984, Sec.3), マッギン (McGinn, 邦訳, 第4章) は (濃淡の多少の違いはあるものの) 直覚説が正しくない場合, クリプキの提起した認識論的問題は伝統的な帰納の問題 (グッドマンの「帰納の新しい謎」) と同じものであると指摘している。つまり, 「直覚説が正しいか, もしくは問題は新しいか」と述べている。私も, この主張に同意する。すなわち, 直覚説を採らない限り, つまり意義の非決定性を認める限り, 問題は帰納の問題である。

ところで直覚説は妥当であろうか。われわれは加法, 赤を直覚できるだろうか? 病的なクワス算の可能性を端的に排除できるであろうか? もちろん, われわれはそれらを直覚できる。しかし, それは訓練を通してではないだろうか? そのプロセスで経験的確認を受けているのではないか。「ことばの意義をわれわれは直覚できる」という言明は経験的に保障されているにすぎないのではないか。特定の語に習熟して人が意義を直覚できるというのは, 結局経験的事実であろう。つまり, 「直覚」は経験的支えがあってはじめて可能となる。直覚の概念自身経験的支持の概念を含んでいる。感覚の理論依存性同様, 直覚もそれ自身で成立すると考えるより, 様々な経験的命題により支えられる, と考えたほうが自然である (Chomsky, 1986, Chap.4 参照)。

4. 帰納の問題への還元

ライトが暗に指摘し, マッギン (邦訳, p.245) がはっきりと指摘しているように, 規則遵守の問題はクリプキが自ら述べるほど新しいものではない。規則遵守の問題の (正当化の問題としての) 問題性は, 帰納の問題のそれに由来している。帰納は正当化できないという暗黙の前提が, 規則遵守の問題の問題性を生んでいる。

参考文献

- [1] Chomsky, N. (1986): *Knowledge of Language*, Prager.

- [2] Kripke, S. A. (1982): *Wittgenstein on Rules and Private Language – An Elementary Exposition*, Basil Blackwell.
- [3] McGinn, C. (1984): *Wittgenstein on Meaning: An Interpretation and Evaluation*, Basil Blackwell. (コリン・マッギン (植木他訳) 『ウィトゲンシュタインの言語論 – クリプキに抗して』 勁草書房, 1990年)
- [4] Wittgenstein, L. (1953): *Philosophische Untersuchungen*, Basil Blackwell. Wright, C. (1984): “Kripke’s Account of the Argument against Private Language,” *Journal of Philosophy* **81**(12), 759-78.

情報理論と自然選択

森元良太 (Ryota MORIMOTO)

慶應義塾大学文学研究科

現代の進化論において確率概念は不可欠である。この確率概念を巡り十年程前から生物学の哲学で活発な議論が続いている。これは、ダーウィンが決定論的なニュートン力学を参考に進化論を考案したにも関わらず、総合説では確率概念が用いられていることに起因する。これが「進化論における確率概念の根源」と呼ばれる問題で、なぜ進化論に確率概念が用いられるのか、そしてその確率概念はどのように解釈できるのかが議論されてきた。本発表では、自然選択モデルに注目し、これを情報理論的な枠組みの中に置くことによって、新しい解答を与えることを目的とする。

自然選択と情報理論を比較する前に、現在までの論争を概観する。論争の常で、二つのグループに大別できる。一方は、Rosenberg, Graves, Horan によるもので、進化論は巨視的な生物を対象とし、それはニュートン力学にしたがうので、進化現象は決定論的であると主張する。そして、進化現象が決定論的であるにも関わらず、それを表わす理論に確率概念を用いるのは、われわれが進化現象についての知識を十分に備えていない、つまりわれわれの無知のためであると主張する。これは、進化論の確率概念をラプラス的な古典的無知として解釈することである。他方は、Brandon と Carson によるもので、進化現象は量子力学により表されることがあり、それは量子力学によると非決定論的であるので、一般的な進化現象にも非決定論が「にじみ出ている」と考える。この場合の確率概念は非決定論的な進化現象を表わしていると主張し、確率概念を实在論的に解釈する。これは、進化の確率的な現象に対する科学实在論的主張と考えることもできる。

本発表では、Rosenberg と Brandon らに対し、二つの批判をおこなう。一つ目の批判は、彼らの論拠としているニュートン力学と量子力学はいずれも多くの粒子だけでなく、一つの粒子も対象としているのに対し、進化論は生物集団だけを対象としており、理論の扱う対象が異なるというものである。進化が生じるには有利・不利という個体間の差が必要であり、この個体差は個体の特徴ではなく、集団内の差異の特徴である。Mayr はこれを「集団的思考」と呼んでいる。したがって、Rosenberg や Brandon らのように、ニュートン力学や量子力学をもとに進化論を論じても、その確率概念の根源の理解にはつながらないのである。二つ目の批判は、Rosenberg と Brandon らは進化論の個別な理論を検討していない、というものである。彼らはいずれも、進化論の個別な理論を詳細に検討することなしに、ニュートン力学や量子力学といった進化論とは別の理論について論じ、進化論の確率概念に対する一般的な結論を導出している。これは、物理学における確率概念を、量子力学や統計力学、ニュートン力学を考慮せずに論じるようなものである。進化論には自然選択や遺伝的浮動、突然変異といった複数の要因それぞれについての理論があり、さらに自然選択の中にも複数

のモデルがある。このような個別のモデルを検討せず、進化論を一般的に論じるのみでは、進化論での確率概念を正確に理解できるとは考えられない。

以上の批判を踏まえ、本発表では進化論の中でも最も主要なモデルの一つである Fisher の自然選択の定理に注目し、これと情報の集まりを確率的に扱う情報理論を比較する。Fisher の自然選択の定理とは、「平均適応度の増加率が集団内の遺伝子頻度の分散と等しい」ことを述べている。つまり、生物が多様であると平均適応度が増加するということである。木村資生は Fisher の自然選択の定理を進展させ、「自然選択の最大原理」と呼ばれる原理を導入した。自然選択の最大原理とは、「平均適応度の存在と全確率の和が1であるという条件のもとで、ラグランジュ未定乗数法を用い、平均適応度増加が最大である時の遺伝子の頻度変化を導出する方法」である。本発表では、木村と同じ条件のもと、ラグランジュ未定乗数法を用い、平均適応度増加が最大時の遺伝子頻度を導出する。これはまさに、情報理論での「最大エントロピー原理」と同じ手法である。情報理論における最大エントロピー原理とは、「ある値の平均値（例えば誤った情報が送られる平均回数）の存在と全確率の総和が1であるという条件のもと、エントロピーが最大である時の確率分布を求める手法」であり、Jaynes が統計力学を形式的に展開するために導入したものである。統計力学では、ある値の平均値として温度が対応するが、Jaynes によると統計力学を情報理論の一部と見なすことで、エルゴード性などといった議論の余地のある概念を導入することなく、最大エントロピー原理を用いることにより平衡状態の気体粒子の分布を計算できる。また、最大エントロピー原理は、与えられた情報を最大限に活用することにより確率を計算するという点で、合理的に信念更新することにより事前確率から事後確率を計算する、ベイズの定理と同じ手法である。

以上より、本発表では(1)自然選択の定理は情報理論の一部とみなしうること、(2)自然選択の定理における確率概念がベイズ主義的に解釈できることを結論とする。結論(1)は、自然選択の最大原理が与えられた情報を最大限に活用するという点で、情報理論の最大エントロピー原理と同じ手法であることを論拠とし、結論(2)はこの点がベイズ主義の合理的な信念更新に対応することを論拠とする。この結論は、自然選択の定理が背後にある因果的仕組みを考慮する必要がなく、適切な説明や予測だけを目標とするモデルであることを含意している。このことは、適応度という付随的な概念が非因果的であるにもかかわらず、集団遺伝学のモデルを作る際の基礎となっていることを説明してくれる。また、自然選択による説明が非因果的であることを消極的と捉える必要はなく、与えられた情報を最大限に活用するという、ベイズ主義的観点から積極的に捉えることができる。さらにゲーム理論、決定理論との結びつきが明瞭になり、進化論の基本的対象が情報であるというテーゼが分子生物学以外の領域でも成立可能であることを示してくれる。

共通原因の原理とベルの不等式

東 克明 (Katsuaki HIGASHI)

日本学術振興会特別研究員

二つの事象間に相関があったとき、どのような事象を、その相関の共通原因とみなしうるのだろうか。Reichenbach は、*The Direction of Time* において、相関の共通原因とみなしうる事象がみたすべき諸条件を定式化した。以下ではそれを「共通原因の原理」とよぶ。それらの諸条件のうち、最もよく知られており、かつ重要なものを一つだけあげておくと、それは、二つの事象 A, B に (正の) 相関があるとき、すなわち、 $P(A \wedge B) > P(A)P(B)$ であるとき、共通原因と目される事象は $P(A \wedge B|C) = P(A|C)P(B|C)$ をみたさなければならない、というものである。要するに、相関の共通原因である事象は、その事象と相対的には、相関をもつ二つの事象を統計的に独立にする、ということである。

では、量子力学における非局所的相関 (以下、EPR 相関) には、共通原因の原理をみたす事象は存在しうるのだろうか。この問いを言い換えると、次のようになる。

EPR 相関が生じる諸事象からなる確率空間を、共通原因の原理をみたす事象を含む確率空間へと拡張できるのか？

この問いに、否定的に答えることが、直ちに出来ると思われるかもしれない。なぜなら、例えばクラウザー・ホーン型の不等式にでてくる 4 つの事象に対し、量子力学が与える統計を、古典確率空間上で再現することは出来ない、という主旨の、いくつかの定理が、すでに存在するからである。(例えば、I. Pitowsky(1990), *Quantum Probability ? Quantum Logic*, Springer 等。) そこで、共通原因の原理をみたす事象が存在するのか、否か、を問う以前に、すでに、量子力学的統計を再現する古典確率空間は存在しない、ということが帰結するようになると思われるかもしれない。しかし、Pitowsky の定理をはじめとする、それに類似した定理があてはまらない、量子力学的統計を再現する、やや変則的な古典確率空間が存在する。私が知る限り、それは van Fraassen によって最初に与えられ、Szabo が発展させたものである。そこで、その確率空間を用いて議論をすすめる。その確率空間を一言で言えば、量子力学的確率を、測定の設定 (何を測定するのか) に条件付けられた、条件付確率としてみる、アプローチである。

では、そのような確率空間において、EPR 相関の共通原因は存在するのだろうか。一般に受け入れられている考えは、次のようである。

EPR 相関と共通原因の原理は両立しない。なぜなら、共通原因の原理と、自然と思われる非局所性の仮定のもとで、ベルの不等式が導出され、それは量子力学の予測と相容れないからである。

だが、Szabo や Redei が指摘するように、共通原因の原理は、そもそも、各相関それぞれの共通原因を要請する原理なのだが、上述のベルの不等式の導出は、全ての相関に共通の共通原因の存在を仮定している。しかし、共通の共通原因を要請する理由が、直ちにあるわけではない。そこで、本発表では次の問題を扱う。

EPR 相関が生じる諸事象からなる確率空間（2 つ前の段落で述べた確率空間）を、各々の相関ごとの共通原因すべてを含む確率空間へと拡張できるか？

Szabo はこの問いに対し、部分的解答を与えた。それによると、クラウザー・ホーン型の不等式における 4 つの事象に関する、各々の相関の共通原因すべてを含み、かつ自然な局所性条件をみたす（例えば、一方の系に対し何を測定するかに応じて、もう一方の系の測定結果が変わることはない、等の条件をみたす）、「拡張」が存在する。

しかし、その一方で次のことを示すことができる。測定されるスピン成分として、ある特殊な関係にある 6 個の物理量をとると、各々の相関に対するそれぞれの共通原因の存在と、私が課す局所性条件（この条件は Szabo の局所性条件より強い）のもとで、クラウザー・ホーン型の不等式が導出される。よって、私が課す条件の下では、共通原因のみを要請するモデルすら存在しない場合がある、ということになる。

さらに、時間的に余裕があれば、より一般的な条件のもとで、共通原因のみを要請するモデルの非存在を示したいと考えている。従って、今回の発表では、共通原因モデルに対する否定的結果について述べることになるが、私の意図としては、より理に適った局所的共通原因モデルを構成するに当たって、どの条件を採用しうるのかの吟味にある。

量子論・相対論と干渉

佐藤正典 (Masanori SATO)¹

本多電子株式会社²

量子論と相対論は、その成り立ちが全く異なるにも関わらず相性がよい³。ここでは、その理由を考察する。キーワードは干渉である。量子論と相対論は、そのスタートに干渉という実験結果を持っている。特殊相対論の光速度一定⁴が正しいと認められたのは Michelson-Morey の実験による。そこで、Michelson-Morey の干渉実験を 1 光子干渉で考えてみる。Michelson-Morey の実験では個々の光子の到着時間を比べていない。干渉条件が地球の運動によって変化しないことを示したのである。したがって、光子の速さが地球の運動の影響を受けないことが示された結論できない。(すなわち、他の解釈が可能である余地が残っている。)

量子論もその出発点に、例えば Young の 2 重スリットの干渉実験を持っている。量子論の通常解釈では、光は “wave” or “particle” (波または粒子) であるとされている。もう一つの解釈に de Broglie-Bohm picture がある。このポイントを述べれば、光は “wave” and “particle” (波と粒子) である。波は quantum potential と呼ばれ nonlocal である。一方、粒子は local である。粒子 (光子) が波 (quantum potential) に導かれて光速 c で進む [1]。我々は、すでに 2 重スリットの実験について、光子が片方のスリットを通る解釈が可能であることを議論した [2]。量子論と相対論は干渉が原点になっているため、干渉の特長が現れる。このことが両者がよい一致を示す一因になっていると考えられる。

干渉の問題を考えると干渉の伝達速度が問題になる。すなわち、因果律の問題が出てくる。因果律について、ここでは原因が先にあり結果が後にあると定義する。後には同時も含み、光速は考慮しない。時空の座標ではなく絶対空間の考えに戻る。したがって、quantum potential が持つ non-locality は因果律を破るものではない。相対論以来、光速を超える因果律を破ると言われるようになった。このため、non-locality は極端に嫌われている。しかし、最近の量子情報の研究を見てみると、不確定性原理をうまく組み合わせることによって non-locality との折り合いを取ろうと試みられているように見える。すでに我々は因果律に関して、quantum entanglement [3] や delayed-choice experiment [4] による実験を提案してきた。

¹e-mail: msato@honda-el.co.jp

²〒 441-3193 豊橋市大岩町小山塚 20

³量子論と相対論のよい一致を示す例が、エネルギー (ϵ)、運動量 (μ) と光速 (c) の関係を示す式 $\mu = \epsilon/c$ である。

⁴物理法則が慣性系に依らないという相対論の理念、それに伴う Lorentz invariance は、光速度一定および干渉に深く関わっていると考えられる。今後の検討課題としたい。

Bohm 理論による Young の 2 重スリットの干渉パターンの計算では、quantum potential に導かれた光子がスリットから明確な経路を通ってスクリーンに干渉パターンを形成する様子が描き出されている [5]。我々は、Michelson-Morey の干渉実験でもこの quantum potential を用いた解釈が可能であると考え。干渉実験で光子の動き（すなわち干渉パターン）を制御するのは nonlocal な quantum potential である。Nonlocal であることにより、干渉パターンは実験装置の運動方向によらず、光路の幾何学的な距離のみに依存する。光子は quantum potential に導かれて光速で移動し、干渉縞を作ると考える。（光子の到着時刻が 2 つの経路で同じである必要はない。）現時点では、フォトン検出器の時間分解能は、干渉の分解能（波長程度の分解能）より劣っている。しかし、これは原理的なものではなく、技術的な問題であり、いつか解決される。

量子論と相対論は干渉実験をそのスタートに持ち、直感的な解釈では矛盾が生じる。この解釈問題を、量子論は“wave” or “particle” で回避し、相対論では光速度一定の仮定で回避した。

参考文献

- [1] J. S. Bell, "Speakable and unspeakable in quantum mechanics" (Cambridge University Press, Cambridge, 1987).
- [2] M. Sato, "Proposed experiment of local momentum transfer in Young's double slit," quant-ph/0406002.
- [3] M. Sato, "Proposed experiment on the continuity of quantum entanglement," quant-ph/0405155.
- [4] M. Sato, "Proposal of Signaling by Interference Control of Delayed-Choice Experimental Setup," quant-ph/0409059.
- [5] D. Bohm and B. J. Hiley, The undivided universe, (Routledge, London, 1993).

Bellの不等式を破る局所的な模型

内山 智 (Satoshi UCHIYAMA)

北星学園大学短期大学部

スピンの和の一重項状態にあった粒子対が空間的に離れていって、各粒子のスピンの成分が測定されるという EPR-Bohm 思考実験において、隠れた変数を導入する立場で Bell の不等式を導くときに重要となる条件の一つに、調和条件 (matching condition) がある。「測定結果は、測定の直前にオブザーバブルが所有した値に、数値的に等しい」という忠実な測定の原理には従うので、簡単のために、以下では、オブザーバブルが所有した値と言わずに、もっぱら測定結果と言うことにする。粒子のどの方向のスピンの成分を測定するかということが、測定の文脈を定める。粒子対の片方の粒子については同じ方向のスピンの成分の測定をするが、もう一方の粒子について異なる方向のスピンの成分が測定するという二つの実験状況は、異なる測定の文脈にあり、この 2 種類の実験を同時に行うことはできない。同じ方向のスピンの成分を測定する粒子についてのスピンの成分の測定結果は、この二つの文脈の少なくともどちらかについては反事実的な測定結果としなければならないが、それらは一致するというのが、調和条件である。

測定するスピンの成分を変更するために測定装置の設定を変えれば、実在の状態がその影響で変化するということはあり得ることである。そのような変化によって、調和条件が成立しなくなり、量子力学の予測を再現し、すなわち Bell の不等式を破り得るような隠れた変数の理論が可能である。このような隠れた変数の理論は、一見すると、「オブザーバブルのくっきりした値を、装置の遠く部分の設定をかえることによって、他のくっきりした値に変えることはできない」という局所性原理を保持し得ないように思われる。しかし、Redhead が指摘するように、各測定の文脈の n 番目の測定結果は粒子源から放出される二粒子の「隠れた」状態全体に決定主義的に関係しているという“決定主義”を放棄するならば、調和条件が成立しなくても局所性原理は保持され得る。

本発表では、測定装置の設定の変更による実在の状態への影響を考慮した隠れた変数を使った EPR-Bohm 思考実験の数学的模型 (市松模様模型) を構成することで、「オブザーバブルのくっきりした値を、装置の遠く部分の設定を変えることによって、他のくっきりした値に変えることはできない」という局所性原理を満たし、かつ調和条件を破ることで、量子力学の予測を再現することが可能であることを示す。

市松模様模型では、粒子対の各々の粒子のスピンの状態を記述する隠れた変数の空間は円周 S^1 に同相と定義される。スピンの成分という物理量は、この円周 S^1 を二等分して、どちらかの上では $+\hbar/2$ 、残りの部分では $-\hbar/2$ という値をとる関数として定義される。粒子対、すなわち結合系のスピンの状態を記述する隠れた変数の空間は、二つの円周の直積であるので、二次元トーラス T^2 に同相となる。スピンの和の一重項状態に対応する

隠れた変数の確率密度分布は、この二次元トーラスを 4 等分して、ちょうど市松模様になるように二つの部分に一様に分布したものとする。測定器の設定を変更することによる影響は、この市松模様の分布を二次元トーラス内で平行移動した確率密度分布に結果として一致する写像として定義される。二次元トーラスの周期性により、いかなる平行移動も、一方の円周の点の移動を伴わない複数の写像の合成に分解できる。この分解は一意ではないが、その内の一つの分解を測定器の設定変更による影響と定義することで、市松模様模型において局所性原理が保持されることになる。また、市松模様模型は、実験状況がどのように準備されたのかという歴史に依存するという性質を持つ。この性質が、調和条件を破る理由を説明する。この市松模様模型は、Redhead が指摘した意味での“決定主義”には従わないが、非決定的要素はない。測定装置の設定の変更による実在への影響は、面積を保存する隠れた状態空間 T^2 の一対一対応として定義され、その意味で決定主義的である。

隠れた変数によって量子現象に於ける局所的実在を捉えるという試みにとって、市松模様模型は大変示唆に富んでおり、このようなアプローチの現実的な隠れた変数の理論の出現が望まれる。

対話的観測と観測過程の考察

渋谷仙吉 (Senkichi SHIBUYA)

山形大学理学部

1. はじめに

自然科学の研究はこれまで、生きている自然の材料 (ハードウェア) の性質を解明してきましたが、今後は自然の生きている仕組み (ソフトウェア) を明らかにしていく事に力点が置かれつつある。この時にあたり、自然と人間を繋ぐこと (interface) にあたる観測の問題が基本的に重要となる。

ここで観測の問題とは、観測者がどのような対象を、どのような過程で観測するかという問題である。観測対象は観測者の外にある系、観測者を内に含んでいる系、観測者と共存している系に分類され、観測 (方法) もそれぞれに対応して外部観測、内部観測 [1]、それに対話的観測に分類される。今回の目的は、外部観測や内部観測で無視されてきた観測過程を対話的観測の立場からその必要性を考察することである。

2. 観測者、観測対象と観測過程

観測過程 (observational process) は観測者と観測される対象系が結びついて変化し観測者の判断を含む過程 (process) と定義される。相対論を含めた古典物理の観測では、観測者と観測対象は無関係でそれぞれ独存すると仮定されていたので観測過程は形成されなかった [2]。しかし、量子論の観測 [3] において電子に X 線の光子をあてその位置と運動量を測定する事は、例えば舞台が小さくなって一人の役者が小人数のお客を相手にする芝居になると役者が観客の一咳一笑によって影響されるように、観測過程から切り離された観測的对象は厳密には考えられなくなる。

他者との対話によって他者を観察・理解する対話的観測では、量子論の観測と同様に観測者と他者は直接的にしかも相互に影響しあうので観測過程の考察が重要になってくる。

3. 観測時空スケール変化と観測過程

古典物理の観測ではカメラで対象を高速度シャッタースピードで撮るように瞬間的に観測データが取られ、観測時間はゼロに近似されて観測過程は無視されていた。観測時間が短

い事は観測時間を止め (fix) で観測する事に相当し、静止した対象 (物体) の観測に適している。この場合、物体を客観的に記述でき、観測者は自己の存在を隠すことができる。

しかし、対象が速く動いたり、流れている波動状の対象を観測するには、観測時間を長くし観測空間も拡大する事を必要とする。観測者の観測時空スケールを今の時空スケールより長く広くして対象とのかかわりが長くなると観測過程を考察しなければ波動状の対象に適応した観測像が得られなくなる。この時、観測者は動いている対象を見るという経験をしているので物的 (名詞的) 記述はできず、観測者の存在を消す事ができなくなる。

我々のブランコモデルに見られるように、対話的観測においては他者を理解することが漸近的に行われるので観測時空スケールが長く広くなり観測過程が1つのシステムを形成する。それで長く広くなった観測過程は無視できなくなる。

4. 対話的観測と観測過程

観測者と観測対象が1つのシステムとして観測過程を形成するとその観測過程を 外から 観測するとすればもう一人の観測者が必要になる。よって観測者の外に対象を独存させる外部観測の立場に立つ古典的物理観測では観測過程は観測対象とないと考えられていた。しかし、観測者と対象とは共存システムを形成し機能的に平等であり、双方が能動となり受動となったりすることが可能である対話的観測では、観測者と対象とが長く広い観測過程を形成し、観測の対象そのものでもある。特に共鳴しているときは観測者とその対象はエネルギーのやり取りが等しくなり、共鳴認識による判断を含む。それで、観測過程を観測するのに 第三者としての外部観測者 は必要なくなり、観測過程が観測にとって根本的に重要な役割を果たすことになる。

5. まとめ

観測過程は量子論の観測だけでなく人間科学における対話的観測においても根本的に重要な役割を果たしていることが理論的に明らかにされた。さらに、観測過程が外部観測や内部観測で無視されてきた理由も論理的に解明された。

参考文献

- [1] 特集=観測のパラドックス、現代思想、青土社、vol.24-11, 1996.
- [2] 渡辺慧、時、河出書房新社、1974.
- [3] D. BOHM, Quantum Theory, Prentice-Hall, Inc., 1951.

時空間に色は存在すると仮定される

田中恵子 (Keiko TANAKA)

Molecule-design.Net

人の理解に色や形は重要な要素と言える。しかしながら、色が様々な変化状態等を伝えている現状にも関わらず、色は形以上に不確かな存在として、長くヒトが感じるという域に止まったままで在る。色に規則的な作用性が注目される時、色は存在すると検討される。色が存在するか否かという論点から、空間における認識にも、従来とは異なる部分が発生してくるよう推察されてならない。

「光は、その波長より広い空間で直進し、異なる媒質との境界で一部が反射され、残りは境界で屈折して透過する。光は、進行方向に垂直な面内で、相互に直行した電場と磁場が同じ位相で振動する横波で在る。」(文献 [1]) という光を定義する一節を見つけた。

まず、光はその波長より広い空間で直進する。光の波動性と共に、 $E = mc^2$ 、アインシュタインの関係式が浮かぶ。次に、光は進行方向に垂直な面内で、相互に直行した電場と磁場が同じ位相で振動する横波で在るという。空間には、 γ 線・ X 線 … と続く種々の電磁波が存在するように、或は、白色光が7色の色を内在させるように、光は波長に示し得る幅や層を保持する。この一節は、光の粒子性を覗かせる。

また、量子論では、 $E = nh\nu$ (n : 整数, h : プランク定数, ν : 振動数) の理解が在り、よって、 $c^2 = nh\nu/m$ 、光の直進には、質量 m に基づく c^2 が注目される。その際、光が進行方向に垂直な位相内で振動する横波で在ることより、質量 m に基づく位相性と光の直進に伴う、電場と磁場、ならびに、光の直進が齎す2方向の計4方向が注目される。それは、常に、光の進行方向に伴う3方向性の理解を注目させると共に、 ν/m 、で在る質量と振動数に基づく位相性から、時間毎の進行に際して、3次元的乗法に基づく空間層を生むと推察させる。同時に、その位相性に質点を考えるならば、 c^2 は質量 m に基づく重力に従う空間性を描くとも推察される。光はその波長より広い空間で直進するという理解は、光がその波長より狭い空間で直進しないと注目させると共に、光が重力によって曲げられるという理解を思い出させる。

アインシュタインの特殊相対性理論によって、時空間という理解が明らかにされた。それは、空間と時間、その二つの事象の同時性が座標系のとり方に依存する相対的なものであるという。(文献 [2]) 少し視野を広げ、太陽系に注目するとき、太陽系の中心は誰もが太陽と答えるだろう。太陽の質量は 99.87% を占めるという。(文献 [3]) が、太陽系の重心は太陽(の中心) から最大で 160 万 km の範囲を移動し、その重心を通り黄道面に平衡して太陽系の不変面が在り、この不変面が木星の軌道面とほとんど一致するという。(文献 [3]) 重心が木星の領域に在ることに驚く。地球型惑星と木星型惑星という異なりも興味深い。併せて、個々の惑星がそれぞれに時間を抱き、太陽の時間のみ、更に、惑星の時間すべてを抱く基次

元を内在させると注目される。ヘルツシュプルング＝ラッセル図に主系列に並ぶ恒星の位置が知られるように、太陽系そのものが、時間と共に宇宙空間の層性の理解に准じているとも推察される。同時に、色は表面温度を表すとも知られ、赤色巨星や白色わい性、ブラックホール等、色に伴う特徴も、可視光線の理解を超えた圧や温度に則した色理解と興味深い。

光が波動性と粒子性の双方を保持すると推察する時、光の保持する運動エネルギーを $\frac{1}{2}mc^2$ として、振動数が周期の逆数で示される理解から光作用において波長の違いは振り子運動のように考察される。質量等価の理解は、 $c^2 = nh\nu/m$, に、振動数が高く、波長の短い光ほど大きなエネルギーの粒子になる (文献 [4]) という層性から中心形成への歩みを注視させる。

相対性理論では、静止しているときの質量が m_0 の物体が、速さ V で動いているときの質量 m は、

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

になると考えるべきことが示されている。そのとき物体のもつエネルギー (外力の位置エネルギーを除く) は mc^2 になっているとすべきことが明らかになったという。[(5)]

$$\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$$

の部分において、エーテルの存在が、ローレンツ収縮により論議されている。が、あらゆる物体が、その種類を問わず一様に収縮する機構を説明することはできなかったという。(文献 [6])

色は反射に生まれると知られる。が、先述した光の定義の、光は異なる媒質との境界で一部が反射され、残りは境界で屈折して透過する。という一節を思い出す。入射光のエネルギーの総量を 1 とし、そのうち媒質で反射および吸収される割合をそれぞれ R, A , また透過する割合を P とすれば、 $R + A + P = 1$, の関係が成り立つ。(文献 [7]) 入射光と反射光を併せた光の次元を 1 と考察するならば、補色に知られる色の理解は白色光 1 の次元に、 $(v/c)^2$ を考察させる。

光の進行が創る 4 方向の理解は、時間という加減法に基づく理解から、未来方向にと過去方向に対して 2 領域の時間を内在させると考察される。更に、質量に関与して、 $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ の理解が知られる。磁場方向に α ・ 電場方向に β を考察するとき、中心からの圧に関与する γ が注目される。時間に関与して、 γ の平衡性は、空間に中心を確認する時間を刻むとも注目させる。それは、 $(v/c)^2$ に示される 2 領域が揃う確率として吸収光を論じさせ、反射と共に、時間の平衡性に准じる色の存在を仮定させる。

核磁気共鳴等における、原子核を構成する陽子、中性子の数が偶偶核・奇奇核・奇偶核・偶奇核等、4通りのスピンと磁気モーメントを抱くことも知られている。(文献 [8])

参考文献

- [1] 『世界大百科事典第2版』, 三須明著 「光」, 日立システムアンドサービス.
- [2] 『世界大百科事典第2版』, 藤井保憲著 「時空間」, 日立システムアンドサービス.
- [3] 『世界大百科事典第2版』, 堀源一郎著 「太陽系」, 日立システムアンドサービス.
- [4] 『量子力学が語る世界像』, 和田純夫著, 講談社.
- [5] 『世界大百科事典第2版』, 小出昭一郎著 「質量」, 日立システムアンドサービス.
- [6] 『世界大百科事典第2版』, 藤井保憲著 「相対性理論」, 日立システムアンドサービス.
- [7] 『世界大百科事典第2版』, 朝倉利光著 「光吸収」, 日立システムアンドサービス.
- [8] 『世界大百科事典第2版』, 竹内敬人著 「核磁気共鳴」, 日立システムアンドサービス.

『科学基礎論学会』投稿規定

1. 会員は本誌に投稿することができます。
2. 科学基礎論 (logic, methodology and philosophy of science) に関係のある内容であれば、主題は多岐に亘ってよいと思われませんが、基礎的要件として、各分野の人々が理解でき、興味を持ち得ると同時に、独創的であることを求めます。
3. 投稿原稿は、論文、討論に類別されます。投稿者は類別を指定して投稿してください。ただし編集上の判断から類別が変更されることがあります。
4. 投稿原稿は日本語で書き、分量は 16,000 字以内を原則といたします。投稿原稿は 3 部提出してください。
5. 極端に長い標題の原稿、同じ標題の下で番号等を付して区別した複数の原稿の投稿はご遠慮ください。欧文標題をつけ、氏名にローマ字書きをお添え下さい。
6. 投稿原稿の採否は審査を経て編集委員会で決定いたします。掲載されない投稿原稿はお返しいたします。
7. 掲載論文については、別刷り 30 部、掲載号 2 部を著者にお送りします。原稿料は差し上げません。

CALLS FOR PAPERS

Annals of the Japan Association for Philosophy of Science is the official journal of the Japan Association for the Philosophy of Science. It is published semiannually and deals with any topic in logic, methodology, and philosophy of science.

Previously only the members of the Association could submit the articles. Now we welcome submissions of articles from non-members. Submission from overseas are also welcome.

NOTES TO CONTRIBUTORS

Contributors should note the following:

1. The topics of articles should be in some fields in logic, methodology and/or philosophy of science, or deal with some basic problems of interest to specialists in some field of science and philosophy.
2. Articles should be written in English, German or French, and within 8,000 words.
3. Contributors should send three hard copies of their submission. Submission should be accompanied by the telephone and fax numbers, the mailing address and e-mail address of the author. Normally submissions will not be returned.
4. Screening and selection of submitted articles are made by the Editorial Board of the Association.
5. For an accepted submission, we will require a version on floppy disc, preferably in a standard text file on Windows or Mac OS.
6. No contribution fees will be paid for accepted articles. Thirty offprints and two copies of the *Annals* are sent to an author.

All submissions of articles should be sent to: the Japan Association for Philosophy of Science, c/o Department of Philosophy, Faculty of Letters, Keio University, Mita 2-15-45, Minato-ku, Tokyo, Japan 108-8345. (Tel) 81-3-3453-4511 ext.23084. (Fax) 81-3-5427-1578. E-mail: office@phsc.jp.

発行者 科学基礎論学会

〒108-8345 東京都港区三田 2-15-45

慶應義塾大学文学部哲学研究室内

電話: (03) 3453-4511 (代) 内線 23084

e-mail: office@phsc.jp

ホームページ: <http://phsc.jp/>

科学基礎論学会
秋の研究例会 2004・発表要旨集

鈴木 聡	像化によって表現される不整合であるが 合理的な信念変化について	1
水本正晴	Vann McGee の Modus Ponens に対する反例の分析	4
青山拓央	動的時制記法	8
神山和好	意味は直覚されるか	11
森元良太	情報理論と自然選択	15
東 克明	共通原因の原理とベルの不等式	17
佐藤正典	量子論・相対論と干渉	19
内山 智	Bell の不等式を破る局所的な模型	21
渋谷仙吉	対話的観測と観測過程の考察	23
田中恵子	時空間に色は存在すると仮定される	25
