

Departmental Bulletin Paper / 紀要論文

# (私)の消去の後に. 5 : 性起としての世界と人間

After the elimination of “ I ” . 5 : World and man as “ das Ereignis ”

村上, 直樹

Murakami, Naoki

人文論叢 : 三重大学人文学部文化学科研究紀要. 2009, 26, p. 101-124.

<http://hdl.handle.net/10076/10657>

## 〈私〉の消去の後に 5

－ 性起としての世界と人間 －

村 上 直 樹

**要旨** 性起が産出する知覚的立ち現われは、結局のところ物質である。ただ、それは、近代自然科学以来の常識的な意味での物質＝死一物ではない。性起が産出するのは、生一物である。性起論は、生一物という物質概念に依拠している。そして、この生一物概念は、量子論、内部観測論、自己組織化論、大森荘蔵の知覚的立ち現われ論が、それぞれ死一物概念に対置して呈示してきた物質観を総合したものである。本章では、まず死一物と対比させつつ、この生一物とはどのようなものであるのかを述べる。ついで、死一物概念の形成過程を概観し、その上で、生一物概念の源泉となった諸理論の物質観がどのようなものであるのかを順に説明していく。なお、生一物概念は、我々が後に、性起論の枠内で、行為論、意味論、言語論を展開していく上での前提でもある。

### 5. 死一物から生一物へ

#### 1) 物質を論じる理由

本稿における我々の目的は、〈私〉を立てずに人間及び人間の経験を体系的に説明する理論を作り上げることである。そして、〈私〉を立てずに人間の知覚や認識を説明するということは、〈私〉に知覚されることもなく認識されることもなく意味を孕んで知覚的に現前し続ける世界の存立様態を説明するということである。なぜなら、〈私〉の存在を否定する立場からすると、一般的に人間の知覚や認識とみなされている現象は、世界が〈私〉に知覚されることもなく認識されることもなく意味を孕んで知覚的に現前し続ける現象のことであるからだ。〈私〉の存在を否定するということは、言うまでもなく世界を知覚し、認識する主体の存在を否定するということである。〈私〉の存在を否定する立場からすると、世界は知覚されることもなく、認識されることもない。しかし、〈私〉の存在を否定しても、世界が意味を孕んで知覚的に現前し続けていることは否定することができない。世界は、〈私〉に知覚されることもなく認識されることもなく意味を孕んで知覚的に現前し続けているのである。そして、一般的には、このような現象、すなわち世界が〈私〉に知覚されることもなく認識されることもなく意味を孕んで知覚的に現前し続けているという現象が、世界が〈私〉によって知覚され認識されることによって意味を孕んで現前し続けている現象であると錯認されている。また、世界が〈私〉によって知覚され認識されることによって意味を孕んで現前することが、人間の知覚や認識という経験であるとみなされている。つまり、人間の知覚や認識という経験であるとみなされている現象は、実は、世界が〈私〉に知覚されることもなく認識されることもなく意味を孕んで知覚的に現前し続けている現象なのである。〈私〉の存在を否定する立場からすると、このようになる。よって、〈私〉の存在を否定する立場から人間の知覚や認識を説明するということは、世界が〈私〉に知覚されることもなく認識されることもなく意味を孕んで知覚的に現前し続けている現象を説明するということ、言いかえると〈私〉に知覚されることもなく認

識されることもなく意味を孕んで知覚的に現前し続ける世界の存立様態を説明するということなのである。本稿が構築しようとするのは、〈私〉を立てずに人間及び人間の経験を説明する理論であるが、それは世界の存立様態を説明する理論でもある。

さて、本稿が構築しようとするのは、〈私〉を立てずに人間及び人間の経験を説明し、また、世界の存立様態を説明する理論であるが、その理論は、性起に関する理論という形で構築されることになる。その概要は前章において呈示した。性起論は、〈私〉の作用によってではなく、性起による知覚的立ち現われの産出作動によって、意味を孕んだ世界の持続的な現前＝人間の知覚や認識であるとみなされている現象を説明しようとするものである。そして、性起が産出する知覚的立ち現われは、何かの表象ではなく、実物そのものである。すなわち、性起が産出する知覚的立ち現われ、及びその総体である世界は、結局のところ物質である。ただし、物質と言っても、それは近代自然科学が考えるような物質ではない。近代自然科学が考えるような物質が、生成したり、〈私〉によって知覚されることなく知覚的に現前したり、〈私〉によって認識されることなく意味を孕むことはない。ガリレオやデカルトが自らの探究の対象とした物質は、しばしば指摘されるように死物である。この物質イコール死物という物質の捉え方はこれまで様々な批判にさらされてきたが、いまだに生きている。大半の科学者にとっても一般の人々にとっても物質はいまだに死物（あるいは半死物）である。しかし、性起がもたらす物質は死物ではない。それは、そもそも生成してくるものであり、次々と消滅していくものでもある。それは、能動性を持ち、また感覚的性質も帯びている。性起がもたらすのは、生一物である。

性起論が、〈私〉の作用によってではなく、性起による知覚的立ち現われの産出作動によって、意味を孕んだ世界の持続的な現前を説明するにあたっては、生一物という物質概念に依拠する必要がある。そこで、当然、この生一物とはどのようなものかを説明しなければならない。また、この生一物という物質概念は、我々がゼロから考え出したものではない。生一物という物質概念は、量子論、内部観測論、自己組織化論、そして大森荘蔵の知覚的立ち現われ論が、それぞれ死物概念に対置して呈示してきた物質観をまとめ上げたものである。よって、生一物という物質概念を導入するにあたっては、その源泉となったこれらの理論の物質観がどのようなものを示す必要もあるだろう。本章において物質を論じる理由は、以上のようなものである。

なお、本稿では、生一物及び死一物という表記を使用するが、まず生一物という表記は、いわゆる生き物としての生物と区別するためのものである。また死一物という表記は、生一物という表記に対応させるためのものでもあるが、従来の意味での死物とまったく同じではないことを示すためのものでもある。

## 2) 死一物と生一物

本節では、まず、死一物の概念規定を行い、次に、量子論、内部観測論、自己組織化論、そして知覚的立ち現われ論が、死一物概念に対置する形でそれぞれどのような物質観を呈示してきたのかを述べる。そして、その上で、それらの総合である生一物概念を措定することにした。さっそく本題に入ろう。

死一物とは、次の6つの性質を持つ物のことである。i) 存在者である、ii) 不生不滅である、iii) 能動性を持たない木偶である、iv) 知覚の対象でありそれ自体では知覚的に現前しない、v) 感覚的性質や意味を持たない幾何学的存在である、vi) 他からは独立した個的存在である。

これらの性質をもう少し敷衍すれば、i) の存在者であるということは、同一性を保ちつつずっとあり続けるということである。ii) の不生不滅であるということは、新たに生成してきたり消滅することはないということである。iii) の能動性を持たないということは、主体とはなり得ず、もっぱら観測され操作される対象であるということである。iv) の知覚の対象でありそれ自体では知覚的に現前しないということは、知覚・認識主体によって知覚されない限りは知覚的に現前することはないということである。v) の感覚的性質や意味を持たない幾何学的存在であるということは、知覚・認識主体によって付与されない限りは、色彩、手触り、匂いといった感覚的性質や意味を持つことはない存在、すなわち、本来的には幾何学的（そして運動学的）な描写でつくられる存在であるということである。vi) の他からは独立した個的存在であるということは、それは機械の部品のように、他と「合して厳密な因果律にしたがって働き全体を形成する」（Bohm 1951=1964：2）かもしれないが、他と不可分の存在というわけではなく、本性上他からは切り離された存在であるということである。

このように規定される死－物概念は、近代自然科学の形成とともにもたらされた物質概念である。ただし、近代自然科学が「死－物」といった言葉を使っているわけではない。近代自然科学の形成とともにもたらされた物質概念を、我々が死－物と呼んでいると言った方が正確かもしれない。なお、これまでも近代自然科学の形成とともにもたらされた物質概念は、しばしば死物と呼ばれたきた。近代自然科学が考えるような物質が能動性を持たないことに着目して、それを死物と呼んだり、感覚的性質を持たないことに着目して、死物と呼んだりすることはよくあることである。ただ、以上に示した通り、我々の言う死－物は、このような死物よりさらに多くの意味内容を含んでいる。我々は、近代自然科学の形成とともにもたらされた物質概念を包括的に受けとめ、それを死－物と呼んでいるのである。

さて、物質が死－物（あるいは死物）であることは、いまだに一般的な通念であろう。しかし、20世紀初頭以降、近代自然科学の形成とともにもたらされた死－物概念を否定するような新たな物質観が次々と呈示されてきている。順に見ていこう。まず、量子力学は、「遠く離れた2つの量子的な粒子に関する予言や知識は分離不能なものになり得る」という物質観を呈示した（詳細は4）を参照）。これは、「量子的な粒子は他の量子的な粒子と不可分になり得る」という物質観であり、死－物概念と対立するものである。

場の量子論は、「物質の窮極的な構成要素とみなされる粒子は、安定的な存在ではなく新たに生成してきたり消滅したりする」という物質観、並びに「物質の窮極的な構成要素とみなされる粒子が「ある」という事態は、粒子の生成論的な生成と消滅の過程（絶えず生成し続けると同時に消滅し続ける過程）によってもたらされている」という物質観を呈示した（詳細は4）を参照）。これらは、言うまでもなく死－物概念を否定するものである。

内部観測論——本章ではとりわけ松野孝一郎の内部観測論のことを指す——は、「物質に他から強制され尽しはしない選択能があると認める」（松野 1988：144）。「従来の物理学で言う物の運動には行為者が顔をだすことはなく」、「動く物は全て受け身の形で動いている」とされている（松野・三嶋 1999：197）。しかし、内部観測論は、「原子、分子の自律選択能に基づく運動」を認める（松野 1988：144）。（そうすれば、物質から生命、生物に至る道筋の見通しがつくのである。）内部観測論は、物質が能動性を持つとみなしている。

また、自己組織化論は、平衡から遠く離れた条件下で、環境との相互作用の反映として、無秩序あるいは熱的混沌から秩序への転移が起こり、物質の新しい動的状態が自発的に出現する

ことがあることを（Prigogine & Stengers 1984=1987:48）、「周囲の環境と交換を続けることでエネルギーや物質の流れを自ら維持し、長期にわたって大域的な安定構造を自分で組織化していく物理化学反応系」があることを（Jantsch 1980=1986:77）、指摘している。自己組織化論も物質の能動性に着目しているのである。このように、内部観測論も自己組織化論も「物質は能動性を持つ」という物質観を呈示している（雨宮 1996:115-117）。この物質観も死一物概念を否定するものである。

そして、大森荘蔵の知覚的立ち現われ論は、「物質は、意味、感覚的性質、そして「風情（ふうじょう）」をそれ自身において持っている」という物質観を呈示した。大森によれば、いかなる意味からも解放された裸の知覚的立ち現われといったものは存在しない。さらに、知覚的立ち現われは、色や匂いや温度といった感覚的性質並びに「風情」——美的、感情的、情念的な相貌——をそれ自身において持っている。そして、知覚的立ち現われとは、結局のところ物質である。大森は、物質が有意・有色・有情であるとみなしたのである。また、大森によれば、知覚的立ち現われが立ち現われているという事態においては、認識論的な主客構造は存在しない。何かが知覚的に立ち現われているのは、知覚主体がその何かを見たり聞いたりしたからではない。知覚的立ち現われは、知覚されることなく、それ自体で立ち現われるのである。すなわち、物質は、知覚されることなく、それ自体で立ち現われるのである。大森の知覚的立ち現われ論は、「物質は、知覚されることなく、それ自体で立ち現われる」という物質観も呈示している。知覚的立ち現われ論は、通常、物質論とは考えられていない。しかし、それは、物質は死一物であるという通念を覆すめざましい物質論でもあるのである。

我々が本稿で使用する生一物という物質概念は、量子論、内部観測論、自己組織化論、そして知覚的立ち現われ論が、それぞれ死一物概念に對置して呈示してきた上記のような物質観をまとめ上げたものである。それでは、以下に、生一物概念を措定しよう。生一物とは、次の6つの性質を持つ物のことである。i) それが「ある」という事態が、極微の次元における生成論的な生成と消滅によってもたらされている、ii) 新たに生成したり消滅したりする、iii) 能動性を持つ、iv) それ自体で知覚的に現前する、v) 有意・有色・有情である、vi) その総体が不可分の単一体をなす。これらの性質をもう少し敷衍すれば、i) のそれが「ある」という事態が、極微の次元における生成論的な生成と消滅によってもたらされているということは、一見、同一性を保ちつつずっとあり続ける存在者の外観を備えているが、極微の次元においては、絶えず生成し続けると同時に消滅し続けており、存在者とはみなせないということである（なお、「生成論的な生成と消滅」という概念については、4）で説明する）。ii) の新たに生成したり消滅したりするということは、「ある」という事態をもたらす生成論的な生成と消滅の過程が新たに始まったり、終わったりするということである。iii) の能動性を持つということは、もっぱら観測され操作される対象ではなく、観測の主体となり、自律選択能を持ち、自ら構造や秩序をもたらすこともできるということである。iv) のそれ自体で知覚的に現前するということは、知覚主体によって知覚されることなく、知覚的に立ち現われるということである。v) の有意・有色・有情であるということは、それ自身において、意味、感覚的性質、「風情」（あるいは表情）を持っているということである。vi) のその総体が不可分の単一体をなすということは、本性上他から切り離された存在ではないということ、その総体が単なる寄せ集めではなく、全体論的な一であるということである。

最後に、本節の内容を表に整理しておこう。

## 死－物から生－物へ

| 死－物      | 生－物             | 関連する理論       |
|----------|-----------------|--------------|
| 存在者      | → 生成論的な生成と消滅    | 場の量子論        |
| 不生不滅     | → 生成し消滅する       | 場の量子論        |
| 能動性を持たない | → 能動性を持つ        | 内部観測論、自己組織化論 |
| 知覚の対象    | → それ自体で立ち現われる   | 知覚的立ち現われ論    |
| 幾何学的存在   | → 有意・有色・有情      | 知覚的立ち現われ論    |
| 個的存在     | → 総体が不可分の単一体をなす | 量子力学         |

## 3) 数学的自然学並びに機械論的自然観の展開と物質の死－物化

前節において、我々は、死－物と対比させる形で、生－物とはどのようなものかを明らかにした。次に、その生－物概念の源泉となった量子論、内部観測論、自己組織化論、知覚的立ち現われ論の物質観を、さらに説明していきたいが、その前置きとして、本節では、これらの諸理論によって切り崩されていった死－物概念がどのような経緯で形成されたのかを手短に概観しておきたい。

死－物概念は、近代自然科学の形成とともにもたらされたものである。そして、近代自然科学の形成過程とは、まず、数学的自然学の展開過程である。この数学的自然学の始原には、ガリレオの運動論がある。「宇宙という巨大な書物は数学の言語で書かれている」(Galileo 1623＝1979：308) という前提に立ち、「すべてを幾何学的方法によって証明」(Galileo 1638＝1937：27) しようとしたガリレオは、数学的な運動論を企て、成功した。ここで問題となるのは、等速直線運動や自然加速運動や放射体の運動の数学的研究に取り組んだガリレオが、物質から数学的に処理できない性質を剥ぎ取ったことである。ガリレオは、『偽金鑑識官』(1623年)の中で、色彩や匂いや味といったものは、「たんに感覚主体のなかに所在があるにすぎない」もので、物質に内在する性質ではないとした (Galileo 1623＝1979：502-506)。ガリレオは、「物質を考察するにあたって、運動の数学的分析に必要な不可欠とみなす性質に考察を絞り込んで」おり、数学的に処理できない感覚的性質といったものは、物質から剥ぎ取ったのである (高橋(憲) 2006：462-465)。そして、この「物質の裸体化、がい骨化」(大森 1998：101) は、デカルトによって、さらに徹底化されることになる。

よく知られているように、デカルトは、「物体の本性は重さ・堅さ・色等のうちではなく、ただ延長のうちに成り立つ」(Descartes 1644＝1964：97) とした。人間の知性の内には数学的観念が生得的に与えられており、また自然の内にもこの同じ数学的対象が自然法則を構成するものとして存在する、よって人間の知性の内の数学的観念に依拠して自然科学の理論を構築し得ると考えたデカルトは、このようなテーゼをその根拠として、自らの数学的自然学を展開していった (小林 2000：239-240)。物質即延長の考え方は、このデカルトの数学的自然学の形而上学的基礎に他ならない (高橋(憲) 2006：467)。物質即延長の考え方によれば、物質とは、「延長者、即ち長さと幅と深さとを有するもの」(Descartes 1644＝1964：96) であり、他の性質を一切持たないものである。「長さと幅と深さ」が物質の本性であり、この本性は、「純粋数学の対象である」(Descartes 1641＝1949：108)。「純粋数学の対象のうちに包括せられる一切のものは、実際に有るのである」が、物質における感覚的なものはそうではない (Descartes

1641=1949:116)。デカルトは、「重さも色もその他、物体的性質のうちに感覚される一切の同様の性質も、〔物体の〕本性をそのままに残して、そこから除き得ることを示すことができる」(Descartes 1644=1964:98)と主張している。デカルトの数学的自然学も物質から感覚的性質を剥ぎ取ったのである。

なお、剥ぎ取ったのはそれだけではない。デカルトは、物質を延長の一語のもとに拘束することによって、能動性も物質から追放した(雨宮 1996:113)。その結果、「物質は「運動」すらも本質として持ちえないことになってしまった」(高橋(憲) 2006:468)。デカルトによって、神が運動の第一原因となり、物質が運動そのものを生み出すことはなくなったのである(Descartes 1644=1964:124; 高橋(憲) 2006:468)。

以上のように、ガリレオとデカルトによる数学的自然学の展開過程において、物質は感覚的性質も能動性も剥ぎ取られてしまった<sup>(1)</sup>。物質は感覚的性質も能動性も持たない死物となったのである。

ところで、延長者である物質は、それ自体で知覚的に立ち現われるだろうか。言うまでもなく、そのようなことはない。自らの自然学を披瀝した『哲学原理』(1644年)の中で、デカルトは知覚主体を措定している。デカルトによれば、事物の最高類は、物質的事物もしくは延長の実体と精神もしくは思惟の実体の2つである(Descartes 1644=1964:67)。物質的事物もしくは延長の実体とは「長さ幅および深さある延長」を本性とするものであり、精神もしくは思惟の実体とは思惟を本性とするものである(Descartes 1644=1964:71)。この場合の思惟とは、「認識即ち知性の作用」と「意欲即ち意志の働き」の2つを指す(Descartes 1644=1964:57)。そして、「認識即ち知性の作用」とは、「感覚する、表象するおよび純知的に捉える」ことである(Descartes 1644=1964:57)。デカルトによれば、事物の最高類の1つである精神もしくは思惟の実体とは思惟の主体であり、また思惟とは感覚することでもある。よって、デカルト自然学においては、精神もしくは思惟の実体が知覚主体として措定されていると言えるだろう。「長さ幅および深さある延長」を本性とする物質的事物は、この知覚主体としての精神の対象である。デカルト自然学の構図においては、物質は精神に知覚されることによって知覚的に現前する、言い換えれば物質は精神に知覚されない限りは知覚的に現前することはないのである。なお、『哲学原理』の5年後に出版された『情念論』(1649年)の中で、デカルトは、精神が物質を知覚する仕組みを呈示している(Descartes 1649=1974:122-123)。

さて、近代自然科学の形成過程とは、まず、数学的自然学の展開過程であるわけだが、同時に、それは、機械論的自然観の展開過程でもあった。機械論的自然観とは、自然を機械——とりわけ17世紀の最新機械であった機械時計——として捉える自然の見方である(高橋(憲) 2006:458)。この機械論的自然観の形成を決定づけたのはガリレオやデカルトによる天体現象と地上の自然現象全体に対する力学的観点の設定であり(小林 2000:262)、機械論的自然観に依拠した自然学を最初に体系化した人物はデカルトである(村上 1980:213)。デカルトの数学的自然学は、機械論的な自然学でもある。

機械論的自然観において、機械の部品に相当するのは物質である。機械論的自然観は、この物質とその運動の2つだけで、自然の一切の現象を説明しつくそうとする(高橋(憲) 2006:458)。また、その説明において、機械の部品と部品の関係、すなわち物質と物質の関係は、物質の運動を基にして追究される(村上 1980:213)。こうした機械論的自然観においては、自然は、あるいは物理的な宇宙は、「決定論的で機械の歯車のようにお互いに押しやり引いたり

している惰性で動く粒子の集合体でしかない」(Davies & Gribbin 1992=1993: 254)。機械論的自然観は、「世界は別々の部分・部分に正確に分析することができ、その各部分は別々に存在し、そしてそれらが合して厳密な因果関係にしたがって働き全体を形成する、という仮定」(Bohm 1951=1964: 2) に立っている。そして、物質観ということに着目すれば、機械論的自然観は、物質を他からは独立した個的存在であるとみなしている。アリストテレスの自然学やルネサンス自然主義のように、自然を一種の有機体とみなせば(高橋(憲) 2006: 458)、自然を構成する物質は他から切り離された存在ではなくなる。これに対して、機械論的自然観では、物質は機械の部品のようなものであり、複数の物質が合して、お互いに押したり引いたりして1つの全体を形成することがあるかもしれないが、本性上は他から切り離された個的存在である。それは、機械時計のそれぞれの部品が機械時計という全体を形成するかもしれないが、他と不可分の存在というわけではなく、他から独立した個的存在であるのと同じである。

近代自然科学の形成過程とは、数学的自然学並びに機械論的自然観の展開過程である。そして、以上に示したように、その過程において、物質の死－物化が進められた。ガリレオとデカルトの自然学の展開過程において、物質は、感覚的性質や能動性を剥き取られ、精神という知覚主体の対象となり、他から切り離された個的存在となったのである。ただ、存在者であり、不生不滅であるという死－物の性質は、近代自然科学の形成とともにもたらされたものではない。それらは、(おそらく) アリストテレスの自然学から継承されたものである。

近代自然科学以前の時期において、ヨーロッパの自然観を支配していたのは、アリストテレスの自然学である。17世紀における近代自然科学の形成は、このアリストテレスの自然学を根本的に批判することによってのみ可能であった(小林 2000: 228-229)。そして、このアリストテレスの自然学においては、物質に相当する質料は不生かつ不滅であった。(アリストテレス自然学においては、物質という言葉は、形相と対になる質料の意味で使われていた(高橋(憲) 2006: 461)。) 質料とは、「性質や分量等の属性がそれに帰属する基体」(千葉 2002: 373)であり、また「何かがそれから生成や変化するところの、生成物の基にある「各々の事物の第一の基体」」(千葉 2002: 283)である。自然は常に基体においてあり、その基体とは質料のことである(千葉 2002: 283)。アリストテレスによれば、この質料は、それ自体としては不可知であり、不生かつ不滅である(千葉 2002: 374)。すなわち、アリストテレスの自然学においては、何かが物質から生成することはあるものの、物質が、新たに生成してきたり消滅することはないのである。

ガリレオとデカルトは、「アリストテレスの自然学を、その根本的な枠組から解体し、それに代わる新しい概念枠組と自然観を設定することによって、近代科学の形成を決定づけた」(小林 2000: 232)。ただ、アリストテレスの自然学の「物質は不生不滅である」という物質観を否定することはなかった。この物質観は、近代自然科学においても生き延びることになったのである。ニュートン力学においても、「質点とははじめから終わりまで質点であり、発生したり消滅したりすることはない」。ニュートン力学における粒子は、「時間と空間を座標とする4次元の空間を考えると、過去から未来へと進む1本の線で表されるが、線が消えてなくなったりすることは絶対はない」のである(高橋・表 2006: 149)。

また、物質の生成と消滅を認めないということは、当然、物質が絶えず生成し続けていると同時に消滅し続けているということも認めないということである。アリストテレスの自然学において、物質は存在者である。近代自然科学は、(おそらく) この物質観もアリストテレスの

自然学から継承したのである。そして、ガリレオとデカルトの自然学の展開過程において生み出された物質観とアリストテレスの自然学から継承した「物質は存在者であり、不生不滅である」という物質観が結びついたのである。

ガリレオとデカルトによって展開された数学的自然学並びに機械論的自然観が、「物質は、感覚的性質も能動性も持たない存在であり、また精神に知覚されることによって知覚的に現前する対象であり、さらに他から切り離された個的存在である」という考え方を呈示し、それがアリストテレスの自然学から継承された「物質は存在者であり、不生不滅である」という考え方と結びついて、死一物概念が形成された。死一物概念が形成された経緯は、このようなものである。

さて、本節では、死一物概念が形成された経緯を手短に概観したが、次節以降では、この死一物概念を切り崩していった諸理論の物質観を順にくわしく説明していくことにしたい。

#### 4) 量子論がもたらした物質観の転換

1920年代に構築された量子論は、電子や中性子や原子といった極微の粒子のあり方を明らかにした。その結果、そうした粒子は目の前にあるような日常的な物質を単に細かく分割しただけのものであるという、それまでの想定は廃棄しなければならなくなった（Davies & Gribbin 1992=1993: 18）。量子論から生まれ出た物質の概念は、「物質」という語に通常ついて回るものと著しく異なっている（Malin 2001=2006: 14）。量子論は、物質観の転換をもたらした。本節では、量子論が呈示した新しい物質観の要点を説明していくことにしたい。

量子論は、量子力学と場の量子論からなるが、最初に形成されたのは量子力学である。物理学は、19世紀末から20世紀初頭にかけて、大きな問題に遭遇した。原子の世界を対象にする際、なぜ電子が原子核の周りを飛び続けることができるのか、また、なぜそのエネルギーがとびとびの値しか取れないのかを、ニュートン力学とマクスウェルの電磁気学では説明できないという問題である。「古典物理学の理論が原子的現象を説明できないということは、原子の構造についての私たちの理解が深まるにつれて、よりいっそう明白なものとなっていった」（Bohr 1949=1999: 213）のである。量子力学は、こうした問題を解決しようとする営為の中から生まれてきた。量子力学が築かれたのは、1925年から1927年の春にかけてであり、その作業に携わったのは、ハイゼンベルク、シュレディンガー、ディラック、ボルン、パウリ、ボーアらである。そして、この量子力学は、結果的に、電子や陽子や中性子や原子といった極微の粒子について、それらが「重ね合わせ」の状態にあるという新しい物質観を呈示した。

この「重ね合わせ superposition」の状態に関しては、無造作に次のような説明がなされることがある。「電子、陽子、光子、原子は、同時に二カ所に存在できるのである。二重スリット実験によって、一個の粒子は“ここ”か“そこ”かのどちらかにしか存在できないわけではない、という事実が浮かびあがってくる。粒子は波動のような性質を内に秘めており、同時に“ここ”にも“そこ”にも存在できるのだ。物体が同時にいくつもの場所に存在できるというこの性質こそが、のちほど詳しく説明する量子コンピュータのパワーの源なのである。」（Lloyd 2006=2007: 136）しかし、正確に言えば、「重ね合わせ」とは、1つの粒子が同時にいくつもの場所に存在するというわけではない。和田純夫は、「重ね合わせ」を以下のように説明している。

（電子という粒子については）日常感覚とはっきりずれることがあります。それは、各時刻で、その粒子がどこに存在しているのかは決まらないということです。同時にあちこちに存在しているというわけではありません。ある場所に存在しているという状態、別の場所に存在しているという状態など、さまざまな状態が同時に「共存」しているのです。単に原理的なことだけをいうならば、すべての場所に存在する状態が共存しているといってもかまいません（和田 1996：45）。

「共存」とは *superposition* の和田による訳語である（和田 2002：9）。「重ね合わせ」とは、1つの粒子が同時にいくつもの場所に存在するということではなく、「考えている粒子は1つだけなのに、それが「ここにある状態」、「そこにある状態」等々、一般に無限の状態が共存していること」（和田 2002：9）である。そして、それぞれの状態には、波動関数 $\Psi$ と呼ばれる特定の値が付随している。波動関数 $\Psi$ の大きさは、「粒子が、ある場所には別の場所よりも出現する可能性が大きいことを示す」（Bruce 2004＝2008：179）。波動関数 $\Psi(x, t)$ は、複素数であり、その絶対値の2乗が、その粒子の時刻 $t$ における場所 $x$ での発見確率を与える。1つの粒子は、観測されるまでは「重ね合わせ」の状態にあり、どこに存在しているのかは決まらない。観測されて初めて、例えば、A点に存在するようになる。そして、観測以前のA点に存在しているという状態に付随していた波動関数の絶対値の2乗が、A点で粒子を見つける確率を与えているのである。

「重ね合わせ」とは、A点に存在しているという状態、B点に存在しているという状態等々、様々な状態が同時に共存しているということであるが、それは、同時に様々な場所に存在しているということではない。その絶対値の2乗が様々な場所における粒子の発見確率を与える様々な値の波動関数が、重なり合っているということである。電子や陽子や中性子や原子といった極微の粒子は、観測されるまでは、特定の居場所を持つ存在者ではなく、様々な場所において自らを見出させる（見出させる確率は場所によって異なる）可能性である。

ところで、先に、それぞれの状態には波動関数と呼ばれる特定の値が付随していると記したが、言い換えると波動関数は、それぞれの状態において（あるいは空間上の各場所において）一意に決まった複素数値をとるということである。さらに、この各状態の複素数値を各場所ごとに並べると波の形になる。粒子が波の形をとることはないが、波動関数の値の分布は波の形をとるのである。この波の形は時間とともに変化する。波動関数が時間とともに変化するからである。波動関数は時間の関数であり、時間発展する。そして、波動関数を決め、それがどのように変化していくのかを規定する方程式が、いわゆるシュレディンガー方程式である。このシュレディンガー方程式は、電子のような粒子と結びついた波の形の変化を規定するものとも言える。

また、共存している無限の状態は、互いに無関係ではない。時間とともに変化していく中で、波動関数と波動関数が干渉し、大きくなったり小さくなったりする。これは、波で言うところの干渉と同じ現象である。波では、山と山がぶつかれば、波の高さは高くなり、山と谷がぶつかると、相殺されて波の高さは低くなる。こうした波の干渉と同じように、それぞれの状態の波動関数も干渉し、大きくなったり小さくなったりする。このようにして、共存する無限の状態は影響を及ぼし合っているのである（和田 1994：121-123）。

電子や陽子や中性子や原子といった粒子は、粒子として観測される。1つの電子をフィルム

にぶつけてみると、写るのは1つの小さな点である。しかし、上記のように、観測されていない状況においては、波のように干渉という現象を起こす。このような意味において、電子のような粒子は、波動性を持つと言えるだろう。そして、このような粒子はこれまで「量子的な粒子」とか「ウェーヴィクル wavicle」などと呼ばれてきた（朝永 1965：52,126）。量子的な粒子は、量子力学以前には全く知られていなかった新奇なものであるけれども、それによって「われわれの世界像はそれだけ単純になった」。量子力学以前には、自然界には粒子と波動という2つのものが存在すると考えられていたが、量子力学以後は、量子的な粒子というただ1つのものだけが存在することになったのである（朝永 1965：125-126）。

なお、量子的な粒子は、必ずしも原子レベル以下の粒子だけではない。近年行われた実験によれば、かなり大きな分子も量子的な粒子として存在することが明らかになった。例えば、実験物理学者ツァイリンガーは、60個の炭素原子からなる籠型巨大分子  $C_{60}$  を「重ね合わせ」状態におき、干渉させることに成功している。ちなみに、 $C_{60}$  の質量は、電子の100万倍以上である。近い将来には、ウイルスまでも干渉させることが可能になるという予測もある（高木 2002：21-22, 24）。

ただし、対象が大きくなるにつれて、それを「重ね合わせ」の状態におき、干渉させることは難しくなる。大きな物体は、“ここ”か“そこ”かのどちらかに姿を現す。「大きな物体は“古典的”に振る舞い、量子力学的には振る舞わないものだ。」（Lloyd 2006=2007：136）なぜなら、物体が大きくなるにつれて、「デコヒーレンス decoherence」が起きやすくなるからだ。デコヒーレンスとは、周囲の環境との強い相互作用によって、「重ね合わせ」の状態が破壊されること、並びに干渉性（波動性）が消失することである（竹内 2005：73-75；Lloyd 2006=2007：138）。実際の物理系では、完全に閉じた系といったものは、宇宙全体以外にはあり得ない。どのような物理系もその周囲の環境と多少なりとも相互作用している（清水 2002：17）。ただ、その相互作用が強くなるにつれて、系はどんどんひとところに局在化していく（Lloyd 2006=2007：138）。すなわち、デコヒーレンスが進展していく。上記のツァイリンガーの実験も完全な真空中ではない場所で行った時には、時折、 $C_{60}$  が気体分子と相互作用して干渉が弱まっている（Bruce 2004=2008：138）。そして、物体が大きくなるにつれて、周囲の環境との相互作用は強くなっていく。大きくなるほど、検出されやすくなる（「見えやすくなる」）からだ（Lloyd 2006=2007：136-137）。物体が大きくなるにつれて、その周囲の環境との相互作用が強くなり、デコヒーレンスが起きやすくなる。対象が大きくなるにつれて、それを「重ね合わせ」状態におき、干渉させることは難しくなるが、それはこのような理由による。

量子力学以後、自然界には量子的な粒子というただ1つのものだけが存在することになった。しかし、目の前に広がっている自然界は、「重ね合わせ」の状態にはない。それは、量子的な粒子が構成している物体が周囲の環境と強く相互作用し、デコヒーレンスが起きているからである。目の前に広がっている自然界は、「デコヒーレンスが十分起こった極限の世界」（竹内 2005：221）であると言えるだろう。

さて、「重ね合わせ」の状態がどのようなものであるのかは既述の通りだが、これに関してもう1点つけ加えておきたいことがある。それは、フォン・ノイマンが物理学の外で（数学の世界で）作られたヒルベルト空間論に依拠して量子力学を再構成して以来、量子的な粒子の「重ね合わせ」の状態は、1つのヒルベルト空間＝無限次元空間の原点から射出する1本のベクトルで表現されるようになったということである。ある時刻における量子的な粒子の「重ね

合わせ」の状態は、その時刻における各場所での波動関数の値の分布、一言で言えば、波動関数で表現されるが、フォン・ノイマンは、「ヒルベルト空間内のベクトルの幾何学は、量子力学的状態と同じ数学形式をもつ」という直観 (Macrae 1992=1998: 137) にもとづいて、波動関数をヒルベルト空間のベクトルに抽象化したのである。

量子力学において、ヒルベルト空間とは、「通常の3次元 Euclid 空間の、次元をだんだんとふやし無限大までもっていったものと直観的に考えていれば十分である」(高橋 (康) 1974: 2)。量子力学では、空間上の無数の点 A、B、C…に対応した無数の軸 A 軸、B 軸、C 軸…を持つヒルベルト空間 (ただし複素数上のヒルベルト空間) を考える。このヒルベルト空間において、ベクトルがこの軸のどれかの方向に、例えば C 軸の方向に向いていたとすれば、それは量子的な粒子、例えば電子が C という場所にあることを意味する。そして、ベクトルがどの軸の方向にも向いていないとすれば、「その時には電子は、空間のどこかある場所に存在するということは出来ない。この時その電子はいろいろな場所に一緒に存在すると考えねばならぬ」(朝永 1965: 62)。このようにして、各場所での粒子の発見確率を与える波動関数の「重ね合わせ」、量子的な粒子の「重ね合わせ」の状態が、ヒルベルト空間の原点から引かれた1本の単位ベクトル=状態ベクトルによって表現されるのである。

電子、陽子、中性子、原子といった量子的な粒子は、観測されるまでは、どこに存在しているのかが決まらない。量子的な粒子は、その状態が、1つの無限次元複素空間の中の1本の状態ベクトルで表現されるようなものである。

ところで、「重ね合わせ」の状態にある量子的な粒子も観測される時には、ある一点にしか観測されない。様々な点に観測されることはない。このことに関して、量子力学の確立における中心人物の一人であったボーアは、波動関数によって表される粒子の波は、観測のたびに、観測された点に突然集中してしまうと考えた (和田 1994: 73-75)。すなわち、A 点に存在しているという状態、B 点に存在しているという状態等々、様々な状態が同時に共存しているという「重ね合わせ」の状態が、観測されると壊れ、観測された点に存在しているという状態だけになってしまうと考えたのである。この現象は、波動関数の収縮 (一般的には波束の収縮) と呼ばれている<sup>(2)</sup>。ただ、ボーアは、観測のどのような機制が波動関数の収縮を引き起こすのかを明らかにすることはできなかった (和田 1994: 76)。

観測と波動関数の収縮との関係に関して、明示的な見解を呈示したのは、フォン・ノイマンである。その見解は驚くべきものである。フォン・ノイマンは、観測者が測定装置の目盛りを読み取るということも観測の過程であるとみなし、「私」が測定したと意識することがまさに波動関数の収縮をもたらすとした (高林 2001: 87-88)。本来の観測者としての抽象的な“自我” (von Neumann 1932=1957: 334-335) が、測定したと意識した時に、「重ね合わせ」の状態は、「非因果的な変化を受け」 (von Neumann 1932=1957: 332)、波動関数が収縮するというのである。波動関数の収縮を導くためには、抽象的な“自我”といったものを持ち出さざるを得なかったのである。そして、フォン・ノイマンのこうした見解に補完されたボーアの観測に関する考えは、オーソドックスなものとして受け取られた (高林 2001: 65)。「意識をもつ観測者が状態の収縮に対して神秘的な力をもつという考え方は、数十年も生き延びることになる。」 (Bruce 2004=2008: 112) ちなみに、廣松渉もフォン・ノイマンの見解が出されてから56年後の1988年の著書の中で、「波束の収縮」という事態は、「観測手段と対象との間の単なる物理的影響の結果ではなく」、「むしろ“観測主観”と“観測客観”との“協働”の所産とも

言うべき事態である」と記している（廣松 1988：53）。

さて、フォン・ノイマンによって、抽象的な“自我”が測定したと意識することが波動関数の収縮をもたらすという考えが、量子力学に導入されたわけであるが、このような考えは、「意識から独立した実在」という概念を廃棄するものである（高林 2001：141）。抽象的な“自我”が意識することによって、量子的な粒子の状態が変化するというわけであるから、量子的な粒子は「意識から独立した実在」ではない。自然界には量子的な粒子というただ1つのものだけが存在する。そして、量子力学によれば、それは「意識から独立した実在」ではないのである。量子力学は、「物質は主観的意識から独立したものではない」という物質観も呈示したのである。

しかし、こうした物質観には、当然のことながら拒絶もあった。「もし人間がいなければ宇宙の進化の仕方が変わっていたとでもいうのだろうか？」（Prigogine 1997=1997：40）ベル、ゲルマン、ハートルといった有力な論客たちが、「量子力学から観測者と結びついた主観的要素を除去することの必要性」を訴えてきた（Prigogine 1997=1997：42）。現在では、「意識をもった観測者によって認識されたときに単一の現実への収縮が起こると考える」量子論の研究者は少数派である（Bruce 2004=2008：177-178）。「宇宙全体の状態を収縮させる力を備えた、意識をもつ観察者といった不思議な登場人物が現れる古い物語は、時代遅れ」になっている（Bruce 2004=2008：6-7）。そして、観測による波動関数の収縮という現象を説明するにあたって、抽象的な“自我”による認識にかかわって現在持ち出されているのは、先にふれたデコヒーレンスという機制である。観測とは、いわば測定装置と対象との間の相互作用である。量子的な粒子に関する情報を得るには、測定装置と対象との間の相互作用が不可欠である。相互作用を通して、観測は遂行される。よって、観測は、必然的にデコヒーレンスをもたらす（Bruce 2004=2008：171）。つまり、観測における相互作用によって「重ね合わせ」の状態は破壊される。そして、その結果、波動関数が収縮するのである。

デコヒーレンスに関して、ボーアは何も言っていない（Bruce 2004=2008：110）。フォン・ノイマンが抽象的な“自我”を持ち出したのは、デコヒーレンスの理論が展開される前である（Bruce 2004=2008：111-112）。デコヒーレンスと呼ばれるプロセスに関する理解が深まってきた現在において、観測による波動関数の収縮を説明するのに抽象的な“自我”は必要ではない。「収縮をもたらすのは、まさにデコヒーレンスである。」（Bruce 2004=2008：138）「量子力学から観測者と結びついた主観的要素を除去すること」は、実現されていると言えるだろう。「物質は主観的意識から独立したものではない」という物質観は、量子力学の舞台から姿を消したのである。

さて、以上に示したように、量子力学は、「あらゆる物質を構成している電子、陽子、中性子といった極微の粒子は「重ね合わせ」の状態にある」という物質観と「物質は主観的意識から独立したものではない」という物質観を呈示した。（後者は、すでに否定されてしまったが。）これらは、量子力学が築かれ整備されていく中で示されたものだが、さらに、量子力学に対する批判的検討の中で明らかになり、その後実験によってその妥当性が確かめられた量子力学の物質観もある。次に、その物質観を取り上げたい。

よく知られているように、アインシュタインは、量子力学を全面的に受け入れることはなかった。アインシュタインは、最初、不確定性原理に対する反例を挙げることで、量子力学には論理矛盾があることを示そうとしたが、失敗した。すると、アインシュタインは、批判の矛先を

変更し、次に、量子力学の不完全性を明らかにしようとした (Malin 2001=2006: 104)。そして、そのために書いたボドルスキー及びローゼンとの共著論文が「物理的実在についての量子力学的記述は完全であると考えられることができるであろうか」(1935 年)、いわゆる EPR 論文である。この EPR 論文は、以下のような議論によって、量子力学が不完全であることを示そうとした。i) ある理論が不完全であることを証明するには、事物の性質やある側面——アインシュタインらが言う実在の要素——が疑いもなく存在し、観測できるにもかかわらず、その理論の枠組みでは説明できないことを示さなければならない (Einstein, Podolsky & Rosen 1935=1971: 184-185; Malin 2001=2006: 107)。ii) ある物理的な系を攪乱することなく、ある物理量の値を確実に予測できるなら、その物理量に対応する物理的実在の要素は存在する (Einstein, Podolsky & Rosen 1935=1971: 185)。iii) 量子力学が正しいという前提のもとで、次のような思考実験を考えれば、ある粒子の位置と運動量はどちらも物理的実在の要素ということになる。2つの粒子 A と B が一定時間、何らかの相互作用を持ち、その後まったく相互作用がなくなるという状況を考える。この時、A と B の間の距離が確実に決まり、また A と B の運動量の合計がゼロのまま維持される状態を表す波動関数を設定する。例えば、相互作用の後に A と B が反対方向に飛び去っていく場合である。このようなケースでは、A の運動量を測定して  $p$  だったとすると、B の運動量は確実に  $-p$  である。その時に B の位置を正確に測定すれば、結局、B の運動量も位置も正確に決まる。B の確定した運動量と確定した位置が同時に存在することになるのである。また、B の運動量と位置を知るにあたっては、B は攪乱されない。よって、B の運動量も位置もどちらも物理的実在の要素である (Einstein, Podolsky & Rosen 1935=1971: 188-191; 石井 2006: 113-114, 253-254)。iv) 以上のように、ある粒子の位置と運動量はどちらも物理的実在の要素である (Einstein, Podolsky & Rosen 1935=1971: 191)。しかし、量子力学の不確定性原理によれば、1つの粒子の正確な位置と正確な運動量は同時には決まらない。量子力学は、ある粒子の位置と運動量という物理的実在の要素を同時に正確に記述することはできない (Einstein, Podolsky & Rosen 1935=1971: 187)。よって、量子力学は不完全である。

EPR 論文は、基本的にある粒子の位置と運動量がどちらも物理的実在の要素であることを証明することによって、量子力学の不完全性を明らかにしようとしたものである。この論文は、量子力学にとっては大きな衝撃だった。しかし、ボーアがすぐさま EPR 論文とまったく同じ題名の論文を書いて反論した。ボーアの反論は以下のようなものである。EPR 論文は、相互作用後の粒子 A と粒子 B を独立で別個の系とみなしている。しかし、これはあくまで仮定であり、アプリオリに正当化できるものではない。相互作用後の A と B は単一の系をなす。A と B は切り離して考えることはできず、測定にあたっては、A と B と測定装置の三者は一体のものと考えなければならない (山本 1999: 391; 石井 2006: 254)。A に対する測定は、A のみに対するものであるように見えたとしても、実はその単一の系に対するものであり、A に対して運動量の測定を選べば、その時点で B に対しても運動量についてしか予言できなくなる。A の運動量が測定できたとすると、A の位置に不確定性が生じるが、同時に B の位置についても何かを言うための条件が失われる (Bohr 1935=1999: 113; 山本 1999: 391-392; 石井 2006: 117)。よって、B の位置と運動量が同時に決まった値をとることはない。ある粒子の位置と運動量が同時に実在性を持つことはない (山本 1999: 388)。量子力学に対する EPR 論文の批判は、ある粒子の位置と運動量がどちらも物理的実在の要素であるということ

を論拠にしているが、その論拠は間違っている。よって、EPR 論文の批判は妥当ではない。

アインシュタインは、ボーアの反論を受け入れなかった。そして、EPR 論文の公表から 10 年以上経った時点で、アインシュタインは、EPR 論文で持ち出した思考実験で生起する非局所的遠隔作用を認めることが量子力学の最大の問題点であると考えようになった（山本 1999：398-401）。「非局所的」とは、局所性を破るということである。局所性とは、「ある場所での出来事は光速よりも速くない信号の伝達時間を経ない限り、別の場所での出来事に作用しないという仮定」（Malin 2001=2006：18）である。よって、非局所的遠隔作用とは、ある場所での出来事が遠く離れた別の場所での出来事に、光速よりも速くない信号の伝達時間を経ないで、それこそ瞬時に作用することである。量子力学が正しいという前提のもとでの EPR 論文の思考実験では、一定時間相互作用し、その後まったく相互作用がなくなる 2 つの粒子 A と B の間に、遠隔作用が生起する。例えば、観測によって A の状態が決まると、瞬時に B の状態も決まる。これは、相互作用が終わった後、2 つの粒子の状態が、「互いに相関をもった仕方、異なった無数の状態が重なり合った状態にある」（米谷 2007：262）からである（後にふれる「絡み合い」の状態）。それぞれの粒子の状態の「重ね合わせ」が、互いに相関する仕方で起こっているのである（米谷 2007：264）。状態の「重ね合わせ」が、互いに相関しているので、観測によって A の波動関数が収縮すると、瞬時に B の波動関数も収縮し、B の状態も瞬時に決まることになる。そして、この遠隔作用は、A と B の間の距離が、光が到達するのに何年かかるような距離であったとしても、瞬時に実現するのである。A と B の間の遠隔作用は局所性を破る非局所的遠隔作用である。

アインシュタインは、量子力学の理論的な考察によって、量子力学が非局所的遠隔作用を認めることに気づいた。量子力学に従えば、到達するのに光速で何年もかかってしまうくらい離れていても、瞬時に影響が及ぶ可能性があることに気づいたのである。なお、アインシュタイン以前に、シュレディンガーがこうした非局所的遠隔作用の可能性を発見している（Aczel 2001=2004：80）。そして、EPR 論文を検討した論文の中で、シュレディンガーは、「遠く離れた 2 地点で起こる物理現象に関する予言や知識が分離不能になって絡み合う」現象、2 つの粒子が分離不能状態になる現象を指す言葉として「絡み合い entanglement」という言葉を初めて使った（清水 2005：143；石井 2006：120）。相互作用によって 2 つの粒子は絡み合いの状態に入り、絡み合いの状態にある 2 つの粒子の間で非局所的遠隔作用が生起するのである。その後、絡み合いという言葉は定着し、EPR 論文は、アインシュタインの意図とは異なるが、絡み合いを発見した重要な論文とみなされるようになる（太田 2007：289）。

量子力学の原理から導かれる非局所的遠隔作用を、アインシュタインは受け入れることはできなかった。1947 年、アインシュタインは、量子力学の創設者の 1 人であるボルンに「量子力学の理論は、物理学は時間と空間における現実を幽霊のような遠距離作用を考慮せずに表現すべきだ、という原理と矛盾する」と書き送っている（山本 1999：398-399）。光より速いものはないという相対性理論の基本に反する「幽霊のような遠距離作用」の存在を、アインシュタインは許すわけにはいかなかった。そこで、アインシュタインは、量子力学がまだ気づいていない隠れた変数があり、その隠れた変数が見つければ、非局所的遠隔作用を想定する必要はなくなると考えた（Aczel 2001=2004：130-131）。この隠れた変数の考え方とは次のようなものである。

相互作用によって絡み合いの状態に入ったとみなされる 2 つの粒子には、実は、対ごとに何

か遺伝子のようなものが備わっていて、それが観測結果を支配している。観測によって片方の状態が決まると、瞬時に他方の状態も決まるが、2つの粒子がそのような状態になることは、この遺伝子のようなものによってあらかじめ決定されている（尾関 1997：110）。あるいは、絡み合いの状態に入ったとみなされる2つの粒子には、あらゆる状況に応じてどのように振る舞うのかを指示した手引書が与えられており、この手引書が観測結果を支配している（Aczel 2001=2004：145）。

ここで言う遺伝子のようなものあるいは手引書が隠れた変数であり、こうした隠れた変数が存在するとすれば、不可解な非局所的遠隔作用を想定する必要はなくなる。そして、アインシュタインの考えを継承した人々が、隠れた変数を導入することによって、量子力学を再構成しようとした。それは、量子力学を局所性に沿うものにしようとする試みである。しかし、1960年代になると、隠れた変数は存在するのかという問題に取り組んだベルが、量子力学と隠れた変数の理論は両立しないことを数学的に示した（Aczel 2001=2004：143-145；井元 2002：52）。ベルによると、量子力学が隠れた変数の理論のどちらかは正しいが、両方が正しいことはない（Aczel 2001=2004：144）。隠れた変数を導入して量子力学を再構成するのは不可能なのだ（Aczel 2001=2004：145）。

そうすると、残る問題はどちらが正しいのかということである。ベルは、実験によりこの問題に決着がつけられることも証明した（Malin 2001=2006：18）。その実験とは、EPR 論文の中の思考実験をボームが単純化し改良したものである（Aczel 2001=2004：144；Bohm 1951=1964：701-703）。ベルは、この実験の測定値に関する不等式——ベルの不等式——を呈示しており、実際の実験によって、この不等式が成り立てば、隠れた変数の理論、局所性の仮定が正しく、量子力学が間違っていることになり、この不等式が否定されれば、量子力学が正しく、隠れた変数の理論、局所性の仮定が間違っていることになる（Aczel 2001=2004：143-146）。ベルは、「量子力学を書き直すことをめざす局所的な隠れた変数の理論が検証可能な帰結を持つこと」を示した。そして、そのことがベルの議論の最も驚嘆すべき部分だとされている（足立 2002：65）。

ただ、この実験は、実行が困難であり、量子力学とアインシュタインの考えのどちらが正しいのかという問題に決着がつくには、ベルの不等式が呈示されてから、およそ20年かかった。実験を成功させたのは、フランスの物理学者アスペであり、その実験によって、ベルの不等式が成り立たないことが明らかになった。量子力学が正しく、隠れた変数の理論、局所性の仮定が間違っていることが証明されたのである。ベルの不等式が破れていることは、その後、何度も実験により確認されている。「自然は局所実在論を侵犯していることが証明されたのである。」（Malin 2001=2006：18）

以上のように、量子力学に対する批判的検討の中で、量子力学は「量子的な粒子は他の量子的な粒子に非局所的遠隔作用を及ぼし得る」という物質観を持つことが明らかになり、さらに、その物質観が妥当性を持つことも実験によって確かめられた。実験によって裏打ちされた、物質と物質の間に非局所的遠距離相関が生じ得るという量子力学の見解は、常識的な世界像をひどく傷つけるものであろう。

また、量子力学の「量子的な粒子は他の量子的な粒子に非局所的遠隔作用を及ぼし得る」という物質観は、「物質の総体は不可分の単一体をなす」という全体論的な物質観をサポートするものである。論者によっては、両者を同一視することがあるが、それは、短絡的な見方である。

例えば、ウォルター・ムーアは、非局所的遠隔作用を認めることは、物理学的世界が互いに無関係なバラバラの部分寄せ集めたものではなく一つの破り得ざる全体であることを認めることだと書いているが（Moore 1989=1995：356）、素朴に考えてそのようなことはない。確かに、「量子力学では非局所性ということは極めて現実的に捉えられていて」、「光の速度を越えてものが伝播していくということを実現することが実験室で実際に可能になっている」が、それは、「特殊な境界条件を設定すれば」（松野・ショウ 2000：295）の話である。もし、あらゆる量子的な粒子の間に非局所的遠隔作用が生起するということがなれば、物質の総体は絡み合った不可分の単一体ということになるだろう。しかし、実際にはそうではない。「量子の非局所性によって、遠く離れた粒子を独立した実体と考えることができなくなる」（Davies & Gribbin 1992=1993：254）こともあるが、すべての遠く離れた粒子に該当するわけではない。ただ、遠く離れた粒子の間に非局所的遠隔作用が生じ得るということは、全体論的な物質観の論拠の一つになるだろう。

なお、ボームも量子力学の概念によれば、世界は単一の不可分体として振る舞うと論じている。ボームによれば、要素的な粒子がどのような“内在的な”性質を持つのか——波動性を持つのか粒子性を持つのか——ということさえ周囲の環境に依存しているとみなす量子力学の考えは、「世界は別々の部分・部分に正確に分析することができ、その各部分は別々に存在し、そしてそれらが合して厳密な因果律にしたがって働き全体を形成する、という仮定の崩壊をもたらす」（Bohm 1951=1964：1-2）。しかし、要素的な粒子の“内在的な”性質が周囲の環境に依存しているということだけで、全体論的な物質観を主張するのは、無理だろう。周囲の環境との関係によって要素的な粒子の“内在的な”性質が決まるという機制が、物質の総体を不可分の単一体にするとは思えない。ただ、「要素的な粒子が決して変らない“内在的な”性質をもつという古典論の仮定」（Bohm 1951=1964：1）にかわる量子力学の仮定は、全体論的な物質観の論拠の一つにはなるだろう。

量子力学には、「物質の総体は不可分の単一体をなす」という全体論的な物質観はない。ただ、量子力学の物質観は、全体論的な物質観をサポートするものである。

さて、量子力学は、電子のような極微の粒子の振る舞いを記述するのに大きな成功を収めたわけだが、光を対象にすることはできなかった。実験事実から光も粒子の集団であることは、わかっていた。しかし、光には量子力学という新しい原理を持つ理論は使えなかったのである（和田 1996：5）。そこで、電磁場を量子化する——電磁場に量子力学の原理を適用する——という試み——光の量子論の試み——がなされた。これが、場の量子論の始まりである。光が粒子の集団であることは、この試みによって自然に導かれた（和田 1996：17）。そして、その後、電子のような粒子も光の量子論と同じ形式の理論＝場の量子論で扱われるようになっていく（和田 1996：70）。場の量子論が築かれたのは、1927年から1929年にかけてであり、その作業に携わったのは、ディラック、ハイゼンベルク、パウリ、ヨルダンらである。量子力学の発想を保ちつつ、「場」という概念を使って、粒子というものを新しい観点から見直した理論である場の量子論は、光も、電子や原子核から構成された物質もすべて扱うことができ、量子力学では説明できない現象を説明することもできる（和田 1996：5-6）。場の量子論は、ミクロ自然に関わる普遍的「言語」である（小嶋 2001：5）。以下では、この場の量子論がどのような物質観を持っているのかを述べていきたい。なお、場の量子論とひとくちで言っても、「その内容・方法・アプローチは非常に多様で、多岐にわたる文脈と関連分野・トピックスを含んで

いる」(小嶋 2001: 5)。以下の記述は、そうした場の量子論の全貌をカバーするものではまったくない。あくまで場の量子論の物質観の基本線がどのようなものであるのかを示そうとするものである。

「場の量子論は時空の各点各点における単振動（調和振動子）の量子力学に他ならない」（山脇 2007: 14）という場の量子論の規定がある。ここでは、この規定から話を始めたい。「時空の各点各点における単振動の量子力学」ということは、時空の各点各点における単振動に量子力学の原理を適用するということであるが、まず前提となっていることは、そもそも空間の各点各点に振動があるということである。この振動は、何かの振動ではない。いわば媒質なき振動である（江沢 1998: 161）。そして、この振動の集合が電磁場とか電子場といったいわゆる「場」である。電磁場も電子場も振動子の集まりである（高橋・表 2006: 78）。(振動子とは振動を示すもののことである。) 電磁場や電子場といった場は、宇宙全体に広がっており、それぞれ1つしかない。その1つしかないそれぞれの場は、無数の振動からなるのである。「空間にひろがった電子場はいつでもどこでも何らかの振動をしている。」(町田 1990: 156) 場の量子論では、こうした場の1つの振動に量子力学の原理を適用するのである。

では、振動に量子力学の原理を適用するということとは、どのようなことであろうか。それは、振動の振幅に「重ね合わせ」の原理を適用するということである。すなわち、振動の振幅の状態を、様々な振幅の状態の「重ね合わせ」（共存）と考えるということである（和田 1996: 54）。そして、そうすると、振幅から決まる振動のエネルギーの値がとびとびに、しかも等間隔になるのである。振動があるということはエネルギーがあるということであり、場はいつでもどこでも何らかの振動をしているということは、場の各点各点には必ずエネルギーがあり、それがなくなることはないということである。振動の振幅に「重ね合わせ」の原理を適用すると、このエネルギーの値はとびとびに、しかも等間隔になる。最小のエネルギー値を0、その次に小さい値を $\varepsilon$ とすると、3番目の値はその2倍 $=2\varepsilon$ 、4番目の値はその3倍 $=3\varepsilon$ というように、 $\varepsilon$ ずつ等間隔に増えていくのである（和田 1996: 57-58）。なお、電磁場の場合、 $\varepsilon$ の値は、 $h\nu$ である（ $h$ はプランク定数、 $\nu$ は振動数）。電磁場の振動子のエネルギー準位（エネルギー・レベル）は、基本的に $h\nu$ の整数倍である。また、最小のエネルギー値を持つ状態を基底状態、最小のエネルギー値より大きいエネルギー値を持つ状態を励起状態と呼ぶ。

場の振動に量子力学の原理を適用すると、振動のエネルギー値は等間隔でとびとびになる。最小値の次に小さい値を $\varepsilon$ とすると、エネルギー値は、 $\varepsilon$ 、 $2\varepsilon$ 、 $3\varepsilon$ というように、 $\varepsilon$ ずつ等間隔に増えていく。そして、この $\varepsilon$ の大きさを持ったエネルギーの塊が粒子なのである（和田 1996: 58）。エネルギー値が、 $3\varepsilon$ だということは、粒子が3個あるということである。「量子化された場のエネルギーは整数で数えられるから粒子と呼ばれる。」（佐藤 1997: 98）エネルギー値が等間隔でとびとびなので、それぞれの値になった状態を、粒子が1個ある状態、2個ある状態、3個ある状態というように考えることができるのである。また、エネルギー値が $\varepsilon$ に満たない場合には、すなわち最小値の場合には、粒子はないことになる。基底状態には、粒子は存在しない。よって、基底状態は、真空と呼ばれる。これに対して、励起状態には、最小値より大きいエネルギー値がある。すなわち、 $\varepsilon$ 以上のエネルギー値がある。励起状態には、粒子が存在する。その意味では、粒子は場の励起とみなされるものである。

ところで、電磁場のある1点における振動のエネルギー値が例えば $3h\nu$ だとすると、そこに光子が3個あることになるが、電子や陽子や中性子の場合には、3個あるといったことは起

こり得ない。それらは、1個しか存在できない。なぜなら、光子がボース粒子であるのに対して、それらはフェルミ粒子であるからだ。量子論では、粒子をボース粒子とフェルミ粒子に区分している。ボース粒子の場合は、同じ物理的状況の中に何個でも存在できる。フェルミ粒子の場合は、同じ物理的状況の中には1個しか存在できない（パウリの排他原理）。物質の構成要素である電子、陽子、中性子はすべてフェルミ粒子である。それら、例えば陽子が、同時に2つ以上同じ場所に存在することはできない。そして、場の量子論では、「フェルミ粒子はフェルミ型振動子の集合とみなされ、フェルミ型振動子はグラスマン数によって記述されている」（亀淵 1990：55）。フェルミ粒子をもたらす振動の振幅に量子力学の原理を適用する際には、普通の数ではなくグラスマン数と呼ばれる数を使って振幅を表しているのである。そうすると、振動の可能なエネルギー値は、等間隔で無限に並ぶのではなく、2つしか出てこない。この2つの内、エネルギー値の小さい方は、粒子がない状態に対応し、大きい方は、粒子が1個ある状態に対応する（和田 1996：74-75）。

上記のように、場の振動に量子力学の原理を適用すると、振動のエネルギー値は等間隔でとびとびになり、粒子が存在すると考えられるようになる。存在可能な粒子の数にも制限がない。ただ、フェルミ粒子をもたらす振動の場合には、可能なエネルギー値は2つしかない。また、存在可能な粒子の数は1個だけである。

場の量子論には、2つの物質観がある。その内の1つは、以上によって明らかであろう。物質の窮極的な構成要素は素粒子である。そして、「真の素粒子には必ずそれぞれ場が伴っている」（Feynman & Weinberg 1987=2006：91）。素粒子とは、結局のところ、この場の振動のエネルギーである。「場の量子論では基本的な存在は場であって粒子ではない。粒子は場の中でエネルギーのかたまりともいふべきものである。」（Feynman & Weinberg 1987=2006：91）

また、素粒子とはある一定の値以上のエネルギー値を持った振動である、ということもできるだろう。「陽子・中性子・電子などを素粒子とよび、また一個の電子などという言い方をするが、ほんとうは電子場の振動なのである。」（町田 1990：156）そして、このような観点からすれば、「自然とは数多くの振動子の集合である」ということになるだろう（亀淵 1990：52）。なお、ここで言う振動とは、何かの振動ではなく、媒質なき振動である。

さらに言えば、素粒子とは、「場の状態」（廣松 1988：39）であるとも言える。既述のように、場の振動のエネルギー値が最小値より大きければ、粒子が存在する。そして、振動のエネルギー値とは、場の状態のことである。ということは、素粒子が存在するかどうかは、場の状態によって決まるということである。その意味で、素粒子とは、場の状態である。素粒子とは、場という「基体的存在たる実質の本体の属性的存在」である（廣松 1988：49）。素粒子は、「場に起る状態の変化として現れる」（朝永 1965：48）。場の量子論では、「実体主義の拠点ともいふべきアトム、それも究極的なアトムと思われた素粒子が今や「場」の状態として、およそ非実体主義的に捉え返されるようになっている」のである（廣松・吉田 1979：38）。

このように、場の量子論は、「物質の窮極的な構成要素とみなされる粒子は場の振動のエネルギーの塊である、あるいはある一定の値以上のエネルギー値を持った振動である」という物質観を持っている。場の量子論は、物質を構成する電子や陽子や中性子が場の状態、あるいは場の属性的存在であることを明らかにしたのである。

そして、さらに、このエネルギーの塊である粒子は不生不滅ではない。それは、生成し消滅する。場の量子論は、「物質の窮極的な構成要素とみなされる粒子は生成し消滅する」という

物質観も持っているのである。以下では、この物質観について述べたい。

場とは、振動の集合である。電磁場も電子場も無数の振動の集まりである。ただ、「場」という言葉は、違う意味でも使われる。物理学では、一般に、空間の各点で値が決まっている量、空間の各点で定義された刻々と変化する量のことも「場」と呼ぶ。例えば、先に記したように、波動関数は、空間上の各点において一意に決まった複素数値をとる。この値は、その点の属性と考えられるものである。波動関数は空間の各点で値が決まっている量とみなされる。波動関数は、場の1つである（和田 1997：121）。そして、場の量子論では、こうした場を演算子に読みかえる（＝場の量子化）。演算子とは、ある集合を他の集合に移す写像のことである。演算子には、必ず作用（オペレート）されるもの——オペランド——が必要である。量子化された場は、状態をオペランドとする演算子、状態の空間に作用する演算子である（中西 1992：75）。そして、ここで言う状態とは、存在する粒子の個数の状態（粒子がない状態、1個ある状態、2個ある状態…）のことである。演算子としての量子場は、粒子が  $n$  個ある状態に作用して、 $n+1$  個ある状態に変換する、あるいは、 $n-1$  個ある状態に変換する。 $n+1$  個の状態への変換は粒子を生成する作用であり、 $n-1$  個の状態への変換は粒子を消滅させる作用である。演算子としての量子場は、生成演算子と消滅演算子の一次結合である。量子場という数学的対象は、「物質的宇宙を生み出す根源的存在」とみなされている（新井 2004：158）。場の量子論では、この量子場の作用によって粒子の生成と消滅を記述している。

ギリシアの原子論においては、原子は安定的な存在であり、生成したり消滅したりはしない。例えば、エピクロスによると、「原子は決して転化しない」。原子は、「有らぬものへの転化をも、有らぬものからの（有るものへの）転化をも起こさない」（Epicurus 1926＝1959：21）。原子は、「不消滅であり、本性上転化しないもの」である（Epicurus 1926＝1959：21）。また、「有らぬものからは何もかも生じない」（Epicurus 1926＝1959：11）。ニュートン力学においても、質点は始めから終わりまで質点であり、生成したり消滅したりはしない。量子力学に至って、古典的な粒子像は大きく変更される。ただし、粒子は生成したり消滅することはない（高橋・表 2006：149-151）。しかるに、場の量子論は、時空に広がる量子場の作用によって、粒子の生成と消滅を記述する。場の量子論においては、粒子は、不生不滅の存在ではない。

ところで、場の振動のエネルギー値が最小の状態＝基底状態は、粒子が存在しない状態であり、真空と呼ばれているが、実際には、本当の意味での真空＝本当に何も無い状態ではない。粒子が存在しない空間は、「決して空っぽではなく、むしろ沸騰して泡立つ液体のように、粒子－反粒子のペアが何も無いところから現れたり消えたりする」（Krauss 2005＝2008：129）。この対生成する粒子－反粒子のペアは、一瞬の存在であり、すぐさま対消滅する。このような粒子は、仮想粒子と呼ばれている。そして、「このかりそめの物体が無から生じ、ほとんどすぐに再び消えてしまう」（Davies & Gribbin 1992＝1993：25）という現象が生起するのは、位置と運動量の間だけではなくエネルギーと時間の間にも不確定性関係があるからである。

エネルギーと時間の間の不確定性関係は、次の式で表される。 $\Delta E \Delta t \geq h$ （ $\Delta E$  はエネルギーの不確定性、 $\Delta t$  は時間の不確定性、 $h$  はプランク定数）。エネルギーと時間の間に不確定性関係があるということは、エネルギーの不確定性と時間の不確定性の積はプランク定数より小さくならないということである。もし、時間が短くなれば、時間の不確定性は小さくなる。時間の不確定性が小さくなれば、この不確定性関係により、エネルギーの不確定性は大きくなる。ごく短い時間においては、エネルギーは激しくゆらぐ。そして、このゆらぎが仮想粒子の生成

をもたらす。「エネルギーの不確定性が十分な大きさになるほど短い時間では、測定する領域に何個の粒子があるのかは答えられない。」(Krauss 2005=2008:129) 仮想粒子は、「エネルギー保存則からの逸脱が測定できないと言えるほど短い時間」(Krauss 2005=2008:129)の間なら存在することができる。場の量子論は、「エネルギーが、すぐに消えてしまうのであれば何も無いところから自然発生的に姿を現わす」ことを、また、そのことによって、「粒子が一瞬、何も無いところから現われ出る」ことを認めている (Davies & Gribbin 1992=1993:156)。

このように、粒子が存在しないとされる真空中においても、一瞬の存在である仮想粒子が生成し消滅している。場の量子論によると、真空は、仮想粒子で満ちた海であり、ざわざわとうごめいている。そして、このざわめく真空の活動は、「通常物質の原子間の空間を含めた我々のまわりで進行している」のである (Davies & Gribbin 1992=1993:158)。

さて、以上において、我々は、場の量子論が、粒子の生成と消滅を論じていることを確認した。場の量子論によると、演算子としての量子場の作用によって、粒子は生成したり消滅したりする。また、エネルギーと時間の間に不確定性関係があるがゆえに、仮想粒子が何も無いところから生成し、すぐさま消滅するという現象も起きている。これらのことから、場の量子論は、「粒子は安定的な存在ではなく、生成し消滅する」という物質観を持っていると言うことができるだろう。ただ、我々は、そうした観点とは別の観点からも、場の量子論は、「粒子は生成し消滅する」という物質観を持っているとみなすことができると考えている。少しく説明しよう。

ここで問題となるのは、「粒子は生成し消滅する」という言葉の意味である。演算子としての量子場の作用によって粒子が生成するということは、これまで存在しなかった粒子が出現し存在するようになるということである。また、粒子が消滅するということは、これまで存在していた粒子が存在しなくなるということである。「場の量子論とは、粒子の生成と消滅を記述する道具である」(坂井 2002:v) という場合の、「生成」と「消滅」とはこのような意味であろう。場の量子論において、一般に、「粒子は生成し消滅する」と言う場合、当該の粒子が存在しない状態→生成過程→当該の粒子が存在している状態→消滅過程→当該の粒子が存在しない状態、という継起が念頭におかれている。しかし、場の量子論の理論内容から判断するに、粒子はこうした意味とは異なる意味においても生成し消滅している。

場の量子論では、一般に、当該の粒子が存在しない状態、生成過程、当該の粒子が存在している状態、消滅過程という4つのフェーズが考えられている。この4つの内、当該の粒子が存在している状態は、まさに粒子が持続的に存在している状態であり、生成過程及び消滅過程とははっきり区別される状態とみなされている。しかし、場の量子論の理論内容から判断するに、粒子は、この「存在している状態」においても、絶えず生成と消滅の過程にあるのである。なぜなら、粒子は、ある一定の値以上のエネルギー値を持った振動であるからだ。振動であるからには、粒子は、ずっとあり続けるものではなく、絶えず生成し消滅し続けるものである。振動とは、動きそのものである。振動という動きは、絶えず生成すると同時に消滅し続けている。「存在する」ということを、ある事物が同一性を保ちつつずっとあり続けることだとすると、振動が存在することはない。動きそのものである振動が同一性を保ちつつずっとあり続けることではない。よって、振動である粒子が存在することはない（ここで言う振動とは媒質なき振動であるから、振動する何かが存在するということもない）。粒子は絶えず生成と消滅の過程にある。この生成と消滅の過程とは、いわば生成論的な生成と消滅の過程である。粒子は、生成

論的にも生成し消滅しているのである。

生成論的な思考においては、事物は存在するのではなく、絶えず生成し続けると同時に消滅し続ける。「森羅万象（宇宙）は、毎瞬に崩壊し、同時に毎瞬に創造されていく。」（古東 2002：179）生成論的な思考によると、絶えることのない生成と消滅が、事物が立ち現われ続けるという事態をもたらす。そして、この両者は不可分である。新たな生成が可能になるには、すでに生成した事物が消滅しなければならないからだ。生成論的な生成と消滅は、事物が立ち現われ続けるという事態をもたらす互いに不可分の機制である。こうした生成論的な生成と消滅は、「場の量子論とは、粒子の生成と消滅を記述する道具である」と言う時の生成と消滅——存在をもたらしたり消したりする生成と消滅——とはまったく異なる。生成論的な生成と消滅は、事物が存在することを前提にした生成と消滅ではない。生成論的な生成とは、存在しなかった事物が存在するようになることではない。生成論的な消滅とは、存在していた事物が存在しなくなることはない。生成論的な生成と消滅は、存在することのない事物の立ち現われを可能にする機制である。「生成論的な生成と消滅」という概念は、従来の「存在」という概念に取って代わるものである。そして、その理論内容から判断するに、場の量子論は、粒子が生成論的に生成し消滅するとみなしている。場の量子論において、粒子とは振動である。粒子が振動であるということは、粒子が絶えず生成し消滅し続けているということである。粒子は、絶えず生成し続けると同時に消滅し続け、その結果、粒子が「ある」という事態がもたらされているのである。そうとは喧伝していないかもしれないが、場の量子論は、「物質の窮極的な構成要素とみなされる粒子は生成論的に生成し消滅する」という物質観も持っていると言えるだろう。

なお、廣松渉は、場の量子論という現代物理学の理論によれば、「波動」である素粒子の位相は、「“不連続的連続”の相で反復再現し続ける」と指摘している（廣松 1988：45）。「不連続的連続」の相で反復再現し続けるということは、過去・現在・未来を通して自己同一的な実体として持続しているかのように見えるかもしれないが、実際には消滅・再生のくり返しという不連続性がそこにあるということである（廣松 1988：44）。廣松も、場の量子論が「粒子は生成論的に生成し消滅する」という物質観を持っていることを認めていたように思われる。

また、粒子の生成論的な生成と消滅の過程によって、粒子が「ある」とされる事態がもたらされるわけであるから、一般的に「場の量子論は、粒子の生成と消滅を記述する」と言う場合の生成と消滅は、以下のように解釈することができるだろう。すなわち、生成とは、生成論的な生成と消滅の過程が始まることであり、消滅とは、生成論的な生成と消滅の過程が終わることである。

場の量子論は、粒子が生成論的に生成し消滅するとみなしている。粒子が「ある」とされる事態は、この生成論的な生成と消滅の過程によってもたらされる。そして、この過程も生成し消滅することがあるのである。これが、場の量子論が持っているもう1つの物質観である。

付言しておけば、振動として絶えず生成論的に生成し消滅している粒子は、不動ではなく、運動するわけであるが、その運動は常識的に物体の運動と考えられているものとは異なる。常識的な意味での物体の運動とは、実体的同一性を持った物体が空間の中で位置を変えること、移動していくことである。しかるに、振動である粒子が実体的同一性を保ちつつ、空間の中を移動していくことはない。振動である粒子の運動とは、振動が隣から隣へと伝搬していくことである。ある点での振動が衰え、代わって隣の点で振動が強くなることである（江沢 1991：16-18）。「素粒子の運動」と呼ばれているのは、——実体的運動体の移動運動なのではなく——

「場の状態の継起的布置変化」にほかならないのである。」（廣松 1988：43）場の量子論は、粒子の運動をこのように描写している。そして、こうした運動の間中、様々な点において、振動が生成し消滅し続けるのである。

# 【註】

- (1) 大森荘蔵は、物質から感覚的性質を剥ぎ取ってしまったことが、ガリレオとデカルトの数学的自然学がもたらした知的革命の核心であるとみなしている（大森 1998：97）。大森によれば、「感覚的性質を「物」から排除して人間の「意識」あるいは「精神」に押し込めたこと」に数学的自然学の革命性があるのである（大森 1998：107）。そして、この見方は、フッサールのそれとは異なる。フッサールによれば、数学的自然学がもたらした知的革命の核心あるいは問題点は、自然が理念化され数学化されたこと（Husserl 1954=1995：49）、そして、理念化され数学化された自然が「客観的に現実的で真の」自然として、学以前の直観的自然にとって代わったこと——言いかえると、理念化され数学化された自然が生活世界を隠蔽してしまったこと——にある（Husserl 1954=1995：89-94）。こうしたフッサールの見方に対する大森の批判については、6）で論及する。
- (2) ただし、「収縮」という表現は適切ではないと思われる。波動関数の収縮という表現を文字通りに受け取れば、共存している様々な状態に付随している波動関数が、ある1つの状態に付随する波動関数に収縮するということだろう。しかし、実際に生起していることは、粒子がある一点に存在するようになり、「重ね合わせ」の状態が消えてしまうということである。そのような状況においては、そもそも「重ね合わせ」の状態と不可分の波動関数を考えることはできないだろう。よって、量子的な粒子を観測した際に起きる現象に関しては、波動関数の収縮と呼ぶよりは、波動関数の「崩壊」（Prigogine 1997=1997：40）と呼ぶ方が適切だろう。ただ、ここでは慣例に従って、「収縮」という表現を使うことにする。

# 【文献】

- Aczel, A. D. 2001 *Entanglement: The Greatest Mystery in Physics*, Writers House LLC and Four Walls Eight Windows. =2004 水谷淳訳『量子のからみあう宇宙』早川書房
- 足立 聡 2002 「Bell の不等式について」『数理科学』7月号：58-65
- 雨宮民雄 1996 「複雑系の科学と現実」『現代思想』11月号：110-122
- 新井朝雄 2004 「量子場と相互作用を行う量子系の数理」中村孔一・中村徹・渡辺敬二編『だれが量子場をみたか』日本評論社
- Bohm, D. 1951 *Quantum Theory*, Prentice-Hall. =1964 高林武彦・井上健・河辺六男・後藤邦夫訳『量子論』みすず書房
- Bohr, N. 1935 “Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?”, *Physical Review*, 48. =1999 山本義隆訳「物理的实在の量子力学的記述は完全と考えるのか?」『ニールス・ボーア論文集1 因果性と相補性』岩波書店
- Bohr, N. 1949 “Discussion with Einstein on Epistemological Problems in Atomic Physics”, in P. A. Schilpp ed., *The Library of Living Philosophers*, vol. vii, Evanston. =1999 山本義隆訳「原子物理学における認識論上の諸問題をめぐるアインシュタインとの討論」『ニールス・ボーア論文集1 因果性と相補性』岩波書店
- Bruce, C. 2004 *Schrödinger's Rabbits: The Many Worlds of Quantum*, Joseph Henry Press. =2008 和田純夫訳『量子力学の解釈問題』講談社
- 千葉 恵 2002 『アリストテレスと形而上学の可能性』勁草書房
- Davies, P. & Gribbin, J. 1992 *The Matter Myth*, Simon & Schuster. =1993 松浦俊輔訳『〈物質〉という神

話』青土社

- Descartes, R. 1641 *Meditationes de prima philosophia*. = 1949 三木清訳『省察』岩波書店
- Descartes, R. 1644 *Principia Philosophiae*. = 1964 桂寿一訳『哲学原理』岩波書店
- Descartes, R. 1649 *Passion de l'âme*. = 1974 野田又夫訳「情念論」『方法序説・情念論』中央公論社
- Einstein, A., Podolsky, B. & Rosen, N. 1935 "Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?", *Physical Review*, 47: 777-780 = 1971 谷川安孝訳「物理的實在についての量子力学的記述は完全であると考えられるであろうか」『アインシュタイン選集1 特殊相対性理論・量子論・ブラウン運動』共立出版
- Epicurus 1926 *Epicurus: The Extant Remains*, Oxford. = 1959 出隆・岩崎允胤訳『エピクロス——教説と手紙』岩波書店
- 江沢 洋 1991「場の量子化・虚数時間・確率論的描像」『別冊・数理科学 場の物理と数理』: 16-22
- 江沢 洋 1998「場の量子論と物質像」『別冊・数理科学 現代の数理物理』: 161-166
- Feynman, R. P. & Weinberg, S. 1987 *Elementary Particles and the Laws of Physics*, Cambridge University Press. = 2006 小林澈郎訳『素粒子と物理法則』筑摩書房
- Galileo, G. 1623 *Il Saggiatore*. = 1979 山田慶児・谷泰訳「偽金鑑識官」『世界の名著 26 ガリレオ』中央公論社
- Galileo, G. 1638 *Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno à due nuove scienze attenenti alla meccanica & i movimenti locali*. = 1937 今野武男・日田節次訳『新科学対話(上)』岩波書店
- 廣松 渉 1988『哲学入門一歩前——モノからコトへ』講談社
- 廣松 渉・吉田宏哲 1979『仏教と事的世界観』朝日出版社
- Husserl, E. 1954 *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie*, Martinus Nijhoff. = 1995 細谷恒夫・木田元訳『ヨーロッパ諸学の危機と超越論的現象学』中央公論社
- 井元信之 2002「量子力学の解釈問題」『数理科学』7月号: 50-57
- 石井 茂 2006『ハイゼンベルクの顕微鏡——不確定性原理は超えられるか』日経 BP 社
- Jantsch, E. 1980 *The Self-Organizing Universe*, Pergamon Press. = 1986 芹沢高志・内田美恵訳『自己組織化する宇宙』工作舎
- 亀淵 迪 1990「フェルミ粒子とグラスマン数」『数理科学』4月号: 52-55
- 小林道夫 2000『デカルト哲学とその射程』弘文堂
- 古東哲明 2002『ハイデガー＝存在神秘の哲学』講談社
- Krauss, L. M. 2005 *Hiding in the Mirror*, Viking. = 2008 齊藤隆央訳『超ひも理論を疑う』早川書房
- Lloyd, S. 2006 *Programming the Universe*, Brockman. = 2007 水谷淳訳『宇宙をプログラムする宇宙』早川書房
- 町田 茂 1990『時間・空間の誕生』大月書店
- Macrae, N. 1992 *John von Neumann*, Pantheon Books. = 1998 渡辺正・芦田みどり訳『フォン・ノイマンの生涯』朝日新聞社
- Malin, S. 2001 *Nature Loves to Hide: Quantum Physics and Reality*, Oxford University Press. = 2006 佐々木光俊訳『隠れたがる自然——量子物理学と實在』白揚社
- 松野孝一郎 1988「生命——またの名、物質の持つ選択能のこと」『現代思想』1月号: 138-145
- 松野孝一郎・三嶋博之 1999「物は感受する——生態物理学と生態心理学の対話」『現代思想』9月号: 194-212
- 松野孝一郎・R. E. ショウ 2000「知覚の数学、あるいは意図と場の力学系——インテンショナル・ダイナミクスの試み」『現代思想』10月臨時増刊: 278-295
- Moore, W. 1989 *Schrödinger: Life and Thought*, Cambridge University Press. = 1995 小林澈郎・土佐幸子訳『シュレーディンガー——その生涯と思想』培風館
- 村上陽一郎 1980『動的世界像としての科学』新曜社
- 中西 襄 1992『場と時空』日本評論社

- 小嶋 泉 2001「場の量子論的思考法」『数理科学』4月号：5-16
- 大森荘蔵 1998「知の構築とその呪縛」『大森荘蔵著作集 第七巻 知の構築とその呪縛』岩波書店
- 太田浩一 2007「宇宙の主任技師」太田浩一・松井哲男・米谷民明編『アインシュタインレクチャーズ@駒場』東京大学出版会
- 尾関 章 1997『量子論の宿題は解けるか』講談社
- Prigogine, I. 1997 *The End of Certainty*, The Free Press. =1997 安孫子誠也・谷口佳津宏訳『確実性の終焉』みすず書房
- Prigogine, I. & Stengers, I. 1984 *Order out of Chaos*, Bantam Books. =1987 伏見康治・伏見譲・松枝秀明訳『混沌からの秩序』みすず書房
- 坂井典佑 2002『場の量子論』裳華房
- 佐藤文隆 1997『量子力学のイデオロギー』青土社
- 清水 明 2002「量子測定の問題とその問題点」『数理科学』7月号：14-20
- 清水 明 2005「EPR パラドックスからベルの不等式へ」日本物理学会編『アインシュタインと21世紀の物理学』日本評論社
- 高林武彦 2001『量子力学——観測と解釈問題』海鳴社
- 高木 伸 2002「巨視的量子現象と観測問題」『数理科学』7月号：21-28
- 高橋憲一 2006『ガリレオの迷宮——自然は数学の言語で書かれているか?』共立出版
- 高橋 康 1974『物性研究者のための場の量子論 I』培風館
- 高橋 康・表 實 2006『古典場から量子場への道 増補第2版』講談社
- 竹内繁樹 2005『量子コンピュータ』講談社
- 朝永振一郎 1965『量子力学の世界像』弘文堂
- von Neumann, J. 1932 *Die Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*, Springer Verlag. =1957 井上健・広重徹・恒藤敏彦訳『量子力学の数学的基礎』みすず書房
- 和田純夫 1994『量子力学が語る世界像——重なり合う複数の過去と未来』講談社
- 和田純夫 1996『場の量子論とは何か——統一理論へ近づくための根本原理』講談社
- 和田純夫 1997『20世紀の自然観革命——量子論・相対論・宇宙論』朝日新聞社
- 和田純夫 2002「状態の共存と波動関数の解釈」『数理科学』7月号：7-13
- 山本義隆 1999「解説——ボーア-アインシュタイン論争」『ニールス・ボーア論文集1 因果性と相補性』岩波書店
- 山脇幸一 2007「素粒子物理学の発展」『別冊・数理科学 素粒子物理学の発展』：11-18
- 米谷民明 2007「その後のアインシュタイン」太田浩一・松井哲男・米谷民明編『アインシュタインレクチャーズ@駒場』東京大学出版会