※無断転載・複写はご遠慮ください。

第１１回科学隣接領域研究会　（2019.11.7）

科学と芸術　－その１－

「身体知とイメージからみる科学と芸術」

公益財団法人
日本科学協会

※無断転載・複写はご遠慮ください。

第１１回科学隣接領域研究会について

日時：2019年１１月７日（木）１７：00～20：00

場所：日本科学協会会議室（東京都港区赤坂 1-2-2 ５Ｆ）

参加者（敬称略）

科学隣接領域研究会	リーダー	金子 務（大阪府立大学 名誉教授）
	サブリーダー	酒井 邦嘉（東京大学大学院総合文化研究科 教授）
	メンバー	安藤 礼二（多摩美術大学美術学部 教授）
	〃	岡本 拓司（東京大学大学院総合文化研究科 教授）
	〃	前田 富士男(慶應義塾大学 名誉教授)
	〃	外山 紀久子（埼玉大学大学院人文学社会科学研究科 教授）
事務局	会長	大島 美恵子
	常務理事	石倉 康弘
	業務部マネージャー	浅倉 陽子
	〃 スタッフ	堀籠 美枝子

資　料

◆「科学と芸術」発表資料

・金子先生資料（A4 資料、「Albert Einstein」抜粋資料、「映しと移ろい」抜粋資料、「秋田蘭画、その遠近法問題を超えて触の世界に至る」）

・岡本先生資料（科学と芸術：田辺元と石原純の場合）

・前田先生資料（「科学と芸術」パワーポイント資料印刷物）

・外山先生資料（A3 資料）

◆「未来をひらく 科学と倫理」セミナー関連

・実施報告書、アンケート集計資料

内　容

・大島会長のご挨拶

・金子先生のご講義「身体知とイメージからみる科学と芸術」

第１回目となる「科学と芸術」研究会では、研究会リーダー金子先生（大阪府立大学名誉教授）が「科学と芸術」について、ご自身が重要だとお考えになっている、美意識、イメージの重要性（アインシュタイン、ダーヴィンの例）、脳神経系の進化、人間≠ロボット（シンギュラリティはおこらない）、身体知の重要性、という５つの問題について、アインシュタインの著書や、ご自身の著書『映しと移ろい』など用いてご講義されました。

（※1 金子先生の講義（口述）を３頁以降で公開しております。）

・メンバー発表（各 10 分）

メンバーの先生が、それぞれ「科学と芸術」についてのお考えや関心について、10 分程度発表されました。

(※ 2 先生方のご意見を８頁で公開しております。)

・事務連絡

「未来をひらく 科学と倫理」セミナーについての報告

次回の研究会について（12 月 16 日（月）14：00～）→2020 年１月 28 日（火）に延期

以上

※無断転載・複写はご遠慮ください。

※1「身体知とイメージからみる科学と芸術」

科学隣接領域研究会リーダー
金子 務

この研究会は「科学と芸術（アート）」ということでやりますが、この科学とアートの問題というのは非常に広い。アートはラテン語のアルス（ars）、「術」とか「技」から出ているのですから、古来人類が石器などの道具を使い出すと、それはまさにアルスで、人間が人間になる原初的な手段です。実際にアート的表現は、少なくとも新しい人類ホモ・サピエンスの出現以降明確に現出して、ヨーロッパ系新人クロマニョンのラスコー洞窟壁画などで見られるように、アーツの起源は、アルスと同じでめちゃくちゃ古い、4，5 万年も遡るのだろうと思います。一方、科学がラテン語のスキオー（scio）「知る」から出るフランス語のシアンス(science)が英語のサイエンスとして成立してくる過程は、やっと第 1 次科学革命の 17 世紀に始まります。第 2 次科学革命というか 18 世紀から 19 世紀にかけ科学と技術が結びついた産業革命が現れ、職業人としての「サイエンティスト」(scientist)を産みだし、それをバックに 20 世紀以降、大量の科学者群、技術者群が出現してきます。その後コンピュータや情報理論の出現で情報革命となり、インターネット、ＩＴ革命の現在に至る。

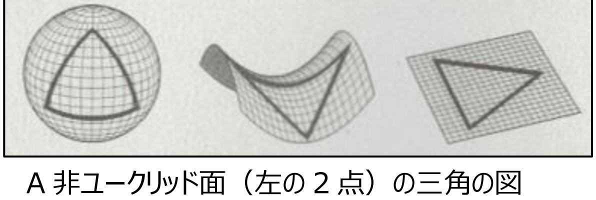
ですから人類の文明の歴史で見れば、科学という分野は新参者で、アートはめちゃくちゃ古い。けれども、僕は、人間の認識論や存在論などを考えていく上では、両者を貫いて行く「身体知」や「イメージ」を手掛かりにすれば、科学と芸術の共通の問題がいろいろとあぶり出されてくるのではないかと思っているのです。

脱遠近法アートと非ユークリッド幾何学

「身体知」の問題に至る前に、視覚の問題があります。まず添付した資料の一つ、拙稿「秋田蘭画、その遠近法問題を超えて触の世界に至る」（『形の文化研究』12 号、2019 年）という、要するに視覚の問題と触覚の問題を扱った論文をご覧ください。これは前半では秋田蘭画、とりわけ 18 世紀後半の小田野直武の再評価、遠近法の導入と写生術の重視という視覚と触覚にまたがる先駆的意義を吟味し、論文の後半は 17 世紀から現代にいたる触覚と手指の思想的問題を展開しています。

遠近法の問題は、簡単に言えば視覚優先の世界の極北です。ですから、ユークリッド幾何学の一番の粋が 15 世紀イタリア・ルネッサンスのブルネレスキやレオナルドらによって遠近法に結実したと思うのです。それが近代アートになって瓦解していって、アートのほうは脱遠近法、また脱視覚の時代に入っていきますよね。複数視点を導入するピカソ、ブラックらのキュビスムや脱視覚世界にはみ出すダリその他の超現実主義の例を挙げるまでもないでしょう。それと並行あるいは先行して、科学世界でも非ユークリッド幾何学が出てきます。アインシュタインが実際に書いているのだけれども、非ユークリッド幾何学は触覚の世界なのです。つまり、でこぼこの表面をなぞっていく、のたうっていく軟体動物の世界です。

僕はこの論文でも書きましたけれども、アインシュタインが息子に、どうしてお父さんはそんなに有名になったのか、と聞かれた。それに対してアインシュタインは、地球儀の上にアリがたかっているとするだろう、そのアリがぐるっと回ったら、また同じところへ戻ってしまったということを見つけた。それと同じようなことをお父さんは見つけたのだよ、と説明しているのです。とにかく非ユークリッド幾何学の登場で直線の定義も変わった。2 点間の最短距離が直線の定義ですから、別に視覚的に真っすぐでなくても



A 非ユークリッド面（左の 2 点）の三角の図
（出典：金子務著『宇宙像の変換』（左右社、2013 年））

※無断転載・複写はご遠慮ください。

いいわけです。3 角形の内角の和も 180 度より大きくても小さくても良い。そういった新幾何学が 19 世紀に出てきて、20 世紀になって新幾何学を包括したガウス理論の上に相対性理論が樹立されていきます。それと同時並行的にアートの世界でも脱視覚芸術の大革命が起こった。ほかにも科学の 3 原色理論が、後期印象派の点描派やカラー写真術を 19 世紀後半に生み出しています。これは前田先生の領域ですけれどもね。このように科学とアートは非常に時代的に即応していて、現代になだれ込んでいると思います。

刹那滅時間観と相即相入のミラー世界

科学とアートの関係を、別の角度から見てみたのが、もう一つの別刷りです。今年 2019 年の 9 月にまだ出たばかりの日文研研究会報告論集、稲賀繁美編『写しと移ろい』（花鳥社、2019 年）に寄せた拙稿「生と死の間―賢治の刹那滅とライプニッツのモナド的時間を思う」です。これは宮沢賢治の文学を貫いている刹那滅という華厳的仏教観、要するにわれわれの存在は、常に生と死を、刹那的に繰り返しているという思想を軸に時間観の根本問題を再考したもので、そういう仏教的時間観が、今や自然科学の世界でほぼ承認されているのです。

例えば素粒子論では、真空という大海は粒子と反粒子が対発生したかとみるや対消滅を繰り返して絶えず揺らいでいる場です。まさに真空は何もない空っぽの場ではなく、刹那滅を繰り返しているホットスポットなのです。例えば時が過去・現在・未来へと流れるという古典的ニュートン的時間観念は、大森荘蔵流の哲学で言えば、「線型的時間」観なのですが、それは後代の今になると間違いで、現代物理学では既に化石化していて、「時は流れず」なのです。そのことは 17 世紀の映発し合うモナド的ライプニッツ的世界の時間観にも示されていると、私はこの論文で指摘しておきました。最近その手の翻訳書、物理学者カルロ・ロヴェッリの『時間は存在しない』(冨永星訳、NHK 出版、2019 年)の書評を書いたのですが、それでもやはり、時間は大脳に刻み込まれた記憶の痕跡である、と言っています。僕は前からそう思っていました。要するに、流れる時間というものは、わが宇宙の、エントロピーが増大するようになっているこの宇宙に生まれついたわれわれ人類の、一種の錯覚です。では過去はないのかといったら、過去は記憶の堆積で実在しています。こうした時間観は、相対性理論や量子論の考えとかゲーデルの宇宙論などともみんな通底しています。要するに人間の存在そのものが、理論物理学のかなり最先端の問題と、それから仏教、特に華厳経の唯識論で前からいわれてきた刹那滅的世界観の共鳴の上に立っているのです。

モナド的個的存在が互いに映発するという「相即相入」の極意を、華厳宗第 3 祖の法蔵が灯火の周りに鏡を並べて則天武后に見せたという有名な話がありますが、草間彌生の「ミラー・ルーム」はその表現だと思います。賢治の『春と修羅・序』にある世界、「すべてがわたしの中のみんなであるやうに　みんなのおのおののなかのすべてですから」と詩的表現された「あいみたがいの世界」が、この「相即相入」の世界です。

科学と芸術を貫くイメージの重要性

時間が押していますね。僕のレジュメを見てください。簡単に要点をお話しします。

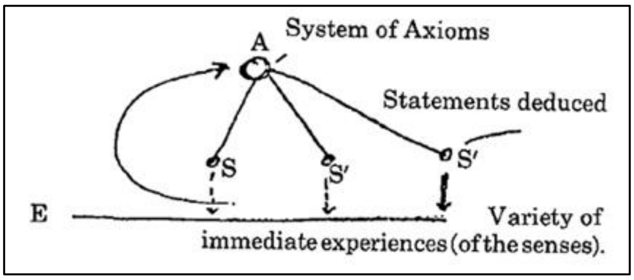
最初に上げた「美意識」はエスセティックス（Aesthetics）とも言いますが、アートの世界を貫くと同時に、科学の世界でもとても重要です。僕は、以前 ″ Aesthetics in Science″ という本を翻訳しています。ジュディス・ヴェクスラー編『形・モデル・構造』（白揚社、1986 年；後に『科学にとって美とは何か』1992 年に改題）です。科学思想家 L.L.ホワイト（東大教養学科の学生時代から僕が師事してきた木村雄吉先生を囲む読書会で親しんできた）を囲む当代一流の研究者たち、美学者、結晶学者、天文学者、科学史家、AI 学者、哲学者らが集まって、科学研究における美的直感の意義を明かそうと試みた極めて興味深いシンポジウムの記録でした。視覚化、構造、メタファー、イメージ、モデルなどが中心テーマになっていましてね。

※無断転載・複写はご遠慮ください。

その中の、「イメージ」が特に重要と考えます。この訳書にも、ダーウィンのイメージ論が出てきます。ダーウィンのノートをいろいろと研究した心理学者のグルーバーの参考になる面白い報告ですが、優れた観察者であったダーウィンは、自然選択と適者生存を二大中心教義とする進化論を樹立するときに、自然に面して高揚感の中で昆虫や草などで「雑踏する堤」イメージとか生命の樹の「枝分かれする」メージを使っているのです。ほかにも種間の生存競争につながる「打ち込まれるくさび」のイメージなどがあります。とくに枝分かれ図などは 5 つも 6 つも描いているのですね。こうした複雑で大きく深い広がりのあるイメージが、新たな知覚された情報を組織し、束ねて図式化し、またイメージ同士が多くの時間とエネルギーをかけて再結合、再構成されて理論的言説に昇華していくのです。

僕がアインシュタインを研究してきて、重要な相対論の構築などに際して、「イメージ」が大事だったと思うのです。アインシュタインは 16 歳のときに、日本で言えば予備校に当たるような課程で、スイスのアーラウ州立学校に 1 年だけ行くのです。その授業時間中に見た白昼夢が「光の矢」のイメージでした。つまり光の矢がすっ飛んでいくときに、もう一本の光の矢があって、その上に自分が飛び乗って光の矢を追いかけていったら、ちょうど、自動車を別の自動車に乗って追いかけていくと、止まって見えるように、この光の矢も止まっているように見えるのか？　そんなはずはない。光が止まってしまうなんてどうしても説明不能だということで悩むのです。真空中の光速度は絶対速度であって、いかなる観測をやろうとも光速度は変わらないということを、「光速度の絶対性公準」、公理に立てるのです。このイメージからさまざまな情報を再解釈し再構成して 10 年かけて相対性理論が出てくるのです。

それから「宇宙のエレベーター」というイメージがあります。宇宙空間にエレベーターを持っていく。そこは一種の無重力状態になって、宇宙空間でふわふわ浮いている。見えない屋根の上にハーケンが付いていて、そこに天使が現れて紐をかけて重力加速度と同じ加速度で上方に引っ張っていく。そのときに、その中にいる男はどういうふうに感じるか、と思考実験をするのです。このイメージ、元は屋根職人が屋根から滑って落っこちた時、自分の重さがなくなった感じ、という話を聞いて、そこからこのイメージの思考実験によって、重力質量と慣性質量は観測する視点の違いに過ぎず、等価である、という「等価原理」を立て、時空場のすべての点はそれを囲むすべての時空場によって余すことなく決められるという「マッハ原理」の二つの公理から、一般相対性理論が樹立されます。



B　アインシュタイン自身が書いた概念図

(出典：*Albert Einstein*：*Chief Engineer of the Univers*, exhib.cat,Juergen Renn(ed.),Berlin:WILEY-VCH,2005.)

イメージや思考実験が理論構築のさい、どう働くと考えていたか、そのヒントになるアインシュタイン自身が書いた概念図（B）を見てください。友人のソロヴィーヌ（ベルン時代の読書会の仲間で、後にフランスに渡って、フランスの出版社で名編集長になる）からの質問に答えている手紙に書き付けたものです。ドイツ語の手書きの文書が残っていて、それがこの中にも入っています。このお見せしているものは英訳の部分です。この下の横線に E と書いてありますが、これは Erfahrung（経験）の E で経験の地平を指しています。その上にある S は Satz（命題）で英語なら Statement で、S と E との間に下向きの矢印があるでしょう。公理系から演繹される命題群がどんどん堆積し確証されていくさまを表しています。その経験の地平からぐるっと矢印がジャンプして最上階の A、つまり Axiom の系（公理系）に飛んでいます。たとえば「光速度一定の原理」という公理を立てるとき、経験の地平を叩いて立てていくのですが、この矢印は経験の地平に接しないで、つかず離れずの間隔を置いて公理へとジャンプしていますね。ここが非常に大事なのです。アインシュタインもそれを強調するためにこの概念図を書いています。この隙間を埋めるものがイメージや思考実験なのです。

イメージは、ご存じのとおり、ベルクソンがイマージュとして重視し、その哲学思想の中心問題になっています（ベルクソ

※無断転載・複写はご遠慮ください。
ン著『思想と動くもの』河野与一訳、岩波文庫、1998 年）。ベルクソンにおいては、「イマージュ」という心象は、ものの周りを回ってスケッチする科学的概念の複雑さと、ものの中に入り込んで認識しようとする哲学的直観の単純さの、いわば中間項に当たる位置に置かれています。「哲学者の心に絡みつき、その思想のさまざまな回り道を通して、影のように付きしたがっていく逃げ易い消えそうなイメージ」をよく観察して、その影を投ずる本体の姿を、「持続の相において」感得するのが、ベルクソン的方法でした。こうしてベルクソンは、直観の単純性と概念の複雑性の中間項としての、イマージュ（イメージ）の認識における重要性を強調しました。イメージとは、ある意味では非常に危うい、つかもうとすれば消えてしまうようなものかもしれないけれども、実は人間の意識の奥底、つまり深層心理のほうから湧き上がってくるものなのだと。それをつかまえてこのイメージを構成しているのです。ですから科学と芸術において、イメージは暗黙知や阿頼耶識と重なって共通の課題になってくるのです。

脳神経美学と身体知の重要性

それから 3 番目は、脳神経系の進化というものがレジュメに書いてありますけれども、ごく簡単に言いたい点は、要するに脳神経系が進化してきて大脳皮質ができて、われわれ人間のこの思考力が生まれている。私たちの知覚はすべて脳の仕組みに制約を受けているのです。この方面の研究は 19 世紀のフェヒナーの精神物理学に始まったのでしょうが、いま脳機能画像法が発展したことで神経美学という学問分野がロンドン大学グループを中心として展開してますね〈例えば、田中純他編『イメージ学の現在』（東京大学出版会、2019 年）所収の論文、石津智大「神経美学の功績」をみよ〉。だけれども、総入れ替えで新しい大脳ができているのではなくて、古いものを下敷きにしながら新しいものがその上に積み重なっている。ですから常に古いものがくっついているのです。そこが大事なのです。付加的、アディティブです。アドオンとも言います。そのように、脳は実は身体器官と一体化しているということです。

これについては、僕は芸大の美術解剖学の教授をやっていた三木成夫先生の業績が重要と考えています。もう亡くなっていますが、僕はその彼が大好きでした。没後、彼の本の解題を書いて出版しました（三木成夫著『生命形態学序説－根源現象とメタモルフォーゼ』うぶすな書院、1992 年、の解題「生命記憶と古代形象」）けれども、三木さんはこういったことを前からよく主張してきました。現在の大脳生理学、その他のいろいろな研究はものすごく進んでいますけれども、そういう多重構造をしていることが重要だということを、きちんと頭に入れておいたほうがいいのではないかと思って書いたのです。

要するに、原始的な脳は情動機能を持っている。そのような大脳辺縁系の研究はかなり進んでいます。その上に大脳新皮質の論理的思考をつかさどるものがかぶさっている。こういう構造をしているからこそ、人間はロボットではない。いくらロボット研究をやっても、ロボットから人間に変わることはあり得ない。原理的にあり得ないと僕は思っています。ですから、not ロボットと書きました。 というのは、要するに人間は生物ですから、脳と身体がくっついた多細胞生物構造を持っているわけです。一方の人工知能は、いくら汎用の人工知能ですごいことがやれるといっても、所詮これはやはり論理的に処理する機械です。ですから、論理的に処理する以外の機能はなかなか把握しがたいのです。

作動機関だってこれは本質的に機械ですから、人間の筋肉や血液、骨などで構成されている構造とはまるきり違うわけですよね。ですからそういったもので、すっかり人間に置き換わってしまうことなどはあり得ない。今はビックデータや人工知能、それから深層学習で、確かにすごい、将棋の能力が人間を追い抜いた、碁でもそうだなどと、いろいろなことがいわれています。AI に局限された分野、論理的な知能のレベルについて言えば、そういった太刀打ちできないことは起こっていますし、利用価値はたくさんあると思いますが、それで人間を律し切れるものではありません。だからといってシンギュラリティーなどは起きません。シンギュラリティーがあって、みんな総失職してしまうのではないかと脅されているけれども、そんなばかなことはありっこないのです。そう僕は思っています。

※無断転載・複写はご遠慮ください。

要するに僕は、身体性という問題が非常に重要だと思っています。だから、身体性に基づく暗黙知の問題がありますよ。これはマイケル・ポランニーも指摘したけれども、同時にもっと古くから、日本の仏教などでは阿頼耶識（あらやしき）で強調してきた問題です。それが知識の底にあるのです。ですから、ロボットがそんな阿頼耶識を持てるはずもない。ただ、今ロボット学者もその暗黙知に挑戦していろいろとやっていますよね。情報科学の大御所のマーヴィン・ミンスキーはだいぶ前にあの分厚い本（ミンスキー著『心の社会』、安西祐一郎訳、産業図書、1990 年）を書いていますね。僕は書評しましたけれども、そういう論理機械から暗黙知の問題に迫っていくことは間違いだと思っています。

僕は最近、情報学者の西垣通さんの本（中公新書の『集合知とは何か』2013 年、『ビッグデータと人工知能』2016 年など）も読んでみました。僕は彼の考え方には非常に共鳴します。読んでいたら、僕が言いたいことを言ってくれているなというところも結構あります。

最後に、要するに人間というものは全ての感覚、五感を総動員して人間であるのです。だから遠近法の問題でちょっと一言言いましたけれども、視覚優先の世界というものは片輪です。視覚以外にも触覚や味覚、聴覚などいろいろありますよね。そういった感覚を全て動員し、阻害なく十全に発揮できるようなことが人間にとっての幸せ、グッドなのだと僕は思います。三木成夫さんの唱える身体は、こういう五感を通じて切れ目なく環境的自然につながることを身体構造から解いていると思います。もちろんそうした考えは、身体知から生み出される暗黙知やイメージと全て結び付いています。科学と芸術の研究会を開くに当たって、そんなことを考えているのです。

※無断転載・複写はご遠慮ください。

※2 メンバー発表「科学と芸術（アート）」についてご自身のお考えや関心について

① 酒井 邦嘉 先生

『芸術を創る脳』（東京大学出版会、2013 年）という本を編集したことで、芸術分野の枠を超えた「美・言語・人間性」の共通性について考えてみる契機となりました。芸術の元にある能力は言語と同じだと考えて、創造力という問題を突き詰めて行きたいと考えています。また、新しいものを作るだけでなく、その美や思考を際限なく深められるように、確かに人間の脳は特化しているのです。人間の知を未来に向けて高めて行くには、細分化されてしまった学問や芸術を科学の視点から統一的に構築し直して、「人間とは何か」という科学的な探究が問われていると私は考えます。

『芸術を創る脳』
（東京大学出版会、2013 年）

② 岡本 拓司 先生 「田辺元と石原純の場合」

旧制高等学校教養主義の科学論を代表する著作として、田辺元『最近の自然科学』（1918 年）、『科学概論』（1921 年）、石原純『自然科学概論』（1929 年）がある。真・善・美（・円満）を実在の 3 つ（4 つ）の顕れとして描くところに理想主義の特徴があるが、力点の置き方は田辺と石原でやや異なる。田辺は、価値や理想は自然科学ではなく歴史学・文化科学が扱うべき問題であり、自然科学の基礎は自然科学によって検討することはできないと論ずるのに対し、石原は、芸術や倫理における普遍的なるものの存在は、自然に関して自然科学が普遍的なるものを提示していることによって保証されると主張する。いずれも大正期以降の教養主義を代表する科学論であるが、人間をより重視する田辺に対して、石原は自然の秩序（統一的世界像）を優先する点に特徴がある。

③ 外山 紀久子 先生 「気」とダンス

「気」ないし類似の微細エネルギーは古来種々の文脈でその作用の仕方が語られてきた。それらの言説を参照し、生命論的観点から、ダンスの原点を探るポストモダンダンスを始め、舞台芸術全般にアプローチする。

芸術には作品中心のテクネー的側面と経験・プロセス中心のムーシケー的側面が共在すると考え、現代アートに散見される「ムーシケー型」への推移と併せて、コンテンポラリー・ダンスから芸能の起源神話までを射程に入れつつ「気とダンス」の関係を探る。古代思想の前／非？科学の示唆するものが、先端科学の身体論・生命論・宇宙論の一端と交差する可能性にも関心がある。

※その他の出席のメンバーについては、準備中です。