

科学と社会の関係を問い直す

Rethinking the relationship between science and society

近藤昭彦（千葉大学名誉教授）

Kondoh, Akihiko （Professor Emeritus, Chiba University）

I．科学と社会の関係の悪化

近年の日本における科学と社会の関係性は良好とはいえないように思う。2020年の政府による日本学術会議会員の任命拒否問題では、日本の中で科学と社会の関係に関する認識が共有されていないことが顕わになった。一般市民が学術会議の立場を無条件で支持しているわけではないことも明らかになったが、アカデミアも科学と社会の関係性をうまく説明できていないように感じた。改めて科学の成り立ち、それぞれの時代の精神の移り変わりを振り返り、科学と社会の関係性について考察してみたい。

なお、科学とは英語の science の訳であるが、その意味するところは日英で大いに異なる。科学はもともと“さまざまな「科」からなる「学」問”の意味であったが（古川，2018）、現在では理学、すなわち“ものの理（ことわり）の学”の意味で捉えられることが多いように思われる。多くの科学者は“真理の探究”を科学の営みと考えている様であるが、真理とは機序という意味ではなく、現実の表層だけでなく人間的側面を含めた深層の理解までを包含しているようにも思う。英語の science は 1999 年の世界科学会議における宣言（いわゆるブダペスト宣言）において 4 つの目的が定義され、それを契機に科学は社会との関わりを一層深めることになった。宣言の中にある“社会の中の科学，社会のための科学”は第 2 次世界大戦後の（主に主要先進国における）繁栄の代償としての環境問題や格差，貧困といった“問題”が背景にあると考え

られる。日本学術会議は 2005 年に大幅な改革が行われたが、それはブダペスト宣言の“社会における科学，社会のための科学”の実践であり，“学術のための学術”と“社会のための学術”を両立させる思想があった（日本学術会議，2010）。

科学と社会の関係は多くの科学史に関する研究で記述されているように，時代によって変化し，その有り様は多様である。日本の近代化の駆動力となった西洋近代科学でさえ，ヨーロッパというローカルから発祥し，最近数百年の歴史の中で圧倒的な力を得た時代の寵児に過ぎない（たとえば，伊東，2007）。21 世紀を迎え，世界的な傾向として低成長期に入った現在は解決すべき様々な“問題”が顕在化してきた時代といえる。気候変動問題のように，科学と社会が協働すべき問題が増えてきたなかで，かつては貴族の役割だった科学の営みに対する原資の供給者は国家に変わった。国民国家が科学の主要なパトロンとなったのが現在である。税金を主な原資とする現代の科学の目的の重心も“真理の探求”や開発だけでなく，“問題”への対応に移ってきたといえる。

近藤（2022a, 2022b, 2022c）では現在を科学に“問題解決”の機能が希求される時代と捉え，“問題解決型科学”の重要性について述べた。ここでは問題とは環境問題や災害といった暮らしに関わる問題として捉える。問題解決型科学は従来の伝統的な科学とは考え方が異なる。新たに登場すべき科学はオルタナティブ・サイエンスと言い換えることもできるだろう。古川（2018）によると，その特徴は第一に全体論的，システム論的アプローチ，第二に感性や直感の重視，第三に主体と客体の融合によりリアリティーをつかみ取ることである。感性や直感の重要性は，問題の理解にはリアリティーに接近する必要があることから生じる。現代における市民はかつてないほどの専門性や経験を持っている。よってオルタナティブ・サイエンスの実現のためには科学のプレイヤーとして市民を取り入れ，新たな時代の科学としてローカル・シチズン・サイエンスを提案した。すなわち，主体と客体の融合である。

さらに、未来を展望するためには変化する歴史の中に現在を位置付けておく必要もある。このような観点から近年における科学と社会に関する重要な考え方の変遷をふりかえっておきたい。

II. Stokes と上田の 4 象限モデル－成長期の科学技術

20 世紀初頭は科学技術が急速に進歩した時代であった。とくに第 2 次世界大戦後、主要先進国は経済成長基調にあり、研究予算の増大はさらなる科学技術の進歩と経済成長をもたらした。しかし、低成長時代の到来に伴う新自由主義的な政策のなかで科学の制度化が進展し、成果に対する評価のあり方、選択と集中の政策が科学の営みに影響するようになる。日本では 90 年代後半以降の構造改革と呼ばれた新自由主義的な政策のなかで研究組織の法人化が進み、競争と評価の荒波の果てに日本の科学技術の（数値上の）水準は世界の中で大きく後退することになった。

科学技術が直線的な進歩を続けた時代における科学のあり方を説明する考え方のひとつに、Stokes (1997) と上田良二の 4 象限モデルがある。Fig.1 は玉尾 (2019) が Stokes (1997) の 4 象限モデルと、物理学者の上田良二の 4 象限モデル (上田, 2011) を組み合わせた考え方を筆者が図化したものである。

Stokes (1997) は x 軸に“利用に対する考慮”をとり、no (1), yes (2) としてそれぞれ左側と右側に配置した。y 軸は“基礎的な理解の探求” (真理の探究とって良いかもしれない) として、上側に yes (2), 下側に no (1) を配置した。Stokes は第 1 象限 (2,2) を use-inspired research とし、代表的な科学者にパスツールをあげている。第 2 象限 (1,2) は pure basic research で、科学者としてボーアをあげた。第 4 象限は pure applied research であり、代表的な科学者としてエジソンをあげている。第 3 象限は空欄である。

同様な考え方は 1980 年に物理学者の上田良二によって提唱さ

れていることを玉尾（2019）が指摘している。それによると，上田による純正と応用，基礎と抹消がそれぞれ対比され，x 軸と y 軸に割り当てられる。4 つの象限はそれぞれ応用基礎，純正基礎，純正抹消，応用抹消と命名された。純正基礎の代表的な科学者は湯川秀樹であり，応用基礎の代表的成果はトランジスターとレーザーとされた。“ほとんど”の大学が純正抹消，“ほとんど”の会社が応用抹消に対比されているところは厳しいが，裾野があったからこそ高度成長を達成できたとの解釈も可能だろう。

第 2 次世界大戦後の 20 世紀後半は，主要先進国は経済成長期にあった。様々な課題，問題を貨幣の力で解決，克服することができた時代であった。Fig.1 はそんな時代背景の中で考察された科学のあり方なのではないだろうか。明日が今日より良くなることを確信することができた時代であり，暮らしに対する不安も経済成長で払拭することができた。

一方で，人の暮らしを蝕む問題が姿を現してきたのもこの時代である。日本では公害と呼ばれる環境汚染が深刻化し（たとえば，庄司・宮本，1964），アメリカではレイチェル・カーソンの“沈黙の春”を迎えることになる。科学技術の進歩が暮らしに負の影響を及ぼすようになった時代であるが，Fig.1 には暮らしの観点は入っていない。

このような状況のなか，1972 年のストックホルム会議（国連人間環境会議）では先進国における環境破壊や公害の発生といった背景のもとで「人間環境宣言」が採択された。1987 年に「環境と開発に関する世界委員会」（ブルントラント委員会）は「持続可能な開発」の考え方を発出し，その後は 1992 年のリオデジャネイロ「国連環境開発会議」，2002 年のヨハネスブルク・サミット，そして 2012 年の「リオ+20」において地球環境に関する議論が進められてきた。

この間，科学も対応をせまられることになり，人工衛星による地球観測や国際共同研究イニシアティブが実施されてきたが，地

球環境問題の解決にはほど遠く、後述の 2015 年の SDGs, Future Earth の発進につながった。このように、過去 50 年間ほどで科学と社会の関係は大きく変わったといえる。近年は気候変動も顕在化し、大災害も頻発し、具体的な被害者が増加している。それは科学と社会の関係の中に“ひと”の登場を促し、科学の新たな局面を迎えたといえるのではないか。ここで“ひと”とは顔が見え、名前があり、暮らしがあるやまと言葉の“ひと”である。数字と属性で表され、科学の言葉で記述できる“人”ではない。情報が瞬時に流通する現代では“ひと”は画面にも登場するようになった。この紙面ですべてを網羅することはできないが、その中から“ひと”を見据えた科学の考え方を取り出して私見を述べたいと思う。

Ⅲ．新しい科学の登場－低成長期の科学

科学のあり方に関しては従来から様々な議論があるが、デカルト・ニュートンの科学に対するゲーテ・カント的 science といった言い方に代表される二つの考え方があるように思う。前者はノイズを捨象し、真理（機序）を探究する姿勢、後者は事象の総体を重視する姿勢を持つが、近代文明を構築したのは前者の science であり、人類は science とそれに伴い現れてきた先端技術の成果の果実を受け取ることができた。

しかし、20 世紀後半に“環境”に関わる問題、貧困や格差といった社会問題が顕在化してくる中で、従来型の science、すなわち客観的な証拠と論理的な考察によって結論を導き出す一本道の science では対応できない問題に直面するようになる。

そのような中から登場した考え方のひとつとしてギボンズが 1994 年に提案したモード論がある（ギボンズ・小林，1997）。モード論では science をモード 1 science とモード 2 science に分けて捉えた。モード 1 science は専門分野に依拠した伝統的な知識生産であり、従来型の science である。一方、モード 2 science は専門分野を超えた知識

生産であるが、背景には環境問題への対応があるだろう。環境問題は地域における“ひと”，自然，社会の関係性に関わる問題であり，地域の複雑性と人間や社会の多様性に直面する。問題の解決は機序の理解ではないので，モード 2 科学では解決への営みにおいては科学と社会の間で“問題の共有”にとどまらず，“問題の解決の達成”を共有する必要がある。

大熊（2004）は学問における「真理探究型」と「関係性探究型」の二つのあり方について記述している。これに科学という言葉が付加して真理探究型科学，関係性探究型科学と呼ぶと，時代が求める科学のあり方を良く表すように思う。真理探究型科学は従来の科学の方法論に依拠する科学であり，事象に伴う様々なノイズを捨象した上で浮かび上がる真理によって，未来を予測しようとする科学ともいえる。これに対して，関係性探究型科学では，現実の事象を総合的に捉え，そこに至る様々な要因とそれらの関係性を探究する科学である。そこでは様々な要因とその関係性を過去に遡って探求し，現在の事象を説明し，未来を展望するという方法論をとる。真理探究型科学はモード 1 科学，関係性探究型科学はモード 2 科学と考えても良いだろう。

問題は解決する必要があるが，問題の解決とは何か，という深遠な問いも生まれてくる。問題の人間的側面も科学の対象に組み込まれることになる。また，問題をいつ解決するのか，ということも重要な観点である。現在の苦しみに対しては現在において解決を図る必要があるが，それは問題の当事者の立場でもある。未来に起こりえる問題はバックキャストして未来における解決を現在から目指さなければならないが，科学者は問題に対する第三者ではなく，当事者でもあることを意識する必要がある。個々の問題には当事者と当事者以外の立場があるが，どちらかに偏ることなく両者が解決の達成を共有する必要がある。ここにオルタナティブ・サイエンスの役割があるように思われる。

IV. 超学際（transdisciplinarity）の登場

2015 年 9 月の国連総会において SDGs を含む「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」が採択された。SDGs はポスト MDGs（ミレニアム開発目標）として議論され、2012 年の国連持続可能な開発会議（通称「リオ+20」）で急展開して潮流が形成されていった。その議論において SDGs を提起してリードしたのは、コロンビアやグアテマラといった中南米の比較的小国の国だったという（古沢，2020；南・稲葉，2020）。このことから行政文書としての SDGs の背後に隠された事情を垣間見ることができるように思われる。

SDGs は望ましい未来のあり方であり、バックキャストの目標として捉えられることが多いように思われるが、SDGs の成立の過程では貧困，格差，差別といった現在の問題を抱える国々が先導して採択にこぎ着けた点は重視すべきである。SDGs は総花的な理想，絵に描いた餅といった批判もあるが，国連の文書は行政文書であり，妥協の産物でもある。中小国家が成立に向けて努力し，採択に至った過程は未来を良くするために現在の問題に取り組むという姿勢があるように思える。

SDGs をサポートする科学の営みとして Future Earth が 2015 年に始動したが，その基盤となる考え方が超学際（transdisciplinarity）である。学際共創が訳として適当であるとの考え方もあるが，短い超学際が日本語訳として定着しているようなので，ここでも超学際を用いることにする。

筆者も当初は超学際理解には戸惑ったが，Max-Neef（2005）のダイアグラムに加筆した立本（2012）のダイアグラムを見て腑に落ちた。**Fig.2** は 2012 年に総合地球環境学研究所が発行した地球研ニュースレター No.36 に掲載された立本によるトランスディシプリナリティーの概念図である（立本，2012）。底辺の横軸は学際軸であり，複数の分野が連携する。学際の現実レベル（levels

of reality) は実用 (pragmatic) となる。縦軸は文理融合軸であり、学際のひとつ上に計画学、デザイン、法学、政治学の領域が位置付けられるが、対象に人間的側面が含まれることからその位置付けは理解できる。現実レベルは実用から規範 (normative) の段階に進み、最上段は価値 (values) となり、各分野は哲学、倫理、価値に収斂する。従来の科学では対象との間にある価値や哲学といった側面からは距離をとり、第三者的な立場から対象を観察するという習慣があった。しかし、超学際では価値や哲学の領域に踏み込むのである。

このことは超学際が“ひと”に関わる“問題”を意識していることを示唆している。ある事象の機序がわかれば問題は解決するという考え方は原因と結果が一本道でつながる事象について成り立つ考え方で、そこでは問題よりも課題という用語を使った方がよい。問題を解決するためには人間や社会にとって不都合な“問題”も注目すべきであり、“やっかいな問題”(wicked problem)にも対峙しなければならない。だからこそ、超学際が Future Earth における基本的な考え方となったわけである。しかし、Fig.2 には暮らしという概念はまだ明示的には入っていない。

暮らしとは人間の日々の営みであり、“ひと”の“しあわせ”とも関連し、従来の科学の範疇の外側にあったものである。そこでは倫理、哲学、価値が重要な役割を果たすが、同時に人間そのものや社会、そして自然の多様性の承認が前提となるはずである。

V. Pielke (2007) の 4 類型モデル

民主主義に基づいて運営される国民国家において人々の暮らしに直接結びつく営みが政策である。現代では政策は科学とも密接に結びつくことになった。政策と科学は本来相補的であるが、昨今の日本では政治が科学を支配しようとしているようにも見える。これも熟慮を要する“問題”である。

科学者の立ち位置と政策の関係性については Pielke (2007) が科学観と民主主義観に基づき、4 つに類型化している。Fig.3 に Pielke の 4 象限モデルを示す。リニア・モデルは従来型の科学であり、①純粋科学者は自ら積極的に政策には関わらないが、②科学の仲介者では求められたら政策とも関わる。行政の委員会や審議会などの委員が該当するだろう。大学の科学者は①、②が大半を占めると思われる。なお、日本語の呼称については小野(2016)を参考にしているが、②は“科学の権威者”という場合もある。

科学者が自ら政策提案に参入するステークホルダー・モデルにおける③論点主張者は研究成果に基づき、問題の現場のステークホルダーとともに、特定の政策を提言、主張する科学者である。社会運動にも関わり、環境保全運動や公害などに市民とともに関わる科学者といえる。

④複数の政策の誠実な周旋者は、研究に基づき可能な複数の政策を提言するとされているが、④における科学者の立ち位置は微妙である。近藤(2017)では④は学会や日本学術会議のような科学者集団が担えるのではないかと述べているが、ステークホルダーは階層性を持ち、時には対立も発生する。このような現場で異なる立場のステークホルダーとの全体的な関係性を構築することは実際には難しい。特定の考え方を支持してステークホルダーと協働すれば③になるからである。④の立場の科学者の立ち位置は当事者とは独立した第三者的な立場になるはずであるが、その場合ステークホルダー・モデルといえるかどうか検討が必要かもしれない。

Fig.4 はステークホルダーの階層性を表す模式図である。住民、地方、国家・世界に区分したステークホルダーの各階層に対応する世界観および価値・哲学の階層性も示した。大きな枠組みの中で進められている大規模施設の建設、運用や事故等に関わる問題では科学者のステークホルダーは政府や国際コミュニティーである場合が多い。グローバルな世界観を持ち、普遍性を追求する。

一方、現場における問題の当事者である住民に寄り添い、問題の解決を目指す科学者もいる。ローカルに身を置き、個別性を重視する。ここで重要な観点は各ステークホルダーレベルの間の分断である。ステークホルダーの階層間で意見の対立がある場合には科学者コミュニティの中でも分断が生じることがある。このような場合は改めてステークホルダーの全体構造を把握する必要があるだろう。そのためには科学者の世界観、社会観、人間観が重要になり、“世界”を総合的、包括的、俯瞰的に理解する力が要求されるが、そのような人材の育成が今後の課題だろう。

なお、Fig.4 ではグローバルレベルを最下段に置いたが、グローバルはユニバーサルと言い換えることもでき、ユニバーサルは時間、空間に関わらず成立する原理である。問題は地域性、すなわち多様性、空間性、歴史性、関係性が創り出す個別性に応じて多様な顕れ方をするので、問題解決型科学においてはローカルを最上段に置く必要があるのである。

VI. 問題の解決とは何か

問題解決型科学では“問題”の存在が前提となる。では、問題とは何か、問題は解決できるのだろうか、あらためて考えてみたい。近代化に伴う高速鉄道や空港の騒音問題、原子力発電所事故による放射性物質の沈着といった被害が発生した場所では、問題の源の除去という解決は極めて困難である。高度成長期に発生した公害も根本的な解決は図られていない。問題の解決とは、諒解に過ぎないことも多いだろう。

諒解は時には諦めであることもあるのだが、問題に対する人の諒解というのは科学的あるいは経済的な合理性による一意的な同意ではないことに注意すべきである。近藤（2019）では原子力災害を経た旧計画的避難区域における諒解は科学的、経済的な合理性だけではなく、地域や“ひと”に対する共感、および社会のあり

方に関する理念の共有が必要であると述べている。この3つの基準は社会学の合意形成論における共感基準・原則基準・有用基準と同じものと考えられる（作田，1993；鳥越，2004）。

ここで問題とは“人”の問題ではなく，“ひと”が経験する問題と捉える。前述のように，“人”は数字と属性で表され，科学の言葉で記述することができるが，この場合の解決は合理性に基づくものになるだろう。やまと言葉の“ひと”は顔が見え，名前がわかり，暮らしがある存在である。“ひと”に対する解決は問題の人間的側面を深く考慮する必要がある。原子力災害の発生後，一定の追加被曝線量を超えなければ発がんの可能性は小さいことを説く専門家がいたが，それは科学的合理性（有用基準）に基づく“人”に対する発信であって，“ひと”に対するものではなかった。“ひと”に伝えるためには（エンパシーの意味における）共感（共感基準），原子力技術のあり方に対する理念（原則基準）を共有する必要があった。

よって，科学が“問題”に対峙するためには，従来の科学を超えて“ひと”に向き合う必要がある。それを“問題解決型科学”（solution-oriented science）と呼びたい。製造や技術開発等をめざす科学は“課題解決型科学”（mission-oriented science）と呼べるだろう。それに対する伝統的な科学として“基礎科学”があるのだと思う。

VII. 諸科学と社会の関係性

現代の時代背景に適合した科学と社会あるいは環境の関係性とはどんなものだろうか。ここでは前述のように科学を（i）基礎科学（好奇心駆動型科学），（ii）課題解決型科学（使命達成型科学），（iii）問題解決型科学に分けて（iv）現実（社会・環境）との関係性を提案する。現実には様々な事象が含まれるが，ここでは社会，環境を重視したい。環境とはひと，自然，社会の関係

する“まわり”として捉える。なお、(i)と(ii)については村上(2008)による呼称も括弧内に記述したが、呼称については今後の検討としたい。

基礎科学は従来型の科学であり Stokes と上田の 4 象限モデルでは第 2 象限，第 3 象限が相当する。Pielke (2007) では①純粋科学と②科学の仲介者が相当すると思われる。②科学の仲介者には社会から接近することもあるが，基本的には科学者が好奇心に基づいて推進する基礎科学がベースにある。主な機関として日本学術会議や大学が考えられるが，個人的には日本学術会議は(i)～(iv)を俯瞰することができる立場にあることが望ましいと考える。

課題解決型科学は Stokes と上田の 4 象限モデルの第 1 および第 4 象限と考えて良いだろう。時に経済と結びついてイノベーションによる経済成長を目標とする。代表的な機関として総合科学技術・イノベーション会議や民間企業の研究部門がある。

では問題解決型科学の本質とは何か。問題とは，それがグローバルな問題であろうと，ひとに対しては地域におけるひと・自然・社会の関係性に関わる問題として生じる。問題解決型科学は災害や公害，原子力災害等の現場における対応を担う科学でもある。それは論理的な合理性のみをよりどころとする科学でなく，問題の人間的側面までも含むトータルとしての人間の救済を含む。

したがって，基礎科学および課題解決型科学と問題解決型科学はモードが異なる科学であり，モード論でいうと前 2 者がモード 1 科学，後者がモード 2 科学に近い科学と考えて良いだろう。大熊(2004)の関係性探究型科学も後者における方法論を提供するものである。

Fig.5 にこれらの 3 つの科学と現実を頂点とする四面体を示す（作図技術の未熟のため，読者には四面体と捉えてほしい）。あらゆる科学的営みはこの四面体の内部にあり，各頂点に向かうある広がりを持つはずである。しかし，昨今の日本では日本学術会

議会員任命拒否問題にみられるように、(i) 基礎科学と(ii) 課題解決型科学の関係性は分断の様相を呈している（分断のままでは日本の未来はないのだが）。

基礎科学および課題解決型科学と問題解決型科学の関係性も良好とはいえないが、それは人間をどのような存在として捉えるか、ステークホルダーの階層性をどう捉えるか、といった視点、視座の違いにより、科学者と人間（ひと）の関係性がうまく構築されていないためである。なにより、現代の制度化された科学における評価制度の弊害で、論文生産を超えた価値を科学者が持ちにくくなっていることが問題なのかも知れない。

基礎科学および課題解決型科学と問題解決型科学では共有する価値観が異なることも意識しなければならない。地域（ローカル）を対象とする研究は普遍性を追求する科学からは事例研究と認識されがちである。しかし、普遍性と個別性の関係は科学の立ち位置によって異なる。問題解決の場合は現実世界におけるローカルである。ローカルにおける総合的、俯瞰的な視点、視座が問題の解決あるいは諒解を導くことができる。

Fig.6 は普遍性と個別性、グローバルとローカルの関係性を図示した概念図である。地域（ローカル）研究は単なる事例研究ではない。三角形の底辺に位置付けられる個別性を扱う多数の地域研究は、同じ問題を共有する地域ごとに連携し、成果を集積することにより比較研究、メタ解析の段階に進むことができる。たとえば、都市近郊の閉鎖性水域の水問題の事例をメタ解析することによって、都市－農村関係や文明論等の上位の問題に昇華させることができるだろう。すると、個別の問題はより上位の規範的な問題へ近づき、ローカルはグローバルへとつながっていく。

21世紀に入り、世界は低成長の時代に入った。現在を生きる人々は異なる時代背景のもとで多様な価値観を育んできた世代が入りこんでいる。21世紀は価値の多様化の時代といえるだろう。地域間、世代間で（対立ではなく）対話を行うためには各人が包括

的な視野，視座を持つ必要がある。しかし，それが困難であることを昨今の戦争，紛争の状況は示している。人々が科学と現実の四面体の視座を意識することができれば，対立以外の解決策を探ることも可能なのではないか。

VIII. 問題解決型科学の立ち位置

科学の目的は何か。論文の生産か，課題の達成か，問題の解決か。そのすべてが科学の目的なのだと思うが，Fig.5 に示した四面体の頂点に位置する3つの科学の目的と評価基準は現状では峻別されていない。基礎科学の目的は論文生産，課題解決型科学の目的は課題の達成，問題解決型科学の目的は問題の解決だとすると，評価基準はそれぞれ異なるはずである。しかし，現状では課題達成型科学の評価基準がほかの科学の評価基準になっていることが日本の科学の低迷の要因になっていると思われる。このように科学の目的は多様であるが，時間軸，空間軸の中で最終的には連関するはずである。ここでは問題解決型科学についてあるべき立ち位置について考えてみたい。

Fig.7 は鳥越(2004)の図 15-1「科学の守備範囲の模式図」をヒントにして描いた“問題”と“ステークホルダー”の関係である。ここでは問題として環境問題や公害といった“ひと”，自然，社会の関係性に関わる問題を考えている。長方形全体をひとつの解くべき問題とし，各円は科学の諸分野および政治，行政あるいは地域のコミュニティー，個人など，問題に関係する各ステークホルダーの守備範囲を表す。長方形が全て円で覆われた状態が問題の解決を表すのだが，現実においては隙間が存在する。円の位置，大きさには意味を付与していないが，右側の一番大きな点線で描かれた円を科学とすると，科学の円だけでは長方形を覆い尽くせない。これはトランス・サイエンスの状態を表す。他の様々なステークホルダーとの協働によってのみ長方形は覆われるのである。

これが超学際なのではないだろうか。長方形の中でそれぞれの円の役割は相対化されるが、超学際では問題の解決が目的なのである。

一方、科学の円だけを取り出すと、科学の諸分野に相当する様々な小円が含まれる。すなわち、ステークホルダーは階層構造を呈し、科学の大円内では学際を表すことになる。科学の円の目的は新しい知識生産であり、それをオーソライズするのが論文である。科学の大円から外れた小円もあるが、それは問題の現場に深く入り込み、問題の解決を志向する営みといえる。現代社会の特徴は長方形における目的達成と、個々の円の目的達成の評価が分断されているところにある。

では、日本水文科学会の対象である水文学は社会との関係をどのように捉えれば良いのだろうか。水文学はもともと理学と実学の両側面を持っている。水は人間の“命（life）”に必要な物質であるとともに、利水・治水・災害を通じて人間の“暮らし（life）”と関わる物質だからである。“life”の主体は“ひと”である。水文学を Fig.5 の 3 つの科学に分けることもできるが、それぞれのめざすところと社会における必要が相互作用して総合科学としての水文学ができあがるのではないだろうか。

基礎科学を推進し、論文を書けばいずれ社会に役立つという考え方もあるだろう。オルテガ・小林の「文明社会の野蛮人仮説」は「科学技術文明の発達で、科学技術を志向する若者の減少をもたらす、それが文明の衰退につながる」という主張であるが（小林, 1991）、オルテガは技術者（科学者と言い換えることもできる）に対しても「限られた専門的世界から一步外に出なければならない」と述べている。それは基礎科学の実践者であっても、社会を意識すべきということである。それが学術としての水文学の価値を高めることになり、文明の持続可能性とも関わることになる。

日本における水文学の最初の体系化の試みは 1968 年刊行の「陸

水学」(山本, 1968)だと思われるが, 現在までに水文学が扱うことになった対象は多様さ, 複雑さを増すばかりである。水文・水資源学会編(2022)は現状における認識であるが, 実際の広がりにはさらに大きいはずである。それは水文学が体系をめざす学術から, 知識, 経験, 技術を蓄積し, その中で相互作用する“容れ物”としての学術へ進化する過程でもある。全てを見通すことは困難かも知れない。しかし, ローカルが対象であればそれも不可能ではないだろう。高齢化社会を迎え, 市井に放たれた専門家たちがローカルをベースにして協働すれば問題の解決は達成できるはずである(近藤, 2022a)。Fig.6に示したようにローカルの知は集積することによってメタ解析, 比較研究が可能になり, よりハイレベルの課題へ変遷し, その世界観はローカルからグローバルへ進む。科学者は市民として活躍することもできるが, ローカルの知をよりハイレベルの課題へ昇華させるプレイヤーとなることもできる。全ての人々がステークホルダーとなり, 最終的に問題の解決が可能となる。これが筆者が思い描くオルタナティブ・サイエンスの姿である。ただし, 研究者がサラリーマンである制度化された科学のもとでは評価システムを如何に作り上げるのかという課題は依然として存在し続ける。

以上は筆者の私論である。日本社会は人口減少, 少子高齢化, 低成長の時代をすでに迎えている。このような時代は様々な価値観が混在する時代でもある。異論は当然あるはずであるが, その背景を対話によって明らかにし, 未来への道筋を見極める時代ともいえる。問題解決への糸口は常に対話である。

謝 辞

日本水文科学会編集委員会の飯田真一氏, 戸崎裕貴氏には原稿執筆において大変お世話になった。筆者の筆が止まる度に励ましの言葉を頂き, ようやく仕上げることができた。ここに記して感謝の意を表したい。

引用文献

- 伊東俊太郎（2007）近代科学の源流．中公文庫，中央公論新社，397p.
- 上田良二（2011）応用基礎研究のすすめ．上田良二先生生誕百周年記念講演会「科学する精神と日本社会」，
https://tokai.jsap.or.jp/wp-content/uploads/booklet_ueda100.pdf. (2025.9.15 閲覧)
- 大熊孝（2004）技術にも自治がある－治水技術の伝統と近代．人間選書 253，農山漁村文化協会，293p.
- 小野有五（2016）第四紀学と環境保全－研究者＝活動者としての回顧と展望．第四紀研究，55，71-90.
- ギボンズ，M. 編著・小林信一監訳（1997）現代社会と知の創造－モード論とは何か．丸善ライブラリー，丸善出版，293p.
- 小林信一（1991）「文明社会の野蛮人」仮説の検討－科学技術と文化・社会の相観をめぐって－．研究技術計画，6（4），247-260.
- 近藤昭彦（2017）環境問題の現場における科学者とステークホルダーの協働．月刊地理，62（1），10-17.
- 近藤昭彦（2019）原子力災害における解決と諒解－犠牲のシステムから関係性を尊重する共生社会へ．学術の動向，2019年10月号，49-52.
- 近藤昭彦（2022a）里沼を考える－印旛沼流域からめざすオルタナティブ・サイエンス．学術の動向，2022年1月号，35-39.
- 近藤昭彦（2022b）原子力災害から考える問題解決型科学のありかた．月刊地理，68（8），29-35.
- 近藤昭彦（2022c）受賞記念寄稿－功績賞を受賞して．日本水文科学会誌，52（3），84-87.
- 作田啓一（1993）生成の社会学をめざして－価値観と性格．有斐

- 閣，220p.
- 庄司光・宮本憲一（1964）恐るべき公害．岩波新書 521，岩波書店，209p.
- 水文・水資源学会編（2022）水文・水資源ハンドブック 第二版．朝倉書店，615p.
- 立本成文（2012）地球研のあるべき研究活動のフレームワークとは．地球研ニュース，No. 36，2-4.
- 玉尾皓平（2019）わが国の科学技術・化学の底力を信じ次世代に伝えたいメッセージー自信と矜持と希望をもって基礎研究に取り組もう．学術の動向，2019年6月号，86-92.
- 鳥越皓之（2004）環境社会学ー生活者の立場から考える．東京大学出版会，227p.
- 日本学術会議（2010）日本の展望ー学術からの提言 2010．
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-21-tsoukai.pdf>.（2025.3.30 閲覧）
- 古川安（2018）科学の社会史．ちくま学芸文庫，筑摩書房，317p.
- 古沢広祐（2020）食・農・環境と SDGsー持続可能な社会のトータルビジョン．農山漁村文化協会，243p.
- 南博・稲葉雅紀（2020）SDGsー危機の時代の羅針盤．岩波新書 1854，岩波書店，220p.
- 村上陽一郎（2008）文部科学省学術推進部会人文学及び社会科学の振興に関する委員会議事要旨．
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/015/kondankai/1289347.htm.（2025.3.30 閲覧）
- 山本莊毅編（1968）陸水．共立出版，347p.
- Max-Neef, M.A. (2005) Foundations of transdisciplinarity. *Ecological Economics*, **53**, 5-16.
- Pielke, R.A., Jr. (2007) The Honest Broker: Making Sense of Science in Policy and Politics. Cambridge University Press, 188p.

Stokes, D.E. (1997) *Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*. Brookings Institution Press, Washington, D.C., 180p.

図のリスト

Fig.1 Stokes (1997)と上田(2011)の科学技術の4象限モデル

Fig.1 Stokes (1997) and Ueda (2011)'s four-quadrant model of science and technology.

Fig.2 超学際(transdisciplinarity)の概念図(立本, 2012より)

Fig.2 Conceptual diagram of transdisciplinarity (from Tachimoto, 2012)

Fig.3 Pielke(2007)による科学と政策の関係に関する4象限モデル

Fig.3 Four-quadrant model of science-policy relations by Pielke (2007)

Fig.4 ステークホルダーの階層性と各階層に対応する世界観と価値・哲学

Fig.4 The hierarchy of stakeholders and the worldviews, values, and philosophies that correspond to each hierarchy

Fig.5 3つの科学と現実(社会・環境)の関係性を表す4面体

Fig.5 A tetrahedron representing the relationship between the three sciences and reality (society and the environment)

Fig.6 ローカルとグローバル，個別性と普遍性の関係を示す模式図

Fig.6 A schematic diagram showing the relationship between local and global, individuality and universality。

Fig.7 解くべき問題（矩形）における諸ステークホルダー（円）の守備範囲

Fig.7 Coverage of various stakeholders (circles) in the problem to be solved (rectangle)

注）日本語の読者を対象とするので図の説明は編集委員会の判断で和文にして頂けますか

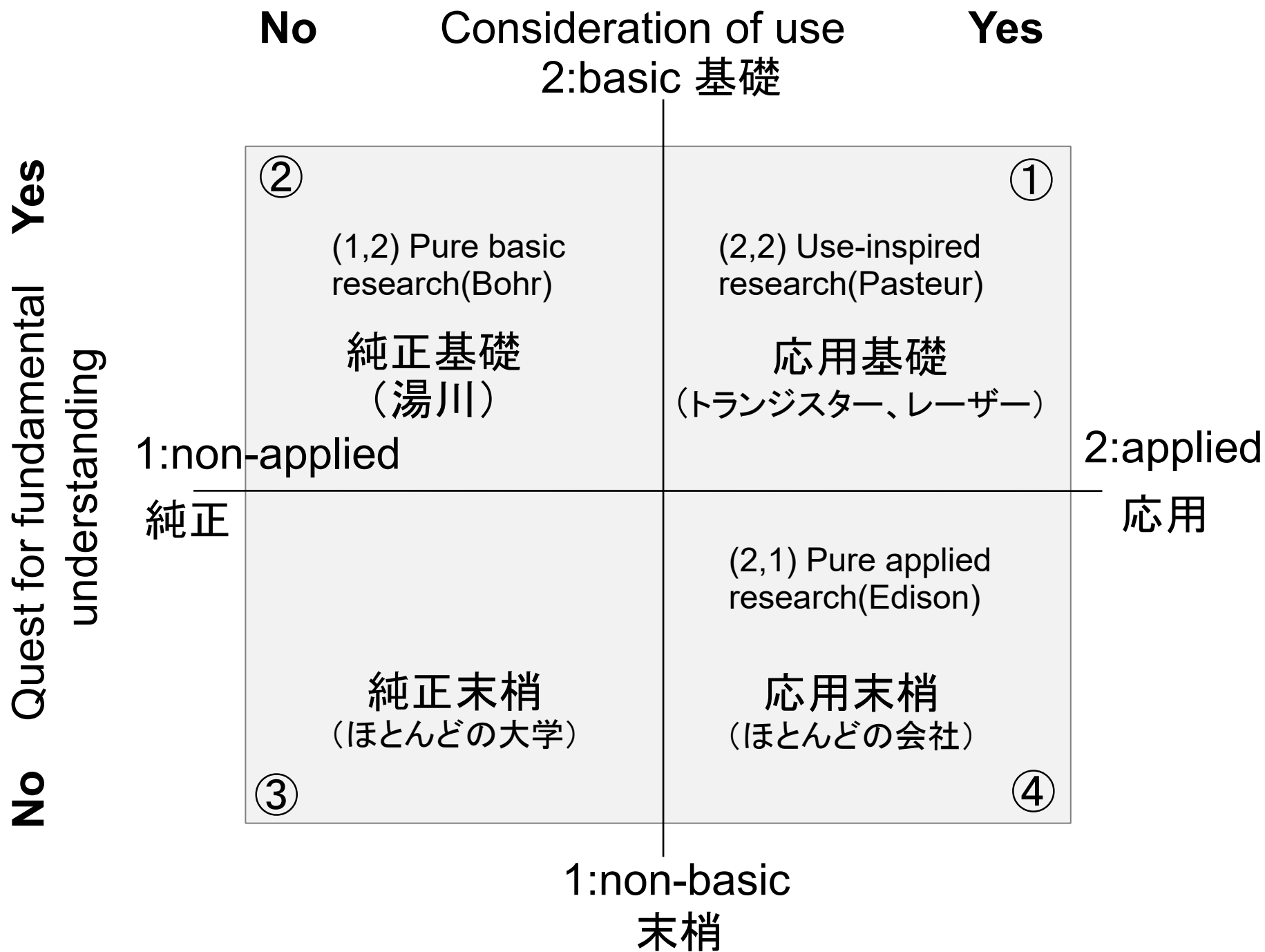


Fig. 1 Stokes (1997) と上田 (2011) の科学技術の4象限モデル

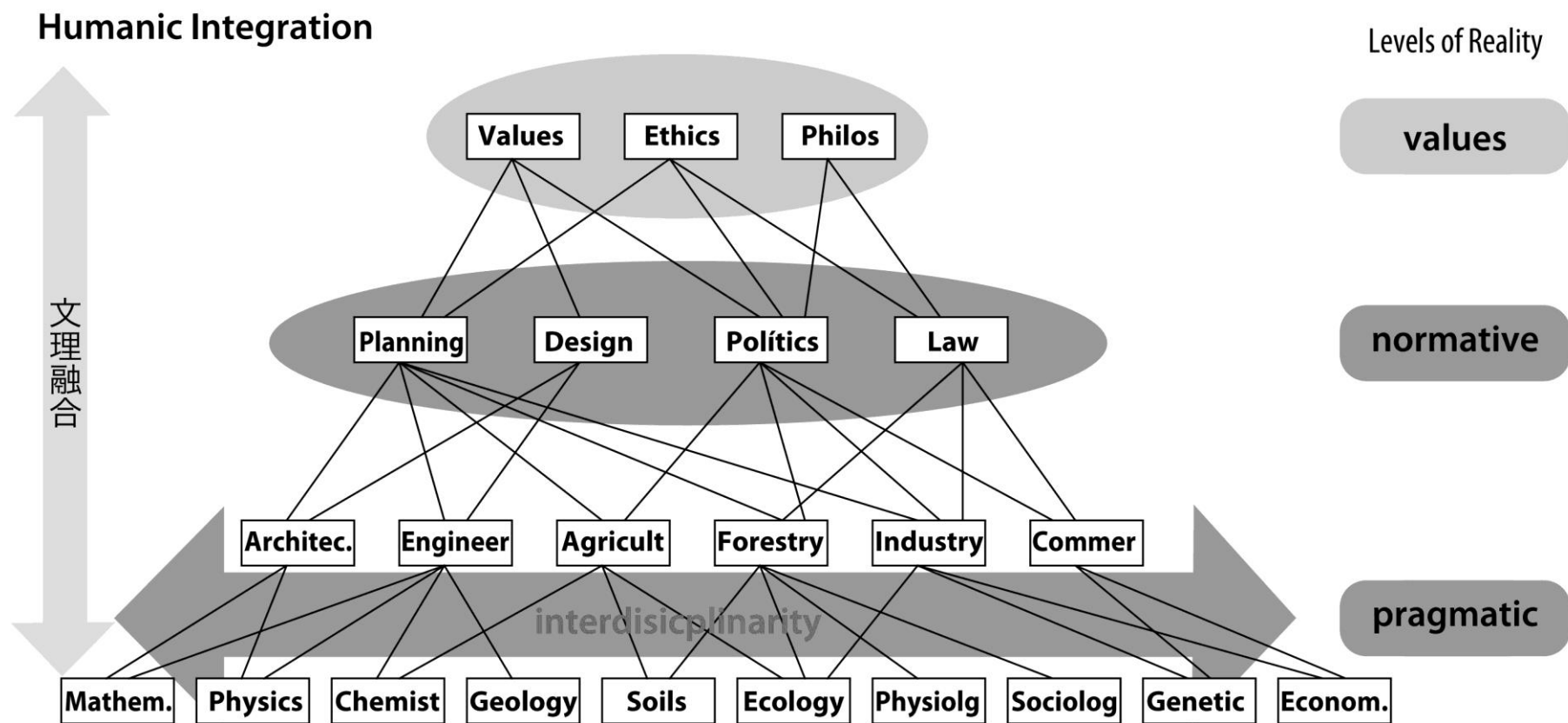


Fig.2 超学際(transdisciplinarity)の概念図（立本，2012より）。

		View of science	
		Linear model	Stakeholder model
View of democracy	Madison	①純粋な科学者 Pure Scientist 政策には関与せず 研究の成果を提示	③論点主張者 Issue Advocate 研究成果をもとに特定の 政策を提言、主張
	Schattschneider	②科学の仲介者 Science Arbiter 研究成果を政策 に提言	④複数の政策の 誠実な周旋者 Honest Broker of Policy Alternative 研究に基づき可能な 複数の政策を提言

Fig.3 Pielke(2007)による科学と政策の関係に関する4象限モデル

世界観	ステークホルダー	価値・哲学
ローカル	住民	個別性 Pragmatic
リージョナル	地方	個別性 Prag./Norm.
グローバル	国家・世界	普遍性 Normative

Fig.4 ステークホルダーの階層性と各階層に対応する世界観と価値・哲学

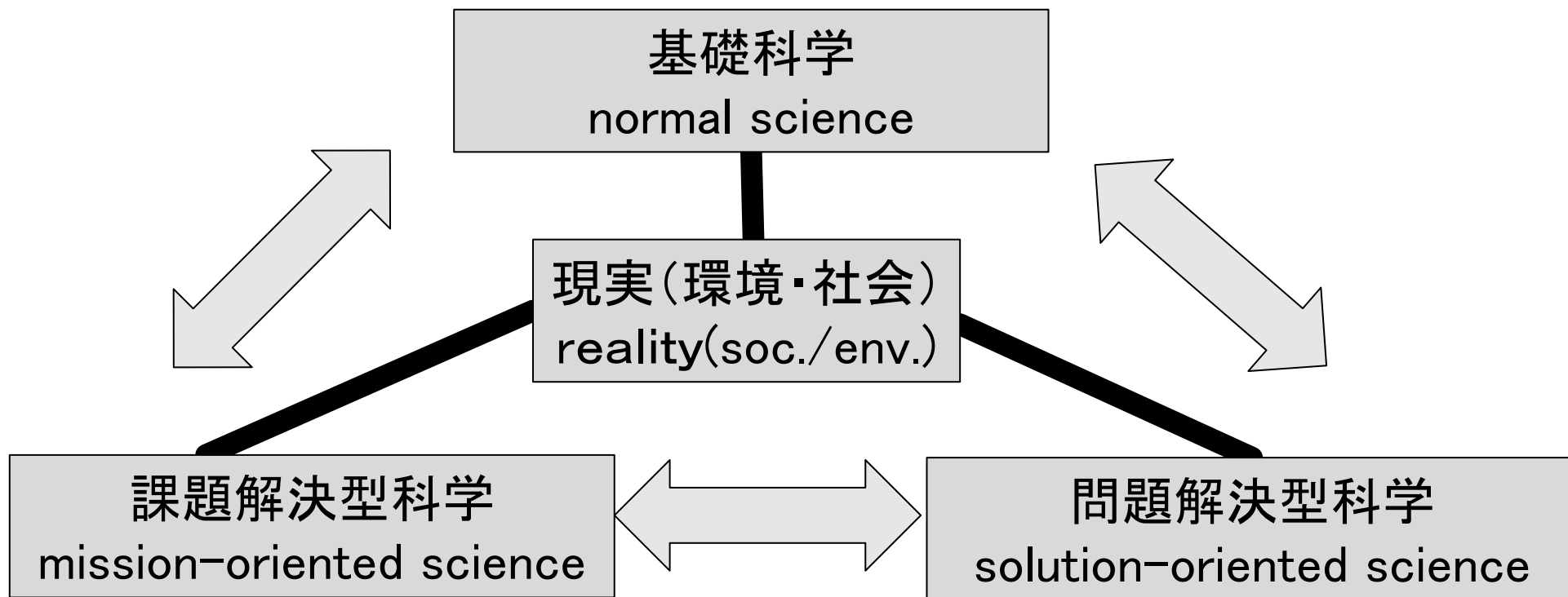


Fig.5 3つの科学と現実（社会・環境）の関係性を表す4面体

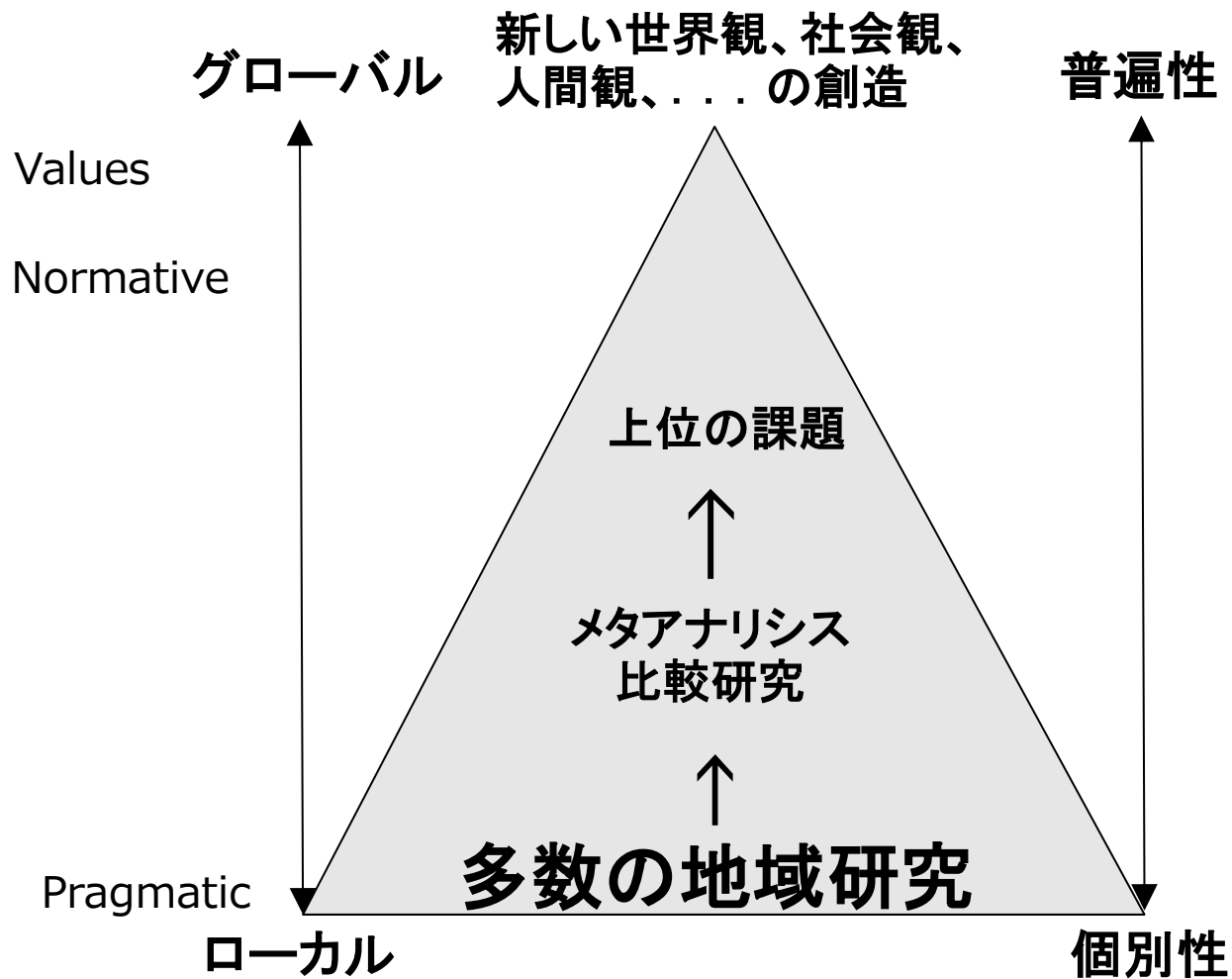


Fig.6 ローカルとグローバル、個別性と普遍性の関係を示す模式図

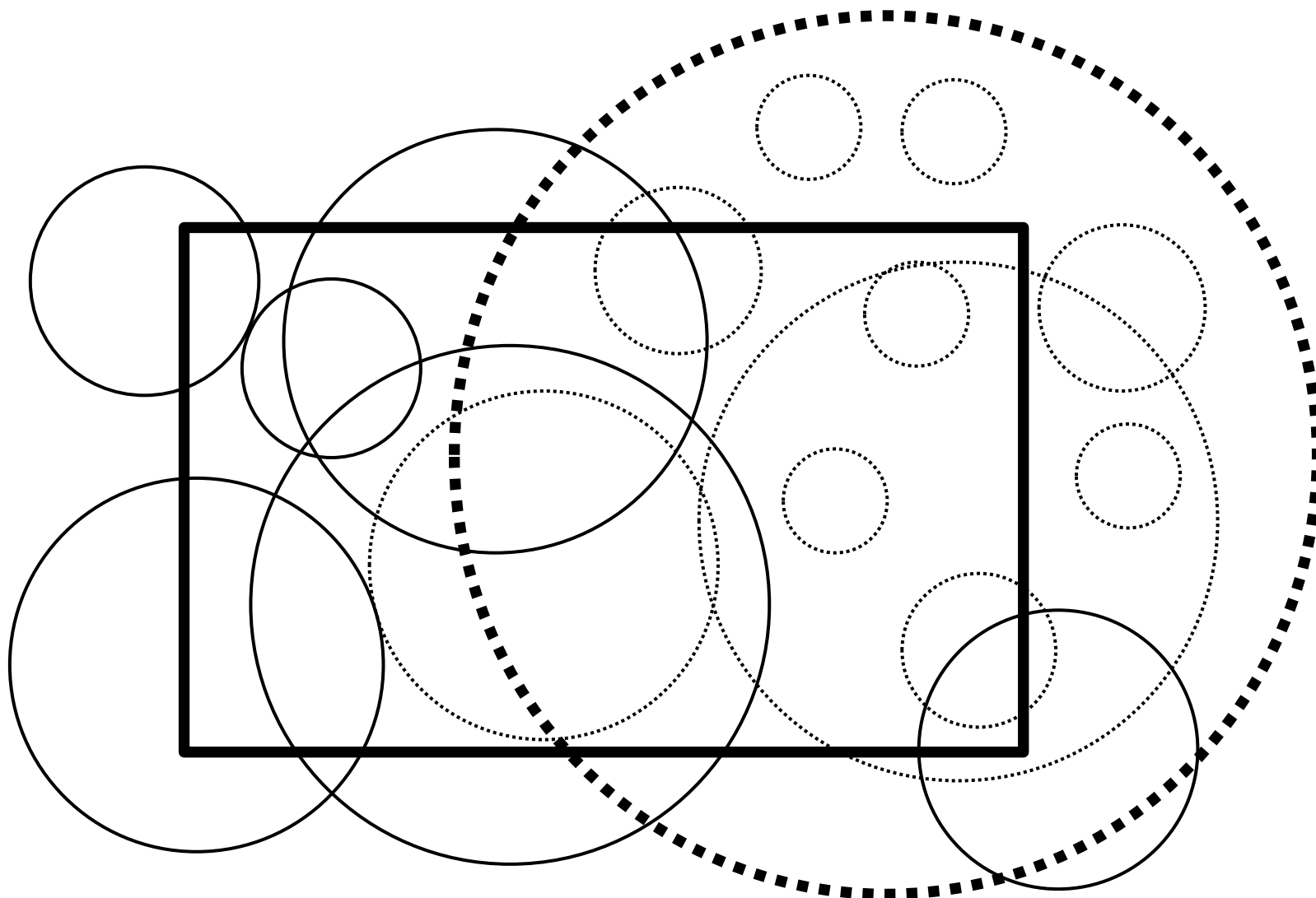


Fig.7 解くべき問題（矩形）における諸ステークホルダー（円）の守備範囲