T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	ワークショップ:知能研究の評価方法論の模索
Title	Exploring a Methodology for Evaluating Studies on Intelligence
著者(和文)	諏訪正樹, 和泉潔, 工藤和俊, 須永剛司, 田村大, 中島秀之, 平嶋宗, 藤井晴行, 藤波努, 古川康一
Authors	Masaki Suwa, Hideyuki Nakashima, Haruyuki Fujii
出典 / Citation	認知科学会第26回大会予稿集, , ,
Citation(English)	, , ,
発行日 / Pub. date	2009, 9

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

ワークショップ：知能研究の評価方法論の模索
Exploring a Methodology for Evaluating Studies on Intelligence

諏訪正樹[1]，和泉潔[2]，工藤和俊[3]，須永剛司[4]，田村大[5]，中島秀之[6]，平嶋宗[7]，藤井晴行[8]，藤波努[9]，古川康一[1]
Masaki Suwa, Kiyoshi Izumi, Kazutoshi Kudo, Takeshi Sunaga, Hiroshi Tamura, Hideyuki Nakashima, Tsukasa Hirashima, Haruyuki Fujii, Tsutomu Fujinami and Koichi Furukawa

[1]慶應義塾大学，[2]産業技術総合研究所，[3]東京大学，[4]多摩美術大学，[5]（株）博報堂，[6]はこだて未来大学，[7]広島大学，[8]東京工業大学，[9]北陸先端科学技術大学院大学

suwa@sfc.keio.ac.jp, kiyoshi@ni.mints.ne.jp, kudo@idaten.c.u-tokyo.ac.jp, sunaga@tamabi.ac.jp, tamdai@innovation-lab.jp, h.nakashima@fun.ac.jp, tsukasa@isl.hiroshima-u.ac.jp, hfujii@arch.titech.ac.jp, fuji@jaist.ac.jp, furukawa@sfc.keio.ac.jp

Abstract

In order to study social, situated, and embodied aspects of human intelligence, the methodology of "natural science" that demands objectivity, universality and reproducibility does not suffice obviously. How, then, should we evaluate studies on intelligence? Research communities studying intelligence are crucially required to explore and establish a proper and promising methodology. 10 panelists have got together to discuss this issue.

Keywords — research methodology, science, situatedness, skill science, case-study, design, constructive science, story-telling

1. はじめに

人間の知能に関する研究は，いまや身体性や社会性を抜きに議論されることは少ない．生身の身体や現実の社会的インタラクションを陽に扱うとなると，これまで「科学」や「学問」で必須とされて来た客観性，普遍性，再現性，信頼性，有用性に固執し過ぎると，知の本質を逃してしまう懸念が大きい．身体や社会で生起する現象は，とかく主観的で，個人固有性や一回性を有する．例えば，携帯電話が今日ある姿のメディアに進化してきた（デザインされてきた）プロセスは歴史上ただ一回だけの現象である．しかし，そこに現代社会がどういうメディアを求めるのかに関する普遍的洞察が内包することを否定する人は少ない．

身体性や社会性を陽に扱う個々の研究から得た知見を（たとえ断片的であっても）受け継ぎ，次世代の研究へとつなげるためには，研究を評価する新しい方法論の確立が急務である．従来の意味での「科学的研究」にそぐわなくても研究として／論文として有意義であると認め，知見を蓄積する必要がある．

本ワークショップは，知能研究に携わる様々な研究分野から１０名のパネリストを招き，フロアを巻き込んで議論を展開することを目的とする．パネリストは，議論の種となる例題を各自の専門分野から披露し，このトピックに対する立場やアイディアを表明する．以下，発表順に各パネリストの表明文を掲載する．

２．新しい観点の発見（田村大）

「新しい観点の発見」について議論を進めたい．知能研究を扱う際に欠かせないのは，知能を構成する観点もしくは指標であり，その発見を通じて新たな評価の系統が構成されうる．

筆者はこれまで「ビジネス・エスノグラフィ」と称して，人類学・社会学の質的研究に属するエスノグラフィ（民族誌学）をビジネスプロセスにおいて実践可能な方法とする取組みを進めてきた．ビジネス・エスノグラフィがビジネスに対して提供する主要な価値は「機会の発見」である．これは，ある事業領域におけるステークホルダーが無意識のうちに見落としていた，ユーザ，市場あるいは社会に対する新たな観点の獲得を通じて，ビジネスへの新たなアプローチを導くことである．新たな観点はまた，対象の詳細な検討や計測の可

能性を導く．すなわち，ユーザ，市場あるいは社会に対する科学的探求の端緒を築く．

本ワークショップにおける筆者の主要な提案は，このような質的方法が知能研究，すなわち人間の営みあるいは組織のダイナミクスの科学的探求に幅広い切り口を提供し，同時に多様な評価のあり方を示すことで，知能研究の実践（または社会的応用）への寄与を高めることの是非を検討することである．

ビジネス側に軸足を置く立場からはまた，人間／社会の営みへの不断の洞察，すなわち新たな観点とその妥当性を起点とする価値の創造は，先行きの不透明なこの時代において貴重な道標となることを表明し，知能研究コミュニティとの距離感を測ることを裏コンセプトとしたい．

３．社会的知能に関する研究の評価：仮説－演繹－了解—実践—検証アプローチ（和泉潔）

現実の社会的な場面で人間はいかに情報を解釈し行動や学習を行っているのか，また，どのような行動や学習がどのように相互作用して現実の社会現象を創発しているのか，この２つが社会的知能に関する研究の究極的な目的であろう．

一般的に，社会現象を実験室に作り出して理論やモデルを直接検証することはできない．そのため，自然科学のような仮説－演繹－検証とは別の評価法が必要となる．今田[1]は，仮説から幾つかの社会現象に関する妥当な解釈を導くことを積み重ねて，皆からの了解を深めていく，仮説－演繹－了解アプローチを提示している．しかし，了解がいわゆる研究者や学界内に留まっているのであれば，現実の社会的知能の理解という目的に対する評価としては不十分である．理論を野に放つ必要がある．つまり，了解の対象を実際の社会現象の参加者に広げるのである．そして，彼らの了解を得られた後に，理論やモデルを実社会で実践してもらう．例えば，社会制度の設計や特定の社会的場面の効率化でもよいし，場合によっては商品などの開発でもよい．重要なのは，実践された後に実データを集めて分析し，基になった理論やモデルの妥当性を検証する技術である．実践後の検証によって，理論は変えずに実践時の運用基準を強化するか，理論の微調整を行うか，もしくは新たな理論を構築するかのいずれかを行う．金融工学も合理的期待仮説や効率的市場仮説等の仮説を基に作られた金融市場のモデルである．金融商品の開発が理論の実践であるならば，通常の金融工学の理論から乖離した昨今の金融危機を実データに基づいて分析・検証し，金融危機を防ぐ新たな理論やモデルの構築を目指すことが研究者の責任であると考える．

４．「作る研究」と「調べる研究」の分離と融合：計算機を用いた学習支援に関する研究の立場から（平嶋宗）

人の学習はインタラクションを通して行われる．計算機をインタラクティブ化可能な道具と捉えると，計算機ソフトウェアを学習促進の道具として利用することは自然な試みであるということができ，このような試みが計算機を用いた学習支援に関する研究となっている．このような学習支援に関する研究においては，近年，「作る研究」と「調べる研究」が対立的に語られることが多い．いずれも計算機を学習促進の道具とする研究ではあるが，「作る研究」が新しい道具を作ること，新しいインタラクションを作りだすことに重きを置いているのに対して，「調べる研究」では，道具自体の新規性よりも，それを使った結果として何がおこるのかを調べることに重きを置いている．このように書くと，一つの研究における二つの段階，道具を作って，その道具の特性／効果を調べる，になっているように思えるが，これを真っ当に行うためには長い期間を必要とすることが多い．このため，どちらか一方に焦点を当て，もう一方はおざなりになっている研究が多いといえる．これに加えて，「学習を支援する」ことが研究の目標であるため，「学習者に与えた影響／学習効果」が最もわかりやすい評価指標となる．「調べる研究」はそれ自体を調査することが研究であり，この評価指標と研究が合致しやすいといえる．このため，「調べる研究」では，「道具」や結果にさ

ほど新規性が見られなくとも，手順を踏んだ調査が行われていれば研究として認められやすい．これに対して，「作る研究」では，その作ろうとしているインタラクションの新規性が高いほど，このような評価にたどり着くまでの道のりが長くなるといえる．また，インタラクション自体に新規性を認めるためには，評価者に高い能力が認められることになるので，「作る研究」はその遂行に労力がかかるだけでなく，認められにくい研究であるともいえる．このため，本来一連のものであるべき二つの研究が分離され，さらに，「調べる研究」がそれ単独で優勢となり，「作る研究」の活気が失われているのが現状である．「作る研究」の立場からすると，「つまらない研究」が増えているといえる．「調べる研究」の優勢はある程度時代の要請ともいえるが，行き過ぎると研究分野としての停滞を招くとの危惧がある．「作る研究」をどう振興していくかは，工学的／技術的立場から学習支援を研究していく上で，大きな問題となっている．

筆者自身は，「作る研究」と「調べる研究」の双方を少なくとも二つの研究テーマ（「誤りの可視化」および「問題を作ることによる学習」）に関して行えたと考えている．しかしながら，前者は10年超，後者でも10年弱の研究期間を必要としており，かつ，「作る研究」を始めた当時は，まだ実際に計算機を用いた学習を教育現場で実施するということが非常に難しかったため，「作る研究」に対する「学習効果測定」の圧力も小さかった．このため，これらのテーマを育てることができたといえる．今現在からはじめることができるかどうかについては，必ずしも自信があるとはいえない．このような問題意識のもと，「作る研究」と「調べる研究」の双方を生産的・段階的に行うための研究の進め方，あるいは分野としての合意形成の方法を模索したい．

５．創作するデザインの知 - やって・みて・わかる論（須永剛司）

デザインの領域にいる立場から次を主張してみたい．「創作するデザインの知」とは，見える対象を自らつくり出しそこに未知のビジョンを見いだすこと，そして，それを次なるつくり出すことに結びつけることだ．そこに「やって・みて・わかる」，そして「自分でわかって次をやる」というデザインの思考と行為の流れがある．ここで言うデザインの知は「知っている」ではなく「できる」という意味をもっている．

創作するデザイナーに必要な知（力）は，課題をつかむ力とそのソリューションを直感する力が前提にある．この力は自分の「wants」からデザインのプロセスを立ち上げることで成り立つ．これを前提に生まれる「やって・みて・わかる」というプロセスは次のように説明できる．

1. その時に明確には捉えられないけど，直感的なイメージをもって，目の前にそれに「近いもの」描き，創りだす力
2. 自分のつくり出したモノやコト（具体物）を見つめ，そこに未知の姿を読み取り，そこにあるしくみを見いだす力
3. そして，その姿が，課題のソリューションであることを判断し，自分でそこに意味と価値をつけられる力．かつ，他者にそのことを説明できる力

ここには，対象物や理解の表明など何かが体の外にでることと，外化されたモノやコトを受け取り意味や価値を把握する内化という，インタラクションのプロセスがある．たとえば「わかる」ことに注目すると次の点が大事である．この「わかる」は，腑に落ちることで，言葉にできることだと言ってもいいが，厳密な言葉にしてしまうといささか扱いにくい．その意味で，いわゆる「定義」はデザインの思考と行為に向いてない．定義でなく，キーワードにしたり，写真のコラージュにしたり，色にしたりするのが，デザインのやり方だ．「わかった」ことが，未来を狭く規定するのではなく，前広がりであった方がいいからだ．なぜなら，そこで行われていることは，「正しい答え」を求めることではなく，創作しているのだから．

６．デザインと知能研究（藤井晴行）

建築は或る環境を好ましい環境に変えたいと

いう住意識を建物の築造と使用を通して実現しようとする営為である．建築デザインはそのための具体的な方法を考案する行為である．建築も建築デザインも環境に何かを創り出して環境と人間との相互関係を変える．新たな相互関係は新たな住意識を産み，新たな住意識がきっかけとなって建築と建築デザインは新たな建物と方法を実現しようとする．この循環は新たな住意識が生じることがなくなるまで続くであろう．これを住意識と建築及び建築デザインの螺旋的循環とよぼう．私はこの螺旋的循環におけるデザイナーの思考過程を研究対象として知能研究に携わっている．ここ数年，特に関心を持っていることは，建築デザインと音楽のデザイン（作曲）との関係性である．Computational Design と Machine Composition の連携を思いつき，始めた研究兼先端芸術表現である．ある時，共同研究者である作曲家の作曲手法に着目し，その作曲手法をクラシファイア・システムで学習させてみた．作曲家本人が評価するに平均点レベルの音楽を作曲できるシステムができた．しかし，生成される楽曲はどれも凡庸で作曲家の満足するものではなかった．デザインに関わる知能研究において客観性，普遍性，論理的整合性を過度に追求すれば，その成果は私たちが過去に造った作曲システムのようになってしまわないだろうか．建築デザインではデザインした建物の有用性を示すために客観的で普遍的で論理的な説明を求められることがしばしばある．このような「科学的」説明に耐えるデザインは優等生的な建物を生み出しうる．しかし，有用性あるいは芸術性という観点から先駆的な建物が創られるのは説明できない直感をとりあえず具現化することによってではないかと感じている．

７．構成的評価手法（中島秀之）

まず知能の研究の歴史を概観する．AI の始まりは「物理記号仮説」[2]である．これは記号処理だけが知能の本質であるという仮説である．その結果として，知能は外界からの入力—内部表現の操作—行為の３段階でモデル化されていた（図１）．

しかしその後，研究が進むにつれ環境の重要性が認識されるようになった．環境のみが知的行動を生み出しているという極端な立場も現れた：知的主体は環境の提供する「アフォーダンス」をピックアップしているだけだとする考え方である[3]．同じ頃，主体と環境の界面はあらかじめ定められたものではなく，主体の行為によって創り出されるものであるというオートポイエシスの考え方[4]も現れた．

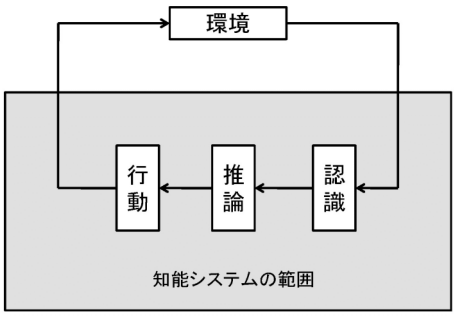

図１：古い知能システム観

これらの考え方は記号処理よりもセンサやアクチュエータを重視するロボット研究と特に相性が良く，知的行動に記号による内部表現は不要とする「表象なき知能」[5]の考え方も提案・実装された．

内部表現やその操作が不要とするのは行きすぎであるにしても，環境の重要性は認知されるべきである．新しい知能観は環境がシステムの一部として認知されるとともに，認識・計算・行動が並列に起こるという図式（図２）となる．

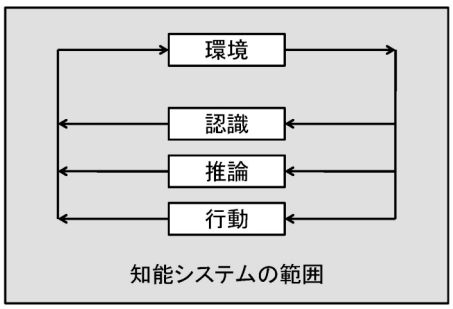

図２：新しい知能システム観：環境も知能システムの一部である

この先，更に孤立知能から群知能への対象の変化がある．考えてみれば当たり前で，自然界には単独の孤立系としての知能など存在しない．個体

間の情報伝達や教育を含めて考えて行く必要がある．

知能システム観の変化に伴い，その研究方法も変化する．孤立系であれば従来の自然科学の分析的方法論が使える．しかし，環境との相互作用が大きな系や，更にそれが複数で相互作用しているとなると新しい方法論が必要である．我々は構成的研究方法論としてそれを定式化した[6][7]．これは分析的方法論を一部に含む，試行錯誤のループとなる（図３）．まず構成する．構成されたものは環境と相互作用しながら動作する．その動作を観測・分析し，求めるものとの差分を検出し，次の構成へとループを繰り返す．

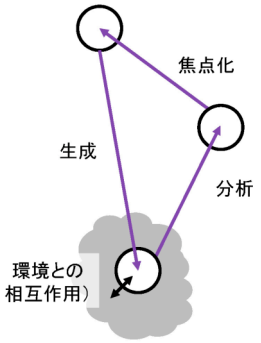

図３：構成的ループ

知能の研究もこのような構成的ループとなる[8]．このような研究は(1)止まらない（つまり完成しない），(2)客観化できない，という理由により，従来的な評価手法（たとえば実験による検証や数値的評価）ができない．ではどうするか？鍵となるのは「進化」と「物語」だと考えている．

生物「進化」は人間の知能というものが誕生したことに対する現存する唯一の説明原理である．したがって，知能の研究を評価するときには進化という概念を忘れることはできないと考える．しかしながら，進化は方向性を持たず，結果論として生存に適したものが生き残ってきたにすぎない[9]．従って，目的を持った研究の評価という意味では「進化」だけでは不足である．

「物語」は客観的評価基準を持たないが，それでも良くできた物語とそうでないものは区別されている．研究にも同じ手法が使えると考える．そのために良い物語の要件を客観的に洗い出すというのはそもそもの「客観化できない知能研究」という出発点にそぐわないから，主観的物語評価で済ませなければならない．実は物語の主観的評価というのは，評価者が物語の一部になるという意味で構成的方法論に戻ってしまう．つまり，知能研究の評価手法は図３自体なのである．

８．スキルのコツは客観的に評価できるか？（古川康一）

ごく最近、「脇を閉める」ことが「音を大きくする」のに役立った，という経験的事実を獲得し，その発見をきっかけとして,「発想推論に基づく着眼点の発見」と題する論文を発表した．その内容は,「脇を閉める」ことが「音を大きくする」ことにつながったという事実をアブダクションにおける“驚くべき事実の観測”とし，その事実を説明するのに必要なさらに本質的な着眼点を発見するというものである．

ところで，ここで問題となるのが,“驚くべき事実”の妥当性である．その事実は，経験した本人にとっては自明なので検証の対象にはならないが,科学的にそれを証明するのは困難であるし，このコツが万人に有効であるとは限らない．ということは，このコツ自身の汎用性を統計的に立証すること自身あまり意味がない．この問題に対する筆者の解決策は，説得力のある説明の導出であり，それは発想推論によって可能であることが示されている．

ところで，スキルサイエンスがクローズドスキルを対象としている間は，まだ客観的な評価の可能性は残されているが,オープンスキルになると，問題が飛躍的に困難になり，そこでの客観的評価は大変困難である．そこでは，総合的なスキルが問題となり，個人差がさらに増大すると考えられる．その解決には，個人ごとに別個のスキル向上策を追求しなければならない．

オープンスキルの問題として興味があるのは，オーケストラでのアンサンブルである．アンサンブルは，自分だけ勝手に弾いていればよいのではなく，周りと合わせなければならない．アンサンブルの技術を磨くためには，第１に音楽自身をよ

く理解し，さらに視聴覚および演奏テクニックを総動員して常に最適な演奏を実現する訓練が必要である．リズムが複雑になったり，他の人が間違えたりすると，自分もパニックに陥ってしまうことがよくあるが，そのような場合にパニックからすばやく回復する技術を身に着けなければならない．このような問題に対して，評価方法論を考えていかなければならない．いわば、総合的なスキルの評価である．また，そこでのスキルの向上策も，問題として取り上げなければならない.

９．スキルサイエンスは何を解明するのか（藤波努）

スキルサイエンスは熟練の技を解明することを狙いとする．この試みによって明らかとなる科学的真理とはいかなるものであろうか？このような問いを投げかけるのはスキルが一般則に従う現象とは異質だと考えるからである.

科学の目的は普遍的真理を明らかにすることである．普遍的真理とは地球上どこの場所においても,またどの時代においても真である命題である．この原則を人間を対象とした科学に適用するなら,人間に関する普遍的真理とは地理的および歴史的影響を受けないということの他に，どのような人間についても成り立つことが求められる.

「すべての人間について」成立すべきという制約は強すぎるので，実践上は「ほとんどの人間について」成り立てば良しとされている．個々の人間をみればバラツキがあるものの，概ね正規分布に従うという前提で人間に関する科学的真理は取り扱われている.

スキルサイエンスの対象はこのような科学的真理の扱いからは外れると感じている．なぜなら，熟練者や技を持つ人間は全体から見れば少数だからである.

正規分布でいうなら，端の方の 3 パーセントや 1 パーセントの人たちである．このような標準から外れた人たちを研究対象とすることでいったいどのような普遍的真理が導きだされるのかが問題となる.

ひとつの捉え方として、ほとんどの人間が熟練者と同様の技を身につけられる「可能性」を秘めていると見ることができる．一定の環境と学習の機会が与えられれば，いかなる人間も技を身につけられる．そのように捉えると，スキルサイエンスとは人間の可能性を解明する試みである．現存する標準的な人間を調べる科学とはその点が異なると考える.

１０．「巧みな技」の研究を進めるために（工藤和俊）

私自身は現在、スポーツ動作や音楽演奏など人間の成しうる「巧みな技」に関する研究を行っている．熟練者のもつ比類なき技に関する研究は，大勢の「平均」や「分散」からヒトの一般的特性を抽出する研究とは異なり，その希少さ故に独立した研究領域にはなりえない.そのため､｢記録(データ）はあるが論文が出ない」ということがしばしば起こる．そのような状況を克服するために我々が試行してきたことの概要を下記に示す.

- １つの雑誌にこだわることなく論文を投稿する
- 新たな方法論を用いる場合、方法論自体の妥当性を示す論文を発表する
- 関連領域の方法論を取り入れることにより、領域の拡大を図る
- 論文では，研究によって示しうる最低限のことを記し，その背景にある動機や思想については著書や総説の中で説明する.
- 立場の異なる研究についてもその内容を十分に理解し，必要に応じて引用する.

ワークショップにおいては，具体的事例をもとにより詳細な説明を行う予定である.

１１．ケーススタディの状況性をナラティブと捉えるべし（諏訪正樹）

本稿の第 7 章で中島氏が概説した知のモデル（図２）が，80 年代以降，認知科学における知の捉え方の主流として定着している．認知の状況依存性（situated cognition）という考え方である．知は頭の中の思考だけに閉じているわけではない．思考，知覚，行為は環境と一体とな

って互いに影響を与えながら変化する[10].

知が状況依存的であるとするならば，人間をいわゆる自然科学的に捉えることに限界があるのは当然である．９章で藤波氏が指摘するように，地球上どこの場所においても，またどの時代においても真である命題としての知に関して知見を得たとしても，それが如何程のものだろうか？　「人間はそんな普遍的真理だけでは語れないよ」ということは，研究者を含めあらゆる人間が心底思っていることである．その場その場の状況に置かれて，火事場のバカ力的に発揮する機転や技にこそ，真に人間らしい香りのする（したがって研究的焦点を当てるべき）知が潜んでいる．スキルサイエンスが通常の自然科学の方法論では立ち行かないのは，状況依存性にこそスキルの真の姿が潜んでいるからに他ならない．個人知がその人の歴史や身体に依存するという個人性・身体性の問題も，状況依存性のひとつであると捉えるのがよい．

知が状況や身体に根ざしているという思想を信奉するならば，知の研究は基本的にケーススタディ的にならざるを得ない．いや，そうあらねばならない．普遍的な知見を得ることに執心して，状況依存性，個人性，身体性の部分を捨象したような知見を得ても，知の深みを探究することにはならない．普遍的な知が役立たないと主張しているのではない．場合によって世界中のどこでも誰にでも成立するような知が役立つこともある．しかし，普遍的・客観的で再現性のある知見しか科学と認めない風潮が蔓延したとしたら，知の科学の未来は暗いと危惧しているのである.「個が強い」ケーススタディ的研究をきちんと評価する尺度を我々がつくっていかねばならない.

では，身体性，状況依存性に塗れたケーススタディ的研究をどう評価すべきか？　研究を提示する側は何をめざし，享受する側はそこに何を求めるべきか？　「物語性」がひとつの鍵になるという中島氏の主張には全く同感である．では，物語性をつくるにはどうすればよいのか？物語性を感じるとはどういう現象なのか？

暗黙知（の暗黙性）は，この問いに深く関連すると筆者は考えている．一般に暗黙知と呼ばれている知が「語れない，語りにくい」所以も状況依存性にある．社会学者ハーパーが自動車の修理工の暗黙知的スキルを探究せんととった手法は写真付きインタビューである．修理作業の様子や作業場を撮影した写真という視覚媒体を修理工自身が見ることによって，本人は状況性を含んだ「豊かなナラティブ」を語る糸口（cue）を見出すことができる[11]．写真には作業や現場の状況性が写り込んでいる可能性があり，本人がそれを見ることによって，自分の身体が或るスキルを発揮しているその瞬間の状況性への意識が喚起されるために，語りやすくなるのである．状況依存的な知を，その状況を離れて，客観的に記述することは困難である．したがって「暗黙知」になる．暗黙知であるとしてアクセス不可能と片付けられてしまいがちなことも，状況をうまく見せることによって案外少しは「物語る」ことができることもあると筆者は考える.

筆者は，デザイナーのスケッチ思考の認知実験を行った研究において，同様の現象に遭遇した経験がある.デザイナーにあるデザイン課題を与え，スケッチを描きながら課題を遂行することをお願いした.スケッチ行動は真上からビデオ撮影した.課題終了後すぐに，そのビデオを再生して自分のスケッチ行動を見ながら，スケッチ帖に描く一本一本の線に関して，その時に考えていたことをすべて思い出せる限り語ってもらうという実験であった．一種の Retrospective report であるが，そのポイントは「一本一本の線に関してできるだけ語って下さい」という我々の教示にある．デザイン思考という暗黙知を語り尽くすことは不可能であるという点からも，困難を求め過ぎな教示であると解釈されがちであるが，この教示にこそ，状況依存性の壁を超えて少しは思い出して語れるヒントがある．自分の鉛筆の動きに敏感になることによって，デザイナーはそこに様々な現象（指の躊躇，迷い，決断，思考停止など）を見て，意味

付けを行い，課題遂行中の状況をまざまざと思い出すのである[12]．多くのデザイナーがレポート後にそれを口にした．

状況をうまく見せれば知の暗黙性は少しは軽減される．客観性・普遍性・再現性に欠けるケーススタディが「非科学である」というレッテルを貼られることを打破して,「人間らしい物語」として受け入れられるためには，ケーススタディがまさに遂行されているプロセスの状況性も，それ自体重要なナラティブとして，提示すべきなのではないかと考える．研究を享受・評価する側も，身体をもった生身の人間である．ケーススタディを提示する側は，享受する側が思わず感情移入，もしくは身体が反応してしまうようなナラティブを提示できれば，そのケーススタディが主観的（内部観測的）で身体性・一回性側面を色濃く有していたとしても，説得力ある成果であると評価されるのではないか？　身体的メタ認知という内部観測手法は，ケーススタディを遂行する原動力[13][14]としても，またそのプロセスをナラティブとして蓄積する手法[15]としても機能する．

ビールのコマーシャルの多くに共通して表現される状況は，ビールが飲まれる場の“ライブ感”と飲んでいる人の“汗”である．そういう映像を見せられると視聴者は，身体が反応しビールが飲みたくなる．知の研究者は映像表現やメディアアートから学ぶことは多いはずである．

参考文献

[1] 今田高俊，(1995)．自己組織性，創文社.

[2] Newell A, Simon H (1963), GPS: A Program that Simulates Human Thought. In：*Feigenbaum E, Feldman J (eds) Computers and Thought*, McGraw-Hill.

[3] Gibson J (1979) *The Ecological Approach to Visual Perception*. Houghton Mifflin, Boston.

[4] Maturana, H. R. and Varela, F. J. (1980). *Autopoiesis and Cognition: the Realization of the Living*, D Reidel Pub Co.　(河本英夫訳:オートポイエーシス，国文社，1991).

[5] Brooks, R. A. (1991).Intelligence without representation. *Artificial Intelligence*, 47, 139-160.（柴田 正良 訳．表象なしの知能，現代思想，18(3)，85-105）.

[6] 中島秀之，諏訪正樹，藤井 晴行．(2008).構成的情報学の方法論からみたイノベーション，情報処理学会論文誌,49(4),1508-1514.

[7] 中島秀之．(2008)．構成的研究の方法論と学問体系，Synthesiology，1(4),94-102.

[8] 中島秀之．(2009)．構成的認知モデルへのアプローチ，人工知能学会誌，24(2)，268-274.

[9] 市川惇信．(2000)．暴走する科学技術文明，岩波書店.

[10] Clancey, W. J.(1997). Situated Cognition: On Human Knowledge and Computer Representations, Cambridge University Press, Cambridge.

[11] Harper, D. (1987). *Working Knowledge: Skill and Community in a Small Shop*, University of California Press,　(福島真人著，暗黙知の解剖（金子書房），p.52 にて訳).

[12] Suwa, M. and Tversky, B.(1997). What do architects and students perceive in their design sketches?: A protocol analysis, *Design Studies*, 18(4), 385-403.

[13]古川康一編著,植野研,諏訪正樹他著.(2009).スキルサイエンス入門-身体知の解明へのアプローチ-（７章：pp.157-185)，人工知能学会編，オーム社.

[14] 諏訪正樹．(2005)．身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化，人工知能学会誌，20(5)，525-532.

[15] Suwa, M. (2009). Meta-cognition as a tool for storytelling and questioning what design is, *Special Issue of Japan Society for the Science of Design*, 16-2(62), 21-26.