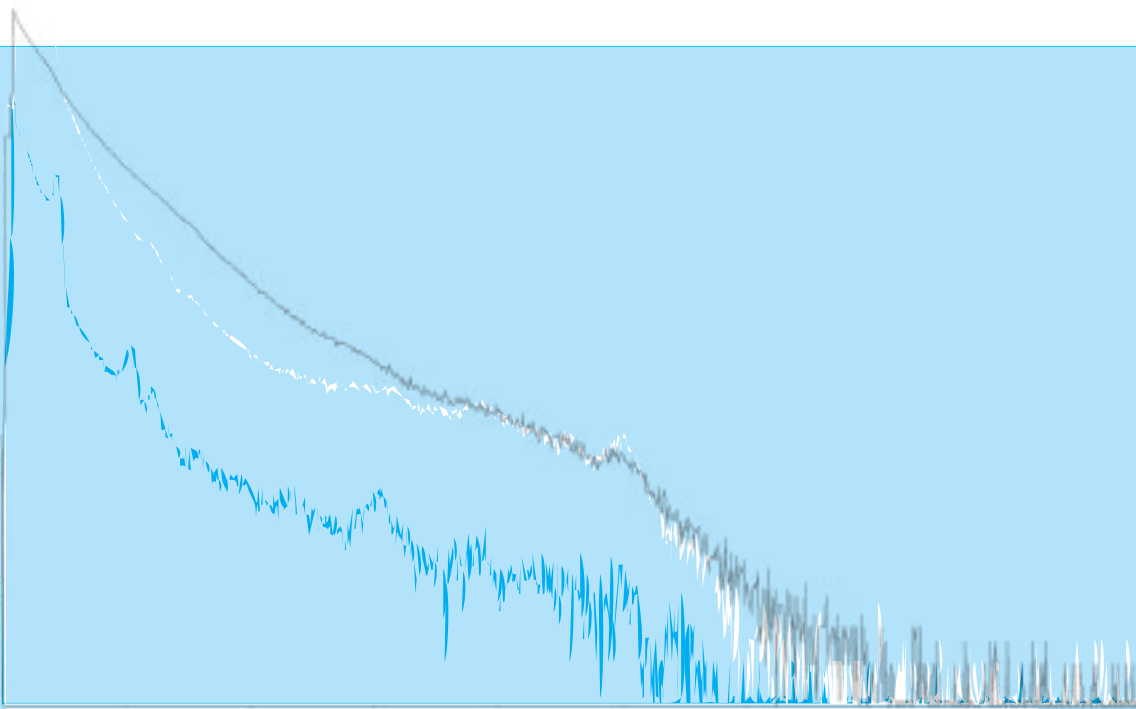


特集

放射能汚染下の信頼



- 510 信頼をめぐる状況と語りの配置……影浦 峽
- 517 **【座談会】**原発の安全なたたみ方：資金・賠償・人材
……大島堅一・河野太郎・吉井英勝
- 529 **【座談会】**市民が測る意味……漢人明子・丸森あや・渡辺美紀子
- 535 放射線の「確率的影響」の意味……井上 達
- 539 環境汚染による健康影響評価の検討
——水俣病の拡大相似形としての原発事故……高岡 滋
- 549 貨幣と国債の経済学……大龍雅之
- 557 科学者の責任——新しい科学パラダイムのために……小田垣 孝

5

科学

Science Journal
KAGAKU
Vol.82 No.5 May 2012

499 金環食の楽しみ方……日江井榮二郎

503 標本調査という視点で捉えた放射能汚染データ
……河田昌東・吉村 功

507 災害廃棄物広域処理への疑問……青山貞一

471 巻頭エッセイ **学ぶ 創る 遊ぶ**
考えることの復権のために……吉岡知哉

[科学時評]

474 原発労働者の被ばくと補償……飯田勝泰

連載

494 南極—剥き出しの地球⑧ 空の巻 夏の終わり……阿部幹雄

563 脳と心の交差点②⑨ メディアは変わる……加藤忠史

566 寅彦 in English ⑧ 天災と国防……トム・ガリー+松下 貢

496 ちびっこチンパンジーと仲間たち⑫⑮ 同調する行動……ユリラ・友永雅己

498 広辞苑を3倍楽しむ⑤⑩ 白神山地……館野正樹

575 市民社会と行政法⑧……大浜啓吉

580 黒鉄の志士たち—反射炉建設と大砲製造への挑戦⑩ 黒船から寄せる怒濤……植松三十里

[科学通信]

479 <コラム>放射線測定現場から Ge半導体検出器による環境試料の放射線計測
—サンプルの持ち込みから放射能の算出まで……小豆川勝見

483 <コラム>分子で地球を読む 三度目の春を迎えつつある放射性炭素年代法……大河内直彦・横山祐典

485 <コラム>はみだし生命科学 ライブラリ化する大学図書館の未来……有田正規

487 <コラム>私たちの超兵器 動物兵士幻想……植木不等式

490 学校現場の悩みに寄り添うために—東大教育学研究科有志の声明から……関東晋慈

491 ストレストテストに“設計思想”はあるのか……原発規制庁審議ウォッチ・グループ

[資料]

585 「定時降下物から放射性セシウムが比較的高い濃度で検出された要因について」(福島県災害対策本部(原子力班) 2012年2月6日)より

588 「冬期の空間線量率の低下について」(福島県災害対策本部(原子力班) 2012年2月13日)より

502 75年前には 506 50年前には 556 50年前には

562 特集執筆者紹介 589 次号予告／編集後記

表紙=福島県原子力安全対策課[モニタリングポストのNa Iスペクトルデータについて(大熊町天沢・双葉郡郡山・富岡町富岡・楡葉町繁岡)](2012年3月14日付)より、
双葉郡郡山の2011年3月12日午前4時30分(黄色)、同午前5時30分、同8時10分のスペクトルデータ

デザイン=佐藤篤司 イラスト=山下正人 飯箸 薫 勢 克史

科学者の責任

—新しい科学パラダイムのために



小田垣 孝

おだがき たかし
東京電機大学理工学部

プロローグ

「26xx年のある日、エコトピア住人」は、六百数十年ぶりにエコトピア国外を探索した探索隊の報告記事に驚愕した。記事には、エコトピアの外部では大型動物が絶滅していただけでなく、地下深く掘削したデータが学界に大きな論争を巻き起こしていることが記されていた。掘削データによると、およそ600年から700年前の地層に、自然界では見られないはずの放射性物質、有毒ガスや有機物質が堆積し、さらに動物の白骨死体から自然界には存在しないはずの細胞が発見され、その原因の説明に科学者は苦慮していると言う。つまり、致死性を持つこれらの物質がどこから来たかについて科学者の意見が対立し、自分たちと同じ進化を遂げている人類が自殺行為になるようなこれらの物質を作るはずがないだろうから、宇宙から飛来したのではないかという結論になるのだが、宇宙のどこから何に乗ってそのようなものが飛んできたのか……」

これは、あくまでもフィクションであるが、近年の急速な科学・技術の発展と、昨年の中日本大震災による福島第一原子力発電所の事故を見ていると、数百年後にはこんな状況になるのではないかという危機が現実味を帯びてくる。

私たちが享受している現代文明は、サイエンス

(科学)を抜きにしては語ることはできない。サイエンスは、ラテン語の Scire(スケレ:知る)から作られた Scientia(知識や知ること)を語源とし、もともとギリシャ時代に始まった自然界の摂理を知ることによってであった。実際、ギリシャ時代に発見されたアルキメデスの原理は現代においても物理学の法則の一つとなっている。多くの知識が蓄積されてきた15世紀頃から、その知識が生活を向上させる技術に応用され始めたが、科学が教会によって語られる神の意志を越えることはなかった。そんな科学のあり方が転換するきっかけとなったのは、デカルトが著した「方法序説」によるところが大きい。神の監視から解放された科学は、急激に発展し、自然界に存在しないものまで作り出し、20世紀になって科学の持つ負の側面が顕著になってきた。実際、科学の知識は原子爆弾を含む武器の発達を助け、また地球温暖化をはじめ幾多の公害をもたらした。

このような負の側面が明らかになってもなお科学そのものが批判されることは少なく、科学者は

(1) 知的好奇心は人間の固有のものである。

(2) 科学は中立で、それ自身は悪ではなく、使い方が悪いから負の側面が生じる。

(3) 人間が望む科学・技術は必ず実現できる。という考え方、すなわち科学パラダイム²⁾のもとで自己を正当化し、科学研究を推進し続けてきた。

しかし、一見正当に見えるこの科学パラダイムも、実は矛盾を含んでいることがわかってきた。すなわち、(1)が人間の遺伝子に内在する特性であるなら、集団として相争うことは進化の過程で

Responsibility of scientists: For a new science paradigm
Takashi ODAGAKI

培われた人類の特質であり、戦いに勝つためには手段を選ばないというのも人間の遺伝子のなせる技である。また(3)に関しても、未来の技術ができる以前に制御不能に陥ることが大いに予想される。したがって、この科学パラダイムこそが現代の科学の矛盾を生み出し、冒頭に述べたように人類を絶滅危惧種にしていると言っても過言ではない。私たちが絶滅危惧種からの脱却を望むなら、科学の意味を問い直して、科学者の責任を明確にし、科学の進め方を変える必要がある。

もちろん、人間も自然の一員であるから、その遺伝子のなす事は、そのまま受け入れるべきであり、もし科学が人類を破滅に導くなら、それも自然淘汰の一つであると受け入れるという考え方もありえる。しかし私は、太陽系が終焉を迎えるまではこの地球共同体を持続させるべきであるという立場にたち、本稿では科学の発展を振り返りつつ、科学者の責任と私たちが必要とする新しい科学パラダイムを考察することにする。

科学の解放

中世ヨーロッパにおいて、神の意志に沿ったものとして教会から認定を受けたアリストテレスの自然哲学が、観測事実と矛盾していることがコペルニクスの地動説、ケプラーによる惑星の運動の法則の発見、そしてガリレイの運動の法則によって示された。教会に異を唱え、異端であるとの判決を受けても決して自説をまげず、火刑になったジョルダーノ・ブルーノもいたが、ガリレオ・ガリレイが「それでも地球は動く」とつぶやきつつ表面上自説を曲げたように、教会への反抗は大変勇気のいることであった。

ただ、教会の主張が必ずしも正しくないということは覆いがたく、ルネ・デカルトは何が誤りで、何が正しいかを厳しく問い、「方法序説」を著した。デカルトは、宗教裁判の恐怖から、当初自分の研究の公表を控えていたが、「方法序説」の中で過去の宗教的なものにもとづく主張をすべて疑い、神はすべての人に真と偽を分別する能力のみ

を与えたと主張した。そして、これまでの知識のすべてを虚偽であると考えようとしたが、そのように考える「私」は何者かとして存在しなければならず、すなわち「我惟^{Je}、故に我有^{Sui}」を哲学の第一原理に据えた。彼は、実践哲学によって有用な知識を得ることができ、火によって灰からガラスが造られるように、火、水、気、星、天その他私たちを取り巻くすべての物体の力や諸作用を完全に知ることによって、それらの物体をそれぞれに適した用途に用いることができ、「我々が自然の支配者となる」ことが可能であると説いた。

このデカルトの主張と「知識は力なり」というフランシス・ベーコンの思想はヨーロッパを席巻した。これらの主張は、科学を神の支配から解放し、ニュートンを経て18世紀の力学、電磁気学、熱力学、化学の発展の原動力となった。18世紀は市民革命の時代であり、そのような社会の変革を物理学的視点から解明しようとする社会物理学もその黎明期を迎えた。

科学の隆盛と陰り

19～20世紀に科学は隆盛を極めた。その最大の要因は、物理学的側面から言うと、エネルギーの転換方法の発明と電気エネルギーの発見である。特に熱機関の発明は、運送手段と生産力に飛躍的な発達をもたらして産業革命を引き起こし、現代社会の基礎をつくった。化学的側面からみると、錬金術は成功しなかったが尿素や硫酸の合成に始まり、さまざまな物質が合成され、現代の生活を支えてきた。中でも、化石燃料は、エネルギー源としてだけでなく、新しい材料の原料として、広く利用されてきた。産業革命は自然を変え、自然には存在しないものも作り出した。20世紀には、原子力エネルギーが発見され、枯渇しつつある化石燃料に替わるエネルギー源として大いに期待されてきた。また、生命の理解がすすみ、医療が加持祈禱の時代から投薬・手術の時代になり、20世紀から21世紀には遺伝子や細胞分裂の人為的操作によって、農業生産力の向上や再生医療など

への応用を目指して、研究が進められている。

しかし、このように現代文明を発展させてきた科学であるが、発展とともにその負の側面がどんどんと顕著になってきた。とりわけ、

(1)自然環境のバランスの破壊

(2)プラスチック・毒ガス・環境ホルモンなど、自然界に存在せず、容易に分解されない物質の合成

(3)放射性元素を分離・濃縮・分裂させ、自然界に存在しなかった核物質の合成

というそれまで想像されていなかった変化を地球上にもたらし、市民生活に甚大な影響を与えた。人類が誕生した頃に地球がこのような環境にあったとしたら、人類は存続できたであろうか。

科学がもたらしたこのような側面に目をやることなく、産業振興と生産性向上という企業論理のもとで科学は推進されてきた。さらに、多くの研究成果は、それを研究した科学者が望まなくても、原子爆弾・水素爆弾をはじめ多くの殺戦兵器として利用されたように、科学者は結果に対して責任をとれなくなっている。

全共闘の批判と反科学

顕著になってきた科学の負の側面、特に公害問題と戦争への加担に焦点を当て、科学を鋭く批判したのが、1960年代後半から70年代初めにかけて世界的に起こった学生を中心とする市民の反乱である。日本においては、全共闘(全学共闘会議)が中心となって、本来市民のためにあるべき科学が、公害を撒き散らし、殺戦兵器になっていると批判し、多くの科学者に対して加害者としての自己の検証を迫った。

国家権力と企業の論理のもとで進められる科学を批判し、科学を市民の手に取り戻そうという主張が、柴谷篤弘によってなされた。柴谷は『反科学論』の中で、科学の負の側面がなぜ生まれるのかを鋭く分析し、いかに克服できるのかを考察した。科学の発展の中で明らかになってきた、人間性の価値と進歩という価値の矛盾、個々の科学者

の専門を極めるという営為とその結果が引き起こす大きな社会的影響に対する責任を負いきれないという矛盾、これらを解決するために反科学を提唱した。これまでの科学は、原子論、要素還元論にもとづいたものであり、科学全体としての社会に対する影響などが議論できない枠組みになっている。その克服には、全体論的接近法、直感的接近法が必要である。また、科学者が主張する「科学は善であり、悪いのは技術」という考え方を徹底的に批判し、科学のエリート主義を排除して、市民の立場に立った科学を求め、経済成長と物質的繁栄を目指す時代精神の中心にあった科学信仰、科学黄金時代の終焉を論じた。

柴谷の『反科学論』が出版された1年ほど前に、アルビン・ワインバーグはトランスサイエンス(超科学)という考え方を提案した。トランスサイエンスは、問題を科学的に定義できても、答えを科学的には出せない問題、例えば低い線量の放射性物質の安全性の確認には、膨大なデータが必要で実験的検証ができないというような問題である。これまでは企業論理が優先されて、危険であるという証拠がなければ安全であると言われてきた。ワインバーグは、このような問題に対する科学者の使命は、「どこまでが科学によって解明でき、どこからは解明できていないのか、その境界を明確にすること」であり、「科学でわからないことは、正直にわからないと言うべき」であると主張する。残念ながら原子力研究者を含め日本の科学者には、そのような使命感をもつ人は少ない。

最近、市民の目線で科学を議論する取り組みとして、サイエンスカフェが多くの都市で開催されている。サイエンスカフェの横のつながりができれば、さらに大きな力になることが期待できる。また、物理的手法を用いて社会現象を理解しようという社会物理学が1980年代から再び脚光を浴び、人間の行動を含めて社会の特徴が理解されつつある。今後トランスサイエンスに対して、社会物理学的手法の発展が望まれるところである。

エネルギー問題

福島第一原子力発電所の事故は、過度にエネルギーに依存する現代社会に明確な警鐘を鳴らし、18世紀以後拡大し続けてきた科学・技術と、エネルギー消費の際限のない増大を要求する経済の成長神話が見直されるべき時であることを如実に示した。

そもそも地球上に存在する人類は、太陽エネルギーを植物と動物の間で循環させつつ安定に存在する生態系の一員であり、そのバランスを壊すことは人類の自殺行為に等しい。現在私たちが利用しているエネルギーは、化石燃料・バイオマスなどの化学結合エネルギー、水力・風力・潮汐力などの位置エネルギー、太陽光エネルギー、地熱エネルギー、原子力エネルギーであるが、最初の二つは形を変えて蓄えられた太陽エネルギーである。注意すべきことは、エネルギーはひとたび仕事として使われると、完全には再生できないことである。この事実はすでに19世紀から、エントロピー増大の法則として知られている。したがって、地球環境を保つために議論すべきはエネルギーの再生可能性ではなく、エネルギー媒体の再生可能性である。そして、エネルギー源の安全性、コストについては、地球環境に対する負荷を中心に考えられるべきである。

原子力エネルギーが最も議論されているところであるが、その安全性を議論しなければならないことがすでにエネルギー源としては不適切であることを端的に示している。環境負荷の立場から言うと、数万年にもわたって放射性廃棄物を管理しなければならないということは環境負荷がほぼ無限に大きいことを意味し、原子力がエネルギー源として不適格であることは論を俟たない。さらに廃棄物保管という負債は、道路や橋と違って完全なる負債であり、未来の人々に残すべきではない。

地熱エネルギーの利用の拡大も考えられるが、その利用については環境破壊が十分考慮されなければならない。

地球の生態系を保って利用できるのは、結局のところ太陽エネルギーだけになるが、環境負荷を少なくするために、植物を直接利用すること、光合成する生体物質から直接電気を取り出すこと、植物不毛の地への太陽電池の設置である。過去に蓄えられた太陽エネルギーである化石燃料の再生には、地球の年齢と同程度の時間が必要であり、さらに地球の現在の環境を大きく変え、その緩和にも同程度の時間がかかるので、地球環境負荷が大きい。また、太陽電池の休耕田などへの設置は、植物を生成できる環境を損なうことになり、地球環境負荷が大きくなる。水力、風力、潮汐力の利用についても、環境を損なわない設置場所の工夫が必要である。

日本国内にある54基ある原子炉は、いよいよすべてが停止される状況になりつつあり、政府は再稼働の判断の参考として、設計にもとづくシミュレーションにより、燃料損傷に至る地震動と津波の高さを確認するいわゆるストレステストを電力会社に求めた。関西電力大飯原子力発電所に対して行われたストレステスト1次評価に対して、内閣府原子力安全委員会は結果の妥当性は認めたが、期待されていた安全性の科学的判断をせず、再稼働を政府の政治判断に委ねてしまった。政府は、ストレステストは安全性の確認にはならないと認めつつ、政策上再稼働を急いでいるが、原子力政策こそ科学者の判断が最も優先されるべき領域であり、原子力安全委員会は科学者としての行動をとるべきであろう。

経済産業省の原子力安全・保安院が安全に原子力発電事業を推進するための指導を行い、それとは独立した原子力安全委員会には、原子力利用における安全性を確保するために、行政機関と事業者を指導する権限が与えられていたはずである。しかし、これまでこれらの委員会は、事業者と政府が一体となった中で、政府・事業者の期待に沿う判断をしてきており、市民を守る役割を果たしてこなかった。また、これらの委員会と密接な関係にある独立行政法人・日本原子力研究開発機構は、電気事業者から多額の寄付金を得ていた。原

子力行政に関わる専門家にも、同様の寄付金を得ている人が多く、安全委員会はもとより大学の研究者から、市民の立場に立った正確な情報を得られないのが現状である。中世の科学者は、異端審問に怯えて、自らの意見・発見を必ずしも主張できなかったが、現代の多くの科学者が事業者と政府が一体となったシステムに組み込まれており、科学者から市民の立場に立った発言が少なくなっているのは残念である。

エネルギー問題における政府そして科学者の役割はきわめて重要である。環境負荷の立場からエネルギー源を太陽エネルギーに限り、その限られたエネルギー資源をどこにどのように配分するかを、未来を見据えて判断することが求められる。この意味において、ヨーロッパを中心に拡大しているグリーン・パーティー(緑の党)の主張は注目すべきものである。

科学者の責任と新しい科学パラダイム

科学研究は、本来市民生活を向上させ、人類の福祉に役立つことを期待して行われてきた。しかし、これまでの科学の発展の中で、私たちは不可逆的な変化を地球環境にもたらした。自然界には存在し得ない毒ガスやプラスチック、放射性元素、そして人工的に造られた遺伝子や細胞を作り出してきた。特に、福島事故で放射性物質が空中にも、地下にも、海にも放出され続けている。さらに、莫大な量の放射性廃棄物を処理し、保管する場所も見つけることができないし、それらのもつ放射能を軽減する技術が開発できるかどうかもわからない。そのような技術開発が可能であるという手形を切って、原子力の利用を推進してきた科学者はその責任が問われるべきである。これは、分解する技術はすぐに開発できるということを保証して進められた合成繊維や合成樹脂についても然りである。今問われるべきは、これらの物質を短期間に排除し、地球の元の環境を取り戻せるかどうかであり、科学者はこれらの問いに答える義務を負っている。昨今盛んな遺伝子・細胞操作

の技術開発についても、もし遺伝子や細胞が拡散してしまった時にそれらを完全に回収・消去する方法が示されない限り、技術開発を凍結するのが責任ある科学者の態度である。

これまでの公害問題や原子力問題への対応を見ると、残念ながら科学者はそのような期待にまったく応えてこなかった。特に大学に籍を置く研究者は、市民の目から科学・技術の課題に対して、客観的な発言をできたはずであるが、その期待に応えた研究者はどれほどいたであろうか。

今後、科学が本来の目的に限ってのみ用いられるようにするためには、科学者は極めて重い責任を負う。すべての科学者は、一種の国際法的な共通倫理のもとで研究を行い、その結果に科学者集団として全面的に責任を負うことが求められるべきである。すなわち、科学研究に対する生産者責任を科学者集団として負わなければならない。自然環境を破壊する行為に対して、誰かがそのうちに発明するだろうというような、未来の技術を担保にせず、自らがその破壊した自然を回復することに責任を負うべきである。科学は地球環境を守り、すべての人類に幸福をもたらすものでなければならない。そのためには、

- (1)地球上で得られる太陽エネルギー以上のエネルギーを頼りにしない
- (2)地球環境に緩和時間の長い変化をもたらさない
- (3)未来の技術を担保にしない
- (4)生産者責任を負う

という新しいパラダイムのもとに、全科学者が、市民の立場に立った行動をとることが求められる。

エピローグ

アメリカのボストン郊外にあるコンコード市は、アメリカの独立戦争勃発の地として有名である。コンコードに住んでいたアメリカの哲学者ヘンリー・D. ソローは、コンコードにあるウォールデン湖畔に建てたおよそ13m²の小屋で2年間極限状態の生活をし、「人生とは何か」を突き詰

めて考えた。今私たちに必要なのは、「地球上に育まれた人類とは何か、現代文明が何のために存在するのか」を突き詰めて考えることである。

古来、多くの民族において生命のエネルギーの源が太陽であることが認められていた。今、私たちに大切なことは、このような認識を真剣に見つめ直すことであり、いたずらに科学的知識をもてあそぶことではない。荘子が、すでに2000年以上前に「知識をもてあそんで、人間と人間本来の関係を損ない、それが地球全体の安全性を破壊する知識の乱用」を戒めていると、柴谷篤弘の「反科学論」⁵⁾の中で紹介されている。

ソローは「Walden」⁶⁾の中で

"I have been always regretting that I was not as wise as the day I was born."

と述べている。この名言の、"I"が人類そのものであったとしたら、それはあまりにも悲しいこと

であろう。

文献および注

1—E. Callenbach: *Ecotopia*, Pluto Press(1978)邦訳:三輪妙手訳:緑の国エコトピア—エコトピア国の出現 上巻,ほんの木(1992)

2—「科学」は、「……学科」としてさまざまな分野の学問・技術が輸入された明治時代に、それらを転換するために西周が用いた語である。現在は、サイエンスに対比させて用いられる。

3—トーマス・クーン:科学革命の構造,中山茂訳,みすず書房(1971)。科学の進歩は、例えば天動説から地動説への転換のように、基本的な考え方の変更として、突然革命的に起こる。この基本的な考え方の枠組みをパラダイムとよんだ。この考えを援用して、科学を推進する際の基本的な考え方を科学パラダイムとよぶことにする。

4—ルネ・デカルト,方法序説,谷川冬彦子訳,岩波書店(1987)

5—柴谷篤弘:反科学論,みすず書房(1973)

6—A. M. Weinberg: *Minerva*, 10, 208(1972)

7—小田垣幸:物性研究(電子版), 1(1), 011801(2012)<http://www.bussei-kenkyu.jp/pdf/01/1/0007-011801.pdf>

8—H. D. Thoreau: *Walden; or, Life in the Woods*(1854)邦訳:飯田実訳:森の生活—ウォールデン,岩波書店(1995)