熱力学による諺の研究（その１）

―二兎を追う者と一石二鳥―

佐々木　信　行

１　はじめに

わが国には昔から多くの故事や諺があり、広く世界を見渡しても同じような諺や俚諺、格言、金言が存在する。それらの中にはよく似ている諺もあれば、逆の意味をもつような諺、互いに矛盾するような諺もある。筆者は従来より、そのような故事や諺の普遍妥当性について興味、関心があり、内容を理論的に考察し、実際に諺にでてくるような傾向が成り立つかどうかを確かめ、その結果を報告した（佐々木，2001）こともある。

故事や諺の由来や妥当性の研究についてはこれまで藤井（1978）、谷山ら（1995）、戸山（2007）などの研究があるが、科学的な視点から考察したものはまだまだ少ないように思われる。

筆者はいわゆる理系のコースを歩んできた者であるが、筆者の学んだ理系の学問の中で、自分の人生にひときわ大きな影響を受けた学問がある。その一つが本論で取り上げる熱力学の法則や自由エネルギーの概念であり、それに関連した諸概念である。

本論はこのような熱力学の概念を、広く人間の行動や考え方に適用してみればどうなるのかということを、人間社会で広く言い伝えられている故事や諺などを例にとって考えてみようとするものである。もとより自然科学系の用語や概念を人文科学（や社会科学）的な分野に応用・転用するには十分な知識と注意が必要であることはいうまでもない。ある分野の用語や概念を他分野に応用、展開することは有効な場合もあるが、安易に転用することにより、それらの言葉の持つ本来の意味や意義を損なうこともあり得るからである。

本論の内容もそのような過ちに陥らないように心掛けたが、一つのアプローチとして、諺や格言をこのような自然科学とのアナロジーの観点から解釈してみるのもそれなりに意味があるのではないかと考え、あえて駄文を弄した次第である。

２　連結とは何か

２－１　連結とは何か

まず最初に化学反応における連結（coupling）という概念について考えてみたい。連結をカップリングとカタカナ書きにした場合は化学でも少々違うニュアンスがあるが、２つ（以上）の反応を組み合わせるという意味では同じような概念といえる。かつてはレコードのB面として、現在ではCDのメイン曲に付随しているカップリング曲として、また、経済学や会計学の分野でも連結決算（consolidated accounting）というような形でこの言葉が用いられることもある。ここでは最初にあげ

香川大学教育学部人間環境教育コース

た化学反応で用いられる連結について考えてみたい。

化学熱力学の分野では、連結というのは２つ（以上）の反応が相互依存の関係にあり、単独では起こらない反応が、他の反応が起こることにより、協調して（同時に）反応が起こる、という場合に使われる。

たとえば、鉄鉱石から鉄をつくる反応（製鉄）を考えると、鉄鉱石にはいろいろな種類があるが、酸化物の鉄鉱石を用いる場合、次のような反応で酸化鉄が還元されて金属鉄が生成する。

$$Fe_3O_4 \rightarrow 3Fe + 2O_2 \qquad (1)$$

この反応に必要なエネルギーは反応物と生成物の標準エンタルピーの差より求められる。式（１）の反応の標準エンタルピー変化は、

$$\Delta H = 0 + 0 - (-1117.1) = 1117.1\ \mathrm{kJ/mol} \qquad (2)$$

標準エントロピー変化は、

$$\Delta S = 27.2\times3 + 205.0\times2 - 146.4 = 345.2\ \mathrm{J/deg\cdot mol} \qquad (3)$$

となる。したがって、この反応の標準自由エネルギー変化は

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 1117.1 - 298/1000\times345.2$$
$$= 1014.2\ \mathrm{kJ/mol} > 0 \qquad (4)$$

となり、大きな正の値になる。これより、式（１）のような反応は通常は単独の反応としては起こらないことがわかるが、ここで次のような反応が共存して起こる場合はどうか。

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 \qquad (5)$$

これはコークスが燃焼する反応で、非常に起こりやすい反応であり、この反応の標準自由エネルギー変化は、酸化鉄の還元反応の場合と同じようにして求めると、

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = -393.5 - 298/1000\times2.9$$
$$= -394.4\ \mathrm{kJ/mol} < 0 \qquad (6)$$

となる。今、式（１）と式（５）の反応と組み合わせると、（１）+（５）×5で、

$$Fe_3O_4 + 5C + 3O_2 \rightarrow 3Fe + 5CO_2 \qquad (7)$$

となり、この反応の標準自由エネルギー変化は

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 1014.2 + (-394.4\times5)$$
$$= -957.8\ \mathrm{kJ/mol} < 0 \qquad (8)$$

となるので、反応は自発的に起こることがわかる。このように、単独では起こらない反応が、起こりやすい反応と組み合わさることにより、いずれの反応も起こるようになる、というのが反応の連結である。

上記の場合、コークスが燃焼（酸化）して二酸化炭素になる反応が、酸化鉄が金属鉄に還元される反応と連結して、全体として鉄が生産される、ということになる。

一般に、自然界や物質世界では多くの反応がこのような連結で組み合わさって同時並行的に反応が起こるという場合が少なくない。反応が単独ではなく、他の反応と関わりをもちながら、全体として同じ方向に進行する、というわけである。この場合、連結の原動力になる反応は自由エネルギーが減少する反応で、いわゆる自発反応であり、連結されて起こる反応が自由エネルギー増加の反応で、非自発反応である。

２－２　現象論的方程式

自由エネルギーの変化は反応が起こるかどうかを知る指標であり、変化が負の場合は反応は自発的に正方向に進み（正反応）、変化が正の場合は正方向の反応は起こらず、逆方向の反応（逆反応）が起こる。これは熱力学第二法則の一つの表現である。

自由エネルギー変化は反応が自発的に起こるかどうかの指標になるが、変化の符号と反応進行方向がイメージ的に逆のようであり、少しわかりづらい印象がある。これに対し、化学反応の自由エネルギーの変化が負の場合に正の符号になるような反応の駆動力を新たに導入する。これを反応の親和力（Affinity）と呼び、Ａと表記する。親和力Ａは単位量の化学反応によって系が成し得る有効な仕事を表していると考えられ、自由エネルギー変化と次のような関係がある。

$$A d\xi = -dG \qquad (9)$$

$d\xi$は反応進行度（後述）を表す。親和力は、自由エネルギー変化と逆に、自発的に反応が起こる場合が正、起こらない場合が負ということになり、化学反応の起こりやすさや方向を考える上では、自由エネルギーよりもイメージしやすくなる。

今、化学反応の速度をｖとすると、ｖは反応進行度$d\xi$を用いて次のように表わされる。

$$v = d\xi / dt \qquad (10)$$

反応の親和力Ａが小さいとき、反応速度ｖは親和力Ａに比例することが知られており、$A > 0$ ならば$v > 0$ で、反応は正方向に進行し、

$$v = LA \quad （Lは比例定数） \qquad (11)$$

となる。いま、複数の反応が存在し、各反応の親和力をA_1, A_2, A_3, ・・・, 反応速度をv_1, v_2, v_3, ・・・として、次のような関係式

$$\begin{aligned} v_1 &= L_{11}A_1 + L_{12}A_2 + L_{13}A_3 + \cdots \\ v_2 &= L_{21}A_1 + L_{22}A_2 + L_{23}A_3 + \cdots \\ v_3 &= L_{31}A_1 + L_{32}A_2 + L_{33}A_3 + \cdots \\ &\cdots \end{aligned} \qquad (12)$$

が成り立つような場合、各反応の間に連結の関係が成り立っていると考える。v_1, v_2, v_3, ・・・ は通常はすべて正の値で、式 (12) を現象論的方程式 (phenomenological equation) といい、L_{ij}を現象論係数という。現象論係数のうちL_{ij} ($i = j$) を固有係数、L_{ij} ($i \neq j$) を連結係数という。連結係数には一般に、

$$L_{ij} = L_{ji} \tag{13}$$

の関係が成り立つ。これをOnsagerの相反定理というが、これは連結に際し、iの反応がjの反応に及ぼす影響と、jの反応がiの反応に及ぼす影響は同じであることを表しており、現象論的方程式の固有係数と連結係数がつくる行列が対称行列になることを示している。

また、現象論的係数をもとに次のような値が定義される。

$$q = L_{ij} / (\sqrt{L_{ii}} \cdot \sqrt{L_{jj}}) \tag{14}$$

これを連結度 (degree of coupling) という。これはiの反応とjの反応がどの程度連結しているか、その連結の程度を表すものである。

3　人間の行動と連結

3－1　人間の行動を化学反応にたとえると

ここで、少し話は飛躍するが、人間の行動を物質の化学反応になぞらえて考えてみるとどうなるであろうか。人間の体の中ではさまざまな化学反応が起こっており、その反応の集積で人間は生きているといえるが、人間の行動を、物質変化をもたらすさまざまな化学反応に譬えて考えてみればどうなるか、というわけである。

化学反応には、いろいろな種類があるが、必ず対になる反応がある。合成反応に対しては分解反応、酸化反応に対しては還元反応、沈殿反応に対しては溶解反応、という具合に、一方を正反応とすれば、もう一方が逆向きの逆反応である。

たとえば、人間にとって働くという行動を一方の方向の反応と考えると、その逆向きの反応が遊びの行動と考えることができる。もちろん、どちらが正反応で、どちらが逆反応であるかは、何を到達目標とするか、何を価値判断の基準に置くか、ということで違ってくるので、あくまでも相対的なものである。ある有益な物質をつくりたい場合は、合成反応が正反応で、分解反応が逆反応であり、物質を分解したい場合は、分解反応が正反応で、合成反応が逆反応になる。

あるいは、反応による親和力ということでいえば、親和力が正で反応が自発的に起きるのが正反応、親和力が負で反応が自発的に起きない場合が逆反応と考えることもできる。人間の行動でいえば、自発的に行うのが遊びであり正反応、そうでないのが仕事であり逆反応である、というニュアンスになるであろう。

3－2　連結と諺

化学的な連結は通常、単独では起こりえない反応、たとえばすでに述べたような、鉄の酸化物の還元反応がコークスの燃焼反応 (酸化反応) との連結により同時並行的に起きる、というようなことを意味する。このような連結は鉄の生産に限らず、有機合成反応のカップリング反応を含め、多くの化学反応過程でみられるもので、これに似たことは、実は我々の日常生活においてもしばしば見ることができる。

たとえば、何かをしながら同時に別のことをする、ということは従来よりよくあることで、勉強や仕事がはかどらないとき、あるいは気分を変えたいときなどに、ラジオを聞きながら仕事や勉強をするということがある。いわゆる「ながら族」と呼ばれるものであるが、筆者も中学や高校時代に時折ラジオを聴きながら勉強した記憶がある。トラックの長距離運転手がラジオを聞きながら運転するのも同じであろう。これにより気分をリラックスさせ、リフレッシュさせ、勉強や仕事をやる気にさせたり、捗らせるという効果もある。

その後「ウォークマン」やケータイ電話など情報メディアの発達で、音楽を聴きながら歩いたり、スポーツをするというようなことも普通に見られる光景となり、一種のファッションにもなったが、このような連結は、一人の人間の中で遊びと仕事が並行して行われ、仕事のやる気を増幅させている例といえるのではないか。

人間の行為の連結としては、上述の「ながら族」のように、一人の人間の中で一つの行為が別の行為と連結されるような場合と、もう一つは、一人の人間の行為が他の人間の行為と連結される場合があろう。

一人の人間の中での連結は、すでに述べたように、ながら族の他に、トイレで読書をしたり、車を運転しながらケータイ電話をしたり、散歩をしながら思索にふける、などいろいろある。この種の連結に関する諺の例をいくつかあげてみよう。

二足の草鞋を履く

これは１人の人間が２つの行為を掛け持ちでやるということであり、仕事と仕事の連結、あるいは仕事と遊びの連結というようなことになる。全く同時に行うというわけではなく、同時期に行うという程度の場合が多いように思われる。学校生活においても、よく学業とスポーツの両立というようなことがいわれるが、同時に二つのことをこなす、というのは一般的になかなか大変なことであり、難しいことではあるが、両者をうまく組み合わせることにより、成果をあげることも可能である。

二兎を追う者は一兎を得ず

これは同時に２匹の兎を捕まえようと追ってもうまくいかず、１匹の兎さえ捕ることができない、という意味で、二つのこと（仕事や遊び）を同時に行うことの難しさを言い表したものといえる。この場合、両者とも仕事の場合は、後述のように、連結がうまくいかない場合が多く、この諺のように、結局一つの仕事も成し遂げられない、ということにもなりかねない。「虻蜂捕らず」なども同類の諺といえるであろう。

これより、物事は一つのことに集中して慎重に取り組むことが大切である、ということになるが、これが仕事と遊びの連結となると、必ずしもうまくいかない、というわけではない。前述の「ながら族」もそうであるが、両者がうまく組み合わさると、有効に機能するということもあり得るのである。

一石二鳥

これは、一つの石が二つの鳥に当たり、一度に二羽の鳥が得られることで、一つの仕事や遊びをやりながら、同時に別の仕事や遊びを行い、二つの成果が同時並行で得られることを意味するものである。先の「二兎を追う者は一兎を得ず」とは逆の諺であるといえよう。

実際には、このようなことはめったに起きるわけではなく、たまたま、偶然うまくいったという意味合いが強く、一般的には、最初から狙っていっても、うまくいくとは限らないが、勤勉で合理

的な現代の日本人は最初からそれを狙っていこうとする傾向もある。その意味では近代合理主義の象徴のような言葉であるともいえるが、へたをすると二股をかけ「二兎を追う者は一兎を得ず」ですべてを失う危険性がある。二つのものをどのように組み合わせで行うかが大切であろう。「両手に花」も似た諺といえるであろう。

以上の例は、いずれも一人の人間の中で２つ（複数）の行為が連結されるような場合の例であるが、同時性の連結としては、このように、一人の人間の中で異なる行為が連結されるような場合もあれば、一人の人間の行為が他の人間の行為と連結されるような場合もある。

３－３　他者の行為との連結と諺

自分と他者との間に成り立つ連結としては、友人関係や職場での対人関係、あるいは恋愛関係や夫婦関係、そして組織と組織、国家と国家の関係など，いろいろな連結がある。わが国には、このような他者との連結に関係した諺もしばしばみられる。その中でもよく知られているものをいくつか挙げてみよう。

蓬麻中に生ずれば扶けずして直し

これは、単独ではまっすぐに立てない者が、周囲の良き同志と交わることにより、まっすぐに成長することができるという意味で、良いものと交わっていると、いつのまにか良い方に影響（感化）され、悪いものでも次第に良いものに変わっていくというものである。人生において一人の人間が良き友人や良き師に出会うことにより、自己の能力を開花させ、偉大な仕事をなす、というのはこの好例といえるであろう。「良薬は口に苦し」や「忠言耳に逆らう」なども助言者の大切さを示すものとして内容的には似たところがあるといえるかもしれない。

朱に交われば赤くなる

これは、上記とは逆に、悪いものと交わっていると、いつのまにか悪い方に影響され悪い方に染まっていく、という意味で使われる。単独では悪い人間ではないが、悪い人間と交わることによって、悪い道に引き込まれ、悪行をなすようになる、というもので、通常の連結とは逆である。これは正反応が逆反応に対して力が及ばずに、逆向きの反応の連結が起こる、ということに相当しよう。なお、この諺を、良いものに交われば良い方に染まっていく、という意味に解釈することもできないわけではないが、通常は悪い方の意味に使われることが多い。「墨に近づけば黒し」も同類の諺である。

毒を以て毒を制す

これはある種の毒の害悪を別の毒の作用によって抑えるという意味で使われる。悪い人間に対して良い人間が対応する場合は「朱に交われば赤くなる」で、悪の方に染まりがちであるが、悪い人間に対して別種の悪い人間が対応した場合は、連結が成り立たず、むしろぶつかり合いや、つぶし合いが起こり、悪い状況が薄まる効果が生じ、結果的に状況が好転する、という場合がある。

これは同類のものどうしの連結が起こりにくい、という性質を逆手にとって、利用したもので、「毒薬変じて薬となる」や「憎まれっ子世に憚る」などもこれに類した諺といえよう。ペニシリンや各種のワクチンなどはこのような性質を利用したものである、ともいえる。

このようなことは自己と他者の行為間の連結に限らず、一人の人間の中での行為間の連結についても成り立つと考えられる。「人間は新たな悩みに出会うと古い悩みを忘れる」、「厳しい状況（困

難）が人間を成長させる」、などというのもこの原理からくるものといえるだろう。

さて、このような他者との交流による連結を考える場合に確認しておかなければならないことは、このような連結は、複数の行為が同時に、同じ場所でなされている、ということが前提となっている、ということである。最近はSNSなどの通信手段を用いたコミュニケーションが広く普及し利用されており、これなども他者との連結につながるものと考えられるが、これらはたいていの場合、同時とはいっても場所は異なるものである。なかには相手の顔が見えなかったり、会ったこともない不特定な人間が相手という場合も少なくないが、電波を通して同時刻に交流を結ぶことができるので、このような交流もやはり同時性の連結につながるものであるといえるであろう。

このようなメディアを活用し、本名以外に匿名や偽名で交流を深めることも現代のコミュニケーションの特徴であり、新しい形のコミュニケーションとして急速に拡がっている。しかし、このようなメディアには、良い面もあれば、悪い面もある。近年このようなメディアを媒介とした悪質な詐欺や悲惨な事件がしばしば起こっており、社会問題ともなっているが、悪質な情報によりメディアが悪用されたような場合、ついつい騙されて、被害に遭うことが多いので注意が必要である。

少し怪しいと思ったら、「百聞は一見にしかず」で、直接会って確かめてから判断することが大切になる。その際は、一人で行動するのは危険であり、第三者を含めた複数の人間で対応するのが賢明であり無難であろう。

３－４　共生、共存の連結と諺　－アリとキリギリス－

イソップ物語に「アリとキリギリス」という話がある。アリが夏場の暑い間も一生懸命働いて食べ物を集めているのに対して、キリギリスは楽器を弾いて遊んでばかりいるので、冬場に戸外に出られなくなると、食べ物がなくなり、夏場に遊んだことを悔いて、アリに助けを請う、という物語である。アリは夏場に食べ物（食糧）を集めて仕事（労働）をしていたのに、キリギリスは楽器で音楽を奏でるばかりで労働をしなかったから、そうなったというわけで、自業自得であり、コツコツと働くことの大切さを教えた話といえる。

しかし、考えてみると、キリギリスは本当に遊んでばかりいて、労働をしていなかったのであろうか。キリギリスが毎日練習をして美しい音色の音楽を奏でていたのであれば、これもまた、十分労働をしていた、とも考えられるのではないか。食糧集めではないが、演奏という美しい秩序をつくり出すという、労働をしていたといえるのではないか、というわけである。

ここでアリとキリギリスが協力関係を結ぶとしよう。すなわち、アリはキリギリスに食糧を分け与え、その代わりにキリギリスはアリに美しい楽器の演奏を聴いて楽しんでもらう、という契約である。すると、キリギリスは冬でもおいしい食べ物を食べることができ、アリはキリギリスのすばらしい演奏を一年中楽しむことができる。このような契約を結べば、アリとキリギリスは互いに助け合いの関係、共生、共存の関係にあることになる。これも一種の連結といえるであろう。これを共生、共存の連結と呼ぶことにしよう。

アリとキリギリスの話とならんで有名な童話に、日本のウサギと亀の話がある。足の速いウサギと遅い亀が競争し、ウサギが途中で昼寝をしている間に、後から来た亀がウサギを追い越して競争に勝つという話であるが、これもコツコツと休まないで（遊ばないで）進むことの大切さを教えた話であると考えられる。

このウサギと亀の話も、足の遅い亀をウサギが待ってあげ、ウサギと亀がいっしょにゴールを切るというようなストーリであれば、互いに助け合うということで、美談にもなったように思われるが、結局は競争の話になってしまう。実際、生物界も激しい生存競争の世界であるので、何か利益

がなければなかなか相手を思いやり、助け合うというようなことは難しいのかもしれない。

生物の世界でも共生を成立させるのはお互いに利益が得られるという関係（相利共生）か、一方のみ利益のある関係（片利共生や寄生）ということになる。生物界にはこのような共生の関係はしばしば見受けられる。生物種同志で一方が他方を護りながら、体の掃除をしてもらい、他方は身の安全を護ってもらいながら、相手の体から餌をとり掃除をする、というような関係もある。

また、雄と雌の結婚なども一種の共生といえなくもないであろう。いずれも、お互いに助け合って、共存、共栄で、共に幸せになるように働き、苦楽を分かち合うということになるわけである。このような共生の連結に関係すると思われる諺を挙げてみよう。

一人口は食えぬが二人口は食える（二人口は過ごせるが一人口は過ごせぬ）

この諺は、二人の人間がそれぞれ独身でいるよりも、結婚して二人で生活する方が、経済的にゆとりができ、生活に余裕ができるということを意味している。これは男性と女性が結婚により生計を共にすることで、より効率的な生活が成り立つ、ということを示すものであり、共生、共存の連結の関係が成り立つことを示すものであるといえる。もちろん、互いを思いやるという愛情や信頼が前提であることはいうまでもない。

友情は喜びを二倍にし、悲しみを半分にする

これはドイツの詩人シラーが述べた言葉で、二人の人間の間に成り立つ友情は、それぞれが別々に味わう喜びを足し合わせたものよりも多くの喜びをもたらし、別々に味わう悲しみを足し合わせたものよりも悲しみを少なくさせる、というものである。二人の間で、共生、共存の連結の関係が成り立つことを示すものであるといえる。もちろん、これも互いを思いやるという情愛や信頼が前提であることはいうまでもない。

情けは人のためならず

この諺はしばしば誤解されることがあるが、「人のために尽くすことは結局自分に返ってくる」というのが本来の意味である。アリとキリギリスの話ではないが、人間社会は各自がさまざまな役割を演じ、相互に連結しあったさまざまな分業で成り立っていると考えることができる。したがって、自分が社会に対して貢献している面もあれば、逆に社会から恩恵を受けている面もあるわけで、結局、人のためにしているようであっても、回り回って自分に戻ってくる、ということになる。これも他者との連結の関係で人間生活は成り立っている、ということを教える諺である。

アリとキリギリスが連結して互いに助け合いの関係、共生、共存の関係の契約を結ぶことは、見方を変えればアリがキリギリスに食糧を貸すという行為に対し、キリギリスが美しい音楽を奏でるという行為で借りを返している、と見ることもできる。また、これはそれぞれが自分の行為と相手の行為を等価交換していると考えることもできよう。人間社会においては、この価値の交換を仲介しているのが金銭（貨幣）であり、このような金銭というものを媒介としてさまざまな価値の交換がスムーズに行われている側面があるということになる。

4　まとめ

化学熱力学に出てくる自由エネルギー（親和力）の概念を用いて、人間の行動や考え方について考察した。また、わが国には昔からある諺や格言について、その内容を化学反応の連結の考え方を用いて、理論的に解釈し、吟味した。それとともに、諺にでてくるような傾向がなぜ成り立つのか

を考察し、その普遍性、妥当性を検証した。

考察の結果、人間の行動や考え方の中には連結的なものが多分に含まれており、諺や格言の中にも同時的な連結の例としてとらえることができるものが数多く存在し、連結という観点から解釈するとうまく説明できるものが多いことがわかった。

このような連結の関係をうまく利用すれば、仕事や遊びをうまく組み合わせてやることにより、新たな発想をもたらしたり、仕事のやる気や解決力をもたらしたりすることなども可能になるように思われる。

今後の課題としては、連結に関係すると思われる諺の中には、同時的な連結では説明が難しいものもあることから、このような諺に対しては時間的に前後関係のある、いわば異時性の連結ともいえるようなものを考える必要がある、ということである。これについては、また稿を改めて考えてみたい。

参考文献

1）佐々木信行：諺の妥当性の科学的検証とその解釈　－二度あることは三度あるか－，香川大学教育実践総合研究，第３号，117-123（2001）

2）佐々木信行：「資源論入門」，コロナ社（2001）

3）佐々木信行・綿抜邦彦：「天然無機化合物」，裳華房（1995）

4）尾上兼英監修：「成語林　－故事ことわざ慣用句」，旺文社（1993）

5）妹尾学：「不可逆過程の熱力学序論　第２版」，東京化学同人（1983）

6）谷山穣，近藤浩二，坂口守弘，中川益夫：迷信・俗信から科学へ　－「初等教育研究」授業の経験から－，香川大学教育実践研究，第24号，117-133（1995）.

7）時田昌瑞：「岩波ことわざ辞典」，岩波書店（2000）

8）戸山滋比古：「諺の論理」，筑摩書房（2007）

9）藤井乙男：「諺の研究」，講談社（1978）

10）プリゴジーヌ，デフェイ（妹尾学訳）：「化学熱力学Ⅰ，Ⅱ」，みすず書房（1966）

11）I.プリゴジン，D.コンデプディ（妹尾学他訳）：「現代熱力学　－熱機関から散逸構造へ」，朝倉書店（2001）

12）ホイジンガ（高橋英夫訳）：「ホモ・ルーデンス」，中央公論新社（1973）

13）宮腰賢編：「現代に生きる故事ことわざ辞典」，旺文社（1983）

14）ロジェカイヨワ（多田道太郎・塚崎幹夫訳）：「遊びと人間」，講談社（1990）