

人と物の移動のフューチャー・デザインを目指して*

Toward Future Design of Human and Material Mobility

西條 辰義¹⁾
Tatsuyoshi Saijo

We have destroyed the carbon, nitrogen, and phosphorus cycles, biodiversity, etc., and we can no longer return to our previous state. Behind these failures are the three pillars of society: science, democracy, and the market, built on the basis of our own various biological nature. Unfortunately, these systems do not have eyes to see the future. Future Design aims to develop systems to design eyes to see the future. We would like to outline the current status of Future Design and propose that readers of this journal design the future of the movement of people and goods.

KEY WORDS

Social System
Future Design, Future Failure, Futurability [FI]

1 はじめに

ロックストロムたちによると、私たち(人類)は、生物多様性、窒素やリンの循環を破壊し、これらは破壊以前の状態にはもう戻れなくなってしまったとのことである¹⁾。気候変動を含む炭素の循環もまさに壊れようとしている。その一端として、産業革命以降、物や私たち自身の移動に膨大な化石燃料を使い続けている。これらに加えて、COVID-19のように、私たちは自然からの報復を受け、ロシア・ウクライナ戦争のように、私たちを私たちの手で殺めている。ここ数年先のことでなく、数百年、数千年単位で考えるなら、私たちは本当に存続可能なのだろうか。

そのため、ひとまず立ち止まり、私たちの社会の根幹をなす三つの柱である民主制、市場、科学を再考し、私たち自身の存続を可能にする社会の仕組みをどのようにデザインすればよいのかを考えたい。実は、こうした課題に取り組む理論構築、実験による検証、それを受けての実践が、2015年頃から日本で始まった「フューチャー・デザイン」(Future Design: FD)である。FDとは、「人々が将来可能性を発揮できる社会の仕組みのデザインとその実践」である。

将来可能性とは、「現在世代が自分の利益を差

し置いても、将来世代の利益を優先すること」を指す。例えば、親が自分を犠牲にしても子どもの利益を優先するといったことは文化、時代、場所を超えて普遍的にみられるとあってよいだろう。そこでFDでは、将来可能性を発揮できる社会の仕組みのデザインを目指すのである。というのは、私たちの社会の柱である民主制、市場、科学が、私たちの将来可能性を抑えてきたからである。

2章では、ここ数世紀、私たちが何をやってきたのかを概観し、3章では、そのような行為は現世代にとって良いとしても、将来世代に多大な負担をかけてしまう将来失敗につながることを検証する。4章では、将来失敗を起こさない社会の仕組みを考え、最後の章では、人と物の移動に関するFDを提案する。

2 私たちは何をしてきたのか

ロシア・ウクライナ戦争のため、ロシアは自国で生産している窒素肥料を戦略物資とし、それを西側に出さないかもしれない。窒素肥料の原料となるアンモニアの生産量はロシア(1,500万トン)が中国(3,800万トン)について世界で2位である。世界のアンモニアの生産のうち貿易に回るのは2,000万トンであり、このうちの2割がロシアからの輸出である。2022年は戦争のため、ウクライナから穀物が外に出せず、世界の各地で飢餓が起こるかもしれない。さらには、肥料不足やその高騰のため、来年、世界の穀物の生産が大幅に縮小し、飢餓の加速化が起こるかもしれない。

* 2022年6月27日受付

1) 高知工科大学 フューチャー・デザイン研究所
(780-8515 高知市永国寺町2-22)
E-mail: tatsuyoshisaijo@gmail.com

実は、120年余り前、飢餓の可能性を叫んだ物理学・化学の研究者がいた。イギリスのウィリアム・クルックス(1832-1919)である。彼は、元素タリウムの発見、初期の真空管であるクルックス管の発明などで、非常に著名な科学者だった。その彼が、1898年、英国科学振興協会の会長に就任する。会長就任演説で、彼はこう切り出した⁽²⁾。「私の今日のテーマは、すべての人にとって関心のあることで、将来の世代にとって生死に関わる問題です。イギリスをはじめとするすべての文明国で食べるものが十分に得られないという致命的な危機に直面する可能性があります」というのである。

クルックスは、順を追って、肥料が将来不足することを聴衆に説明した。19世紀半ば以降、イギリスやヨーロッパの国々は、小麦を栽培するのに、南米から運ばれてくる肥料に頼り切っていた。グアノ(珊瑚礁に海鳥の糞・死骸・魚・卵などが数千年から数万年にかけて堆積し化石化したもの)やチリ硝石などを南米から運んでいたものの、早ければ1920年代、遅くとも1930年代にこれらが枯渇することを示し、1930年代には餓死者が出ることを予言した。ではどうすればよいのだろうか。化学者でもある彼は、量的にも価格のうえでも「化学者が独創性を発揮し大気中の窒素からアンモニアを作ること」を提案したのである。

これに答えたのがドイツのフリッツ・ハーバー(1868-1934)である⁽³⁾。1904年頃から、彼は空気中の窒素からアンモニアを生成しようとした。鉄を主体とする触媒上で、高圧状態を作り、水や化石燃料に含まれる水素と窒素を反応させ、アンモニアを作る。ただ、アンモニアを作れるには作れるのだが、高温のため、すぐ壊れてしまう。そこでアンモニアができるとすぐに冷やし、少量のアンモニアを作ることになった。大学での装置では研究が不十分だと感じたハーバーは、彼の研究をBASF(ドイツの大手化学メーカー)に売り込み、1908年3月、両者が契約を取り交わした。BASFもハーバーもアンモニアから爆薬や肥料の大量生産を期待したのである。

一方で、ライプツィヒ大学を卒業したカール・ボッシュ(1874-1940)は1899年4月、BASFに入社し、窒素研究の統括者になった。商業生産の可能性を秘めたハーバーのデモンストレーションを見たボッシュは、何度も装置の爆発を経験するも

の、高圧にも耐える大型装置を開発した。1913年9月にはオッパウの工場が本格的に稼働し、値段のうえでもチリ硝石と競合できる商品を世に送り出し、BASFに巨額の利益が入るようになった。

1942年、ミネソタ大学で植物病理学・遺伝学の分野で博士号を取ったノーマン・ボーローグは、1944年、ロックフェラー財団からメキシコで小麦の育種の仕事にさそわれた⁽⁴⁾。彼は、1935年に稲塚権次郎が開発した小麦農林10号(Norin Ten)の種を入手し、それをメキシコの在来種と掛け合わせ、収量が何倍にも増える小麦の育種に成功した。緑の革命の始まりである。それに続き、1965年から翌年にかけて大凶作で苦しんでいたインド、パキスタンに高収獲の小麦の種を大量に送り、飢饉を救ったのである。

インドでのボーローグの名言がある。「今、私がインドの国会議員だったら、議場で数分ごとに立ち上がり、大声でこう叫ぶでしょう。『今、インドに必要なのは肥料、肥料、肥料、貸し付け、貸し付け、貸し付け、適正価格、適正価格、適正価格!』と」。農民にお金を「貸し付け」、それで農民は「肥料」を買い、政府は収穫を市場の価格よりもずっと高い「適正価格」で買い取るのである。肥料、貸し付け、適正価格のうち、彼が最初に叫ぶとしたのが「肥料」だった。ボーローグの小麦は大量の肥料がないと育たない。実は、彼が起こした「緑の革命」を支えたのがハーバー・ボッシュ法による窒素肥料だった。ハーバー・ボッシュ法による肥料生産のためのアンモニアの生産量は、2020年には1961年と比べると9倍を超えている。なお、1961年には29.4億人だった人口は、2020年には78億人と約2.4倍の増加で、肥料の増加と比べると人口の増加はかなり少ない。

必需品である穀物の増加は飢餓を救うが、私たちが食べることでできる穀物量には限りがある。そのため、増加した穀物のかなりの部分が、よりよい食生活を望む私たちの食肉への需要を満たすために、畜産に向かったのである。1965年から2020年にかけて世界の食肉の生産量は4倍以上になった。1913年以前は、私たちは有機肥料による食糧を食べていたが、今や、有機肥料でサポートされている人口とハーバー・ボッシュ法による窒素肥料でサポートされている人口がほぼ同じである⁽⁵⁾。とすると、もしハーバー・ボッシュ

法がなかったなら、人口は今のようが増えていなかったかもしれないし、そのため、温室効果ガスの排出も格段に少なかったかもしれない。

窒素循環の視点から窒素を眺めてみよう。窒素が活性化すると、すぐに水素や酸素と反応する。これらは、いきもの(微生物、植物、動物)やさまざまな場所(大気、土壌を含む陸地や川、海)にその形を変えながら移動する。その結果、一部は元の大気中の窒素に戻る。この一連のプロセスが窒素循環であり、この循環を大きく変えたのがハーバー・ボッシュ法によるアンモニアである。活性化窒素は、水域の富栄養化や水質汚染の原因にもなる。一方で、自動車のように、化石燃料を燃やすことでNO_xが発生し、大気汚染が起こり、PM2.5なども放出される。一酸化二窒素の場合、その温室効果は二酸化炭素の約300倍だといわれているし、成層圏のオゾン層の破壊の原因にもなっている。UNEPによると、これらの脅威を金額換算すると年当たり3,400億ドルから3兆4,000億ドルになるという。このように幅があるのはまだよくわかっていないからである。仮に2兆ドルとするなら、2019年の日本のGDPは5兆ドル弱ぐらいなので、窒素の脅威だけで世界は日本のGDPの半分近くを失っていることになる。

次に、炭素循環の変化の様子を概観しよう。アレン⁽⁶⁾によると、化石エネルギー消費増大の起源は黒死病(ペスト)にあったとのことである。14世紀の半ば頃大流行したペストで、当時の世界の人口約4億5千万人のうち、1億人が亡くなったのだそうだ。2019年から始まったCovid-19の比ではないことがわかる。もちろん、当時は、ワクチンなどあるはずがない。イギリスでは、1348年から3年のうちに、国民の半数が亡くなり、これが約1世紀続いたのである。

人の数が減ると、穀物需要が減少する一方、人の価格である賃金が上昇する。そのため、耕作地の人々は、都市に移動し、都市域の人口は増加する。都市域の人々のエネルギー源は材木であり、材木の価格は上昇する。すると、手近にあった安い石炭の採掘が加速化する。ただ、炭鉱を掘り進めると水がたまってしまう。この水をくみ上げるのに、労賃の高い人は使えない。そこで、目をつけたのがジェームス・ワット(1736-1819)の蒸気機関である。18世紀後半のことで、産業革命の

始まりである。

実は、ほぼ同じ頃に蒸気自動車も作られている⁽⁷⁾。フランスの軍事技術者であったニコラ＝ジョゼフ・キュニョー(1725-1804)が5トンの大砲を牽引するのに蒸気トラックを作った。1769年のことである。時速3.5kmで、15分おきに給水が必要で、実用的ではなく、生産台数はたった2台だった。蒸気機関は効率性を高めるには大型化する必要がある、水の施設がないと使えなかった。後発国のドイツでは、上下水道が完備していなかったため、蒸気機関ではなく、水に頼らない小型の内燃機関の開発が始まった。実用性のある内燃機関による自動車の発明は、ドイツのカール・ベンツ(1844-1929)の三輪自動車だったが、1885年のことである⁽⁸⁾。これ以降、ガソリンエンジンによる開発は、「自由」なフランスに移る。科学技術への信頼の高まりとともに、時間と距離を超える自動車は、フランス革命の精神である「自由・平等・博愛」の延長線上にあったといっていよい。もう一つの要因は19世紀初めのナポレオンによる道路網の整備に負うところも大きい。フランスは1905年まで世界一の自動車生産国だった。さらに自動車の普及に貢献したのは、アメリカのヘンリー・フォード(1863-1947)によるT型フォードであり、この車のデビューは1908年である。1915年には、T型フォードの生産総数が100万台を超え、1925年には一台290ドルになった。

1898年、ガソリンよりも安価な軽油を用いるエンジンの発明をしたのがルドルフ・ディーゼル(1858-1913)である⁽⁹⁾。クルックス演説と同じ年である。彼はパリで生まれるが、1870年に普仏戦争が起こると、退去を余儀なくされ、一家はロンドンに移住する。ドイツ語を母語とするために、彼は12歳からドイツで過ごし、ミュンヘン工科大学を優秀な成績で卒業する。パリで冷凍・製氷工場で工場長をするが、その後、ベルリンに移り、内燃機関の研究を始め、ディーゼルエンジンを発明する。ディーゼルは自分の発明を世界の利益のために使ってほしいと考えていた。そのため、彼はどのような国であれ分け隔てをしない人ではなかった。ディーゼルの発明に注目したのがドイツとイギリスの帝国海軍だった。潜水艦のエンジンに使いたかったのである。ディーゼルはドイツ海

軍省からすべての特許を国に提供するよう高圧的に頼まれたがそれを断る一方で、英国海軍からの話し合いの依頼を受け、1913年9月、イギリス行き汽船に乗船したものの、行方不明となった。2週間後、遺体が見つかった。どうも、ドイツの秘密警察がディーゼルエンジンのノウハウを流出させないために、彼を殺害したらしい。ドイツのオッパウ工場が本格的に操業を始めたのも1913年9月である。これ以降も、自動車の技術は戦闘機や戦車などに提供され続け、第一次、第二次の世界大戦と密接に関係をもつことになった。

人や物の移動を含む化石燃料の消費、とりわけ二酸化炭素の排出量はどうなったのだろうか。1750年のそれは935万トンであり、2020年には348.1億トンになり、なんと約3,720倍増である。私たちは、化石燃料を燃やすことで、自由で快適な生活を獲得し、これを当たり前のように続けようとしているし、二度の世界大戦に加え、ロシア・ウクライナ戦争でも大量の爆薬を使い続けている。なお、21世紀ではなく、21世紀の前半に燃やすであろう石炭の量は、20世紀に燃やしてしまった石炭の量の約1.7倍、同様に、石油だと約1.5倍、天然ガスだと約3倍だといわれている。つまり、20世紀は化石燃料消費の助走期で、今世紀こそがその最盛期であることがわかる。

3 なぜ将来失敗を起こしてきたのか

私たちは産業革命を経て、科学の力を借りて、地球そのものを変え続け、現世代の便利さと引き替えに将来世代に「脅威」を残し続けている。将来世代の資源を奪い、将来世代に大きな負荷をかけてしまうことを将来失敗と呼ぼう。将来失敗を引き起こしてしまう社会の仕組みの起源は、私たち人のもつ特性ではなからうか。神経科学者サポルスキーによると、私たちは三つの性質をもつという⁽¹⁰⁾。

一つ目は相対性(contrast)で、われわれの五感には絶対量ではなく、その変化に反応する。例えば、私たちは、まわりがどれくらい明るいのかという明るさそのもの(絶対量)に反応するのではなく、その相対的な変化に反応する。音でも同じだ。変化がないところを好む、ないしは評価関数を微分してゼロの点を選ぶとするなら、相対性は、目の前の変化に反応する私たちの「最適性の原理」で

あるとってよい。

二つ目が衝動性(impulse)で、人は、目の前の美味しいケーキを我慢して食べずにいることは難しい。食べられるものをみつければすぐに食べることで、自己の生存可能性を高めることができる。人は目先の欲望に負けてしまう。

三つ目が社会性(sociality)で、他の動物に比して肉体的に劣った人がなぜ食物連鎖の頂点に至ったのだろうか。社会性は、相対性や近視性とは少し異なった概念である。相対性や近視性は周囲から教えてもらわなくても人に備わっている性質であり、短期的な性質である。一方、社会性は一朝一夕に身につくものではなく、年長者から教わり、何らかの訓練が必要であろう。さらには、それを伝承する仕組みも作らねばならない。

それでは、先のこと、つまり将来のことに対して人はどのような特性をもっているのだろうか。同じく神経科学者のシャーロットは楽観性(optimism)を指摘している⁽¹¹⁾。どうもわれわれは、過去の嫌なことは忘れ、今の快樂を追い求め、将来を楽観的に考えるように進化した可能性がある。相対性、衝動性、楽観性をもつ人々が集まると、「万人の万人に対する闘争」を始めるとしたのがホップズヤルソーであり、これに終止符を打つために、国家ないしはリヴァイアサンの保護を通じて社会契約を結び、「自由」や「平等」を得る。旧来の領主が穀物などの価格を決めるのではなく、「自由」な「市場」が価格を決めるのである。因循姑息な世襲ではなく、ひとりひとりが一票を「平等」にもち代表者を選ぶのが「民主制」である。さらには、エビデンスに基づいた科学で私たちが自然を制覇するとしたのがベーコンである。

市場は「人々の目の前の欲望を実現する優秀な仕組み」ではあるものの、「将来世代を考慮に入れて資源配分をする仕組み」ではない。残念ながら、将来世代は現在の市場でその意思を表明することができない。一方で、民主制は「現在生きている人々の利益を実現する仕組み」であり、「将来世代を取り込む仕組み」ではない。皆さんが住む地域で、市長選に出た候補者が「将来世代のために化石燃料を用いる自動車は禁止、化学肥料も禁止」といった政策を叫んだとしても、当選しないだろう。

科学や技術によるイノベーションは、私たちの

相対性、近視性、楽観性を強化するというフィードバックを引き起こす。これがさらに少しでも便利なもの、楽になるもののイノベーションへの欲求につながる。加えて市場や民主制は、さらなる効率化や、グローバル化を促すに違いない。このフィードバックの連鎖が、ますます私たちの相対性、近視性、楽観性を強化し、さまざまな「将来失敗」とともに際限のない成長を目指す社会を形作ってきたのではないのか。

4 フューチャー・デザイン

食料が十分でないときに、親が自らの食べ物を減らし、その分を子供に与えることで親はしあわせを感じることにうなづく人は多いだろう。そこで、「たとえ現在の利得が減るとしても、これが将来世代を豊かにするのなら、この意思決定・行動、さらにはそのように考えることそのものが私たちによりしあわせにするという性質」を「将来可能性 (futurability)」と定義し、それを発揮できる社会の仕組みのデザインを目指すのがFDである⁽¹²⁾⁽¹³⁾。つまり、科学を含めて、これまでの市場や民主制のため発現できなかった将来可能性を発揮できる仕組みをデザインし、市民ひとりひとりが主人公である社会の構築を目指すのがFDである。

FDの出発点は、アメリカ先住民による連邦国家の総称であるイロコイの七世代先の人々に成り代わって今の意思決定をするという仕組みである。環境問題でよく使われている囚人のジレンマゲームではなく、新たに世代間持続可能性ジレンマゲームを開発した。このゲームを用いて、実験ラボの中で初めて仮想将来人の効果を検証した。被験者3人を一組とし、この中で1人を仮想将来人に指名すると、仮想将来人がいない場合と比べ、持続可能な選択が倍増したのである⁽¹⁴⁾。これ以降、バングラデシュ、ネパール、日本などで、さまざまな仮想将来人導入の効果をみる実験を実施し、どのような状況で、仮想将来人の効果が発揮されるのかを検証している。

仮想将来人を用いない仕組みも重要である。公的な意思決定の理由を現世代のみならず、将来世代に残すというアカウントビリティ・メカニズムも有効である。意思決定の理由を将来世代に残すことを考慮に入れて意思決定をすると、自己にのみ有利な決定はなかなかできなくなる。日本では、官側

の意思決定の理由を開示しないのが当たり前である。例えば、森友・加計学園や日本学術会議の会員人事の問題などである。現世代に意思決定の理由を公開しないなら、将来世代に伝わるはずがない。

パースト・デザインも有効である。過去に起こった出来事に対し、今から過去の人々にアドバイスを送るという手法である。そうしたところで、過去が変わるはずはないが、現代の人々は過去の人々からみれば、将来世代である。パースト・デザインをそのまま平行移動すると、仮想将来人として将来から今の意思決定を考えることになる。

ただ、仮想将来人、意思決定情報の公開、パースト・デザイン以外に有効な手法をまだ発見できていない。実験ラボの中で、例えば、赤ちゃん・子供にも選挙権を与えるドメイン投票やジョン・ロールズの「無知のヴェール」が機能する環境を見いだしていない。

日本国内では、さまざまな市町におけるFDの実践も始まっている。最初の実践は岩手県矢巾町である。2015年、内閣府は全国の各市町に2060年に向けた「長期ビジョン」を策定することを要請し、矢巾町はその一部を仮想将来人になった市民たちが作成した。その際、現代から将来を考える通常のグループと将来から現代を考えるFDグループでは、提案の中身がまったく異なった。現代グループは子供の医療費の無料化など今の問題を将来の問題に置き換えた一方、将来グループは宮沢賢治の「銀河鉄道」に基づく交通体系や公園などを提案したのである。これに加えて、維持困難になりつつある水道事業の住民ワークショップにFDを用いたところ、住民側が自ら水道料金の値上げを提案し、町は2018年度から料金の6%値上げに踏み切った。住民側からの反対はほとんどなかったようである。これらのワークショップを観察した矢巾町の高橋町長は、2018年度の施政方針演説で町がフューチャー・デザイン・タウンであることを宣言し、2019年4月、町に未来戦略室を設置した。そして、2020年度には、未来戦略室は住民とともに町の総合計画をFD手法で策定したのである。総合計画の提案のうち、83%がフューチャー・デザイナー、つまり仮想将来人からのものだった。矢巾町は町の仕組み自体を変えつつあり、住民の考え方そのものも変わり始めている。

2015～22年にかけてのFD実践においてわかってきたことは、「今」から「将来」に向けての議論では、どうも「今」に足が絡んでしまい、参加者の皆さんの思いの向きが異なるため、問題の解決に向けたアイデアが出にくいことである。一方で、参加者の皆さんが「将来」に飛び、そこでの社会を描き、そこから「今」何をすべきかを考えると独創的なアイデアを提案し始める。さらには、将来に飛んだ「仮想将来人」は、「今」と「将来」の両方を高い位置から鳥瞰するようになり、参加者の皆さんの間での対立が起こりにくいこともわかっている。

5 人や物の移動のフューチャー・デザイン

自動車はエネルギー源として化石燃料系から再生可能エネルギー、水素、電気などに変わろうとしている。エネルギー源の変化とともに、効率性を高める手法も異なってくるだろう。電気自動車の場合、リチウムイオン電池のリサイクルの可能性、希少金属をどうするのかという問題もある。人口減の向こうには、インフラとしての道路を含む交通システムの新たなデザインを考えねばならない。自動車の自動運転も遠い先のことではないし、自動運転に起因する交通システムのデザインが必要となるかもしれない。また、個人が自動車を所有する形態から車そのものをシェアすることも始まっている。さらには、人や物の移動手段は自動車のみではない。自転車から始まり、電車や長距離用の新幹線・リニア新幹線、飛行機などどのように棲み分けるのかも将来の課題だろう。

一方で、COVID-19を経験し、私たちが移動しなくてもさまざまな目的が達成できることを実感し

始めている。物についても、ロシア・ウクライナ戦争の影響を受け、安全保障上の理由から、移動に制限がかかり始めている。つまり、人や物の移動に関わるコンセプトが大きく変わろうとしている。将来世代がしあわせに暮らしていくためには、人や物の移動をどう考えればよいのか、まさにFDをする時期になっているのではないのだろうか。

本稿をお読みの方は、自動車技術に関わるスペシャリストの皆さんだと思われるが、ご自身の専門ばかりでなく、例えば、2060年の人と物の移動がどうなっているのかについて、「今」から「将来」をみるのではなく、2060年にタイムスリップし、そこから「今」を考え直し、皆さんの将来可能性を發揮なさることを試みてはいかがだろうか。お一人でなさるのではなく、数人の知り合いとやってみると、きっとこれまで考えてこなかったアイデアが出てくるに違いない。ぜひ、やってみてほしい。

フェイス

18歳のときに自動車免許を取り、37年間、無事故で自動車を運転し続けてきたものの、2007年に思い切って自動車を手放し、今に至っている。2007年から5年間ロサンゼルスで過ごしたときも、バス・電車が主な移動手段だった。移動に時間はかかるものの、LAメトロポリタンエリアで行けないところはなかった。ただ、高所得者層が住むところにはバス路線がそもそもないため、最も近いバス停から小一時間歩いて知り合いを訪問したこともあった。私は本誌から一番遠い人間かもしれないが、人や物が移動することの意味を私なりに考え始めている。



西條辰義

参考文献

- (1) J. Rockström, et al.: A safe operating space for humanity, *Nature*, 461, 472–475 (2009)
- (2) W. Crookes: Address of the President before the British Association for the Advancement of Science, *Bristol, Science*, 8 (200), 561–575 (1898)
- (3) トーマス・ヘイガー、渡会圭子(訳): 大気を変える錬金術、みすず書房(2017)
- (4) レオン・ヘッサー、岩永勝(訳): “緑の革命”を起した不屈の農学者 ノーマン・ボーローグ、悠書館(2009)
- (5) J. W. Erisman, et al.: How a century of ammonia synthesis changed the world, *Nature Geoscience*, 1 (10), 636–639 (2008)
- (6) R. C. Allen: *The British industrial revolution in global perspective*, Cambridge University Press(2009)
- (7) <https://ja.wikipedia.org/wiki/蒸気自動車>
- (8) 折口透: 自動車の世紀、岩波書店(1997)
- (9) <https://ja.wikipedia.org/wiki/ルドルフ・ディーゼル>
- (10) R. M. Sapolsky: Super humanity, *Scientific American*, 307, 40–43 (2012)
- (11) T. Sharot: The optimism bias, *Current Biology* 21, R941–R945 (2011)
- (12) <http://www.souken.kochi-tech.ac.jp/seido/wsimg/岡山県庁講演録.pdf>
- (13) T. Saijo: Future design: bequeathing sustainable natural environments and sustainable societies to future generations, *Sustainability*, 12 (16), 6467 (2020)
- (14) Y. Kamijo, et al.: Negotiating with the future: incorporating imaginary future generations into negotiations, *Sustainability Science*, 12, 409–420 (2017)