フューチャー・デザイン：持続可能な自然と社会を将来世代に残すために

Future Design: Toward Sustainable Nature and Society for Future Generations

西條　辰義　*Tatsuyoshi SAIJO*
総合地球環境学研究所・高知工科大学フューチャー・デザイン研究所

1．我々は何をしてきたのか

人口，実質 GDP，化石燃料の使用量，肥料の使用量，自動車台数などの人間活動を示す指標は，産業革命以降，とりわけ 20 世紀の中盤から加速度的に増大している[1)]。これらの人間活動に伴い地球環境にかかわる指標，たとえば，大気中の二酸化炭素・窒素酸化物・メタンなどの濃度，海域への窒素流入量，熱帯林の減少量なども加速度的な変化が起こっている。両者の変化は Great Acceleration と呼ばれている。一方，Rockström ら[2)] 以降の Planetary Boundaries の研究は，一万年あまり続いた安定的な完新世の環境を維持するために必要な 9 つの領域を識別し，それらの地球環境に対する許容限度を提案している。彼らによると，生物多様性，窒素やリン酸を含む生化学物質の循環などがすでに元の状態に戻ることのできない許容限度を超え，気候変動はその限界に近づいていることを示している。

そのため，Crutzen and Stoermer[3)] は，完新世はすでに終了し，人類が地球システムを変え，新たな地質年代である人新世（Anthropocene）が始まっているとしている。Steffen ら[4)] によると，冷地球と温地球のサイクルから温地球と熱地球のサイクルに移行し始めているとの指摘もある。

他方で，主要諸国の債務残高は巨額である。IMF（2018）によると，日本のそれは GDP 比で 236%，イタリア，アメリカ，フランスのそれは各々130%，108%，96%である[5)]。将来世代の資源を奪うことで現世代の豊かさを維持しているのである。日本の場合，債務残高の解消のためには，消費税 35-40%程度に上げ，これを百年続けることで債務残高が 60%程度になるという試算もある[6)]。果たしてどの世代が進んでこれを実行するのだろうか。

2．なぜこうなったのか

このような将来世代に大きな負荷をかけてしまう将来失敗（Future Failures）の背後にある社会システムのプロトタイプを作ったのはリベラリズムの源流である Hobbes，Locke，Rousseau らである[7)]。「万人の万人に対する闘争」に終止符を打ち，不平等を容認する社会制度や因循姑息な規範などの軛を絶つために，社会契約を結び，人々が自由と独立を得るという構想である。これを支えるのが国家であり，国家を通じて，自由な市場，（間接）民主制という現在の社会体制の基礎が形作られる。さらには，彼らにさきだつ Bacon は人類が自然を制覇する考え方の基礎を形作っている[7)]。

このような社会システムを支えるヒトの特質について，神経科学者の Sapolsky[8)] は三つの特性を挙げている。一つは相対性（contrast）で，我々の五感は絶対量ではなく，その変化に反応する。例えば急に暗くなったり，大きな音がしたりすると反応してしまう。これは自己の生存可能性を高めるための特性で，これを変化のないところ（評価関数の最大点）を求めるとするなら，相対性は最適性の原理である。二つ目が衝動性（impulse）である。ヒトは，目の前の美味しいものを我慢して食べずにいることは難しい。これを拡張したものが近視性（myopia）である。三つ目として，ヒトは複数の人々が連携を取り，他の動物をも制覇する社会性（sociality）も併せ持つ。ただし，これは，＜ヒト＞対＜非ヒト＞という対立軸で社会性をとらえるという Bacon 以降の伝統に従った見方であろう。一方で，山も川も海も植物も動物も同じ立ち位置であるというほどの意味合いにおける社会性がこれからの科学を変革するエンジンになる可能性を秘めている。これに，同じく神経科学者の Sharot[9)] があげる楽観性（optimism）を加えたい。彼女によると，どうも我々は，過去の嫌なことは忘れ，今の快楽を追い求め，将来を楽観的に考えるように進化した可能性がある。

このようなヒトの特質までさかのぼり社会制度との関係を検討する研究はほぼ皆無であるが，これらヒトの四つの特性を色濃く反映した社会の制度が，人々の自由と独立を基礎とする「民主制」と「市場」である。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。自然環境のためには化石燃料を使った移動は禁止という公約を掲げ市長選に出馬したならば，当選はおぼつかないだろう。一方の市場も＜

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のである。

経済史学者の Allen[10] によると，ヨーロッパでは 14 世紀半ばの黒死病で人口が激減したために，イギリスでは賃金が高騰した。同時に都市化が進展し，木材価格が上昇し，そこでエネルギー源として求められたのが，たまたま手近で豊富かつ安価であった石炭だったのである。そして，炭鉱でたまる水を汲み上げるために，高価な労働者に代わって揚水ポンプを動かしたのが蒸気機関である。まさに有機エネルギーから化石エネルギーへの転換が起こり，「産業革命」を経て様々なイノベーションを経験してきたのである。

これらのイノベーションは，ヒトの相対性，近視性，楽観性をさらに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，楽になるものへのイノベーションへの欲求につながる。加えて民主制や市場は，さらなる効率化や，グローバル化を促す。このフィードバックの連鎖が，ますますヒトの相対性，近視性，楽観性を強化し，さまざまな将来失敗と共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。

そうだとするなら，社会制度そのものの変革が 21 世紀前半の大きな課題になるはずである。ところが，制度改革のエンジンとなるべき社会科学の様々な分野は，個別のパラダイムに固執し，小手先ではなく，持続可能な未来に向けてどのように制度を変革すべきかという答えを見いだしていない。にも拘わらず，社会科学の各分野に加えて，人文科学，情報科学，脳科学などの個別分野の知見を連携・総合し，ヒトの行動を把握し，それに基づき社会の仕組みを考案し，諸問題を解決するというのが現在の主流である。

3．フューチャー・デザインとは？

フューチャー・デザイン（Future Design，FD）は従来の（社会）科学とは＜真逆の立場＞をとる。従来の社会科学は，人々の考え方は簡単には変わらないことを前提としてきた。ところがヒトの考え方（性質）は，社会の制度とそのフィードバックで変容するのである。つまり，社会の仕組みである市場や民主制そのものが，我々の考え方を形作っている。そのため，我々の考え方そのものを変革する社会の仕組みのデザインが必要となってくるのである。これが FD の出発点である。

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幸せを感じることにうなずく人は多いだろう。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ヒトをより幸福にするという性質」を＜将来可能性（futurability）＞と定義[11] し，将来可能性を賦活する社会の仕組みのデザインを目指すのである。エピジェネテックス風にいうならば，市場や民主制のため発現できなかった将来可能性を発現できる仕組みをデザインし，市場や民主制を制御するのである。

FD 研究のアイデアの源泉は「イロコイ」である。アメリカ先住民は，５ないし６部族による連邦を組み，この連邦国家の総称をイロコイといった。そして彼らは，重要な意思決定をする際に，自己を７世代後に置き換えて考えたという。想像するに，連邦国家の平和を維持するために遠い将来に視点を移し，そこから今を考えたのであろう。アメリカ建国者たちであるジョージ・ワシントンやベンジャミン・フランクリンは，イロコイから連邦制を学び，それを 13 の植民地の結束に用いたといわれている[12]。建国 200 周年の際には，上院と下院でイロコイの貢献に感謝するという共同決議文を発してもいる[13]。ただし，アメリカの憲法に連邦制は残ったものの，「７世代」の考え方は残らなかったようである。

以上を背景に，阪大の授業で学生に仮想将来人になってもらい，エネルギーの未来や原子力のあり方などに関する討議実験を開始した。きちんと統制された討議ではなかったものの，仮想将来人を導入すると，討議の中身が変容することに気づいたのである。これに加えて阪大サステイナビリティ・サイエンス研究機構の研究者たちが，こんな FD 研究をしたいというマニフェストを書いたのが『フューチャー・デザイン』（勁草書房，2015）である。

これを出発点として研究を開始した。Kamijo ら[14] は，新たに開発した世代間持続可能性ジレンマゲームを用い，実験ラボの中ではじめて仮想将来人の効果を検証している。このゲームの最も単純な例をみよう。三人グループの被験者が十分まで話をし，AかBかを選ぶ。Aと選ぶと 36 ドル，Bを選ぶと 27 ドルを実験者からもらい，それを分けるのである。これだけなら問題なくAを選ぶであろう。ただ，Aを選ぶと，次のグループのAとBのお金が９ドル減り，一方，Bを選ぶと次のグループのAとBのお金は今のグループと同じになるとする。これを何世代も繰り返すという実験である。高知工科大学の学生を用いた実験では，Bを選択したグループは 28％であった。一方，同じ実験ではあるもの，三人のうち一人に自分のグループ以降の人々を代表して残りの二人と交渉することをお願いする。このように，仮想将来人という＜新たな社会の仕組み＞を導入すると，Bの選択は 60％になったのである。

この結果を受け，様々な実験研究が始まっている。都市域と非都市域の差にかかわるバングラデシュにおけるフィールド実験[15]，高知の森林の持続可能性実験[16]，財政の持続可能性実験[17), 18]，子供にも選挙権を与える Demeny 投票実験[19]，インドネシアにおける割引率実験[20]，北京に

おけるエネルギー選択のフィールド実験[21]，北京におけるヒートポンプのフィールド実験[22]，社会的ジレンマにおける承認メカニズムの理論と実験[23]など，仮想将来人のみならず，将来世代を今の意思決定に持ち込む様々な仕組みの効果を検証し始めている。

同時に，様々な市町における実践も始まっている。最初の実践は岩手県矢巾町である[24]。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FDで作成した。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，提案の中身が全く異なったのである。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る一方，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とのことである。これらのワークショップを観察した高橋町長は，2018年度の施政方針演説で矢巾町がFDタウンであることを宣言し，2019年4月，未来戦略室を設置した。2019年度，未来戦略室は住民と共に町の総合計画をFD手法で策定したのである。このように，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はじめているのである。

信州大学FDチームは松本市と連携し，市庁舎建て替えのFDセッションを実施している。通常の討議だと，窓口の増設や駐車場の拡大，松本城がよく見えるフロアの設置など，今ある不満，または欲望が基本的な要望になりがちだが，仮想将来世代になって検討した人々からは，それらの要望は皆無だった。仮想将来世代の人々は，松本市の人口減少や，AI化，自動運転の発達により，これらは不要であると判断。むしろ，コンパクトでネットワーク型の庁舎を提案したのである。市の真の役割は，市民と一緒に地域の未来を担う人材養成や，課題解決に必要な専門的知識を持つ機関と市民をつなぐハブ機能を市役所が担うべきであるとしたのである。このような提案は新市庁舎の基本方針となり，その青写真にも生かされている。現在は，市の交通体系を将来視点から策定している。

京都府は，京都府南部の十の市町に用水を供給しているものの，人口減少，施設の老朽化，技術職員の不足など多くの課題に直面している。2018年度，十の市町の職員とFDセッションを実施している。現在から将来を考える通常の討議では，管路の維持・耐震化が重要な課題になり，耐久性のある管路のイノベーションを望んだのである。ところが，同じ人々が2060年に生きる仮想将来人になり討議すると，2045年頃に東南海地震がおこり，管路にダメージを受けた高台の地区には車での水の供給，ひいてはその地区に池を作り雨水をため，それを浄水しているという未来を描くのである。そのため，安価な浄水技術のイノベーションが大切になるというのである。このFD手法が長岡京市に伝播し，彼らのデザインした新たな手法が，矢巾町の総合計画のFDセッションに用いられるという好循環も生まれている[25]。

京都府宇治市でも地域の未来をどう考えるのかにFDを用い，そのセッションに参加した8割の方が市民団体「フューチャー・デザイン宇治」を作り，宇治市とともに政策立案に参加し始めている。彼らにインタビューしたところ，彼らのマインドセットそのものが変わっていることを観測している。さらには，宇治市は職員研修でFDを用い始めている。

そのほか，京都府（下水道），吹田市（環境総合計画），京都市（2050年温室効果ガスゼロ），西条市（インフラ），米原市（空き家），飛騨・高山地域（医療体制），土佐経済同友会（将来ビジョン）などともFDを実施中である。なお，これらの自治体はこちらから声をかけたのではなく，相手からの要請を受けて対応している。海外では，ネパール環境省と高知工科大学フューチャー・デザイン研究所とがMOUを結び，ゴミ処理についてFDを開始している。

なぜFDだと将来可能性をアクティベイトできるのかに関する神経科学的な研究も始まっている。心の理論で重要な役割を果たす右側頭・頭頂接合部（rTPJ）が将来可能性と関係しているとの知見を得つつある。FDだとなぜ独創性を発揮できるのか，なぜ頑健性・継続性が起こるのかなど未知な領域が残っている。

4. 高知市重心移転提案

地震や津波など災害を想定外とせず，我々の生活のこれまでとこれからの歴史の一部として考え，将来を見越して市町のデザインを考えるという研究があり，対象都市とし高知市を選んでいる（武田・津田[26]）。以下，武田・津田論文を紹介しよう。高知市は高知県の県都で，2019年末で人口約33万人であるものの，2040年には約27万人に減少すると予想されている。さらには，南海トラフ地震により，中心市街地の大半が津波被害を受け，浸水深が2メートルを超える地域が多数発生し，長期にわたって浸水すると予想されている。陸海空の交通網も断絶し，陸の孤島となり，他地域からの支援の不確実性があり，さらには老朽化した建物も多い。2014年の高知市都市計画マスタープランによると，事前に都市機能を移転させるのは容易ではないとし，様々な対処療法が中心となっている。

そこで，高知市における津波浸水域内の居住者428名によるアンケート調査を2014年に実施し，興味深い結果を得ている。まず，「あなたに都合の良いタイミング（例えば，

住宅購入や建替え，賃貸の更新など）で住宅を取得する際に「浸水域外」の土地・物件を選択すること」を「移住」と定義し，移住の可否を尋ねている。そうすると，「移住したい」および「条件が揃えば」を合せると，75.9%が移住を望んでいる。移住政策については，行政が主導するよりも住民主導，一斉移転よりも個別での移転の賛成度が高くなっている。

これらのアンケート調査をもとに，武田・津田論文では，時間をかけて徐々に高知市の重心を移す提案をしている。現在の県庁や市役所を含む地区は浸水域内にあるため，人口減を織り込みつつ，西方の地区に移動が可能かどうかを検討し，既存の容積率でほぼ移動が可能であることを見いだしている。移転にかかる解体費用，造成費用，インフラ整備費，施設建設費などの総額が約 1.7 兆円であり，一方南海トラフ地震で高知市が受ける直接被害額は約 3.4 兆円，うち建物被害額が約 2.9 兆円である。また，アンケートに沿って向こう 30 から 50 年程度で重心移動を終了するとするなら，どの時点で震災がきても重心移動途上のほうの被害額が格段に少ないことを示している。

5．これから

FD は，ある特定の問題の解決を目指しているのではなく，持続可能な自然と社会を残すために民主制や市場を変革する新たな制度の導入の枠組みを提案している。国内レベルだと，総務省が全国の自治体に FD を用いることを提案するなら，日本そのものが変わるであろう。国家レベルでは将来省や各省庁に将来部局の設置なども有効であろう。G7 などでも使用可能であるし，国連などの意思決定に用いることもできる。人類そのものの生き残りをかけて社会制度の変革をせねばならない時期ではなかろうか。

補註および引用文献

1）Steffen, W. et al. (2015): Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet: Science 347 (6223), 1259855

2）Rockström, J. et al. (2009): A safe operating space for humanity: Nature 461 (7263), 472-475

3）Crutzen, P. J., and Stoermer, E. F. (2000): The “Anthropocene”: Global Change Newsletter 41, 17–18

4）Steffen, W. et al. (2018): Trajectories of the Earth System in the Anthropocene: PNAS 115(33), 8252-8259

5）https://www.mof.go.jp/tax_policy/summary/condition/007.pdf

6）Hansen, G. et al. D., and İmrohoroğlu, S. (2016): Fiscal reform and government debt in Japan: A neoclassical perspective: Rev of Econ Dyn 21,201-224

7）Deneen P. (2018): Why Liberalism Failed: Yale University Press, 248pp

8）Sapolsky, R. M. (2012): Super Humanity: Scientific American 307(3), 40-43

9）Sharot, T. (2011): The optimism bias: Current biology 21(23), R941-R945

10）Allen, R. C. (2009): The British industrial revolution in global perspective: Cambridge University Press, 344pp

11）Saijo, T. (2019): Future design: In Laslier, J. F. et al. (Eds.): The Future of Economic Design: Springer, 253-260

12）Grinde Jr, D. A., and Johansen, B. E. (1991): Exemplar of Liberty: Native America and the Evolution of Democracy: Amer Indian Studies Center, 320pp

13）グリンデ・ジョハンセン（2006）：アメリカ建国とイロコイ民主制（星川淳訳），「訳者あとがき」，みすず書房，376pp

14）Kamijo, Y. et al. (2017): Negotiating with the future: Sustainability Science 12(3), 409-420

15）Shahrier, S. et al. (2017): Intergenerational sustainability dilemma and the degree of capitalism in societies: Sust. Sci. 12(6), 957-967

16）Nakagawa, Y. et al. (2019): Intergenerational retrospective viewpoints and individual policy preferences for future: Futures 105, 40-53

17）Nakagawa, Y. et al. (2019): Intergenerational retrospective viewpoint promotes financially sustainable attitude: Futures 114, 102454

18）Hiromitsu, T. (2018): Consideration of keys to solving problems in long-term fiscal policy through laboratory research: Int. J. of Econ. Policy Studies 13, 147–172

19）Kamijo, et al. (2019): Voting on behalf of a future generation: Sustainability 11(16), 4271

20）Hernuryadin,Y. et al. (2020): Time Preferences of Food Producers: Land Economics 96(1), 132-148.

21）Jingchao, Z. et al. (2019): Low-quality or high-quality coal?: Energy Economics 78, 81-90

22）Jingchao, Z. et al. (2018): Public acceptance of environmentally friendly heating in Beijing: Energy policy 117, 75-85

23）Saijo, T. et al. (2018): Approval mechanism to solve prisoner’s dilemma: Social Choice and Welfare 51(1), 65-77

24）Hara, K. et al. (2019): Reconciling intergenerational conflicts with imaginary future generations: Sust. Sci. 14(6), 1605-1619

25）Nakagawa, Y. (2020): Taking a Future Generation’s Perspective as a Facilitator of Insight Problem-Solving: Sustainable Water Supply Management: Sustainability 12(3), 1000

26）武田裕之・津田泰介（2015）：南海トラフ地震による津波被害地域における震災前都市移転の可能性の検討：都市計画論文集 50(3)，594-601