

これからの都市と住まいー世界感染症禍を機に

本論は 2021.1.22 低炭素社会シンポジウム予稿向けに用意したが結果的に未発表

外 岡 豊 Yutaka TONOOKA

概要

脱都心：居住地域は都会より田舎に比重が移る
多(他)地域居住が増える

巨大都市中心市街地は交流の場所

巨大都市は短期中期滞在者が増える

巨大都市業務建物需要減・新築不要

脱超高層：超高層ビルは非効率・新築不要

職住融合はより住が重視され、住食職融合になる

地方移住：郊外への移住より地方への移住の意義が大きい

それは文化、伝統と、農業、自然への接近

災害緊急時、感染症防止とも地方有利

在宅時間が長くなり住宅の質が問われる

ゆとり生活で出生率向上を

気候変動適応居住を提案

Paris協定達成には脱コンクリート・脱セメント必至

脱セメントを具体的に提案

建設LCCO2排出削減策を提案

木造化・建物小規模化で排出削減

地方都市移住・空き家等既存建物改修利用で排出削減

環境理想(逆城壁都市)と人間規模建築を提案

Keyword：脱都心,脱超高層,多地域居住,地方移住,住食職融合,気候変動適応居住,環境理想都市

1. はじめにー気候危機と感染症危機

気候危機の時代に新型コロナウイルスによってついに死者 200 万人を超える世界感染症危機が加わった。実は多くの人が忘れていただけて感染症は古来人類社会存続を脅かす古典的な危険な存在であった。Paris 目標達成に残された Carbon Budget は 8 年余と言われ、ここ数年日本に大型台風が頻繁に襲来する状況は実は 2050 年目標では手遅れで、本当は 2030 年排出ゼロを達成しなければならないことを意味しているかのようである。

Great Acceleration 工業生産消費等の加速度的増大から **Anthropocene 人新世**、別名 **Capitalocene 資本新世**という地質時代区分が提案された^{*a}。気候変動問題は際限なく拡大する資本と新技術が地球環境の限界に到達して直面している問題である。そこに新型コロナウイルス禍が発生し、もう一つの次元が加わった。大気中 CO₂ 濃度の急上昇は数万年分の太陽エネルギーが凝縮されている化石燃料を大量に燃やした結果であり 100 年で 100ppm 以上という急上昇でついに 400ppm を超えたのは言わば時間が圧縮されており当然の結果である。気候変動が時間軸問題であるのに対し、新型コロナウイルス禍は空間軸の問題であり、これも貨幣経済の延長上に際限なく拡大した資本による経済活動が世界中に広く浸透して頻繁な航空機の往来が感染症の蔓延を招いたのであって、感染症禍が球形の地球表面全体を覆うところまで到達したのである。

2. 追加的危機の様相と対応

21 世紀に入って 20 年、人類社会が直面している問題を並べ立てると表 1 になった。対応策を列举すると表 2 になった。両表ともに要素間は連動しており、人類社会そのものを歴史的に再考し、より上流の統合的解決策を追求すべきである。

3. 生活拠点の選択

端的に答えるなら、これからは、より田舎側に比重が移る。表 3 にその選択先について整理した。都心市街地より郊外に、それもやや遠くてもゆとりがある場所に、巨大都市より地方都市に比重が移る。また多(他)地域居住が増える。感染症拡大防止のため地域間の頻繁な移動はしにくい状況にあるが、また外国からの移住者による都市部の人口補填は当面は期待できないが、短期中期滞在者が都市の滞留人口を支えて人口の自然減少を補うことを想定していた。また気候変動の適応策としても、より安全な場所に住む。これについては人為的要因で被害が拡大しないようにする諸策について検討中である^{*b}。

また先祖伝来の農地を荒らさないように維持したい人も多い。墓参りに行きやすい場所に住むことも同様。これまでは就職先の事情を優先してそれがかなわない人も多かっただろうが、敢然と優先順位を変更すべきである。

過疎地の集落維持も政策的優先課題である。野獣に占領されないように絶えず人が出入りする事が望ましく、若い人を随時短期移住させる。これまでは大学が田舎から都市部へ人を移転させるきっかけを作ってきたが、これからは逆方向の寄与が必要である。どこの大学に所属しても学期によっては他大学で受講、研究してもよく、過疎地に居てリモート受講してもよい。都会育ちの人が若い時期にこの過疎地居住経験をするのは後の人生に貴重な何かをもたらすだろう。

次に主要な流れについて述べる。

*埼玉大学名誉教授，早稲田大学招聘研究員
E-mail：ytonooka@gmail.com

4. 脱都市集中へ（１） 郊外都市へ向かう新潮流

例えば首都圏の地域構造は埼玉都民の言葉のように、周辺近郊住宅都市の住民が都区部に通勤、通学し、昼間の滞留人口は都心に集中していた。密を避けよという掛け声の下でも早朝の通勤電車は『密』であった。幸いそこでの感染拡大は少なかった。いわゆるリモート・ワークの推奨により在宅勤務が行われたが、そこで多くの就労者も経営者も都心勤務の必要性、必然性に疑問を持つようになり、20世紀を通じて高められてきた巨大都市の中心へ向かう業務活動集積の大きな圧力は、終わりの始まりを迎え、今度は反転して都心から近郊都市へ向かう新潮流が始まった。都心の地価が高く業務ビル賃料の坪単価が突出して高いのも、都心へ向かう業務活動集積圧力がそれを支えてきたが、分散就労でも業務が成り立つなら、高い賃料支出も過酷な通勤移動も削減した方がよいことに気が付き始めた。数十年前にパソコンの普及とともに SOHO、サテライトオフィス、ホームオフィス化

表 1 多様な危機

Paris協定達成	当面の人類共通目標として2050年GHGs排出ゼロ接近を目指す
SDGs	持続可能社会へ 多面的社会問題の総合改善
Planetary Health	人類と地球の健康・総合解決＝含微生物との共存
ウイルス禍復興計画	Post-Covid-19 Green Recovery Plan 早急討論と長期展望摸索
脱経済成長・脱GDP	GDP拡大追求政策から持続可能社会構築への路線転換
実態経済重視・脱利益追求	社会的価値優先の経済活動へCSV徹底追及
脱巨大都市化	巨大都市に金・人・物が集中する空間構造から自立分散型へ転換開始
脱国家権力	市民主導サブ国家力構築 例：世界市民寄付で難民、クルド人等支援
ベーシックインカム	完全な貧困救済・生存権の物的保証により互惠社会へ転換
地産地消で実生活安全保障	世界経済混乱、天変地異に翻弄されないレジリエントな生活確立
衣食住と健康の基本回帰	健康快適な個人生活を重視した社会 住と食を優先、職の束縛を軽減
健全強靱な国土と基盤施設	天変地異災害被害最小化国土利用と基盤施設整備、予防避難対応行動含

表 2 統合的対応策

Paris協定達成	当面の人類共通目標として2050年GHGs排出ゼロ接近を目指す
SDGs	持続可能社会へ 多面的社会問題の総合改善
Planetary Health	人類と地球の健康・総合解決＝含微生物との共存
ウイルス禍復興計画	Post-Covid-19 Green Recovery Plan 早急討論と長期展望摸索
脱経済成長・脱GDP	GDP拡大追求政策から持続可能社会構築への路線転換
実態経済重視・脱利益追求	社会的価値優先の経済活動へCSV徹底追及
脱巨大都市化	巨大都市に金・人・物が集中する空間構造から自立分散型へ転換開始
脱国家権力	市民主導サブ国家力構築 例：世界市民寄付で難民、クルド人等支援
ベーシックインカム	完全な貧困救済・生存権の物的保証により互惠社会へ転換
地産地消で実生活安全保障	世界経済混乱、天変地異に翻弄されないレジリエントな生活確立
衣食住と健康の基本回帰	健康快適な個人生活を重視した社会 住と食を優先、職の束縛を軽減
健全強靱な国土と基盤施設	天変地異災害被害最小化国土利用と基盤施設整備、予防避難対応行動含

表 3 地域構造の整理

きれいに整理はしにくいが都会から田舎の順にならべてある

	海外巨大都市	海外その他	大都市	郊外都市	地方中心都市	地方中小都市	農山漁村	過疎地
密度	超高密度	高～中低密度	超高密度	中密度	高密度	中密度	低密度	超低密度
自然度	超低自然度	低～中高自然度	超低自然度	低自然度	低自然度	中自然度	高自然度	超高自然度
物価	超高物価	高～中低物価	超高物価	高物価	高物価	中物価	低物価	低物価
交通	超便利	便利～不便	超便利	便利	便利	やや便利	不便	超不便
地震危険度	危険	多様	危険	安全	やや危険	安全	安全	危険
想定地域	内陸	内陸	臨海	内陸	内陸	内陸	内陸	中間山地

が図られたが、バブル経済の崩壊とともに盛んなリゾート開発が失敗し巨額の負債になった頃、SOHO もしぼんでしまったことがあった。今回はとりあえず在宅勤務が図られたが郊外駅前や郊外型ショッピングセンター等に付随したサテライトオフィスも、これからは商売が成り立つと新設の動きが始まっている。

リモート勤務が増えて在宅時間が増え、毎日都心へ通勤しなくてもよいとなれば、都心からやや遠くても住宅価格が安く広めの住宅の方がよいと移住する人も増えているというが、その利点は家が広いだけでなく他にも色々ある。人口密度が低いことで感染症罹患リスクが低いだろうというだけでなく、農産物の産地に近いことが大きな利点で、非常時に野菜を調達しやすいことである。筆者は一般市民の、ほぼ全員の農作業参加をこれからの社会の基軸にすることを構想している***C**。

5. 脱都市集中へ（2）地方都市へ向かう新潮流

日本政府は東京一極集中を是正する地方活性化に向けた一連の行政を推進しており、2014年の第2次安倍内閣の目玉政策の一つでもあった。高齢化と人口減少が進む中で地方人口の大幅減少による地方経済の衰退と農山村の過疎化を防ぐねらいがあった。例えば北陸新幹線の開通は地方分散を促進する効果を持つが、逆に衰退を招くか両面があるが、例えばコマツはあえて本社を創業拠点に戻し東京から移転させた。

2020年10月に国勢調査が実施されたところであるが、最新の2019年の各県の人口を見ると日本海側、東北、四国には合計100万人程度またはそれ以下の県があり、年変化を見るとそれらの県で1%以上の減少となっており、年々約1万人かそれ以上の人口が減っている県がある。

多地域居住は、滞在時間分の地域経済貢献が期待でき、ふるさと納税や、非公式の市民登録等も地方活性化効果が期待されるが、もっと地域間の実交流効果を追求すべきである。

以前考えた地方への二地域居住では外国人が都心に短中期滞在することで滞留人口補充されることを想定していた。しかし今後当面は感染症防止のために海外から日本への流入は抑制され、外からの人口補給は期待しにくい。出生数を増やさなければ人口は減少したままになる。次に述べるゆとり生活推進で育児を優先する人生設計に早く転換してほしい。

6. 職住融合から住食職融合へ

就労人口の減少により日本では人手不足であるが、コロナ禍をきっかけに、高収入を求めてあくせく働くよりも、家族と共に過ごす時間を大切にしたり、収入は減る可能性はあっても、時間的にゆとりある生活が志向され、フランス政府の子育て支援政策のような出生率向上への誘導策が実施されれば、下がり切った出生率を再浮上させる機運も生まれるだろうと期待したい。これを地方移住と同時に推進できれば過度な巨大都市集中を是正し地方都市の都市基盤施設整備の推進決断と費用効果も高まる。別の地方居住の利点は緊急時の食料調達をしやすいことと、大災害時の社会負担減が大きい。

これまでは通常の企業労働者は大学卒業後に入社した会社の命令に従って勤務地から居住地を選択することが多かったが、20世紀型の終身雇用の時代は終わり、誰もが自分の人生設計を主体的に行ってどのような職に就くか、いつ転職するかを決定する時代に急に変わるだろう。住を先に職を後に書くと寺の御坊さんの意味になってしまうが、職住融合は住が先で職を選ぶ『住職融合』であるべき。また職と同時に『食』も重要であり『食』を通じた健康生活も『職』以上に重要である。住と食と職を融合する、要は雇用先の仕事より個人の生活を優先して衣食住の基本に帰るということである***C**。

7. 多地域居住の姿

新型コロナ禍の問題から当面は海外居住の可能性は低下したが、大都市より中小都市へ、東京より地方へ生活拠点を移転する方向が選択されるだろう。その理由はいくつかある。農への接近性重視：農作業に参加しやすいところに住む。空間的ゆとりの重視：住と職の関係が逆転し、住を優先して職の場所を選択する。どちらも個の要求を吟味してそれぞれに快適に過ごしたいと考えた時に都心のような巨大都市の中心で働く必要性が低下する。しかし、会合や海外者との接触等で都心に集まる機会もあり得る。各自の出自次第、都会寄りの人は郊外住宅地、農山村寄りの人は農地を所有してる地域、先祖からの居住地やそれに近い地域を選択するだろう。先祖代々の生活蓄積や、墓地の存在は各自の生活拠点選択において重要条件であり、多くの人がそれを重視した選択をすること、他の制約を緩めて、その選択をしやすいことが、伝統や地域固有の文化や慣習等の継承につながる。その無形の価値を大切に、まちづくり、社会構築をしてほしい。

生活拠点から都会側にも田舎側にも平常時に一定期間移住する機会を持つのが多地域居住である。東京のような巨大都市中心地域では居住者を減らす替りに短中期滞在者が増える滞留構成を想定する。宿泊費が高額な高級ホテルではなく俗称ウィークリーマンションという長期滞在型宿泊施設であったり、賃貸住宅の短期契約居住であったりする選択肢を増やすべきである。都市

は住む場所というより、集まる場所という、元来の商取引の『市』場であったことに回帰し、各種サービス業務においても同様の会合や目的限定期間限定共同作業の場所になる。

このような動きの結果として 大都市の過密は解体され、地方や郊外に分散して、それぞれに適度な密度が形成され、国土全体各地に人が入り、自然も里山、里川、里海として適正に管理、利用され、有効利用と地方活性化が現実化する。

8. 住宅の質を問い直す

勤労世代も在宅時間が長くなり、出生率が増え、長寿化も進むと住宅への要求はより広さも快適性、健康性も求められ、質的な要求が高まる。ところが比較的最近建てられた住宅は宅地が狭小、窓も小さく、これからの住宅性能要求に耐えられないだろう。かねてから最近の一戸建て住宅については社会的な大損失であるとして徹底批判して来た*dが、問題が露呈したと言える。人口減少で空家率は13.6%（住宅・土地統計2018年度）あり、安全な場所で庭もあるような敷地条件が良い既存の住戸を改修した方が全体として好結果だろう。改築に際して求められるのは耐震性、長寿命、省エネ、日照、通風、温湿度管理を通じて、快適、健康、使い勝手の良さ、意匠性、さらに感染症防止等、総合的な優良設計であり、質の向上を具現化するために建築学会の総力を挙げた取り組みに期待したい。これはいわゆるポストコロナグリーンリカバリーの核になるべき課題である。優良建築資産形成に関しては社会的共通資本の考えから以前から提言をして来た*e。

9. 都市の減縮

感染症禍で増えたリモート勤務が定着し、世界市場資本主義経済が終焉に向かい、世界規模企業が大きな収益を上げる時代が終わると、坪単価数万円の都心業務ビルの高い賃料を支払っている大企業も撤退し始め、林立する都心の超高層業務建物も空室だらけになる可能性もある。人口減少とともに地方都市の衰退が懸念されて来たが、むしろ床面積の集積が桁違いに大きい都心でも都市の減縮が起きる可能性がある。

USA ではもう数十年前から成長管理政策という都市政策もあった。日本では大きめに設定された市街化区域で、外枠が実質的に機能する場面はほとんどなかった。法改正でコンパクトシティという掛け声は生まれたが、実際に十分にコンパクトな都市が形成された事例は少ない。密を避けよ、という新号令はコンパクト化とは逆向きを推奨することになるが、コンパクト化とは適度にめりはりがある都市構造を要求するものであって単に密度(高層化)を追求せよとは言っていない。リモート勤務化で余裕が出た業務床面積を活用して適度な距離を保ちつつ密を避けた就労を行うことは十分可能だろう。

2024年世界経済危機発生説もあるが、2008年のリーマンショックとそれに続いた世界経済の動揺以来、もっと大きな経済危機が来るのではないかという不安はいつもあったが、都市の減縮が十数年かけてじわじわ進むのではなく、感染症禍や天変地異がきっかけとなつてか意外に近い将来、経済危機が一挙に襲来する可能性も考えておいた方がよいだろう。

磯崎新は建築家として多数の建物の新築に係わりながら、『大都市は廃墟になる』とも言い、予言めいた発言をして来た。現実にはUSAでは都市間の経済競争に敗れて廃墟のようになった町もあるという。宴を終えて急に空しくなると詠ったのは李白の詩だったか、宴のような資本主義経済の活動の場として、それを支えて来た巨大都市が、宴の終わりのような資本主義経済の衰退を迎えた時にどうなるのか、どうするのか、これはこれからの世界的な大問題である。世界感染症禍は、宴の渦中に漬かって自然も顧みず経済利益だけを見て来た企業経済社会への警鐘でもあり、巨大都市について、根本から考え直すきっかけを与えてくれる絶好の機会ともなる。

10. 脱超高層 超高層建物—その非効率

世界的なニューヨーク・コンプレックス（大都市への憧れ）は今も生きていて業務ビルの高さ競争が続いている。2004年竣工の台北101ビルは101階建て、509.2m、2014年竣工上海中心ビルは127階建632m、天津にも500m級のビルが2棟ある。2010年にできたドバイのハリファタワーは206階建828mで現在も世界一である。2014年に再建されたニューヨーク1ワールドトレードセンターは104階建415mである。これらのビルは高さ競争の結果、実は非効率に陥っている。トウモロコシより細いタワーは芯の部分にエレベーターが通る空間が必要でトウモロコシのように周囲に食べられる部分(実事務所床)がついている。つまり業務空間として使える面積はトウモロコシの実の部分だけ、芯のエレベーターで食われて実有効利用床面積が減っている。高さ競争のために高い技術力を要し、その分建設費は割高、垂直方向の移動にエレベーターも高速化が求められ、その電気代もかかるし、LCA的に非効率な建物になっている。これらの超々高層建物ほどではなくとも超高層建物は中央部にエレベータースペースを取られその分実有効床面積は減り、垂直方向の荷重が増えた分鉄骨、基礎コンクリート、素材量も増え、有効床面積当LCCO₂を計算すると排出量は大きくなる。詳しいLCCO₂排出量については別途後述する。

生産で世界 GHGs 排出量の6%相当の排出があり、セメント生産が増えることはないとしても他の発生源で排出削減が進めば総体寄与率は上昇することになるだろう。今後、途上国で先進国に似たような都市開発を行い、各国で都市基盤施設整備を行えば現在の技術ではセメント依存は変わらないので30億トン弱のCO₂排出を大幅削減することは見通しが立たない。

12-2 省エネの限界—NSP セメント焼成炉

政府戦略において、『革新的なセメント製造プロセスの技術開発等 セメント製造について、クリンカ製造用熱エネルギー原単位を低減させる技術を開発し普及を目指す』と記述があったが、NSP、New Suspension Preheater と呼ばれる4、5段の余熱器付きのロータリーキルンが開発されて数十年、これ以上の省エネ手法は考えられないと言われ、技術革新は停滞、原単位は横ばいで推移して来た現実がある(図2)。この政府戦略について根拠になる革新技術がはたしてあるのが大いに疑問であり、意見公募に際していかなる根拠があるのか質問したが、(当然?)根拠ありとする回答は得られなかった。

12-3 脱セメントの必要性

そこで求められているのはセメント消費の回避であるが、その前に非焼成セメントによるクリンカ焼成量削減がある。粘土を混ぜることでセメント生産量当たりのCO₂排出量は減るが強度は低下、品質が劣るので、削減対策として粘土混入量を増やすことはしない。世界全体のセメント生産量当CO₂排出量が低めであるのはスラグセメント等の非焼成セメント原料の寄与もあるが粘土等を含む低品質セメントが多く含まれているからであろう。

ここから国内の話になるが、セメント協会のLCI計算によると日本で生産されているポルトランドセメントのトン当CO₂排出量は769.5高炉B種443.4、フライアッシュB種639.8 kgCO₂/t、(ともに2018年度)である。非焼成原料である高炉スラグ、フライアッシュ(石炭灰)を45%以内で混合したB種混合セメントは、その分CO₂排出量が低減されトン当原単位は低くなる。これらの値は購入電力分を計上せず、廃棄物を受け入れ焼却した分を差し引いた値であり、筆者による補正と平均により、日本で使われている混合セメントを含むセメントの平均トン当CO₂排出量は768.5kgCO₂/t、国内で生産されているポルトランドセメントのトン当CO₂排出量は842.4kgCO₂/t(ともに2018年度)となった。混合セメントのほとんどは高炉B種*fで、日本では高炉製鉄の生産量が大きく製鉄所の近くにセメント工場が立地しているところも多い(例えば北九州、八幡と荏田)ので高炉スラグセメントの生産量も大きく、その排出低減効果で平均値が9%低くなっている。

12-4 脱セメントの可能性・非焼成原料による代替

排出削減策としては、まずは代替原料であるスラグ、フライアッシュ、シリカの非焼成原料を最大限に使うことである。これらの混合セメントは主に土木用に使われている。スラグセメントは1千万トン以上の生産消費があるが、フライアッシュセメントの生産量はわずか、シリカセメントは最近の生産量はゼロである。日本では発電蒸気発生用石炭消費が1.7億トン(2019年度)あり、10%が灰分として1700万トンの石炭灰が出る。石炭灰の発生量に比べフライアッシュセメントの生産量は非常に少ないので、これを増大させれば石灰石起源セメント製造CO₂排出量を大幅削減できそうに見えるが、実態は別のかたちでそれなりに代替材として利用されているようであり、その使い方を変更してフライアッシュセメントの生産量を増やしたところで、それだけCO₂排出削減になるかという、そうでもないようである。フライアッシュは混和剤として、あるいはセメント代替素材として実用されており、事実上代替素材として、既にその分、クリンカ焼成ポルトランドセメントの消費代替になっていると見ることができる。スラグセメントにならなかった高炉スラグもスラグ粉末としてセメント代替用途に利用されている。混合セメントにするにはJIS規定でB種製品中混合原料45%以下という品質規定に従わなければならないが、セメント代替粉末として直接使う場合にはこのJIS規定によらないので、品質的に利用可能なコンクリート製品には多用されているようであり、例えば海岸浸食防止の護岸用ブロック等にフライアッシュ粉末が用いられている。従って混合原料の利用によるセメント生産CO₂排出量削減を検討する際には、より付加価値が高い利用法の探求の余地があるとしても、スラグ粉末、フライアッシュ粉末の直接利用を合わせて、その全体の排出削減を考える必要がある。

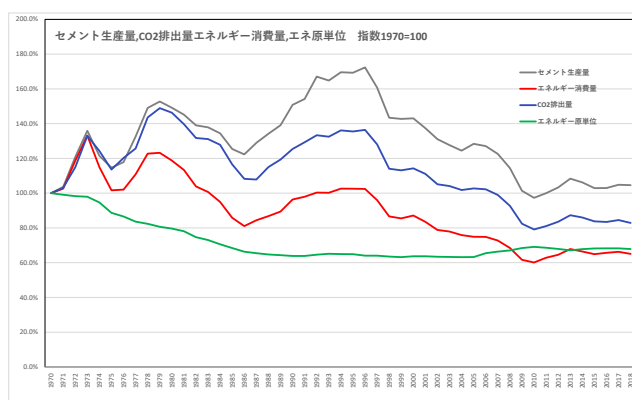


図2 セメント生産とCO₂排出の長期動向 1970-2018

12-5 脱セメントの可能性・伝統建築に学ぶ

日本の社寺建築では木造長寿命建築が多数あるが、建物は失われても基壇と礎石が残っていることも多い。それをそのまま活かして木造建築の再構築も十分可能であり、伝統構法の基礎は長寿命である。基壇は版築といって粘土と砂の多重層を突き固めたものである。京都の三十三間堂は時を経ても不等沈下していないが、多層の版築が地下に入れているという。ゆえにセメントを使わなくても建物は建てられるのである。今もある東大寺、奈良の大仏殿は大きな木造建築である。当初の大仏殿はもっと大きな建物であったという。今はない京都大仏の建物を想像して図にしてみた。(図3) 重機がなかった古代から社寺建築には 50m 級の巨木を丸太にして運び込み巨大木造建築を建ててきた。この実績を考えれば建築の脱セメントは可能である。中国では万里の長城が造られたが石材が得られない場所では現場に当時最先端の大規模煉瓦焼成炉が構築された。焼成用の燃料で薪を取って森林破壊したかも知れないがセメントなしで巨大構築物を建設できた。2019 年 12 月、コロナ感染症禍が発覚する直前に中国の上海の近く、烏鎮という伝統集落観光地に行ったが、そこでの伝統建築の例で瓦のような陶器片を積み重ねた壁で木造と混構造の建物があった(写真1)。南イエメンのシバームという街は木筋泥壁建築で構成されていて 8 階建の高層建築もある(写真2)。これらもセメント不用の建築事例である。

12-6 陶磁器ブロックによるコンクリート代替

資源量が豊富で未開拓なのはシリカ、ケイ素の利用である。凝縮固化力の弱さからシリカ粉末のセメント代替利用には限度があるが、焼成して煉瓦、陶磁器にすれば十分な強度が得られる。そこで建築用コンクリート消費を減らし、セメント焼成を回避する代替素材として焼成煉瓦ブロックを提案している。

図4は住宅布基礎用の煉瓦ブロックである。凹凸型を組み合わせで結合して使う。洪水対策移転・盛土宅地に8棟の戸建住宅群を建設するもので、ポルトランドセメントのコンクリートを使わないケイ素素材への代替が実現できることを例示した。水平コンクリート版を打たず、二重の布基礎で構成し、下層基礎も焼成煉瓦ブロックを使い、盛土敷地であることを逆用して一部に地下機械室を設けている。下層基礎を多数棟連結した大型矩形基礎とすることで軟弱地盤でも杭が不要の平基礎としている(図5)。

この製造には脱大量生産への深い意義が込められていて、脱近代工業生産への典型にもなるものである。まず原料を需要地付近で調達することである。ここで想定しているのは関東ローム層の地質の地域であり、掘れば陶器原料になる粘土が得られる。この提案は大規模河川付近の洪水危険地域の移住先住宅計画例であり、洪水対策と農業用水確保のため溜池を掘ることと並行し

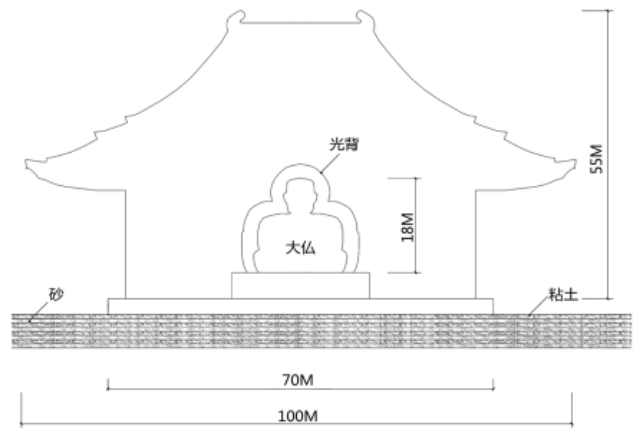


図3 京都方広寺大仏殿 木造大規模建築 例 (現存せず)
間口 88m×奥行 54m、高 49m 1595 年建造当時

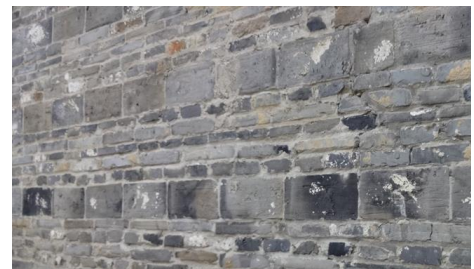


写真1 セメント不要の伝統壁 事例
中国 烏鎮(水辺伝統集落)にて撮影



写真2 南イエメン シバーム 木筋泥壁高層建築群
セメント不要の伝統都市 事例

て行い、その掘削土から原料粘土を調達する前提になっている。

次にエネルギー源であるが、その焼成には PVC 余剰電力を有効利用する。Paris 協定目標達成のためには化石燃料での焼成はあり得ない。再生可能エネルギー電源の電力で焼成する。その電力の送電損失を避けるため PVC 発電場所の近くで焼成する。焼成前に原料を成形して圧縮脱水し乾燥させる工程があるが、大量生産しないのであれば場所を取るものではない。需要地と粘土採掘地と PVC 余剰電源地を懸案して焼成場所を決めればよい。

ブロックの大きさも人出て扱える重さの範囲に抑え、大きな塊にはしない方針で、この例では 25cm 角の厚版とした。PVC 余剰電力で随時少量生産し貯蔵しておくが、一個は大きくなく重くなく、かさ張らず、温湿度、雨風かまわず、容易に貯蔵できる保管が楽な製品である。廉価でまとめると重量物なので遠距離輸送はしたくないが、需要地で地産地消することで輸送トン km を減らすことができる。

この例のように PVC 余剰電力の有効利用を優先した工場稼働や電気自動車充電を行うべきで、食品加工、バッチ処理の高温工程、機器の充電等を晴天日の午後に行えばよい。また俗称エコキュート CO2HP 給湯器での入浴時間を老人ホーム等を中心に夕方行うようにするとよい。

今回の提案例では一団地の盛土宅地に 8 棟の戸建住宅群を建設するもので、水平コンクリート版を打たず、二重の布基礎で構成し、下層基礎も焼成煉瓦ブロックを使い、盛土敷地であることを逆用して一部に地下機械室を設けている。下層基礎を多数棟連結した大型矩形基礎とすることで軟弱地盤でも杭が不要の平基礎としている（図 5）。

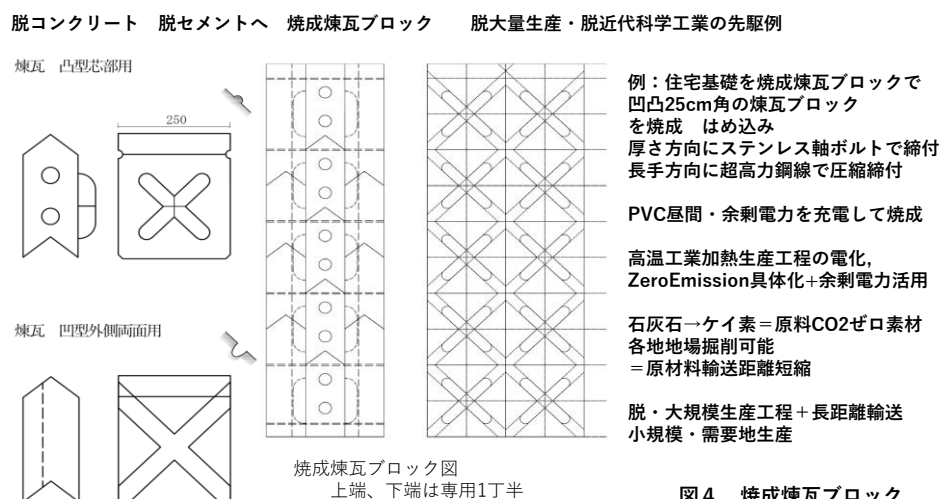


図 4 焼成煉瓦ブロック

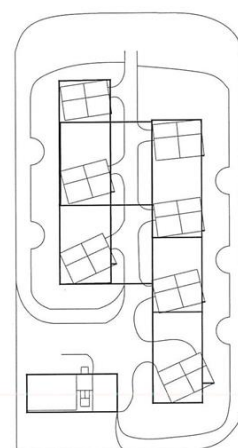


図 5 下層基礎図

連結矩形基礎

12-7 都市基盤施設の更新によるコンクリート需要と災害防止による排出抑制

いわゆる都市基盤施設の老朽化がこれから数年、数十年で深刻化し施設更新が求められる。しかし財政は逼迫、人口も衰退、地方自治体の職員も不足、更新工事は遅れている。一方で気候変動の影響が大型台風の襲来、集中豪雨、高潮の発生があり、災害の度に復旧工事が必要になる。上述の如く Paris 協定達成のためには何としてもセメント消費を減らしたいが、都市基盤施設の再整備にはコンクリート工事も多く、セメント消費機会が発生する。

掛け声として国土強靱化、Resilient な国土保全が叫ばれるが気候変動への適応策にとどまらず多様な災害被害を最小化する防災努力が今後のコンクリート需要を抑制しセメント消費の削減につながる。道路網においても、交通需要が少ない路線では、

重量車両の交通迂回等の措置を併用して橋梁、トンネル等の更新をあきらめる選択もセメント消費抑制策として考えてよい。ドローン等新しい飛行体による交通輸送も技術開発されているが、そうした道路交通代替手段が実用化されれば過疎地における道路整備がなされなくても支障なく、土砂崩れや堤防決壊などがあっても対応しやすくなる。情報技術の強化と合わせて、柔軟な手法で都市基盤施設老朽化に対処すべきであろう。

1.3 建設 LCCO₂ 排出削減

1.3-1 建物構法別 LCCO₂ 評価

産業連関表の誘発排出量から環境負荷を推計する『環境産業連関表分析』を行ってきたが、これを建設部門産業連関表に接続して建築行為の誘発排出量 LCCO₂ を計算し CO₂ 排出量評価に用いている。表 4～6 では建築床面積当りに加えて有効執務室面積、有効居室面積当でも評価した。

業務建物の建設床面積当 LCCO₂ は木造 427.8kgCO₂/m² 建設で SRC 造は 958.7kgCO₂/m² 建設で 2.24 倍、RC 造は 841.7 kgCO₂/m² 建設で 1.97 倍であった。RC 造と SRC 造を建築実績面積で加重平均すると 867.1 kgCO₂/m² 建設で木造の 2.02 倍となった。

木造に比べて S 造、RC、SRC 造は建設床面積当 CO₂ 排出量が大きい、その差の理由は鉄鋼製品、コンクリートの投入量の違いが大きい。

業務建築の場合、建物規模が大きくなり高層化すると、高層化による荷重負荷増に伴い柱梁や基礎杭が大きくなり、鉄、コンクリートの投入量が増え、またエレベーター基数が増えて廊下等の床面積割合が増え実事務室面積当の排出量が大きくなる。超高層、超々高層になるとそれがさらに大きくなり、エレベーター部分が大きくなり、それに食われて執務室当の壁面積が増え LCCO₂ を押し上げる。

住宅に関しても似た状況で集合住宅では廊下、階段、ゴミ保管室等の共有部面積の分、居室床面積当排出量が大きくなる。超高層での増大は業務建築と同様である。

1.3-2 実事務室、居室当建設 LCCO₂ 評価

建築床面積当に対して実事務室、実居室床面積当りに換算した評価について概算してみた。業務建築で廊下、便所、給湯室、エレベーター、パイプスペース等を除いた実事務室面積当に換算すると、事務所平均では床面積当では 620kgCO₂/m² であったものが実事務室当に換算すると 926kgCO₂/m² になる。高層建物が多い SRC 造では 1474kgCO₂/m² と床面積当の 2 倍以上になっている。

木造は 3 階建 450m² 規模で実事務室面積比 85% 想定として 503kgCO₂/m² 建設(表※では 80% 想定で、535kgCO₂/m²)、RC+SRC 造 10 階建 3000m² 程度想定で実事務室面積比 85% 想定では 1020 kgCO₂/m² 建設であった。30 階建、1 万 m²、実事務室面積比 65% 想定とすると RC+SRC 造平均は 1334kgCO₂/m² 建設、SRC 造では 1,474 kgCO₂/m² 建設であった。SRC 造平均は木造平均の 2.7 倍超となった。これは超高層化の非効率性が反映された数値と言える。

きわめて大雑把に概算評価すると居室、事務室だけ、共用部を除く床面積当の LCCO₂ 排出量は、小規模木造で 500、大規模 RC 造で 1000、高層化すると S 造、SRC 造とも 1500kgCO₂/m² 程度と考えればよい。

1.3-3 鉄鋼製品の評価

この表では鉄鋼製品に関して高炉転炉鋼と屑鉄再生電炉鋼を区別しており鉄筋では電炉鋼製品の割合が大きいためトン当 LCCO₂ 排出量は低めで S、SRC 造に使われる H 型鋼では高炉転炉鋼製品の割合が大きいためトン当 LCCO₂ 排出量は大きめである。ここで用いている鉄鋼生産誘発 CO₂ 排出量は鉄骨 H 型鋼相当の建材普通鋼形鋼 1,529kgCO₂/t、鉄筋用普通鋼小棒 710kgCO₂/t であり、高炉転炉鋼と電炉鋼の投入割合が反映されている。

日本の鉄鋼業界はこのような評価を嫌い、屑鉄リサイクルを無限回繰り返した場合を想定して高炉転炉鋼と電炉鋼の総平均を 0.79tCO₂/鉄鋼 t としている。この評価では屑鉄回収のトラック輸送軽油消費は含まれていない。

この計算では反映されていないが実は超高層建物と 10 階建て以内の旧来規模建物では鉄骨 S 造の場合に建設 LCCO₂ に大きな差が出る要因がある。鉄骨素材として超高層建物では高強度の高炉鋼が使われるが荷重が小さい中低層(10 階建以下程度)S 造であれば電炉鋼 H 型鋼でよく、くず鉄を集めるトラック輸送排出等を加味しても電炉鋼は高炉鋼の半分程度の LCCO₂ 排出量になる。同じ鉄骨造であっても鉄鋼部分の排出は人間規模建物であれば超高層建物の鉄材の半分の LCCO₂ で済むことになる。

1.3-4 建物の小規模化による建設 LCCO₂ 排出削減

このように躯体部分と基礎、基礎杭の排出寄与が大きいこと、それが建物が大規模、高層化するとより大きくなること、また共用部の面積割合が増えること、機械室から建物全体への配管、ダクト等の総延長が伸び、建物内の電力設備も高度化する等、

表4 建設 LCCO2 排出量・床面積当 kgCO2/床面積 m2

建物種類(共用部面積%)	鉄・金属	コンクリート	木材・木製	その他	計
事務所平均	298	103	16	202	620
木造事務所	161	65	39	164	428
RC事務所	387	150	32	273	842
SRC事務所	465	166	23	304	958
S事務所中規模	289	95	10	186	579
S事務所超高層	289	95	10	186	579

表5 建設 LCCO2 排出量・実事務室(共用部除) 面積当

建物種類(共用部面積%)	鉄・金属	コンクリート	木材・木製	その他	計
事務所平均(31%)	453	152	24	297	926
木造事務所(20%)	201	81	48	204	535
RC事務所(30%)	553	215	45	389	1,202
SRC事務所(35%)	716	255	36	468	1,474
S事務所中規模(25%)	346	126	13	248	733
S事務所超高層(40%)	550	158	16	310	1,035

表6 住宅建設 LCCO2 排出量・居室床面積当

住宅種類(共用部面積%)	鉄・金属	コンクリート	木材・木製	その他	計
住宅・平均	247	112	50	277	685
木造・戸建	184	77	98	196	555
鉄骨アパート (10%)	455	89	52	279	875
RCマンション (15%)	360	228	43	279	910
SRCマンション (20%)	460	229	44	316	1,049

LCCO2 排出量を増大させることになるので、小規模建築程、相対的に LCCO2 排出量は小さい。自然彩光、通風依存を高めた Human Scale 建築、木造建築は自然と規模も制約され建物規模も小さくなる傾向にあるだろうが、その効果は建設 LCCO2 にも波及し排出量を小さくすることにつながる。

13-5 新築回避による建設 LCCO2 排出削減

業務建築の多くは RC(鉄筋コンクリート造)、SRC(鉄骨鉄筋コンクリート)造、S(鉄骨)造であるが、どの構法においても躯体と基礎建設において鉄骨、鉄筋コンクリートを大量に使用しており鉄とセメントの製造工程における CO2 排出が大きいのは上述の通りであるが、業務建物でも住宅でも建設過程で CO2 排出寄与が大きいのは基礎のコンクリート使用である。業務建物では高層化大型化して大きな荷重を支える基礎杭を基礎地盤まで数十mの深さまで構築するため大量のコンクリート需要が発生する。住宅では木造戸建住宅でも基礎部分はコンクリートを使用するが神戸大地震以降床下部分にコンクリートで平板を構築しその上に布基礎を廻す様式の基礎が一般的になっており、そのコンクリート使用量の大きさが建設 LCCO2 排出量の一大要素になっており、住宅全体の CO2 排出量に与える寄与は大きい。

新築を回避し改修や用途変更(コンバージョン)で済ませると躯体や基礎部分を新築する際の鉄、セメントの製造における CO2 排出を削減できる大きな効果が見込める。非住宅の木造化もとくに建物規模が小さく軽量であればそれだけ基礎資材量も減るの似た排出削減効果が期待できる。建設 LCCO2 に関しては RC, SRC 造の集合住宅より戸建木造の方が共用部を除く居室床面積当たりの排出量が明らかに低い。

1 3-6 空家の活用と住宅建設 CO2 排出削減

上述のように戸建住宅のコンクリート、セメント消費の主要因は基礎部分、とくに平板形成捨てコン部分が大きい。これは木造でも（軽量）鉄骨造住宅でも共通である。神戸地震以降、一戸建住宅の布基礎下に平らに捨てコンクリートを打つ方法が多用されるようになったという。それ以前の住宅では割栗地業と言って捨て石を並べた上に布基礎を廻し、囲まれた床下は土や砂がむき出して束立てしていた。この捨てコンが戸建住宅 LCCO2 排出量でみるとそれなりの排出寄与がある。コンクリート以前の伝統工法では石場建と言って礎石の上に柱を立てる工法が取られていた。この建て方では大きな地震時には柱が石から浮き上がり、しこを踏むような応答をするとされるが、それによってボルト緊結の現代工法より耐震性があると言われ、実物振動実験で検証された。

最近の戸建住宅新築工事は狭隘な敷地で庭もなく省エネ基準は満たすが窓が小さい俗称ポチ窓住宅（建築家中村勉の命名）が多い。居住環境としても良好なものではなく、長期的に見て社会資本としての民間資産としても望ましい存在とは言い難い。そこで新築するより既存の空家を活用する政策や事業を展開すべきである。その効果は資材の有効活用、基礎コンクリート需要が発生しない建設 LCCO2 排出削減寄与であり、不良建築資産形成回避でもある。

築年数が古い住宅では耐震性や省エネ性能に関して現行基準を満たす水準以上への性能を向上させる改修が必要になるが、新築するより建設費用も安い。東京近郊等の地価が高い地域で新築するより地方都市あるいは都心から離れた郊外都市での既存住宅購入の方が総合的に費用対効果が大きいと言えるだろう。土地面積が広い、日照、通風、景観、庭園等の条件が良い、居住における健康、快適性において優れた条件の住宅を割安に購入で切る可能性が高い。近隣微気象もヒートアイランドが発生しにくい等の理由から冷房負荷を低下させ、十分な日照が得られればパッシブな効果で暖房負荷も低減され、昼光利用で照明電力も削減可能である。物価が安い、地場の農作物が手に入る等、生活面での有利性も魅力である。地方移住とその先での空き家有効利用による住宅建設 CO2 排出削減は大きな排出削減効果が期待できる主要な住宅排出削減対策として政策的検討に値するものと確信する。

1 3-7 地方移住による追加的 CO2 排出削減

ポストコロナで都区部のような高密度市街地から地方都市や中小都市郊外の既存中小規模建物へ事務所を移転する動きが始まっている。新築回避だけでなく建物稼働に多大なエネルギー消費を要する超高層等の大規模業務ビルからエレベーターもなく家庭並みの暖冷房エネルギーしか使わない中小建築への移転により追加的な省エネルギー排出削減が見込まれる。昼光利用で照明電力も削減可能である。さらに自転車通勤等、通勤交通でも排出削減ができるとよいが、地方都市移住で自家用車走行距離が増えては業務建築での削減が相殺される。筆者によるトリップ・エネルギー評価による通勤交通の CO2 排出量評価では主要手段が鉄道交通では自家用車通勤より格段に排出量は少ないが住宅から鉄道駅までのアクセス交通に自家用車を使い、その走行距離が長いと CO2 排出量が大きくなる。自転車利用で排出削減を図ることが望まれる。

1 4. 新設環境理想都市

1 4-1 逆城壁都市

河川中流域に環境理想都市を新設する提案である***g**。この案は逆城壁都市であることが要点で、都市域の地面高（G.L）を河川の堤防高より高くして洪水浸水を完全に防ぐ設定になっている。その周囲を囲った石垣の下に地中壁を設け、都市内の汚染水を外側の農地や自然域に漏らさないように内から外を守る地下城壁になっている。地上にそびえて外敵から都市内を防衛する元来の城壁と真逆な城壁である。発想としてこの逆城壁ではっきりと都市内外を区画し、人工的なもの、汚染物や廃棄物になるもの、は一切都市内において管理し、都市外は農地を含む自然域であり、人がもたらす穢れ（けがれ）を排除した神聖な地域として自然保存管理する。洪水時の排水と農業用水調整を兼ねて運河と人工池を掘る。人工池は淡水魚の自然養殖の場として蛋白源食料確保の施設ともなる。その土は上述のセメント代替焼成煉瓦の地場原料も使われる。

この発想の原点は恩師尾島俊雄から学んだことにある。尾島先生は、アジアにおける都市の存在意義は増大する人口を都市内に押しとどめることであり、それにより汚染地域拡大（スプロール）を抑えることであると言われた（1980 年以前?）。また都市の立地と規模に関しては IIASA 留学時に短期居住したウイーンが参考になっており、IIASA の建物があったハプスブルグ家の夏の離宮の冷房機器が無かった時代の夏の自然涼房方法も取り入れている。このような理想都市の新設はすでにどこも市街地化している日本で実現不可能かに見えるが、実は東京付近にも可能性がある。それは米軍基地で例えば厚木飛行場と横田飛行場（どちらも自衛隊共用）があるが、もし基地が返還されたら、そこに新設都市を造るという可能性もあるのではないかと期待する。

1 4-2 理想都市の建築

環境の理想を追ってゆくと建物は自然と HumanScale(人間規模)になった。基本は木造とした。今では CLT (クロスラミネートティンバー、直交積層集成材) 等の高強度集成材を使った木造高層ビルもあるが、通常の木造建物は 3、4 階建てが限度で、無垢材利用を前提にすると階数は限定される。非常時の避難等を考えてもそれ以上高くしない方がよい。また木造の火災時の延焼防止において大床面積建築は不利であることから建築面積も限定される。鉄筋コンクリート隔壁を入れてブロック化した木造大型建物も建てられているが、この延焼防止壁は鉄筋コンクリートである必要はない。セメントの CO₂ 排出を削減するために脱コンクリート化の徹底実施が必要であり、土壁か陶磁器タイル製壁で延焼防止すべき。

自然採光をすることで昼間の照明電力消費を減らそうとすると、窓から部屋奥までの距離が長いと奥まで外光が届かないため暗くなってしまうので建物棟梁行長さが自ずと制限される。天井高さにもよるが両面採光にしても梁行きは十数メートル以内であろう。通風も似たようなことで、建物の規模はある枠内の大きさ、いわば Human Scale、人間の大きさの一定倍率以内に収まることになる。東京の緯度で 3 階建てで冬至の南中時に 1 階床に日射が入る棟間隔は 15m 以上になる。

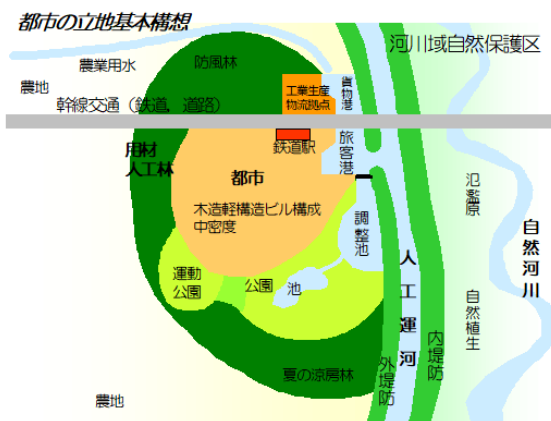


図6 新設・環境理想都市 逆城壁都市構想

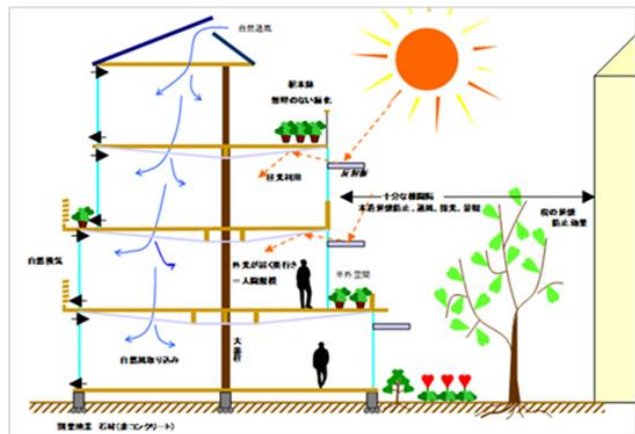


図5 環境理想都市の人間規模建築

1 5. あとがき

社会も環境も世界はすべて繋がっていて、とくにこの問題は都市環境だけに限定して論ずることは難しい。

Jane Jacobs、Saskia Sassen 等の言説を待つまでもなく、現代の大都市は砂粒のような人の集まりでしかないのか、という疑問、それは気候変動で砂漠化し結果として社会が破壊されたアフガニスタンで農業用水路を掘っていた、亡くなった中村哲が日本に帰ってきて日本の都市には居場所がないような違和感を覚えたと言っていた*^h こととも重なる。アフガニスタンの砂漠化は顕著な気候変動被害が顕在化した先行事例であった*ⁱ。それを彼一人の努力がきっかけでまたま彼の故郷の近くの河川にあった日本の伝統的な堰の手法を応用することで農業用水整備に成功し、今日では砂漠化によって壊滅した農地が甦り適応策の先行的な成功事例ともなった。彼はアフガンの厳しい現実と接しながら、科学技術と産業経済に染まった現代社会に強い違和感を覚えていた。都市を考えるには、社会も自然も、その世界的な間接影響を分離しては考えられないところに来ている。まさに今、危機的な気候変動と世界的な感染症禍に直面している人類社会において、資本主義経済はもちろんだが、とくに巨大都市を問いなおすべきこと、この原稿を書きながら、このウイルス禍は、それを考え直せと訴えかけているのではないかと思った。

注

*a : Anthropocene、人新世、別名 Capitalocene 資本新世は Paul Jozef Crutzen、ノーベル賞大気化学研究者がある学会で地球環境の異常な状況に耐えかねてわめき出したことがきっかけで生まれた新地質時代概念。人類活動の影響を強く受けて大きく変化している現在の地質を 1 万年の完新世から新区分して別に扱おうとする時代区分名称。

- *b : 日本建築学会 : 特別研究委員会、人為的要因による自然災害の防止に向けた技術・社会に関する特別研究委員会 (2018～2021 年度)
- *c : 日本建築学会 2020 年度技術部門設計競技, 人新世を見据えた SDGs 達成に資する 街区・集落のネットポジティブデザインに応募した案。題名 : 『気候変動緩和策と適応策の同時推進—洪水危険回避 NPEH 住宅群における Paris 協定目標達成と持続可能生活—「食べる」と「建てる」を自分事化した新農本主義・建本主義・新百姓で健康快適安全創造的充実生活の実現』として提案。(作図協力・西安交通大学周典研究室)
- *d : さいたま市の住宅マスタープラン作成に委員参加、ミニ開発住宅を止めるように具申したが効果はなかった。
- *e : 木俣信行等と 2 度にわたり提言。提言「わが国の建築物の位置づけと在り方を見直す」日本建築学会社会的共通資本形成戦略特別調査, 2016. 3. 01 <https://www.aij.or.jp/scripts/request/document/20160301-1.pdf>
持続可能な社会に向けた 持続可能な社会に向けた良好な建築物による社会ストック形成のための提言, 日本建築学会, 2003. 5. 14, www.aij.or.jp/scripts/request/document/030515-2.pdf
- *f : セメント生産量は 2019 年度、52,998 千 t、輸出クリンカを含め 58,135 t、うちポルトランドセメント 40,094、混合セメント 12,784、うち高炉 B 種 1,117 千 t であった (セメント協会)。
- *g : 日本建築学会学術推進委員会主催『都市建築の発展と制御に関する論文』(2004. 5) の公募があり、その時に新設環境理想都市について提案した。これを 5thAIUE 大会 (2008 年富山宇奈月温泉) で 3 つの論文として報告した。
- *h : 中村哲 : 天、共に在り—アフガニスタン三十年の闘い, NHK 出版, 2013
- *i : 河野 仁 : アフガニスタンにおける干ばつと洪水—気候変動の影響, 天気, Vol166, No. 12, 2019, p. 773-783, DOI https://doi.org/10.24761/tenki.66.12_773