

第2回事例研究会

グリーンフォーラム（藤井康正座長＝東京大学大学院工学系研究科教授）は、2025年度第2回事例研究会を開催した。テーマは「大阪・関西万博のレガシーを受けた、今後の脱炭素まちづくりの方向性」で、活発な議論が展開された。



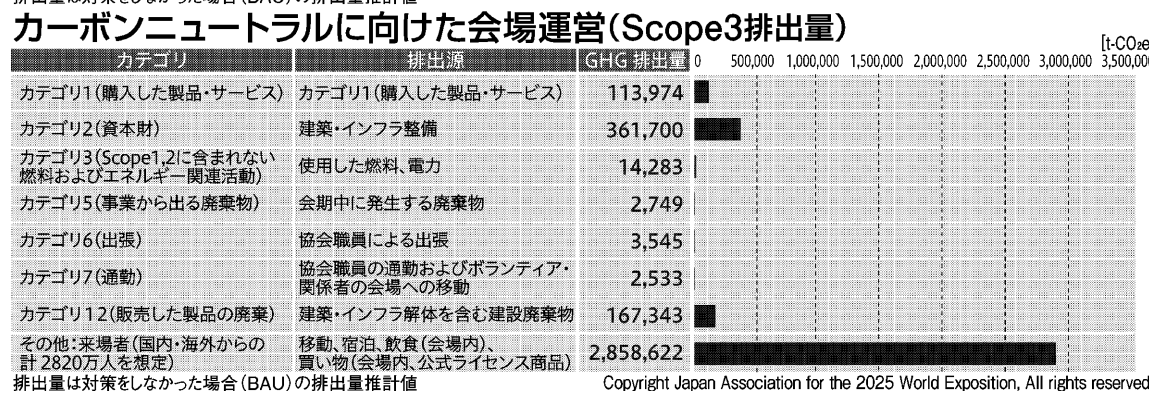
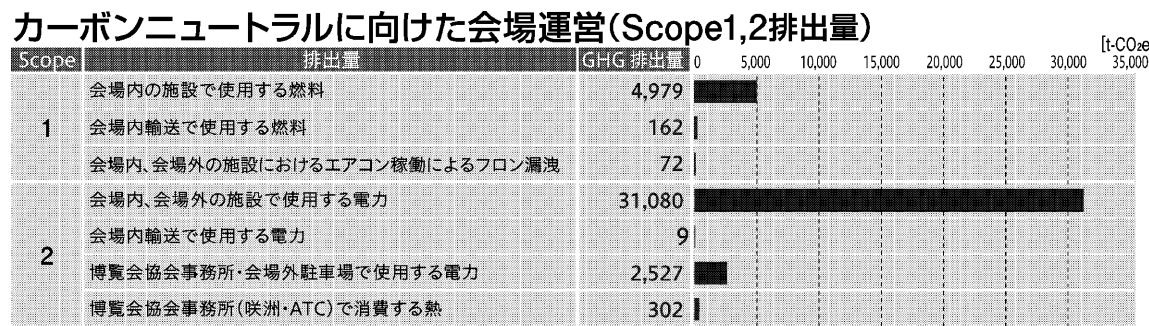
大阪・関西万博での脱炭素・資源循環の取り組み

永見 靖氏



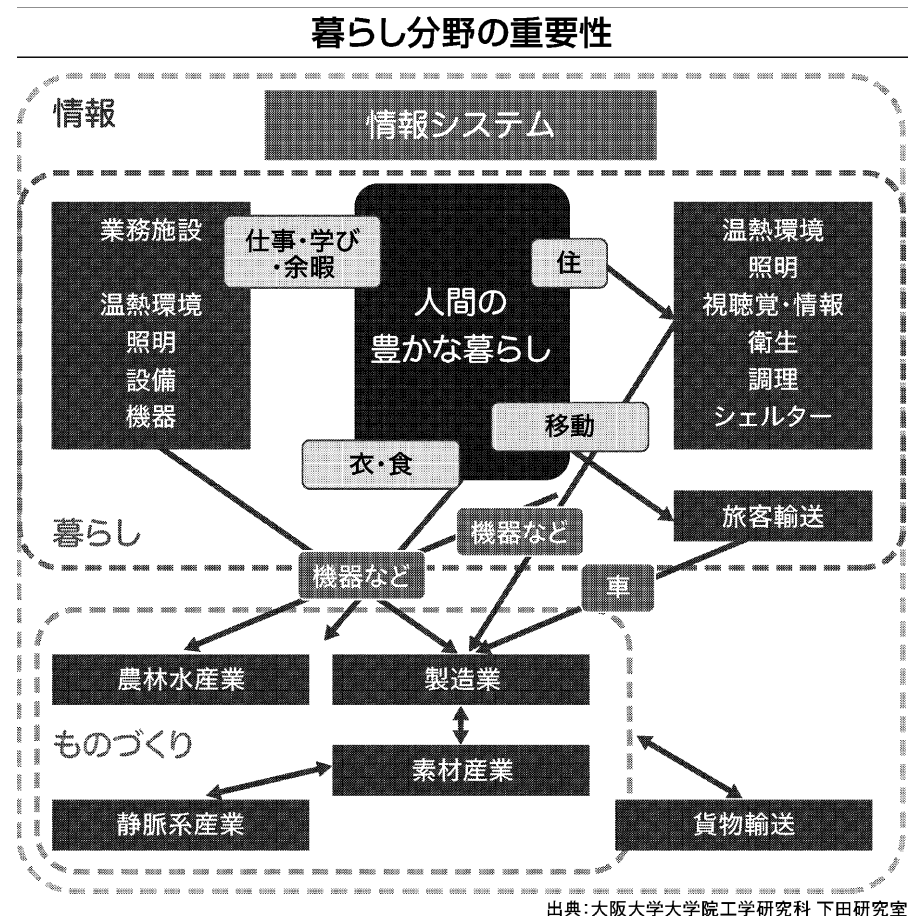
「のち輝く未来社会のデザイン」をテーマに掲げる2025年大阪・関西万博。さまざまな未来技術を体験できる一方で、展示と運用の両面で地球環境問題など社会課題解決に向けた取り組みを感じることができ、ことも大きな特徴だ。大阪・関西万博では、環境側面から一つの意義がある。まず足元の対策。そしてもう一つは、2050年やその未来を見据えた環境技術と脱炭素社会の具体像を提示するということだ。足元の対策としては、先進性や経済性があり、採用可能な技術・仕組みで万博を運営すること。そのため万博協会では持続可能性有識者委員会を設置し、脱炭素、資源循環、人権、調達、の四つのワーキンググループ

CO₂回収など脱炭素技術を実証



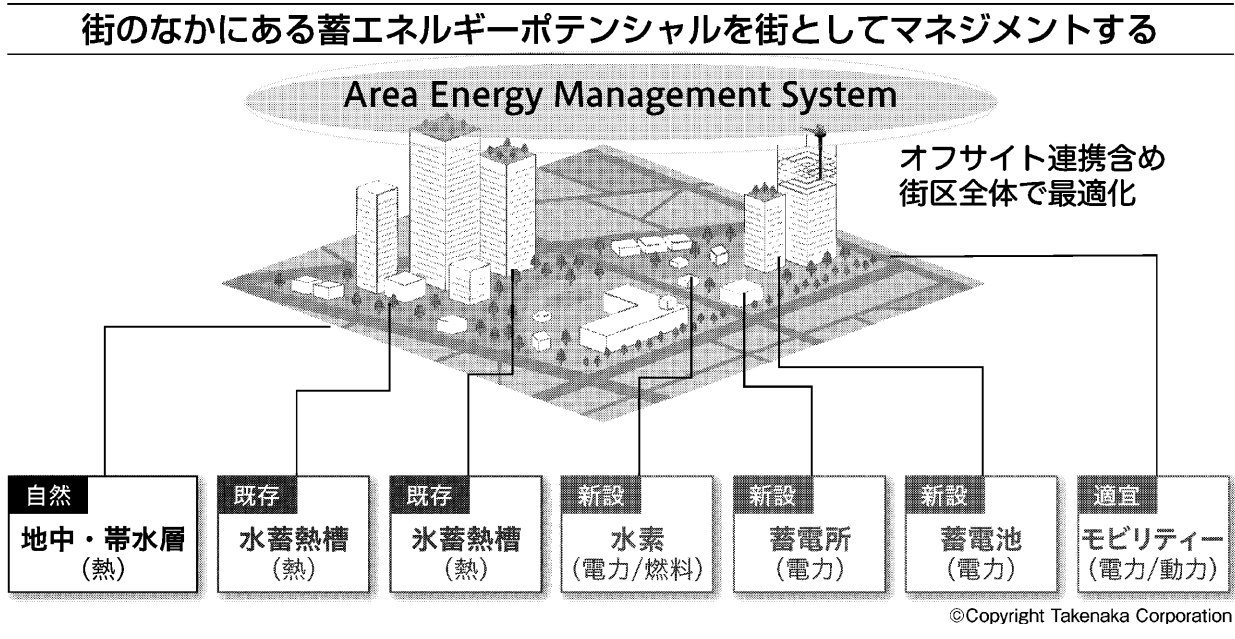
とも大きな特徴だ。GHGプロトコルによる推計は五輪・パリンピックや前回のドバイ博などでも試みが行われていたが、今回の大阪・関西万博がGHGプロトコルを主たる方法として参照する世界で初めての大規模イベントとなっている。大阪・関西万博におけるスコープ1、2の推計BAU排出量は4万t規模。会場内外の施設で使用する電力が約8割を占める。主な削減対策は省エネとゼロカーボン電力。万博の供給容量45万kWにおいて、太陽光と水力、そして原子力および水素発電を組み合わせた100%非化石燃料を実現した。ただ、パビリオンでの割り振りやアロケーションで誤差が発生し、一部で自家発電が導入され、全電力をゼロカーボン電力に寄せられなかった。大規模イベントではこうした難しさがある。一方、スコープ3の推計BAU排出量は350万t規模。これは「その他」カテゴリに起因する部分が多い。周知の通り、GHGプロトコルのスコープ3はカテゴリ1から15まで。しかし、五輪・パリンピックなどの世界的イベントにおいては、来場者の移動や宿泊、会場内での飲食やショッピングに係る排出量を「その他」カテゴリとして算入している。スコープ3の対策としては、建物のリユースや食品ロス削減、プラスチックの利用削減、電気自動車(EV)や合成燃料、バイオディーゼルなど移動時排出量の排出抑制などによる対応となる。こうした取り組みの成果は26年2月をめどに持続可能性報告書として掲出する予定だ。カーボンニュートラル(CN)を前提とした会場運営は、もう一つのレガシーとして今後定着していくのではないかと思う。万博のもう一つの意義である未来社会ショーケース。商用化が近いフィルム型ペロブスカイト太陽電池

は西ゲート交通ターミナルのバス停留場部分に、世界最大規模となる約250坪にわたって設置。このほかにも大阪市が普及に力を入れている帯水層蓄熱システムも万博設備として整備した。管理区域ではカーボンリサイクルファクトリーにて脱炭素技術を実証。地球環境産業技術研究機構(RITE)と大阪ガス、そしてエア・ウォーターの3者が連携して、大気中の二酸化炭素(CO₂)を直接回収する「DAC(直接大気捕集)」、回収したCO₂と会場の食品廃棄物(生ゴミ)を燃料にe-メタン(都市ガス)を生成するメタネーション、そして排ガスからの高効率CO₂回収を披露した。会場内の給湯設備や厨房向けの燃料として、CO₂資源化による新たな循環経済が一手手前まで来ていることを示した。スコープ3とも関連する資源循環や廃棄物対策についても触れておきたい。万博協会では想定来場者数2820万人に対して、会場運営関係における廃棄物排出量(BAU)を推計。これに基づき削減目標とリサイクル目標を設定した。「燃やさずゴミ」と燃やさないゴミ・混合廃棄物以外は100%リサイクルを目指し、全体のリサイクル目標は約57%とした。食品廃棄物はイベント的に出にくいこともあり、排出量は予測量を大幅に下回って推移している。パビリオンのリユースは環境負荷のない形での処理が求められる。例えば、オランダのマテリアルパスポートは部材に番号をつけてデータベース化。品質データまで受け渡す仕組みが確立されている。大阪・関西万博では、万博サーキュラーマーケット「ミヤク市」を展開。施設や建材、設備のリユースを目的として需要と供給をマッチングさせる。6月時点で全456件の施設・設備で公募を行い、リユース先の決定が進んでいる。また民間のオークションにも協力いただきリユース活動を促進していく。大規模イベントでのリユースの取り組みは国内ではまだ始まったばかり。大阪・関西万博が今後の見本となるよう結果を出していきたい。



大阪・関西万博のレガシーを受けた

今後の脱炭素まちづくりの方向性



地域固有の環境に寄り添い自然を利用

蓄エネルギー活用 統合的にマネジメント

竹中工務店では大阪・関西万博で大層根リングの3分の1の施工を担当させていただくとともに、未来社会に向けた取り組みを発信した。本日のテーマである脱炭素まちづくりについて、弊社は最先端の技術を活用して街のマネジメントを高度化し、地域の課題を解決する街づくりを目指している。そして2025年4月には、竹中グループとしてリジエナティブ（再活性）な考え方を取り入れた「環境戦略2050」を策定。カーボニュートラル（CN）、サッキューエコノミー、ネイチャーボシティの三つを柱に置き、これからの社会を創っていく建築活動を「リジエナティブ・ワークス」として推進している。

50年を目指す姿に向けて、脱炭素の街を実現する四つの具体的な取り組み事例を紹介したい。第一に自然環境を生かしてネット・ゼロ・エネルギー・ビル（ZEB）を創出するという視点。03年に竣工した弊社の東関東支店社屋は、働き方を変えるオフィスを目指して16年に改修。同時に自然エネルギーを生かしてZEB化した。そしてこの改修プロジェクトではウェアラブルセンサーなどを用いて、働く人の生理や心理にアプローチした空調制御や省エネ型のワークスタイルへの行動喚起につなげている。

オフィスに多様な温度ゾーン空間を作り出し、均一な空調コントロールから開放している。建物面ではダブルスキニングや省エネ効果の高いLowE（低放射）ガラスへの取り替えによって全面ガラスの断熱性能を上げ、日射遮蔽性能を上げている。

建物で頑張り、高効率の機器を使って環境性能を高めていくと、最終的に残る負荷はフロア内で活動する人々の熱（温分）処理になる。これを自然エネルギーで対処したのが太陽熱と地中熱を利用したデシカント空調だ。事務所の天井にビルトイン可能なコンパクト化に成功し、さらに全熱交換機を備えたシステムを実現している。

二つ目はZEBで街を作るという視点。顧客がチャレンジャー、弊社が施設設計と施工を担当した嵐山・黒部市のプロジェクトでは、一つひとつの建物をZEBにするだけではなく、エネルギー制御を複数の棟でマネジメントすることで負荷の最適化を実現した。地域の森林資源を最大限に活用した北陸初の本造の中高層集合住宅であり、太陽光発電を最大限に取り込みながら、集合住宅に日本で初めて水素エネルギー供給システム「Power to Gas（PtG）」を実装。再生エネ由来のグリーン水素による「つくる」「ためる」「つかう」を実現した。地域的に夏場の消費電力よりも冬場の給湯需要が大きいいため、春から夏の再生エネを蓄えて冬季へエネルギーシフト。これらによりCNとグリーンエネルギーによる自立した街づくりを実現している。エネルギーシステムとしては太陽熱集熱装置の併用、水素製造・貯蔵や燃料電池で発生する排熱も回収してマネジメントの対象にしている。建設時の二酸化炭素（CO₂）排出量は一般的な鉄筋コンクリート（RC）造に比べて48%減を達成している。

三つ目の視点は複数ビルでのエネルギーの最適化。弊社は脱炭素モデルタウンの技術実証として、次世代のエネルギーマネジメントを追求してきた。目指すのは、複数用途の建物を組み合わせて需要をフラット化し、多様な形態のエネルギーと、多様な建物やデバイスとをマッチングさせて街全体のエネルギー需給が最適化されたコンパクトシティ。蓄電池や蓄熱槽といった建物にある設備だけでなく、電気自動車（EV）や燃料電池車（FCV）などもマネジメントの対象として実証を重ねてきた。重要なことは、供給サイドのエネルギー形態が多様化されていく中で、需要サイドが供給サイドと協調するように街づくりをコーディネートしていくこと。

四つ目の視点は、新たなモビリティの活用。これからの街づくりには多種多様なモビリティ（電動バイク、入ってくる。充電まで街全体でマネジメントが必要がある。建物の3次元データ（BIM）と都市OS、各種デバイスと都市OS、各種デバイスが連携したデジタルツインを構成し、モビリティの活用を見える化していくことで、脱炭素化だけでなく市民生活の利便性向上とレジデンス強化の街づくりが推進できる。

蓄エネルギーのポテンシャルを街としてマネジメントしていくことも非常に重要だ。大阪・関西万博では蓄エネルギーの一つとして水素蓄熱（A+PtG）が導入された。水素や蓄電池、モビリティと合わせて貴重な蓄エネルギーのポテンシャルである。

「需要家サイドから考える街づくり」という面では、環境意識の醸成と地域の声を拾い上げることも重要だ。弊社は地域住民とともにカードゲームを通して脱炭素の方法論を学べる「脱炭素まちづくりカレッジ」を開催。ワークショップでは周辺地域の課題を出し合ったり一緒に解決策を考えることで、意識共有を図り相互理解を深めることに努めている。

これからの脱炭素の街づくりに大切なことは、地域固有の環境に寄り添い自然を利用するとともに、制度や市場の状況を踏まえ、地域とレジデンス強化などの便益をにらんで、多様なエネルギーを適切に組み合わせることだ。あらゆる蓄エネルギーのポテンシャルを見いだして、街として統合的にマネジメントしていくことがポイントとなる。

需要家サイドから考えるこれからの脱炭素まちづくり

竹中工務店
スマートコミュニティ本部長
中村 慎氏



（エア・ウォーター）武内幸祐氏 大阪・関西万博のカーボンニュートラルに向けたクレジット調達の予定は、

（2025年日本国際博覧会協会 永見靖氏 会場内はカーボンゼロの電気、ガスはオフセットされたガスとクレジット付き都市ガスとなっている。一方、排出量はスコップ1、2で3000t規模。大きな割合を占めるのが会場内の自家発電と出入車両、そして大阪府咲洲庁舎で使用する電気。これらについて大阪府と市が地元企業と進めるクレジット創出事業から寄付を受ける。ニュートラルといえる状況になるのか、今のところ不明だ。

（ホンダ）青木健氏 新築物件でなく既存建築物でのスコップ3カテゴリ11削減はどんな対応があるか。

（竹中工務店）中村慎氏 建物の使用に関する排出量が対象になるが、建物の寿命が長期化することで、先ほど紹介した事例のように、改修によるZEB化や、空間の使い方を考える改修など、大きな変化が生じている。例えば、働く場所やコールド固定席でなく、ライフサイクルに合ったオフィス作りが盛んだ。エネルギー削減も、残業が減ってエネルギー消費が改善されればもある。クラウド型の後付けエネルギーマネジメントシステムも普及していくだろうし、一人ひとりの行動変容とい

意見交換



う部分ではスマホ向けパーソナルアプリなども使っていくことになるだろう。（NEC）稲垣孝一氏 スコップ3はどのようなデータで算定されているのか。

永見氏 基本的には「面積」や「金額」に「排出原単位」を掛けただけのもの。残念ながらまだ精緻に定量化できていない。武内氏 脱炭素製品に求められるデザインについてもう少し詳しく知りた

（大阪大学）下田吉之氏 脱炭素製品のデザインと市が地元企業と進めるクレジット創出事業から寄付を受ける。ニュートラルといえる状況になるのか、今のところ不明だ。

（ホンダ）青木健氏 新築物件でなく既存建築物でのスコップ3カテゴリ11削減はどんな対応があるか。

（竹中工務店）中村慎氏 建物の使用に関する排出量が対象になるが、建物の寿命が長期化することで、先ほど紹介した事例のように、改修によるZEB化や、空間の使い方を考える改修など、大きな変化が生じている。例えば、働く場所やコールド固定席でなく、ライフサイクルに合ったオフィス作りが盛んだ。エネルギー削減も、残業が減ってエネルギー消費が改善されればもある。クラウド型の後付けエネルギーマネジメントシステムも普及していくだろうし、一人ひとりの行動変容とい

脱炭素へ企業のポジティブな情報発信 重要

余剰電力の問題 真剣に考慮を



では難しい取り組みという面では、例えばサプライチェーンでの取り組みもあるが、そのほかにもCO₂を吸収するコンクリートや建設ロボットといった固有技術も業界として共同で開発する動きが出てきている。（パナソニック）下野隆二氏 ZEBの定義の中に人の発するエネルギーまでオフセットすることが求められているのか。

中村氏 ZEBの定義の中に含まれているわけではない。ただ空調負荷には人の行動による負荷、すなわち人体が発する顕熱と潜熱を処理する分が取り込まれている。加えて建物の中にいる人の数に合わせて取り入れる外気の処理が大きな負荷になる。これらの無くていいできない負荷を、エネルギーを極力使わないで処理する工夫が必要だ。（大阪ガス）中戸靖氏 日本はまだ環境意識が低いという指摘がある。企業は今後どういった発信をしていけばよいのか。

永見氏 環境意識という部分では、ライフスタイルの変化を促すような主張は日本でも難しくなってきたのではないかと。いまやエアコンの温度設定すら言いつらいような状況に陥っている。もう少し環境行動にストレートに響くような発信があってもよいのではないだろうか。

下田氏 企業の情報発信に求められることはポジティブであるということ。そもそもGXは脱炭素の新しいビジネスを起して、2050年頃に日本が世界経済をリードしていくという目的もある。非常にポジティブな話だが、なかなか伝わっていない。例えば、過去のインターネットの環境報告書には、自社の製品は環境負荷を出さず一方で、情報技術の普及によってモビリティのあり方が変わり、環境負荷の削減に貢献しているといった記述もみられた。真摯に取り組んでいる企業がポジティブな姿勢を前面に出すことは大切なことだ。

藤井康正氏 電力システムは日本全体をバックグランドとして考えるべきところから来ているのではないかと。巷には脱炭素、参入のしやすい業や研究が溢れ、一方で電気は余り始めている。余剰電力の問題に真剣に向き合う必要がある。CO₂原単位を時々刻々変える、屋間の電気料金は卸市場と同一レベルに下げると、託送料金を下げる、といった対策を考えなければ電力需給はミスマッチのまま進んでいきそうな状況だ。万博では余剰電力を見越した取り組みや蓄エネルギーの導入などが随所に見られた。エネルギーシステムのあり方をもっと提起していく必要があるだろう。

募集期間 2025年10月31日(金)ー2026年1月5日(月) ※17時必着

第53回 環境賞

主催：国立環境研究所／日刊工業新聞社
後援：環境省

環境を守り、未来につなぐ

「環境賞」は公害問題の解決が叫ばれていた1974年に創設されました。この間、環境保全や環境の質の向上に貢献すべく、時代の要請に応える優れた取り組みを表彰してまいりました。そして今、温暖化、資源の枯渇、生物種の絶滅など地球環境問題は深刻さを増し、身近な環境でも洪水などの甚大な気象災害も多発しています。こうしたなか、環境を守り、未来につなげる調査、研究、技術・製品開発、活動を募集し、画期的な成果をあげた個人、法人、団体・グループ等に環境大臣賞等を授与することにより、広く環境意識の啓発を図ることを目的に実施いたします。

【対象】
環境に関する調査、研究、技術・製品開発、活動等で画期的な成果をあげ、または成果が期待されるもので、本賞の目的にふさわしいものとする。
・脱炭素社会の構築に関するもの
・生物多様性をはしめとする自然環境の保全に関するもの
・循環型社会の形成に関するもの
・大気環境、水環境、土壌環境等の保全に関するもの
・化学物質の環境リスクの評価・管理に関するもの
・環境への取り組みによる災害の防止および減災に関するもの
・その他、環境保全や環境の質の向上に関するもの

【応募資格】
環境保全や環境の質の向上への貢献が認められる成果、または貢献が期待される成果をあげた個人、法人、団体・グループ等

【応募方法】
環境賞の公式ホームページから所定の申請書をダウンロードし、必要事項を記入してアップロードしてください。
<https://biz.nikkan.co.jp/sanken/kankyo/>
データ量が多い場合はご相談ください。

【発表・贈賞式（予定）】
2026年4月中旬に日刊工業新聞で発表し、6月の環境月間に都内で贈賞式を開催。
・環境大臣賞 1点
・優秀賞 1～2点
・優良賞 1～2点
※審査委員会特別賞を授与する場合もあります。

「環境賞」事務局 日刊工業新聞社 日刊工業産業研究所 〒103-8548 東京都中央区日本橋小網町14-1 TEL：03(5644)7117 FAX：03(5644)7294 E-mail：kankyo@nikkan.tech