

2026
September
Vol.74

I-NET

Contents

新たな取り組み

- 06 河川整備の将来像を共有するためのデジタルパス技術
- 04 ネイチャーポジティブ×地方創生の推進
- 02 TNFDコンサルティング「自然と共生した企業活動の支援」

Working Report

新たな取り組み

- 10 まちづくりの総合マネジメント
(西風新都梶毛西地区)
- 08 放射光でみるPFASの凝集構造

人と地球の未来のために

いであ株式会社

Column

グリーンインフラ推進戦略2030

～自然資本の価値を活かし、社会課題の解決へ～

大阪支社 理事 田井中 靖久

「グリーンインフラ※1推進戦略2030」は、2026年1月に「国土交通省環境行動計画(2025年6月策定)」の2030年度までの実行計画として策定されました。本戦略は、「グリーンインフラの活用が当たり前の社会」の実現を図り、2050年に向けて自然共生社会の実現を目指しています。

近年、国内外におけるウェルビーイングの向上や持続可能な土地利用、国土強靱化等の要請を背景に、自然を活用して社会課題の解決を図るNbS(Nature-based Solutions)が注目されています。一方で、その基盤となる自然資本※2は気候変動や生物多様性の損失によりその機能が揺らいでおり、環境を軸とした新たな経済・社会システムへの転換が求められています。こうした状況を踏まえ、グリーンインフラの取り組みを個別施策にとどまらず、分野横断的に各種事業や地域づくりへと適用を拡大していく方向性が示されています。

本戦略では、グリーンインフラを「自然の多様な機能を活用した社会資本」と定義し、ウェルビーイング向上への貢献等を明確に位置づけました。また、人と自然の関わりのなかで形成されるものとして、戦略的な計画・持続的な維持管理・多様な主体の参画によってその効果発現を最大化することが重要とされています。さらに、地域の特性・資源を踏まえた取り組みの推進、地域主体での推進、流域単位での広域的視点の導入も求められています。

効果の捉え方としては、環境的效果を基盤に社会的・経済的效果が重層的に積み上がり、最終的にウェルビーイングの向上へとつながる構造を示した点が特徴です。自然資本を基盤とした価値創出の考え方が、より明確に整理されたといえます。

これまで、グリーンインフラの活用は環境配慮を中心に推進されてきましたが、環境的效果にとどまらず社会的・経済的效果やウェルビーイング向上への貢

献まで含めた、多面的な効果の見える化や評価手法は十分ではありませんでした。本戦略では、①国民的な機運・理解の醸成、②多様な効果の見える化、③官民の取り組みを促進する環境整備、④資金調達の円滑化、⑤新技術・DXの活用、⑥国際展開を掲げ、評価手法やガイドライン整備とともにKPI(目標の達成度を測る指標)を設定し、多面的な価値を適切に評価する枠組みづくりを進めています。これにより、取り組み効果の社会的共有や普及促進、さらには民間投資の誘発が期待されます。

国土交通省の個別事業では、持続的で快適な都市・生活空間の形成、防災・減災、暑熱対策、生物多様性の確保、地域経済の活性化等7分野を対象に、「都市・道路緑化」「流域治水」「ブルーインフラ」等を推進しています。これらは多機能性、地域性、エコロジカルネットワーク、レジリエンスを備え、自然資本の活用による課題解決を目指すものです。

このように、インフラの評価軸は単一機能から多様な便益を創出する存在へと拡張しつつあります。グリーンインフラは自然を価値創出の基盤とし、複数の社会課題に応えるアプローチとして位置づけられます。自治体や民間事業者との連携により、地域ニーズに応じた具体的な実装と継続的運用が重要となります。

当社は、社会基盤形成と環境保全の総合コンサルタントとして、NbSの考え方にに基づき建設と環境を連携させ、自然の多機能性を活かした提案を行います※3。コベネフィット(副次的利益)の創出を通じて社会課題の解決とウェルビーイング向上に貢献しながら、グリーンインフラの普及・推進に取り組んでまいります。

※1 自然環境がもつ機能を活用して、社会課題や環境課題を解決しようとする考え方や取り組み

※2 社会や経済を支える自然そのものを「資本」として捉える考え方

※3 当社は、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の研究開発テーマ-1「魅力的な国土・都市・地域づくりを評価するグリーンインフラに関する省庁連携基盤」に共同研究開発機関として参画し、ウェルビーイングとグリーンインフラの評価方法に関する研究を進めています。

TNFDコンサルティング～自然と共生した企業活動の支援～

はじめに

しかし、環境省が2025年10月に公表した「生物多様性および生態系サービスの総合評価2028に向けた中間提言」では、わが国の自然は全体として損失が続き、生態系機能も回復に至っていないと指摘されています。このため、自治体や企業等のあらゆる主体が連携・協働して取り組むことが求められています。

バリューチェーン上流

自社の事業活動

バリューチェーン下流

依存

自然

生態系サービス

生物多様性を活かす

・土地利用・安定操業

・原材料・水・景観

・燃料・電気・自然ふれあい

↓

サプライヤー

資源の採取・加工・流通

↓

自社

原材料・水・エネルギー・土地の使用

↓

事業者・消費者

製品の販売・使用・廃棄

↓

・土地利用変化・汚染

・資源採取・外来生物

・気候変動

影響

自然

図1 TNFDで重要となる事業活動と自然との関わり

TNFD開示の現状と課題

TNFDのHPから集計すると、TNFDを採用した日本の企業数は国別で最多です。これは、日本企業が自然への意識が高く、自然や生物多様性に関するリスク・機会の情報開示において世界をリードする立ち位置にあることを示しています。

公益財団法人世界自然保護基金(WWF)ジャパンは、2024年にTNFD初期開示の傾向と課題を分析し、「TNFD開示の先例を作った点は評価されるものの、ネイチャーポジティブに結びつく開示か、という点で懸念を残す開示が散見される」と指摘しています¹⁾。

当社としても、既存の開示をみると、説得力のある開示はまだ少なく、企業にとってTNFDは専門知識・技術面でハードルが高く、表1のような課題があると認識しています。

表1 TNFD開示の課題

LEAPアプローチ※1	TNFD開示の課題
スコープの設定	ENCORE※2 頼みで根拠に欠ける 企業特性が反映されていないため、実態と合わない
I)自然との接点の発見	ENCORE頼みで、直接操業に決め打ちで依存・影響を分析 資源の調達先が不明なため、依存・影響の小さい自社工場を優先地域に選定
E)依存と影響の診断	複数ある依存・影響の比較が不十分で決め打ち傾向
A)リスクと機会の評価	重要度評価やシナリオ分析が未実施のケースが多い
P)対応と報告準備	リスク・機会と取り組みのつながりが不明瞭 (既存の取り組みの羅列) リスク管理、機会創出と関連した指標・目標が設定されていない

※1 TNFD提言が推奨する、リスクと機会を評価するアプローチ

※2 金融機関が産業別に自然との関わり(依存・影響)を分析するツール

当社が提供するTNFDコンサルティング

(1)TNFDに対する当社の考え

当社は環境分野の専門家集団として、国や研究機関を対象に、自然や生物多様性の評価や対策に関する業務・研究を行ってきました。こうした知見・技術を活かし、インフラ整備、化学、製造、商社・小売、製薬・医療、サービス業等、多様な業界の大手企業に対してTNFDを支援しています。

その経験から、現状のTNFD検討は情報開示を意識するあまり、「LEAPアプローチの順番や開示項目に囚われすぎている」「ツールに頼りすぎている」と感じています。当社はTNFD検討を「開示ルールに沿った義務作業」ではなく、「バリューチェーン全体と自然との関わりを俯瞰し、重要なリスクを低減して事業の持続性を高め、機会を創出して事業成長・企業価値向上につなげる取り組み」と捉えています。

(2)当社が提案するTNFD検討

支援企業との対話を重ねながら試行錯誤した結果、当社は図2の流れに沿った検討プロセスを提案しています。事業全体を網羅しつつ、合理的な判断で段階的に対象を絞り込み、重要なリスク・機会を詳細に分析することで、全体像が明確になると考えています。特に、環境負荷を必要となる土地面積で定量化する「エコロジカル・フットプリント」は、資源の調達先が不明でも統計情報から推定でき、事業活動と自然との関わりを統一指標で数値化できる点で有効な技術です。

TNFD検討を通じて、事業と自然との関係を俯瞰(①,②)⇒

リスク・機会の絞り込み(③)⇒優先地域での詳細分析・対策具体化(④)という一連の流れがつながっています(図3)。支援企業からは、以下のような喜びの声をいただいています。

【支援企業からの喜びの声】

- ・事業と自然との関わりが全体俯瞰できた
- ・どの事業種のどの事業活動で何に注意すれば良いか、数値で優先順位付けができ、関連事業部門・経営層に説明しやすい
- ・自然への依存に気付き、機会の創出を考えることができた
- ・一貫したストーリーで既存の取り組みを説明できた
- ・事業部門を巻き込めた

TNFD検討の先の展開

企業が事業を通じてネイチャーポジティブを実現し、事業の継続性、企業価値の向上を達成することは、自然を保全・利用して地域の社会・経済面の課題を解決するプレイヤーとなることを意味し、地域の持続可能性の維持・向上にも貢献します。そのため、TNFDへの対応を単なる情報開示のためのコストと捉えず、リスク管理や機会創出の観点から、自社の経営戦略に反映していくことが重要です。

海外では、自然がもつ多様な価値を定量化し、ネイチャークレジットとして取引する制度が整備されています。わが国でも自然共生サイトが法制度化され、取り組みの幅が広がりました。なかでも自然の回復・創出は、生物多様性の価値取引の試行対象とされており、企業にとってTNFDに取り組む大きなインセンティブになると考えています。

【引用文献】

- 1) 2024年TNFD開示の潮流と日本企業の対応状況～ベンチマーク調査結果に基づく傾向分析と今後の課題、WWFジャパン、2025年8月

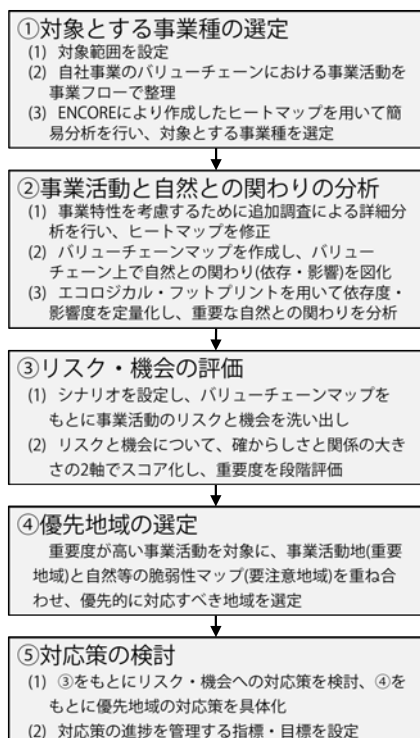


図2 当社が提案するTNFD検討フロー

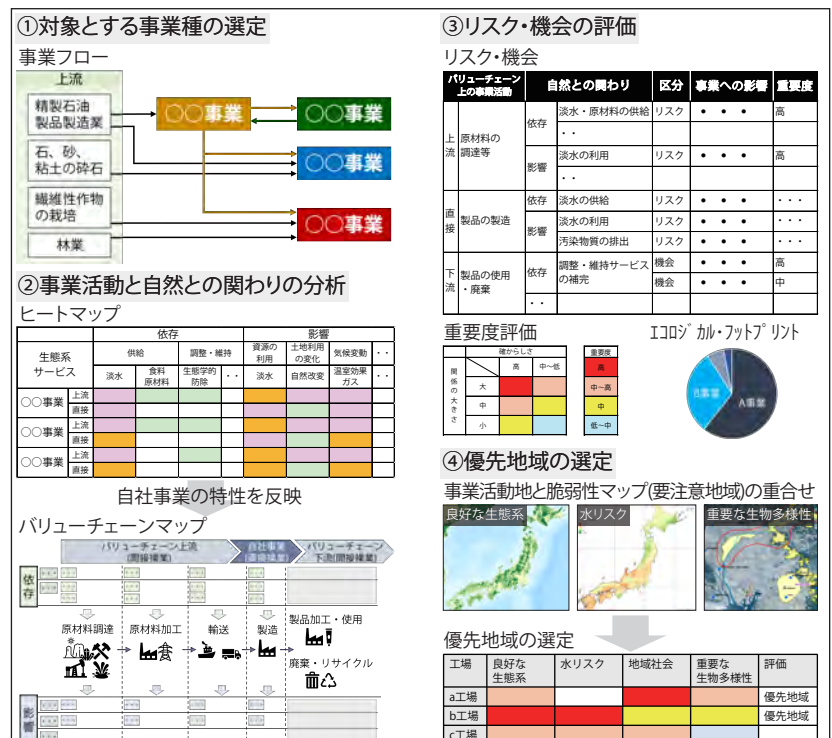


図3 TNFD検討成果のイメージ

Point

今、自然資源が豊かな地域では、地方創生にネイチャーポジティブを取り込むことで、自然資源の持続可能性を高めると同時に、付加価値創出型の経済や外部資金調達等、ネイチャーポジティブ経済への移行を見据えた地域づくりを進める良いタイミングとなっています。当社は、生物多様性・自然資本に関する技術を活かし、自然資本を核とした魅力ある持続可能な地域づくりに貢献しています。

ネイチャーポジティブ×地方創生の推進

国土環境研究所 地域共創推進部 菊地 心、幸福 智

はじめに

生物多様性の損失を止め、反転させ、自然を回復軌道にのせる「ネイチャーポジティブ」は国際目標となっています。日本でも、「生物多様性国家戦略2023-2030」を踏まえ、幅広い取り組みが進められています。なかでもビジネス分野では、企業の価値創造や資金調達(ファイナンス)とも関わることから、関心が高まっています。

ネイチャーポジティブ経済への移行や企業の取り組みは国際動向とリンクしていますが、地域にとっても決して他人事ではありません。2025年6月に公表された「地方創生2.0基本構想」では「地域の自然資源の豊かさと地域の価値を相互に高め合う、自然資本を核としたネイチャーポジティブな地域づくり」を、各省庁や関係団体のネットワークを通じて推進することが明記されています。こうした動きを踏まえ、地方創生、地域づくりにおいても、ネイチャーポジティブに向けた流れを取り入れることが進められています。

なぜ、ネイチャーポジティブ×地方創生なのか

生物多様性や自然を含む自然資本は、地域の暮らしや仕事の経営基盤を支える重要な資本の一つとして捉えることができ、地域の価値や個性、アイデンティティの源泉となるものです。地域住民だけではなく、あらゆるステークホルダーに価値を提供する、地域づくりにおける最も基本的で中心的な「経営資本」といえます(図1)。

分かりやすい例として、観光産業があります。インバウンドを含め、多くの人が地域の歴史・文化に触れる体験型アクティビティを楽しんでいます。こうした歴史・文化は、地域固有の自然条件を背景に醸成されたものです。さらに、自然資本から生み出される食料や原材料自体が観光の体験コンテンツとなります。歴史や文化を継承するために人材育成等の取り組みが強化されていますが、そもそもコンテンツを生み出す自然資本が健全であってこそ、効果が期待されるものといえます。

この価値を将来世代に引き継ぐには、自然資本を良好な状態で維持・管理する必要があります。日本の自然の

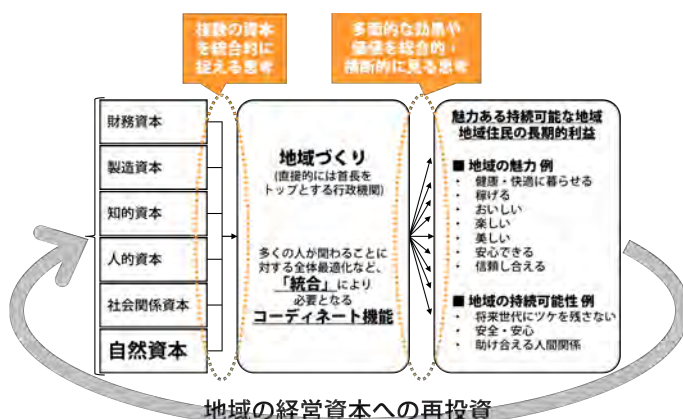


図1 自然資本を活かした地域づくりのイメージ

多くは、適度に人の手が入ることで保たれており、過剰利用だけでなく、利用が少なすぎる場合にも劣化する可能性があります。自然資本の状態は、地域の暮らしや仕事にも影響し得るリスク要因といえます。そのため、地域の自然資本を保全しながら、「ちょうどよく」自然を利用し続けられるネイチャーポジティブ経済を、地域の特徴を活かして構築していく必要があります。

地域が抱える課題

前述の概念をもとに、地域がネイチャーポジティブ×地方創生の具体的な取り組みを進めるためには、下記のような課題があります。

- 地域の自然資本の価値の把握
- 自然資本の維持・価値向上と地域の産業・社会とのつながり (自然資本への依存・影響)の把握
- 自然資本を「地域づくり」のなかで統合的に取り扱う体制の確保や役割分担

また、これらを理解して実務に落とし込むには、生態学・経済学・土木工学等、複数分野を高いレベルで横断して捉える専門性が求められます。さらに、地方創生と、地域の生態系管理の両方に関わる多様な実務経験が必要となります。

ネイチャーポジティブ×地方創生に向けた取り組み

こうした地域の実態を踏まえ、ネイチャーポジティブ×地方創生に取り組むには、次の3点が重要と考えます。

- ①自然資本がもつ多機能性を見える化する
- ②地域の経営資本として分野横断で戦略に組み込む
- ③多様な関係者を巻き込む

当社は、これまで培ってきた豊富な経験と技術を活かし、地域とともに、これらの取り組みを推進しています。

(1)自然資本がもつ多機能性を見える化する

地域にどのような自然資本があり、どのような価値をもつのかを把握するためには、自然資本が有する「多様な機能」を理解し、それを見える化することが有効です。具体的には、機能の地図化や、定量・定性評価(経済価値評価を含む)によって整理します。

当社は、JB03※等をはじめとする国の生態系サービス評価に携わってきた経験と、生態系分野の豊富な知見を活かし、地図化・評価を実施しています。地域によっては、独自のデータが不足していたり、調査データが特定エリアに限られていたりする場合があります。その場合でも、公表データを活用することで、地域の特徴や自然資本のポテンシャルを評価することが可能です。環境関連データを適切に解釈し、地域の皆さまの議論を進めるための土台をつくるサービスを提供しています。

※Japan Biodiversity Outlook 3:
生物多様性及び生態系サービスの総合評価2021

(2)分野横断で戦略に組み込む

自然資本の維持・価値向上と地域の産業・社会とのつながりを把握するためには、複数分野の課題を俯瞰しながら、自然資本の多機能性をどのように活かせるか、またどのような解決策につなげられるか、複数分野の施策や取り組みを横断的に捉える力が必要となります。

当社は、自然資本に関する高い専門性を活かし、土地利用や地域の課題・ニーズに応じたNbS(自然を活用した解決策)の活用検討や、自然資本のポテンシャルを引き出す生物多様性地域戦略等の策定支援等を行っています。

また、環境分野に加えて農業・水産分野(一次産業)や建設分野等、幅広い専門性をもつ技術者が集まっています。こうした知見を組み合わせ、自然の多機能性を活かした取り組みの実施意義やその効果を、ロジカルに説明するための施策提案も行っています(図2)。

(3)多様な関係者を巻き込む

前述のとおり、自然資本を「地域づくり」に組み込むことは事例も少なく難易度も高いことから、地域内外の多様な関係者を巻き込み、各種制度を上手く活用しながら、段階的に進めることが有効です。

当社は、国・自治体・民間企業の業務を幅広く担うとともに、地域に寄り添う伴走支援の知見とノウハウを豊富に有しています。例えば、民間企業にとっての取り組みメリットの提示、国の制度の活用方法、他部署を巻き込むための進め方等、地域や取り組みの特性に応じた進め方を提案し、実行までサポートします。

その際に、コンサルタントによる一方的な提案ではなく、地域の担当者・当事者がネイチャーポジティブの取り組みがどう地方創生の効果に結び付くのかを関係者に「自ら説明できること」が重要と考え、伴走支援による施策・取り組みの整理や、関係者とのワークショップを通じた共通理解の形成を支援しています。

おわりに

自然資本を保全・利活用して地域の社会・経済面の課題解決につなげ、地方創生効果を生み出すには、多くの主体との協働が必要となります。当社は、自然資本に関する専門的な知識・技術を活かして、地方創生への具体的な効果につなげていく戦略づくりや伴走支援に取り組んでいます。計画・評価の環境コンサルタントの立場からそれらを発展させ、地域づくりの一翼を担う新たなサービスを展開し、自然資本を核とした魅力ある持続可能な地域づくりに貢献してまいります。

[業務実績]
○地方創生とネイチャーポジティブ等環境課題の統合的解決支援事業
[内閣府 地方創生推進室]

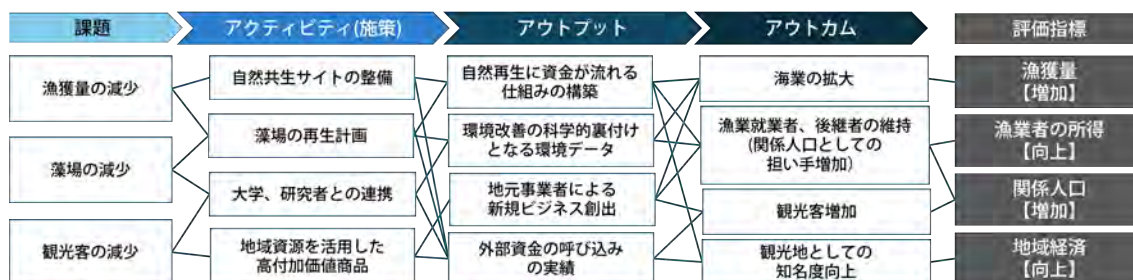


図2 ロジックモデルによる施策間連携効果の整理イメージ

Point

河川整備の将来像を関係者間で分かりやすく共有するためのデジタルパース技術を紹介し
ます。本技術を活用することで、専門知識がない方でも構想段階から整備後のイメージを直感
的に理解でき、関係者間での具体的な意見交換が促進されます。これにより、河川管理者、地
域住民、関係団体が共通の将来像をもとにして、合意形成を円滑に進めることができます。

河川整備の将来像を共有するためのデジタルパース技術

大阪支社 河川部 中平 歩、兵藤 誠

背景と課題

河川整備を円滑に推進するためには、国土交通省や地
方自治体といった河川管理者だけでなく、地域住民や河
川利用者、関係団体等、多様な立場の関係者が河川整
備の将来像を具体的に共有できていることが重要です。

特に近年は、防災・減災機能の確保に加え、環境への
配慮や利活用の促進等、河川整備に求められる役割が
多様化しています。そのため、専門的な内容を含む計画
であっても、関係者にとって理解しやすい形で示すことが
求められています。

しかしながら、従来のアナログパースや完成イメージ図
は、整備内容がある程度固まった段階で最終成果物とし
て作成されることが多く、一度作成すると修正に時間を要
するため、構想段階での複数案の比較や、関係者の意見
を反映しながら検討を進めることが容易ではありませんで
した。このため、一般の方にとっては整備内容を具体的に
イメージしにくく、意見を出しにくい状況が生じる場合もあ
りました。

デジタルパースを用いるメリット

デジタルパースの特徴は、完成イメージを示すだけでな
く、河川整備の検討過程に活用できる点にあります。階段
や舗装、樹木等の配置・形状、河道地形や景観を3次元
モデル上で随時調整できるため、構想段階から複数案を
比較しながら、関係者の意見や要望を反映して検討を進
めることができます。

また、利用者目線や管理者目線等、視点を切り替える
ことで、平面図や固定視点のイメージ図だけでは把握しに
くい動線・水辺へのアクセス性・空間の広がり・見通し等を
立体的に確認できます。さらに、整備前後の状況を同じ
視点から比較することで、整備による変化や周辺景観と
の調和も具体的に把握できます。

このように、デジタルパースは説明資料としてだけでなく、
整備上の課題や改善点を共有し、関係者間の検討を深め
るためのツールとして活用できます。

【デジタルパースを用いるメリット】

- ・構想段階から複数案を比較できる
- ・形状や配置を随時修正できる
- ・関係者の意見や要望を反映しながら検討を進められる
- ・利用者目線や管理者目線等、多様な視点から、動線・アクセ
シビリティ・見通し・景観との調和を立体的に検討できる

デジタルパースの活用事例

河川における水辺整備の構想を対象にデジタルパース
を作成し、関係者の意見交換に活用した事例を紹介しま
す。デジタルパースを活用したことで、河川管理者(国土
交通省・地方自治体等)が整備内容を視覚的に分かりや
く説明できるようになり、関係者(地域住民、関係団体
等)から具体的な意見や要望を得ながら計画を改善する
ことができました。

(1)整備内容の検討の流れ

本事例における河川では、水辺の安全な利用および地
域住民の利用促進に向けて水辺整備を予定しています。
水辺整備では、河道掘削や大規模な河川構造物等とは
異なり、関係機関等から、階段や舗装等の色・配置、現
地の景観との調和等、利用面を考慮したきめ細かな要望
が出されます。このため、河川管理者は、地方自治体や
関係団体等と協議・調整を重ねながら、整備内容を具体
化していく必要があります。

デジタルパースを活用することで、現地状況や整備内
容について直感的に空間のイメージをもつことができ、専
門性や立場の異なる関係者間でも円滑に合意形成を進
めることができました。検討の過程では主に以下の観点で
議論が行われました。

【主な検討事項】

- ・子どもや高齢者を含めた利用者の動線
- ・水辺へのアクセス性や安全性
- ・利用空間の広がりや見通し

また、関係者から細かな要望や新たなアイデアが出た
際は、デジタルパースに随時反映し、その場で意見を交
わせる環境を作ることができました。

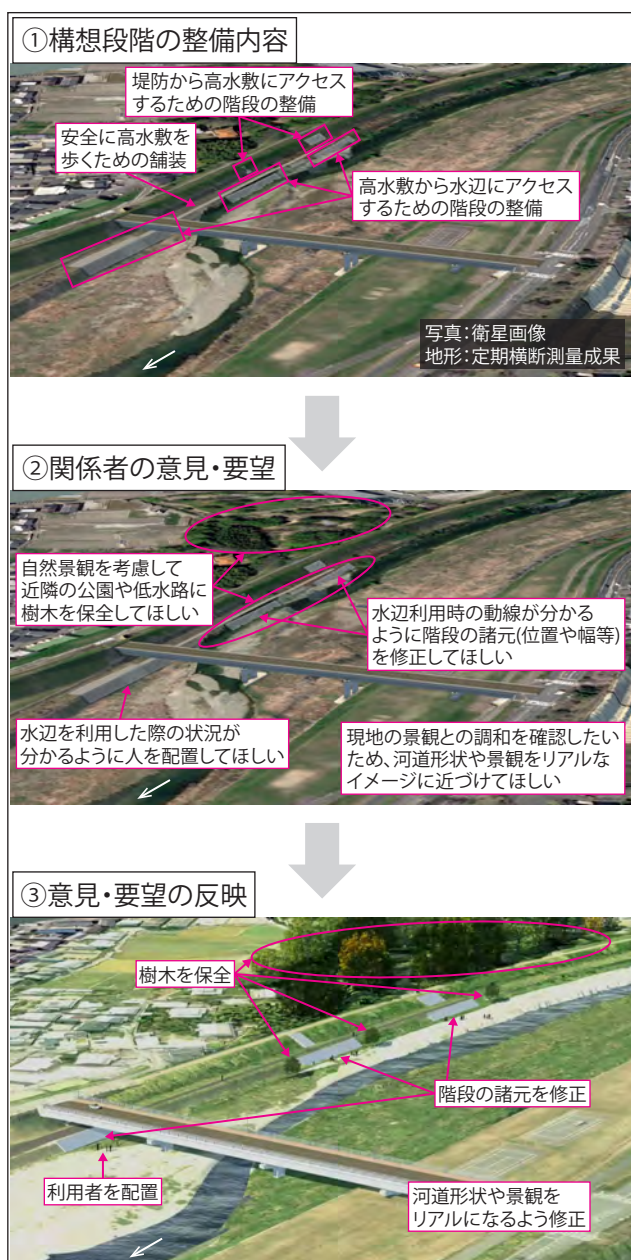


図1 デジタルパースを活用した水辺整備の検討手順

このように、デジタルパースを活用することで、構想段階での検討から、関係者の意見・要望の反映まで、整備内容を一連で検討することが可能になります(図1)。

(2)利用者・管理者の視点による整備イメージの確認

デジタルパースを活用することで、利用者目線や管理者目線等、多様な視点から整備前後の状況を確認することができます(図2)。

また、関係者との意見交換を通じて、整備内容に関する意見だけでなく、整備箇所周辺の動植物の生息環境や地域住民の活動状況等、計画検討に有用な情報を幅広く共有することができました。

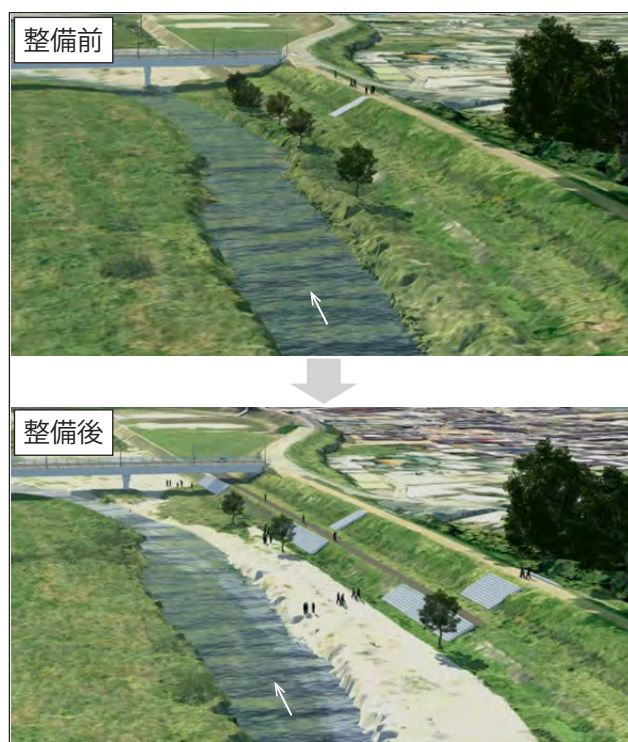


図2 利用者・管理者の視点で見る整備前後の比較

成果の多面的な活用

完成したデジタルパースは、計画検討段階にとどまらず、さまざまな場面で活用することが可能です。

【成果の活用例】

- ・国土交通省や地方自治体における内部検討資料
- ・地域住民説明会でのイメージ共有資料
- ・パンフレットや広報資料への展開
- ・学校や地域イベント等での啓発ツール

このように成果を活用することで、河川整備に対する地域住民の理解促進や親しみやすさの向上に繋がるとともに、整備後の姿や将来の活用シーンを広く伝えることができます。

おわりに

本デジタルパースは、航空写真、衛星画像、3次元地形データ等の既存データを活用し、AEC Collection※を用いて作成しました。デジタルパースは、完成イメージを示すだけでなく、河川整備の構想段階から将来像を可視化し、河川管理者、地域住民、関係団体等が共通のイメージを共有しながら意思決定や合意形成を支援するコミュニケーションツールです。当社は、河川計画・河川管理・自然環境に関する専門知識と3次元データ活用技術を融合させることで、構想段階から事業の検討を支援してまいります。

※Autodesk社が提供するBIM/CIMソフトのパッケージ。地形データの読み込み、構造物の設計、これらを組み合わせた統合モデルの作成等を一連で行うことができる。

Point

放射光X線散乱解析(WAXS/SAXS)により、PFASの凝集構造を分子・ナノスケールで解析しました。今回の解析から、 CF_2 基数・濃度・溶媒の種類が凝集体の形成や大きさに影響することが明らかになりました。また、従来の濃度分析では把握できないPFASの凝集状態を、放射光によって評価できることを確認しました。

放射光でみるPFASの凝集構造

環境創造研究所 化学部門 エコチル調査プロジェクト部 北村 龍史、リスク評価部 戸田 美沙、経営企画本部 宮本 信一

はじめに

ペルフルオロアルキル化合物およびポリフルオロアルキル化合物(以下、PFAS)は、1万種以上が知られる有機フッ素化合物の総称です。耐熱性・耐薬品性・難燃性・撥水性・撥油性等に優れ、日用品から産業用途まで幅広く利用されています。一方で、自然環境では分解されにくく、環境や生物への蓄積が社会的問題となっています。

近年、 CF_2 基数が大きいPFASでは、フッ素鎖同士が相互作用して自己集合し、凝集構造を形成するという報告¹⁾があり、注目されています。PFASが凝集体として存在する場合、土壌等への吸着、水中での移動、環境中での残留性が変化し、PFASの移動・分配・残留といった環境挙動に影響を及ぼす可能性があります。

本技術開発では、放射光を用いたX線散乱解析により、PFAS分子の凝集構造の確認を試みました。特に、分子構造の CF_2 基数(図1)・濃度・溶媒の種類が凝集構造形成に及ぼす影響について調べました。

解析方法

放射光は、光速近くまで加速した電子の進路を磁場で曲げる際に発生する強い電磁波であり、通常の光学顕微鏡では確認できないナノスケールの構造評価が可能です。

解析は、3GeV高輝度放射光施設NanoTerasu(仙台市、施設設置者：(国研)量子科学技術研究開発機構)のビームラインBL08において、4種類のPFASを対象に実施しました。X線広角散乱解析(WAXS)により、フッ素鎖同士の分子間距離や分子配列の秩序性を評価し、X線小角散乱解析(SAXS)により、凝集体の形成の有無および大きさを評価しました。両手法を組み合わせることで、PFASの凝集構造を分子・ナノスケールで総合的に評価しました(図1)。

【粉末試料】

PFBA(CF_2 基数：2、以下 CF_2 基数を括弧内の数字で示す)、PFNA(7)、PFDA(8)について、WAXS解析で凝集構造を評価した。

【溶液試料】

PFOA(6)、PFNA(7)、PFDA(8)を、メタノールおよびアセトニトリルに溶解した。1%・10%・100%(w/v)の3段階の濃度に調製した溶液をキャピラリーガラス管に封入し、SAXS解析で凝集体の形成を確認した。

放射光X線散乱解析で評価可能な内容

手法	サイズ	評価可能な内容
X線広角散乱解析(WAXS)	1nm未満	分子同士の近い距離での並び方(分子間距離、分子の配列状態)
X線小角散乱解析(SAXS)	約1~100nm	比較的大きな構造(凝集体の有無や大きさ)

PFASの種類(CF_2 基数)	鎖長	WAXS	SAXS
PFBA(2)	短鎖	○	
PFOA(6)	長鎖		○
PFNA(7)	長鎖	○	
PFDA(8)	長鎖	○	○

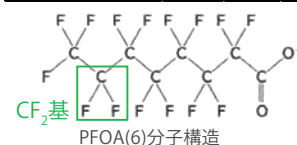


図1 放射光によるPFASの解析

みえてきた凝集構造

(1)WAXS解析結果(粉末試料)

粉末試料のWAXS散乱プロファイルと比較した結果、 CF_2 基数が大きいほど散乱強度に鋭いピークが検出され、分子配列の秩序性が向上する傾向が認められました(図2)。ただし、粉末試料は分子が高密度に存在する条件であるため、環境水や産業排水中の状態を直接反映しているとはいえません。

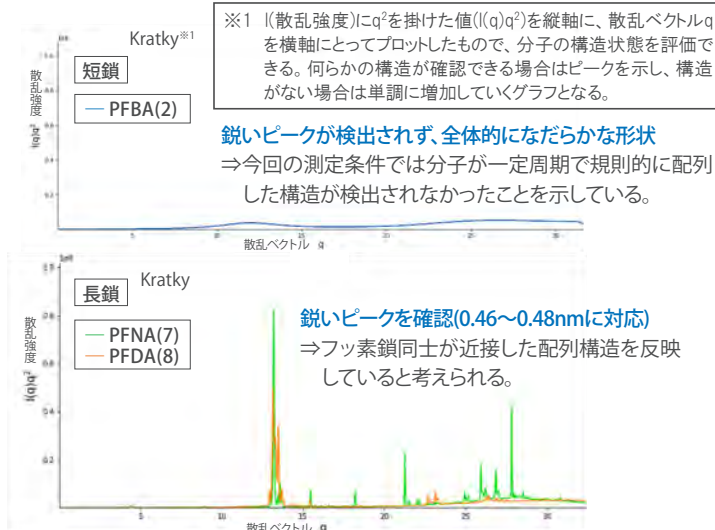


図2 WAXS散乱プロファイル(粉末試料)

(2)SAXS解析結果(溶液試料)

より現実的な環境条件を反映させるため、溶液状態での凝集体形成を評価しました。3種類の長鎖PFASを異なる溶媒・濃度で調製した溶液をSAXS解析し、得られた散乱プロファイルを整理しました(表1)。

表1 SAXS解析結果(凝集体由来のプロファイル検出結果)

PFAS濃度	溶媒	PFOA(6)	PFNA(7)	PFDA(8)
1%、10%	アセトニトリル	—	—	—
	メタノール	—	—	—
100%	アセトニトリル	—	+	—
	メタノール	+	+	++

—：凝集体を示す散乱プロファイル無し
 +：凝集体の示唆
 ++：明瞭な凝集体由来の散乱プロファイル

代表例として、PFDA(8)のメタノール溶液の解析結果を図3に示します。濃度1%および10%では散乱が観測されず、凝集体が形成されていないか、解析感度の限界により検出できなかった可能性があります。一方で、濃度100%では幅広いピーク状の散乱が観測され、凝集体の存在が示唆されました。この結果は、高濃度条件では凝集体に由来する散乱がより明確に検出されることを示しています。



図3 PFDA(8)の濃度別SAXSプロファイル(メタノール溶液)

溶媒の種類も凝集体形成に大きく影響する可能性が示されました。メタノール中では解析した全てのPFASで凝集体由来の散乱が確認されたのに対し、アセトニトリル中では、PFNA(7)のみで凝集体の存在を示す散乱が検出されました。

また、濃度100%のメタノール溶液では、CF₂基数の増加に伴い、推定凝集体サイズが段階的に増大する傾向がみられました(図4)。これは、粉末試料で確認された長鎖PFASの分子配列の秩序性の向上と一致しており、CF₂基数が凝集挙動を支配する主要因である可能性が示唆されました。

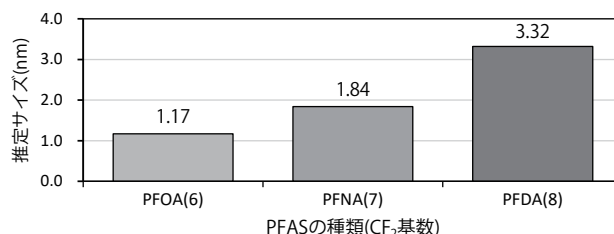


図4 CF₂基数と推定凝集体サイズの関係
 (メタノール溶液、ギニエプロット※2解析結果による整理)

※2 縦軸に散乱強度 $I(q)$ の対数 $\log I(q)$ 、横軸に q^2 をプロットしたものであり、データ点の傾きから凝集体のサイズを見積もることができる

知見の活用

PFASが単分子として存在するか、凝集体として存在するかによって、環境中での移動性や吸着性、処理工程における除去効率に異なる可能性があります。従来の濃度分析だけでは説明が難しい環境挙動が確認される場合、凝集構造の評価が原因究明の糸口となります。

今回、さまざまな条件下で得られたPFAS分子の凝集状態に関する知見は、活性炭、膜分離、イオン交換樹脂等を用いたPFAS除去技術の検討において、材料選定や処理条件の最適化に向けた基礎設計情報として活用できる可能性があります。

おわりに

今回は、放射光を用いたWAXS/SAXS解析により、PFASの凝集構造がCF₂基数・濃度・溶媒の種類に応じて変化することが明らかになりました。この結果から、PFASの環境挙動を理解するうえでは、濃度や化学的安定性に加え、凝集状態の把握も重要である可能性が示されました。一方、環境水や産業排水への適用には測定感度が不足しており、今後は測定の高感度化や試料濃度を高める検討が必要となります。

また、今回の解析・評価結果から、PFASを対象とした放射光分析の有用性が確認できました。放射光分析は環境分野にとどまらず、建設・生命科学・食品・材料等の幅広い産業分野への応用が期待されます。今後もNanoTerasuの放射光を活用し、既存技術の高度化や付加価値の向上を通じて、事業の発展と社会への貢献を推進してまいります。

本稿では、複数のPFAS分子が集まって形成された集合体を「凝集体」、その大きさや分子配列等の構造的特徴を「凝集構造」、凝集体の有無や形成の程度を含む試料中での存在状態を「凝集状態」と表記しています。

〔引用文献〕

- 1) Hasegawa, T.: Physicochemical Nature of Perfluoroalkyl Compounds Induced by Fluorine, The Chemical Record, 17(10), 903–917, 2017. DOI: 10.1002/tcr.201700018.

まちづくりの総合マネジメント（西風新都梶毛西地区）

中国支店 藤井 登、道路部 岡田 隆佑、桑原 愛、環境技術部 島田 翔眞、営業部 江良 康子、
九州支店 環境技術・生態部 高橋 恒太、大久保 慧、大阪支社 環境調査部 久保田 圭

せいふうしんとかじけにし

西風新都梶毛西地区では、民間開発によるまちづくりが進められています。当社はまちづくりの総合マネジメントを担い、土地利用計画の検討、地区計画の策定支援、環境影響評価と保全対策の検討等を通じて、まちづくりの推進に貢献しました。

※本業務は、株式会社日殖建設からの委託で実施しました。

はじめに

西風新都は広島市北西部に位置し、市中心部と直結する立地条件に恵まれた地域です(図1)。官民一体で整備が進められており、1994年のアジア競技大会の開催地としても知られています。

梶毛西地区は、広島市の上位計画において、民間開発事業者による計画的開発を推進する地区に位置づけられ、住宅と工業・流通機能等をあわせもつ複合的な土地利用が想定されています(図2)。一方で、本地区のまちづくりは社会情勢の変化を受けて長期間中断していました。その後、2022年3月に新たな事業者へ事業承継が行われ、事業が再開しました。

当社は2022年3月の事業再開時から参画し、総合マネジメントとして土地利用計画の検討、地区計画の策定支援、環境影響評価と保全対策の検討等を実施し、事業の円滑な推進を支援しました(図3)。

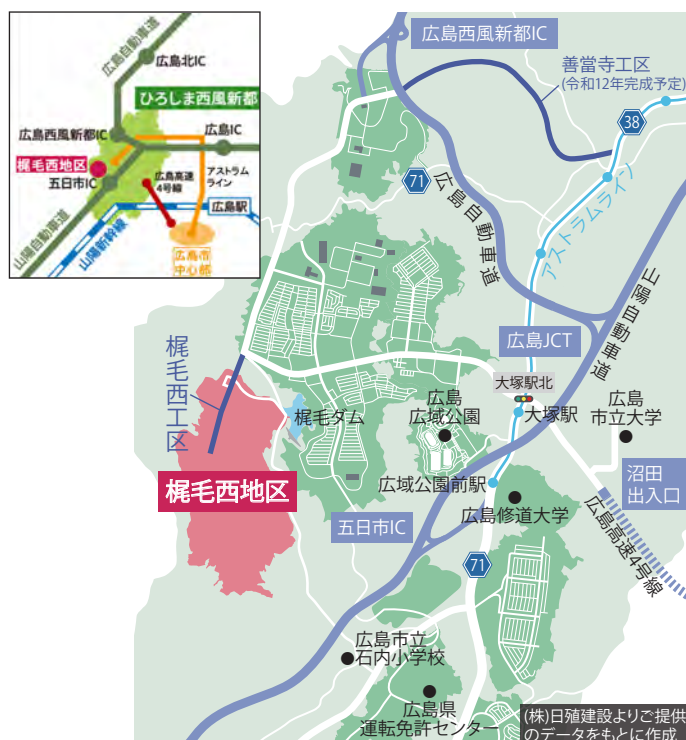


図1 西風新都梶毛西地区の位置

土地利用計画の検討

(1)主要検討事項

土地利用計画の策定にあたっては、関係機関との調整を踏まえ、開発区域、基本的な土地利用のゾーニング、道路・公園等の公共施設配置、排水ルート、水道・電気ガス等のライフラインの位置を適切に定める必要があります。本計画における主な検討ポイントは次の2点です(図4)。

【ポイント①】盛土規制法への対応

2023年5月の規制施行に伴い、溪流部での盛土が制限されました。そのため、当該区間は盛土を避けて橋梁構造を採用し、道路構造・ルートを見直しました。

【ポイント②】土砂災害区域への対応

広島市技術基準の規制強化により、土砂災害警戒区域での土地利用が厳格化されました。これを踏まえ、排水ルートは当該区域を避け、南側の梶毛ダムに直接排水する計画としました。

このように本計画では、法規制や地域特性を踏まえ、安全性を最優先とした土地利用を検討しています。



図2 梶毛西地区の開発概要

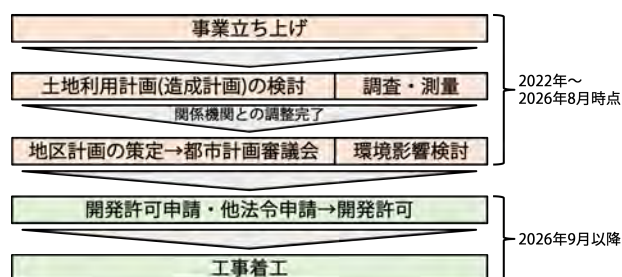


図3 開発事業の流れ



図4 土地利用計画の主な検討のポイント

(2)3Dモデル(BIM/CIM)による設計効率化

土地利用計画をもとに、広島市への開発許可申請を行います。本計画では、後工程(開発許可申請)のために設計の作業効率化が課題でした。そこで、BIM/CIM技術を活用し、土地利用計画の3Dモデルを作成しました。これを用いて縦横断面図作成や土量計算等を自動化し、大幅な効率化・省力化を実現しました(図5)。さらに、完成イメージの可視化により、事業説明や関係者との合意形成の円滑化にも寄与しています。

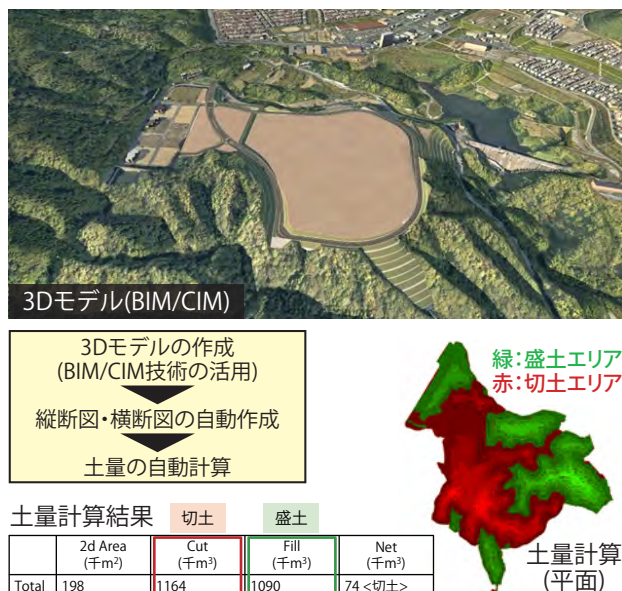


図5 BIM/CIM技術を活用した土量計算の自動化

地区計画の策定支援

地区計画は、地区の特性に応じた良好なまちづくりを推進するための計画であり、住民の合意に基づいて策定されます。土地利用計画に基づき、道路・公園等の公共用地の配置に加えて、建築物の用途や高さ制限等のルールを

法的に定めるものです。

当社は事業者と連携し、地域住民向けの地元説明会を複数回企画・運営しました。住民の意見を丁寧に収集し、地区計画へ反映することで、事業者と地域住民との合意形成を支援しました(図6)。その結果、梶毛西地区の地区計画は、第75回広島市都市計画審議会(2025年8月7日開催)において可決されました。



図6 地元説明会資料(抜粋)

環境影響評価と保全対策の検討

長期間休止していた事業を再開する場合、ステークホルダーや周辺環境の変化により、新たな課題が生じることがあります。本地区では、1994年に環境影響評価が実施されていましたが、今回の土地利用計画の見直しに伴い、再評価を実施しました。

具体的には、現地調査、予測・評価、環境保全措置の検討を行い、工事や供用後の環境配慮を確実にするための方策を整理しました。現在は、2026年度内の工事着手に向けて、必要な現地調査を継続しています(図7)。



図7 現地調査の状況(左:交通量調査、右:騒音・振動)

おわりに

西風新都梶毛西地区のまちづくりは、長期の休止期間を経て2022年に事業が再開され、昨年、広島市都市計画審議会にて地区計画が可決されました。当社の保有するBIM/CIM技術や地区計画・環境保全の知見等をまちづくりの計画に活用することで、円滑な事業の推進に寄与しました。今後も引き続き、西風新都梶毛西地区のまちづくりに貢献してまいります。



CORPORATE DATA

社会基盤の形成と環境保全の総合コンサルタント

商号 いであ株式会社
創立 1953 (昭和28) 年5月
本社所在地 東京都世田谷区駒沢3-15-1
資本金 31億7,323万円
役員 代表取締役会長 田畑 日出男
代表取締役社長 田畑 彰久
従業員数 1,112名 (2026年4月1日現在、嘱託・顧問を含む)



<https://www.ideacon.co.jp/>

事業内容

- 建設コンサルタント事業
河川・海岸・港湾・道路・橋梁の整備・保全、交通・都市・地域計画、防災・減災対策
- 環境コンサルタント事業
環境調査、環境評価・環境計画、自然環境の保全・再生・創造、環境化学分析、環境リスク評価、廃棄物・有害化学物質対策、食品分析、衛生検査、生命科学
- 情報システム事業
情報基盤の構築支援、防災・減災システム開発、気象・健康・生活情報の提供・配信
- 海外事業
インフラマネジメント、環境保全・創出



環境の会社が本気で作った 「いであの蜂蜜」

環境保全のプロとして、富士山麓で生態系保全と養蜂を融合したプロジェクトから、特別なプレミアム蜂蜜「北彩 HOKUSAI」誕生。深い森の中で人知れず咲き誇る花々の蜜を集めてできたこの蜂蜜は、ここにしかない特別な味わい。

美味しさと安全へのこだわり

- 養蜂場は全国的にも珍しい富士山麓の森の中 (忍野村・山中湖村)
- 水分調整や加熱処理なしの本物の天然蜂蜜
- 糖度が十分高くなるまで熟成させてから収穫
- HACCP認証取得施設で瓶詰めを実施
- 食品安全検査は外部機関と自社でダブル分析



商品ラインナップ

■紅富士 個性的! 100種類以上の植物の花蜜や樹液が蜜源、深い味わいと香りが特徴

■富士黄金 万人受け! 里山に咲く植物が主な蜜源でクセが少ない王道の蜂蜜

ご注文は当社Webサイトより承ります
<https://www.ideacon.co.jp/lifecare/>



本社 基盤本部
情報システム事業本部
環境創造研究所
食品・生命科学研究
施設・環境研究所
大沖 阪南支社
札幌 札幌支店
東北 北支店
福島 古支店
北名 古支店
中四 古支店
九国 古支店
山陰 古支店
システム開発センター
IDEA R&D Center
富士 研究所
富 研究所
営 研究所
海外事務所
連結子会社

〒154-8585 東京都世田谷区駒沢 3-15-1
〒158-0094 東京都世田谷区玉川 3-14-5
〒107-0052 東京都港区赤坂6-4-2
〒224-0025 神奈川県横浜市都筑区早渕 2-2-2
〒421-0212 静岡県焼津市利右衛門 1334-5
〒559-8519 大阪府大阪市住之江区南港北 1-24-22
〒905-1631 沖縄県名護市宇屋我 252
〒559-8519 大阪府大阪市住之江区南港北 1-24-22
〒900-0003 沖縄県那覇市安謝 2-6-19
〒060-0062 北海道札幌市中央区南二条西 9-1-2
〒980-0011 宮城県仙台市青葉区上杉3-4-43
〒960-8032 福島県福島市陣場町 9-3-102
〒950-0087 新潟県新潟市中央区東大通 2-5-1
〒455-0032 愛知県名古屋市中区入船 1-7-15
〒730-0841 広島県広島市中区舟入町 6-5
〒760-0074 香川県高松市桜町 1-6-4
〒812-0055 福岡県福岡市東区東浜 1-5-12
〒690-0061 島根県松江市白鷺本町 13-4
〒370-0841 群馬県高崎市栄町 16-11
Klong Luang, Pathumthani 12120, Thailand
〒401-0501 山梨県南都留郡山中湖村山中字茶屋の段 248-1 山中湖畔西区 3-1
青森、盛岡、秋田、山形、いわき、茨城、群馬、北関東、千葉、神奈川、相模原、富山、金沢、福井、山梨、飯田、長野、岐阜、恵那、静岡、沼津、菊川、豊川、三重、桑名、滋賀、神戸、奈良、和歌山、鳥取、岡山、下関、山口、徳島、高知、北九州、佐賀、長崎、熊本、宮崎、鹿児島、沖縄北部
ボゴール(インドネシア)、ロンドン(英国)

新日本環境調査株式会社、沖縄環境調査株式会社、東和環境科学株式会社、株式会社Ides、株式会社クレアテック、以天安(北京)科技有限公司

i-NET

SEPTEMBER 2026 Vol.74 (2026年9月発行)

編集・発行: いであ株式会社 経営企画本部企画広報部
〒154-8585 東京都世田谷区駒沢3-15-1
TEL. 03-4544-7603, FAX. 03-4544-7711
本冊子内容の無断転載を禁止します。

人と地球の未来のために —
いであ株式会社

お問い合わせ先

E-mail: idea-quay@ideacon.jp