2026年7月1日発行（毎月1回1日発行）通巻715号　ISSN 0389-1488

技術士PE

IPEJ Journal 2026. 7

特別企画

・スポーツ大会で進歩するテクノロジー特集

公益社団法人 日本技術士会
The Institution of Professional Engineers, Japan

日本技術士会 DEI 推進宣言

Ⅰ　目指す姿

日本技術士会は、多様・多彩な技術者、技術をつなぐプラットフォームとして、
誰もが能力を発揮し、
誰もがその人らしく生きられる社会の実現に貢献します

Ⅱ　趣旨

日本技術士会は技術士の品位の保持、資質の向上等を図ることにより、科学技術の向上や国民経済の発展、国際交流の推進に寄与し、さらには広く社会に貢献することを使命としています。

本会は多様な専門性を持つ高度な技術力と実践力を備えた技術士を擁し、この強みを活かすことで真価を一層発揮し、社会課題解決に貢献し得ます。

今日のような不確実性の高い時代において、本会の使命を果たし、強みを活かすためには、既成概念に囚われない柔軟な発想、多様な視点で社会課題の解決に向き合うことが必要です。

本会は、DEI[＊1]、すなわち多様性（Diversity）、公平性（Equity）及び包摂性（Inclusion）の推進により、すべての技術士が活躍し、社会課題の解決やウェルビーイング（Well-being）[＊2]の向上に貢献することを宣言します。

＊1）DEI（ダイバーシティ・エクイティ・インクルージョン）とは、多様性を包摂し、誰もが公平に活躍できる状態をつくり、新たな価値創出などの組織力を高めようという考え方
＊2）ウェルビーイング（Well-being）とは、肉体的・精神的・社会的に満たされた状態

Ⅲ　基本方針　～DEIを推進する３つの「シンカ」～

1．意識の深化 ～DEI風土・文化の醸成～

日本技術士会は、技術士や技術士を目指す方の多様性を高め、誰もが活躍できる風土・文化を醸成します。また、これらの方がDEI推進の意識を深め合えるよう支援します。

2．仕組みの進化 ～多様な技術士の活躍～

日本技術士会は、仕組みや取組みの進化により、性別、年齢等の多様な会員が活躍できる環境を拡大します。これにより、DEIを推進する行動の促進や多様な技術士の活躍につなげます。

3．社会貢献で真価 ～多様な技術による社会課題解決～

日本技術士会は、技術を通じたコミュニケーションの機会を増やし、本会内外でDEIを実践する活動の輪を広げ、社会課題の解決やウェルビーイングの向上につなげることで、私たちの真価を一層発揮します。

日本技術士会DEI推進宣言（概要図）

目指す姿
日本技術士会は、多様・多彩な技術者、技術をつなぐプラットフォームとして、
誰もが能力を発揮し、
誰もがその人らしく生きられる社会の実現に貢献します

Diversity（多様性）
性別、年齢、国籍、障害、知識、経験、専門性、価値観などの多様性を受け入れ、さらに高める

Equity（公平性）
すべての人が活躍できるよう、一人ひとりの個性や特性に応じた環境、ツールを公平に用意する

Inclusion（包摂性）
個性や特性のちがいを包摂することで、すべての人が能力を発揮し、組織全体で新たな価値を創出する

基本方針
DEIを推進する３つの「シンカ」
1．意識の深化　～DEI風土・文化の醸成～
2．仕組みの進化　～多様な技術士の活躍～
3．社会貢献で真価　～多様な技術による社会課題解決～

DEI（ダイバーシティ・エクイティ・インクルージョン）とは、多様性を包摂し、誰もが公平に活躍できる状態をつくり、新たな価値創出などの組織力を高めようという考え方

技術士
IPEJ Journal
2026.7〔特別号〕

CONTENTS

● MESSAGE

技術と技術者の値うち　上村剛士　3

■「スポーツ大会で進歩するテクノロジー特集」

スポーツ大会で進歩するテクノロジー
吉川武志・安藤　亘・稲垣拡之・大久保暁一・小澤明夫・枝村正芳　4

防災無線の限界をどう克服するか
ーサーフィンの聖地から始まるドローン防災の社会実装ー　熊田貴之・遠藤将利　8

国際スポーツイベントにおけるオーバーレイ電源サービス（分散型クリティカル電源）について　牧野俊亮　12

トップアスリートと伴に進化する競技用ウェア，レギュレーションについて　荻野　毅　16

スポーツ観戦を感動体験に変える最新スタジアムのテクノロジー　新井健太　20

大会関係者輸送計画におけるミクロシミュレーションの適用
杉本伸之・札本太一・吉池輝雄　24

スタジアム天然芝のための全自動地温制御システム　織茂俊泰　28

ウエアラブルデバイスとソフトウエアサービスの進化と将来展望　山田貴之　32

●会員の著作紹介　36

AI 中空次郎と番犬隊長の安寧未来対話　成島誠一

信号処理入門　馬場達朗

AI 用語図鑑　増井敏克

●編集室から　37

●会合・行事予定　38

● IPEJ NEWS　42

2026.7〔特別号〕

PE
IPEJ Journal

CONTENTS

● MESSAGE

The value of technology and engineers *UEMURA Goshi* 3

■ **Special issue for technological advancements in sporting events**

Technological advancements in sporting events
YOSHIKAWA Takeshi ANDO Wataru INAGAKI Hiroyuki
OKUBO Toshikazu OZAWA Akio EDAMURA Masayoshi 4

Beyond the limits of disaster radio systems：
Drone-based evacuation support in a coastal surfing destination
KUMADA Takayuki ENDO Masatoshi 8

Overlay power supply service（distributed critical power supply）at international sporting events *MAKINO Toshiaki* 12

Competition wear and regulations for top athletes *OGINO Takeshi* 16

Advanced stadium technologies for transforming sports viewing into emotional experiences *ARAI Kenta* 20

Application of Microscopic Simulation in Transportation Planning for Games Personnel
SUGIMOTO Nobuyuki FUDAMOTO Taichi YOSHIIKE Teruo 24

Optimum heating control system for stadium turf grounds *ORIMO Toshiyasu* 28

Evolution and future prospects of wearable devices and software services
YAMADA Takayuki 32

● Introduction of Books Written by the Members 36

● From the Editor 37

● Schedule of Events 38

● IPEJ NEWS 42

技術と技術者の値うち

The value of technology and engineers

上村　剛士
UEMURA Goshi

CQ出版社 トランジスタ技術編集部

技術雑誌の編集を20年ほど（回路技術者経験の後）。
わかりやすい記事の作り方布教活動などもしています。
uemura@cqpub.co.jp（X：@if_CQ_naka）

技術者のみなさんは，日進月歩で進化している技術の世界で，日々研鑽を積まれていることと思います。深さだけでなく，幅も広くなり，細分化され，より専門的になっています。そうやって専門家が技術力を高めるほど，その分野ジャナイ人からはより遠い内容となり，わかりやすく伝えることが難しくなります。技術の値うちはまちがいなく高まっているはずなのですが，職場（家庭？）では，専門的すぎてサイアクKY扱いされる可能性だってあり得ます。専門家ってたしかにそういう意味ですけど，それにしてもそんなバカな！？

私は，「トランジスタ技術」「Interface」（CQ出版社）という電気電子情報系の技術雑誌の編集をして20年ほどになります。編集といってもいろいろありまして，私の場合は自分で記事を書くのではなくて，技術者・専門家のみなさんに原稿執筆を依頼し，読者にわかりやすく興味をもってもらえるような記事に編集しています。つまり，専門家の技術を，専門外の人にわかりやすくお伝えする，いってみれば日々，専門家と専門外の板挟みの目にあう最前線の仕事です。笑

さて，原稿の編集ですが，なかなか難しいです。執筆する人は自分の専門について書くわけですが，編集は立場上専門外ですので，全部を理解することはできません。そんな状態でファースト・ペンギンとして原稿の世界に飛び込みます。原稿を前から読み解いていくことになるのですが，経験上，多くの原稿は全体像（特に図）が書いてないか，不十分です。書く人には既知で，読む人には未知のことを，書く人が事前に完全につかむのは難しいからだと思います。何の記事か全体像がつかめないのが一番わかりにくいです。

何の記事かだいたいわかってきた状態で原稿を見ると，そもそもこの記事，読者にとって何に使えそうなんでしたっけ？ という，記事や読者に対する値うちが書いていません。これはもうほぼ原稿には書かれていません。読むモチベーションはここにあり，書いてないことは編集できないのでヒアリングが必要になります。広くマッチングできるほど記事の値うちが出せます。

ここまで，記事の具体的な中身にはほとんど触れていませんが，たぶん中身についてはほぼ大丈夫なはずで，論理構成やツジツマを合わせながら，ミスやヌケを発見し，見どころを強調できるように編集しています。

そうやって「あの記事メチャメチャおもしろかったです！」「あなたがあの記事を書いた方ですか！」っていう反響をもらうほど，書いた技術者，読んだ技術者，そして技術そのものの値うちを高める貢献ができたんじゃないかなぁ…と思えるのが編集の醍醐味です（裏を返せば，技術者の方が発信されている情報は，もしかしたらわかりにくく伝わりにくくなってはいないか？ …などと気になったりします）。

技術者のみなさんは，人類が培ってきた技術の知識ネットワークを吸収され，最先端技術をご自身で実践されています。逆に，人類の知識ネットワークにご自身の経験を反映できるよう，記事や講演などの形で発信されると，その技術も技術者も世の中での値うちが高まるんじゃないかなぁ…といつも思っています。ぜひご自身の専門の技術を積極的に発信されるのはいかがでしょうか？ そして編集はそのアシストができるかとも思いますので，もし発信に興味をもたれた技術者の方がいらっしゃれば気軽にご相談いただければと思います。

スポーツ大会で進歩するテクノロジー

Technological advancements in sporting events

日本技術士会広報委員会　特別号担当
吉川　武志 YOSHIKAWA Takeshi　安藤　亘 ANDO Wataru　稲垣　拡之 INAGAKI Hiroyuki　大久保　暁一 OKUBO Toshikazu　小澤　明夫 OZAWA Akio　枝村　正芳 EDAMURA Masayoshi

本特集号では，「スポーツ大会で進歩するテクノロジー」をテーマとして取り上げた。最近のスポーツ大会ではさまざまな技術が用いられている。本特集号では，多岐にわたる具体的な課題解決の事例について，専門家による解説を紹介する。また，本稿においてスポーツの定義の拡張や，スポーツ分野における技術と倫理の関係について考察を試みた。スポーツを通じた技術の発展が人と組織の能力向上や産業の発展，街おこしに貢献することを期待する。

This issue focuses on "Technological Advancements in Sporting Events." As various technologies are increasingly used in recent sports, we present expert explanations on specific case studies for solving diverse challenges. We also explore the expanding definition of sports and the relationship between technology and ethics. We expect these advancements to enhance human and organizational capabilities, fostering industrial growth and community revitalization.

キーワード：スポーツテクノロジー，スポーツ用具，スポーツインフラ，生体データ計測，スポーツ倫理

1　はじめに

昨今，さまざまなスポーツの世界規模の大会やその予選が，世界各地で開催されるようになった。そこで，今回は「スポーツ大会で進歩するテクノロジー」を特集した。大会のたびに，新たに開発され，披露される技術があり，それらを見て驚くのも楽しみの一つとなっている。

本稿は特集号の企画・編集をする広報委員６名で執筆させていただいた。

2　特集の趣旨

現代のスポーツ大会は，さまざまなテクノロジーにより支えられている。競技そのものや大会運営に関わる多岐にわたる課題と技術について，どのような取り組みがなされているのか，実際に取り組まれてきた専門家の諸氏に，専門外の技術士の方にも分かりやすい解説をお願いした。

3　スポーツを取り巻く環境の変化

3.1　スポーツの定義とその拡大

（1）スポーツの定義

スポーツの定義はさまざまある。共通の想定は，

① 身体的な活動（精神的な活動を含む）

② ルールの存在（目標や結果の評価法を含む）

と考える。学校でスポーツを経験したわれわれが，スポーツの定義に悩むことは多くないが，いざスポーツとそれ以外を区別しようとすると，意外と難しいことに気付く。例えば，ぎりぎりの電車の乗り換えはスポーツに似ているが，スポーツとは考えない。朝のジョギングはスポーツと考える。

（2）スポーツの目的の変遷

古代には，神に奉納するためや，勝利を通じて名誉や地位を認めさせるために競技が行われたという。現代は，記録の更新，健康の増進，教育に加え，興行的要素（見て楽しむスポーツ）や関連産業等もスポーツ振興の要素として目的に加わっている。例えば，スポーツによる地方産業の創生（スキーリゾート等）が政策的に行われている。

スポーツ関連の商品やサービスは国際的にも成長産業分野となっている。

（3）スポーツの種類と定義の拡張の動向

旧GAISF（国際競技連盟連合，現在Sport Accord）が定義するスポーツの五つのカテゴリーは，有名である（**表１**）[1)2)]。

表１　スポーツのカテゴリー（分類）と例

分類	想定されるスポーツの例
身体（Physical）	陸上競技，水泳，球技等
マインド（mind）	チェス，計算・記憶力競技等
動力（Motorized）	自動車・航空機競技等
調整力（Coordination）	射撃，ゴルフ等
動物介在（animal-supported）	馬術，ポロ，犬ぞり競技等

※例は分類に該当しそうなスポーツを例示することを意図して，著者が加筆した。実際に加盟した団体等を表すものではない。

しかし，現在ではTVゲーム大会がeスポーツとして認知されており，例えば，室内用フィットネスバイクをインターネット上の仮想空間に接続し，世界中の参加者と競うバーチャル自転車レースなども登場している[3)4)]。また，賞金総額が10億円を超える大会も存在する。このように，従来のスポーツの定義には当てはめにくい，テクノロジーと融合した新たなスポーツが出現し，その領域は拡大しつつある。

3.2　スポーツ大会を支える技術の体系

産業化した現代スポーツを支える技術は，用具の技術にとどまらない[5)]。**表２**に現代のスポーツを支える技術の切り口と対応する技術を紹介する。

表２　現代スポーツを支える技術の切り口と例

技術の切り口	技術と適用課題の例
スポーツパフォーマンステクノロジー	トレーニング・分析：動作計測や解析など
	スポーツウェア・用具：材料の工夫や個人別最適化など
	コンディショニング：栄養や睡眠や医学的な管理など
スポーツエンバイロンメントテクノロジー	競技場・競技環境：スタジアムの整備や管理など
	記録計測・判定・大会運営：競技の審判やチケット販売など
	ドーピング検査・計量検査：出場資格の有効性確認など
スポーツエクスペリエンステクノロジー	配信・視聴体験：バードビューコース案内や多視点視聴など
	ファンエンゲージメントサービス：記録や試合予定の提示など
	eスポーツ：サイバースポーツ大会への参加や視聴応援など

3.3　スポーツのテクノロジーと倫理

（1）スポーツのルールと倫理と法

スポーツには，法律とは別に独立したルールがある。例えば，格闘技で相手を打撃したり，ラグビーでタックルしたりすることは，ルールに基づく限り許容される。さらに，競技ごとに理想の姿があり，スポーツマンシップやフェアプレーの精神などと呼ばれ，ルールの隙間を補完している。スポーツにかかわる技術者は，ルールを守るだけでなく，フェアプレーの精神を損なわないように配慮する必要がある。

（2）スポーツのテクノロジーと倫理

① スポーツパフォーマンス分野の倫理

この分野では技術の導入に伴い議論となることがたびたびある。高速水着，厚底シューズ，ドーピングなどである。選手の努力よりもテクノロジーにより記録が更新され，かつ，競技の公平性を損なったことが問題視された。事前に技術を評価し調整が行われ，公平に選手が利用できたケースもある（例えば，棒高跳びの棒の材質の変更，テニスラケットのフレームのサイズ・形状と材質の変更がある）。

② スポーツエンバイロンメント分野の倫理

この分野では，スタジアム設計など一般の法律が適用される場面が多い。一方で，計測や判定や記録の技術の進歩は，競技ルールや選手の訓練を変えてしまうなど，競技に影響を与える例がある。

テニスのイン／アウトの自動判定（ELC：エレクトロニック・ライン・コーリング）やサッカーのVAR（ビデオ・アシスタント・レフェリー）などである。これらは伝統的なスポーツマンシップの「人間の審判の判断は神聖で絶対とみなす」価値観から，「科学的・客観的なデータにもとづく公平な判定」の価値観に移りつつある。訓練においても，科学的データの利用が普及し，高度化と発展の途上にある。努力と精神力の価値観から近代化が計られている。

③ スポーツエクスペリエンス分野の倫理

この分野では，情報技術を用いた新サービスが誕生している。例えば，複数台のカメラ画像から

実際に撮影が不可能な視点からの画像を生成して提供する技術がある。スポーツ観戦者が，遠隔地から応援に参加する技術では，皆で一緒に応援を楽しむことができるようになった。生成加工された仮想空間の情報の体験では，観客や競技者に及ぼす安全面に配慮が必要となる。世界保健機関（WHO）は国際疾病分類で生活と競技の境界が曖昧になり，日常生活に支障をもたらす「ゲーム障害（Gaming Disorder）」を定義した[6)]。

4 各原稿の紹介

今回は，「スポーツ大会で進歩するテクノロジー」のテーマで，各部会・地域本部より７件の寄稿をいただいた。概要と各稿のポイントを表３に記す。

船舶・海洋／航空・宇宙部会推薦：サーフィンの国際大会における安全上の課題をドローン映像を用いて解決した事例が紹介された。

電気電子部会推薦：国際的スポーツ大会における放送用の電源の構成や構築と，構築の責任を負う組織などが紹介された。

繊維部会推薦：トップアスリート向けの新しいスポーツ用具の開発の経験と，新しい用具を規制する規則の変更への対応などの貴重な実経験が紹介された。

建設部会推薦：２件の寄稿があった。

新しい都市型スタジアム設計は，国際イベント開催や有事の避難所としての利用など，多目的を想定した設計が紹介された。

スポーツイベントにおける観客の動線や周辺の交通影響混雑状況の予想では，歩行者および車両のシミュレーションを行い，事前に課題点を整理して対策を行った事例が紹介された。

農業部会推薦：天然芝を使用するスタジアムでの天然芝の管理システムについて，スタジアムの日照および温度の環境条件に合わせて，天然芝の品種の選定も含めた設計が紹介された。

森林部会推薦：ウェアラブルデバイスの各種センサーのデータと人工知能の解析を組み合わせたパフォーマンス分析のシステムが紹介された。

表３　本特集における各原稿の概要

推薦部会・地域本部名	概　　要※
船舶・海洋／航空・宇宙部会	サーフィンの聖地である千葉県一宮町に導入されたドローン防災システムの事例を通じて，広域沿岸域における避難情報伝達の課題とその解決手法について述べる。従来の防災行政無線は海上利用者への情報の到達性に限界があり，実効的な避難誘導に課題があった。本システムはＪアラートと連動した自動飛行により，広域への避難広報とリアルタイム状況把握を同時に実現し，実災害時の稼働により有効性が確認された。
電気電子部会	国際的スポーツ大会における放送用の電源は，系統電源（電力会社からの電源）そのままでは認められず，信頼できる「オーバーレイ電源」をローカル組織委員会が構築しなければならない。「オーバーレイ電源」の構成や構築に関わるノウハウなどをご紹介する。
繊維部会	世界の大きなスポーツ大会で日本人アスリートの活躍が目立つ今日この頃，トップアスリートの努力もさることながら，彼らを支えるスタッフ，スポーツ用品，スキル向上テクノロジーと戦術・戦略など脈々と受け継がれてきた技術について，具体例を挙げ述べる。
建設部会	歩行者および車両のミクロシミュレーションモデルを用いて，大会の開閉会式時における関係者および観客の動線や周辺の交通影響について複数ケースの検証を行い，混雑状況や課題点を整理し，対策を検討した。大会は無観客となったが，数万人規模の計算実績を踏まえ，計画検討や合意形成を支援する技術として，万博等の大規模イベントや駅施設でも同技術を活用している。
建設部会	施設の老朽化や娯楽の多様化を背景に，観戦体験の高度化と都市との連携を重視した高付加価値型スタジアムを提案した。国際水準のICTインフラや統合演出システムを導入しつつ，振動対策や防災拠点機能といった社会的要請も充足。多目的利用による日常的な賑（にぎ）わいと，将来の更新性を備えた持続的運営のモデルを示した。
農業部会※※	標記システムはスタジアム天然芝の育成・管理に不可欠な地中温度を，埋設した配管に温・冷水を通し，日射・気温などを計測・予測し地温の最適制御を行うもので，日照状況や土壌構成などのパラメータでのカスタマイズ制御が可能である。その技術的特徴等の概要を記述する。なお本システムは日産スタジアム等多くのスタジアムで導入されている。（技術士 建設／総合技術監理部門）
森林部会※※	選手に装着するウェアラブルデバイスのGNSS/IMUセンサデータから，さまざまな事象を高精度に計測することができる。分析過程においてAIを活用した機械学習が用いられる事例を発展過程のスポーツ科学の現状とあわせて紹介する。（技術士補 情報工学部門）

※執筆者の原稿をもとに広報委員会委員が一覧用として整理した。　※※他部門の技術士／技術士補の推薦。

5 おわりに

スポーツでは人間が主役で能力や体力の限界に挑戦する。訓練の過程で得た精神的な鍛錬や学びがその人の人生に与える影響は大きい。チームの対戦では，集団の力の向上や組織的に戦略を構築する能力の向上を育む側面もある。スポーツ観戦は，同一の空間で歓喜の叫びと落胆の沈黙が交錯し，まるでテレパシーが存在しているかのような不思議な共感と，フロー状態（時間感覚を忘れるくらいに没頭した状態）を体験させてくれる。

未来に向けて考察すると，パラスポーツ競技での技術の向上に見られるように，肉体と機械の融合が進み，「身体の拡張」による，スポーツの新概念の萌芽（ほうが）が見られる[7)]。

さらに，eスポーツなどの「競技空間拡張技術」によって，時空の制約を超えた新たなスポーツやスポーツ産業が生まれつつある[8)]。

人工知能のシンギュラリティ（技術的特異点）（AI technological singularity）の到来が話題である。その後の世界の「労働の意味」や「機械と人の役割分担」が問われている。人間に対し，身体性（Embodiment）や精神性（Mentality）を伴う役割が重要視されるであろうことは想像に難くない。スポーツを通じて，人と組織が育むべき能力の向上や，その習得の方法に関する考え方や技術を発展させて，先取りすることは，日本の未来にきっと役に立つに違いない。

＜参考文献＞

1）SportAccord（2013）：“Definition of Sport”

2）J. García, C. Murillo：“Sports video games participation: what can we learn for esports?”. International Journal of Sports Marketing and Sponsorship, Vol.21, No.2, pp.273-285

3）国際オリンピック委員会：“オリンピック・eスポーツ・ゲームズ” https://www.olympics.com/ja/olympic-esports-games/（2026年3月18日閲覧）

4）ZWIFT：“ZWIFTレース” https://www.zwift.com/ja/racing（2026年3月18日閲覧）

5）V. Ratten：“Sport technology: A commentary.” The Journal of High Technology Management Research. Vol.31, No.1, 100383

6）WHO：“Gaming disorder” https://www.who.int/standards/classifications/frequently-asked-questions/gaming-disorder（2026年3月18日閲覧）

7）人間拡張コンソーシアム：人間拡張コンソーシアム白書 ～人間拡張技術が拓く未来のシナリオ～（1.0版），2025年10月，https://human-aug.com/wp/wp-content/uploads/2025/09/whitepaper_01.pdf（2026年3月18日閲覧）

8）稲見昌彦：超人スポーツの展望，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol.23，No.2，pp.53-56，2018，https://doi.org/10.18974/jvrsj.23.2_53（2026年3月18日参照）

吉川　武志（よしかわ　たけし）
技術士（経営工学／総合技術監理部門）

富士フイルム（株）メディカルシステム事業部
e-mail：takeshiyoshikawa555@gmail.com

安藤　亘（あんどう　わたる）
技術士（水産部門）

合同会社ECOS技術士事務所
e-mail：w-ando@ecos-moba.com

稲垣　拡之（いながき　ひろゆき）
技術士（航空・宇宙部門）

（株）SUBARU　航空宇宙カンパニー　民間航空技術部
e-mail：inagakihiroyuki@eagle.ocn.ne.jp

大久保　暁一（おおくぼ　としかず）
技術士（電気電子部門）

（株）関電工　技術開発部
e-mail：ookubo-t01@kandenko.co.jp

小澤　明夫（おざわ　あきお）
技術士（電気電子／総合技術監理部門）

（株）シーディーサービス
e-mail：Ozawa_7n4ezl@outlook.com

枝村　正芳（えだむら　まさよし）
技術士（繊維部門）

（株）ワールド　法務・品質統制部
e-mail：medamura@outlook.jp

防災無線の限界をどう克服するか
－サーフィンの聖地から始まるドローン防災の社会実装－

Beyond the limits of disaster radio systems：Drone-based evacuation support in a coastal surfing destination

熊田　貴之　遠藤　将利
KUMADA Takayuki　ENDO Masatoshi

本稿では，サーフィンの聖地である千葉県一宮町に導入されたドローン防災システムの事例を通じて，広域沿岸域における避難情報伝達の課題とその解決手法について述べる。従来の防災行政無線は海上利用者への情報の到達性に限界があり，実効的な避難誘導に課題があった。本システムはＪアラートと連動した自動飛行により，広域への避難広報とリアルタイム状況把握を同時に実現し，実災害時の稼働により有効性が確認された。本事例は，スポーツを契機として防災技術が社会実装される過程を示すものであり，沿岸自治体への展開可能性を有する。

This paper presents a case study of a drone-based disaster prevention system implemented in Ichinomiya Town, a coastal surfing destination. Conventional disaster prevention radio systems have limitations in reaching offshore users. The proposed system enables automated drone operations for evacuation announcements and real-time monitoring. Its effectiveness was validated during tsunami warnings. This case also illustrates how sports activities can drive the social implementation of disaster prevention technologies in coastal areas.

キーワード：ドローン防災，避難情報伝達，広域沿岸域，防災行政無線補完

1　はじめに

我が国において，スポーツは単なる競技活動にとどまらず，地域の魅力を高め，多様な人々を惹きつける社会的基盤としての役割を担ってきた。一方で，スポーツの発展とともに人の集中や活動の高度化が進み，安全確保に対する要求も年々高まっている。特に自然環境を舞台とする競技においては，環境条件の変化が競技の成立に影響を及ぼすとともに，事故や災害時には人命に直結する課題となる。しかし，現行の防災行政無線は，広域沿岸域や海上利用者に対しては情報の到達性に限界があり，津波発生時における避難誘導の実効性には構造的な課題が残されている。これは全国の沿岸自治体共通の課題でもある。このような環境下では，迅速かつ確実な情報伝達と行動判断を可能とする仕組みの整備が不可欠である。

千葉県一宮町は，国内有数のサーフィン場として知られ，東京で2021年に行われた国際的スポーツイベントの競技会場にも選定された地域である。競技の国際化や来訪者の増加に伴い，従来以上に高い水準での安全対策が求められるようになった。こうした背景に加え，東日本大震災以降，我が国では津波をはじめとする大規模災害への備えの重要性が再認識されている。そこで同町において，これらの課題を解決する手段としてドローンを活用した防災ソリューション「BEPポート｜防災システム」（**図1**）[1] を採用・導入し，実績も確認されている。

図1　ドローンポートシステムの運用状況

スポーツ大会の開催や競技の国際化は，安全確保の水準を引き上げるとともに，新たな技術導入を促進する契機となる。本稿では，一宮町におけるドローン防災ソリューションの導入事例を通じ

て，スポーツを契機とした防災技術の社会実装とその効果について述べる。

2 「BEPポート｜防災システム」の紹介

本システムは，遠隔統合制御基盤であるBEP（Blue Earth Platform）を基盤とし，複数のドローンを統合的に制御するとともに，外部システムとの連携を前提として設計されたものである。特定の信号や事象をトリガーとして，ドローンの離陸・飛行・広報・情報取得といった一連の動作を自動的に実行することにより，災害時における迅速かつ確実な対応を実現する。

本システムの開発背景には，災害発生時に自治体が直面する運用上の課題がある。すなわち，①迅速な初動対応，②被災状況の迅速な把握，③住民等への確実な情報伝達，の三点である。これらは従来，人手や現地対応に依存する部分が大きく，災害発生直後の混乱下においては対応の遅れや安全確保の難しさが課題となっていた[2)]。

これらの課題を解決するため，本システムでは，外部の防災情報システムと連携し，災害発生のトリガーに応じてドローンが自動的に飛行・広報・情報収集を行う仕組みを構築している。具体的には，全国瞬時警報システム（Jアラート）と連動してドローンが自動離陸し，あらかじめ設定された経路を巡回しながら避難広報を実施する機能を有する。また，飛行中のドローンは同時に映像取得を行い，被災状況をリアルタイムで把握することが可能である。これにより，職員の現地出動が不要となり安全確保と省人化を同時に実現し，これは初動対応のみならずその後の持続的な防災体制の構築にも寄与する。従来の防災無線と比較して，①自動化により即応性が高く，②海上のサーファーへの情報到達性も高く，かつ③職員の安全性も高まっている。

システム構成としては，まずJアラートの発報を契機として，BEPが各ドローンポートに対して起動指示を送信する。これを受けて，各ドローンポートに配備されたドローンが自動離陸し，事前に設定されたルートに沿って巡回飛行および避難広報を実施する。平常時においては，ドローンはポート内で待機し，自動充電により常時出動可能な状態を維持している。飛行中に取得された映像データは，遠隔地からリアルタイムで確認できるとともに，国内リージョンのクラウドサーバーに蓄積・管理される（**図2**）。主な技術仕様を**表1**に示す。

なお，本システムは自動運用を基本としながら

表1　主な技術仕様

項目	内容
ドローン飛行時間	約30分（※）
ドローン飛行速度	12 m/s（※）
ドローン搭載機器	可視光カメラ サーマルカメラ スピーカー
撮影データ保存方法	クラウド共有 （国内リージョンに保存）

※：選定するハードウェア仕様に準じる

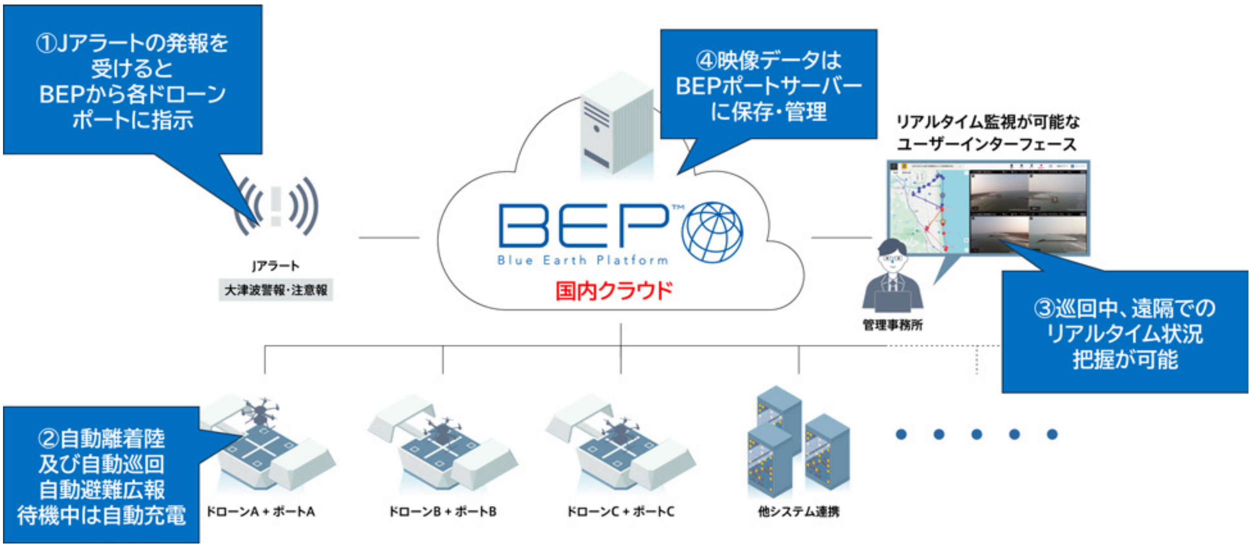


図2　「BEPポート｜防災システム」のシステム構成

も，必要に応じて手動介入が可能な構成としている。これにより，災害状況に応じて特定地点の重点的な監視や詳細確認を行うなど，柔軟な運用が可能である。

以上のように，本システムは，災害発生時に求められる「迅速性」「確実性」「安全性」を同時に満たすことを目的として設計されたものであり，スポーツイベント等で人が集まる環境における防災・減災対策として有効に機能するものである。

3　一宮町への導入事例紹介

一宮町では，将来的に発生が懸念される南海トラフ地震に備え，津波災害を想定した防災対策の強化が求められている。南海トラフ地震は今後30年以内に高い確率で発生するとされており，太平洋沿岸に位置する同町においても，迅速かつ確実な避難誘導手段の確立は喫緊の課題であった。しかし，一宮町の海岸線は約7.5 kmに及び，従来の防災行政無線のみでは，広範囲にわたる沿岸利用者に対して十分な避難指示・誘導を行うことが難しい状況にあった。特に，海上にいるサーファーに対して，従来の防災無線のみでは確実な情報の伝達が難しく，また人的な情報伝達手段では迅速性に欠けるだけでなく職員の安全性の課題もあった。

こうした課題に対し，一宮町は，東日本大震災以降に津波対策を進めてきた宮城県仙台市の取り組みに着目。仙台市では，津波発生時における避難広報と状況把握を目的として，ドローンを活用した防災システムの導入・整備が進められており，本分野における先行事例として全国的に注目され，その有効性が確認されていた。一宮町は，こうした先行事例と技術的知見を踏まえ，2025年４月に本システムを導入した[3]。

一宮町では本システムの導入にあたって，7.5 kmの範囲をカバーするために，ドローンは２台同時運用として配置され，それぞれのドローンおよびドローンポートは一宮町役場から管理・制御できるよう構築された（図３）[4]。

導入後，実際の津波注意報・警報発表時において，その有効性が確認された。2025年７月に発生したカムチャツカ半島沖地震に伴う津波注意報・警報の際，システムが自動的に稼働し，海岸利用者への避難呼びかけおよび状況確認を実施した。この結果，職員が現地に立ち入ることなく，海岸利用者の避難状況をいち早く確認することができた。実際の津波注意報・警報時に自動稼働し，実運用下で有効性が実証された点は，本システムの実用性を裏付ける重要な知見である。

このように，従来の防災無線や人手による巡回では対応が難しい広域・同時多発的な状況に対し，本システムは初動対応の迅速化と安全性の両立が可能であることが示された[5]。

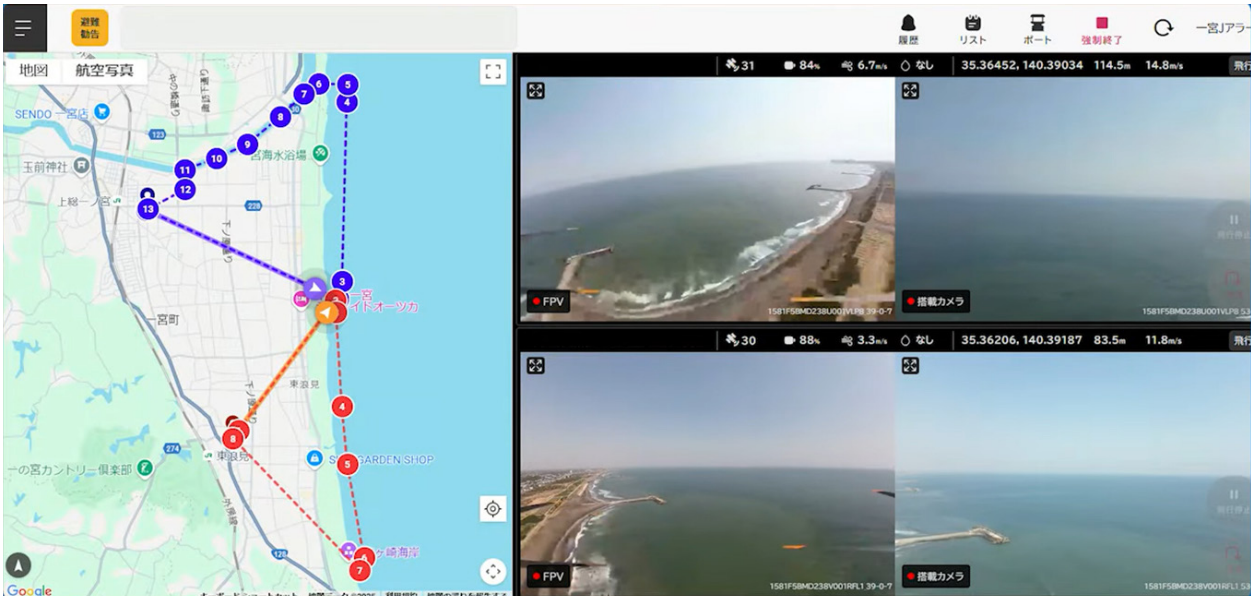


図３　遠隔からの統合管理・リアルタイム状況把握画面

4 まとめと今後の展望

本稿では，サーフィンの聖地である千葉県一宮町におけるBEPポートを活用したドローン防災システムの導入事例を通じて，スポーツを契機として防災技術が社会実装されていく過程について述べた。本技術は既存の防災無線や人による情報伝達と比較して，「迅速」「確実」「安全」に情報伝達が可能であること，さらに広範囲のリアルタイムな情報収集が可能なシステムであり，導入された現場での稼働状況も評価されている。

本取り組みは，消防庁における「災害情報伝達手段としてのドローン活用」に関する検討とも整合するものであり，今後の自治体整備指針に資するものと位置付けられる。本技術は，防災行政無線の限界を補完し，その限界を克服することで，広域沿岸域における避難情報伝達の実効性を飛躍的に向上させるものである。今後，消防庁の整備方針とも連動し，全国の沿岸自治体における標準的な防災インフラとして，導入が進む段階に入っている[6)]。

本事例で示された課題は，一宮町に限らず，広域の海岸線を有する自治体や観光・スポーツ利用が活発な地域において共通しており，全国に適用可能な標準モデルとなり得る。

今後の展望として，我が国における防災・減災の重要性が一層高まる中，ドローンを活用した迅速な情報伝達および状況把握の仕組みは，津波災害に限らず林野火災等の他の災害分野への応用や，平常時の利活用も見込まれる。

本稿が，同様の課題を抱える地域における取り組みの一助となることを期待する。

＜引用文献＞

1）“BEPポート｜防災システム”，
https://blue-i.co.jp/bepport_bousai/
2）“防災対策のデジタル活用が進む，いっぽう自治体が抱える大きな課題”，Forbes Japan編集部，
https://forbesjapan.com/articles/detail/64841
（2026年3月24日参照）
3）“津波警報下で稼働した“避難広報ドローン”一宮町防災担当者が語る効果と今後の期待”，
https://blue-i.co.jp/cases/ichinomiya/
4）“Jアラート連動，避難広報と状況把握を完全自動化「BEPポート｜防災システム」”，
https://youtu.be/lhlh0J495S8
5）“ブルーイノベーション，「BEPポート｜防災システム」本格提供開始”，
https://blue-i.co.jp/news/release/20250520.html
6）“ブルーイノベーション，消防庁検討事業「災害情報伝達手段としてのドローン」の有効性を実証”，
https://blue-i.co.jp/news/release/20260324.html

熊田　貴之（くまだ　たかゆき）

博士（工学）
ブルーイノベーション（株）代表取締役社長
e-mail：info@blue-i.co.jp
TEL：03-6801-8781
FAX：03-6801-8782

遠藤　将利（えんどう　まさとし）

博士（工学）
ブルーイノベーション（株）ソリューション本部
e-mail：同上
TEL：同上
FAX：同上

国際スポーツイベントにおける
オーバーレイ電源サービス（分散型クリティカル電源）について

Overlay power supply service (distributed critical power supply) at international sporting events

牧野　俊亮
MAKINO Toshiaki

国際スポーツイベントにおけるオーバーレイ電源は，停電や瞬時電圧低下（瞬低）が許されない電源であり，信頼性，安全性，拡張性を確保するための方策として発電機，無停電電源装置（UPS）などを活用して構築する。これらは近年頻発する自然災害などに対する，電力レジリエンス向上に資する技術としても応用可能であると考える。

Overlay power supplies at international sporting events are critical power sources where momentary voltage drops and power outages are unacceptable. Therefore, to ensure reliability, safety, and scalability, generators, uninterruptible power supplies (UPS), and other technologies are utilized. We believe these technologies can be applied to improve power resilience against natural disasters, which have become increasingly frequent in recent years.

キーワード：オーバーレイ電源，電力レジリエンス，電源品質

1 はじめに

筆者の勤務先では，2002年以降に開催された国際的なスポーツイベント用仮設電源サービス（以下，オーバーレイ電源）を数多く手掛けてきた。国際スポーツイベントでは，電源の信頼性確保のためオーバーレイ電源が必須となっている。スポーツイベントを統括する多くの国際組織が欧州に存在していることもあり，欧州の電力事情により電源の信頼性が懸念されるからである。この電源は，国際組織との契約により大会組織委員会が準備しなければならない。無停電電源装置（UPS）が必要となるが，UPSを利用するとコスト増につながるため，世界的にはレンタルの仮設発電機で運用することで信頼性とコストの折り合いをつけている。国際スポーツイベントの電源設備についての実例を取り上げる。

2 独立電源方式と既存システムの活用

国際スポーツイベントのオーバーレイ電源は，競技種別によりいろいろな方式がとられている。国際組織からの要求により，基本的には，発電機による独立運転方式とし，併せて雷害対策を実施している。発電機が停止する恐れがあり，対策としては，ここ最近の技術の向上により，既存の受変電設備，発電機，UPSなども利用してオーバーレイ電源を構築することもある（図1）。

大会を主催する国際組織により電源システムの要求が異なるが，2002年のサッカー大会や2007年のノルディックスキー大会，大阪での陸上競技大会では独立電源方式で電源供給をしている。

また2025年の陸上競技大会や延べ45会場で異種の競技をするような場合の電源構築では，種目ごとに要求事項が異なり，電源供給方式は既存の受変電設備を活用している。

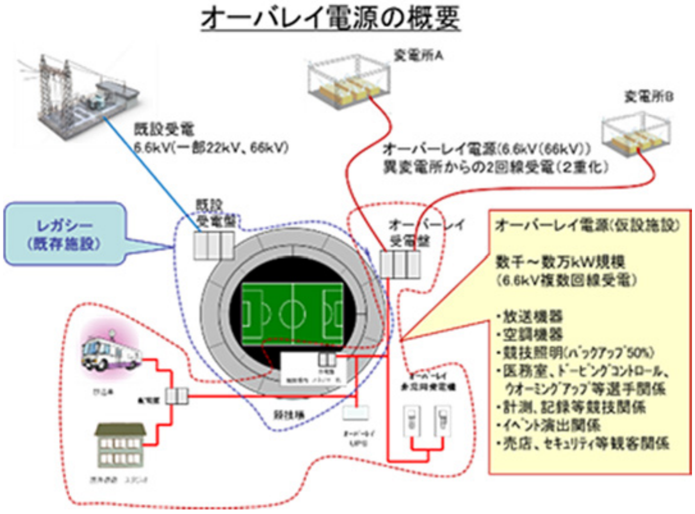


図１　オーバーレイ電源の概要

オーバーレイ電源サービスは，大会の成功に欠かせない電源システムとして設計，施工，運用，保守そして撤去までを実施しなければならない。このような過程で直面した課題と対策について，次章以降で紹介する。

3 テクニカル電源とドメスティック電源

国際スポーツイベントにおける仮設電源は，大別して次の２種類がある。

・テクニカル電源

停電や瞬時電圧低下（瞬低）を起こしてはいけない電源であり，記録保持装置やTV放送機器関連（競技場内カメラなども含む）に供給される。

・ドメスティック電源

電力会社から臨時で受電し，ホスト放送局，ライツホルダーの仮設建物や空調設備，放送機器以外の仮設施設（ミックスゾーン，アナウンサープラットホーム，コメンタリーポジションなど）への電源として供給される。

この２種類の電源が，オーバーレイ電源サービス（分散型クリティカル電源）の基本となっている。

4 独立電源方式によるサービス

オーバーレイ電源サービスは，基本的に仮設発電機から電源を供給する。2002年から2007年までの大会では独立電源方式を基本としてテクニカル電源の供給を行った。以下概要を説明する。

発電機は，基本３台のシステムを採用している。必要な電源容量を１台で賄えるように発電機容量を選定する。常時２台で並列運転をして，１台は予備とする。発電機が故障などで停止した場合は１台で運転し，予備が並列運転を開始することでリスクを回避する。その後は２台で並列運転をして平常運転に回復する。また，故障した発電機はレンタル会社の倉庫で待機している発電機と交換する。発電機が１台運転になった場合の電圧，周波数変動は，機器が停止しない範囲とし，工場試験において機器に影響がないことを事前に確認した（図２）。

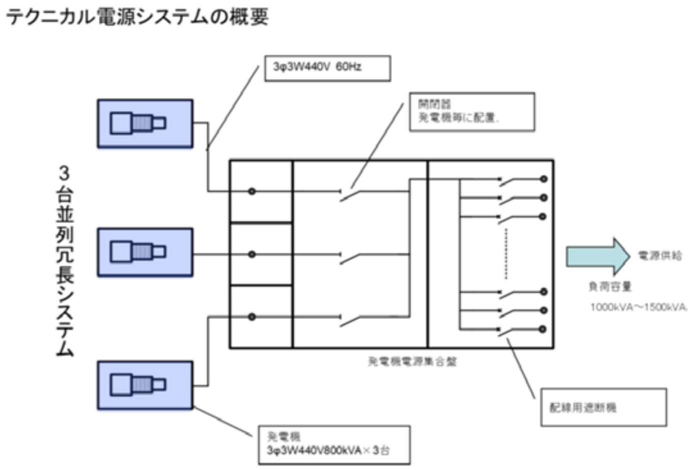


図２　テクニカル電源の概要

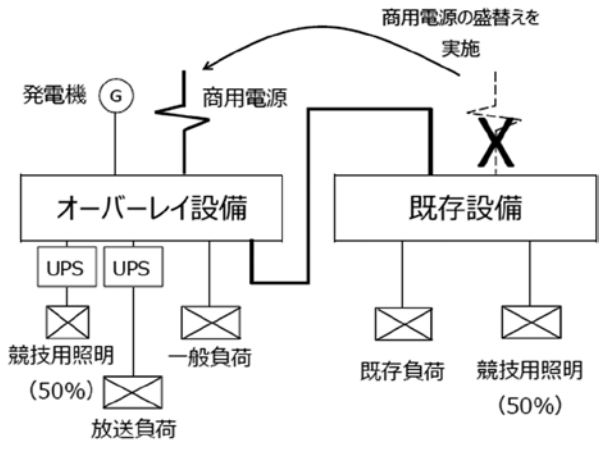
5 2021年大会における電源構築

2021年の大会では，延べ45会場で異種の競技をするための電源構築が要求された。

設備容量が大容量である点や常時発電機を運転することで発生するばい煙や化合物などによる環境汚染などへの配慮が必要とされた。大会のテーマとして環境にやさしい電力供給をする必要があり，電力会社から供給される商用電源を利活用した電源システムを構築することとした（図３，図４）。

5.1　柔軟性・拡張性

各国のスポンサーが協賛し開催される国際スポーツイベントは，世界的な注目度が高いうえに主催者，開催国の威信がかかっており，主催者側は，選手や観客に最高の時間を提供するために，開催直前まで演出の構成を練り，変更を加える。



※競技用照明はオーバーレイへ50%接続替えを行い、運用する

図３　既存電源とオーバーレイ電源

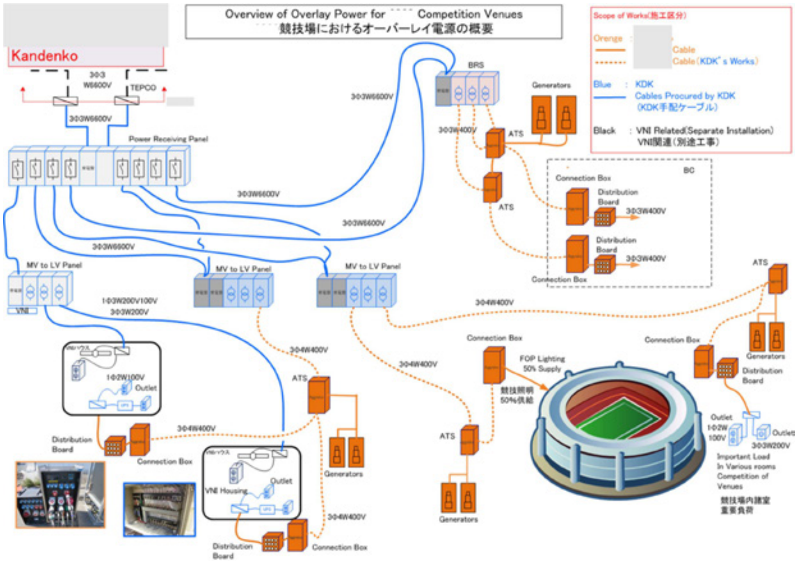


図４　競技場の電源計画

オーバーレイ電源は，頻繁に改修や更新されるプランに対し，柔軟に対応しなければならない。従って，設計段階から負荷容量の増減やルートの変更を常に視野に入れ，電力供給サービスにおける拡張性，柔軟性を考慮した設計が必要となる。

また，設置した機器や配線は，仮設が前提であり最終的には撤去しなければならない。従って，機器や配線の設置場所は，迅速かつ容易に設置，復旧ができる場所を選び，演出や見栄えの障害になる場合を除き，埋設配管配線やいんぺい部の配線は，極力避けなければならない。

5.2　信頼性

オーバーレイ電源には，仮設でありながら停電しない高品質な電源供給が求められる。「イベントを滞りなく進行し終わらせること」が，主催者の最大の要求事項だからである。特に競技用照明および計測機器，放送用機器は，重要負荷に分類される。各国の数十億人もの視聴者が注目する中継を電力供給サービスの不具合で中断させてはならない。まさに高い信頼性が要求される。

5.3　安全性

配電線事故が発生した場合は，復電までの時間を最短にするように求められる。遮断器を開放し，再投入する一般的な停復電フローでは復電までに時間を要するため，新しく停復電フローを検討する必要があった。

また，電源設備の設置場所によっては，観客やスタッフなど，関係者以外が誤って触れないよう安全対策が必要であった。

6　対応策

6.1　柔軟性・拡張性への対応

（1）受変電設備のパターン化と運用方法

柔軟性，拡張性や保守性を考慮して，配電盤などは系統数や負荷容量に応じた複数タイプとして筐体や収納機器の共通化を図った。これにより点検作業を効率化することができ，設計業務も省力化された。

（2）高圧ケーブル選定

イベント期間中の負荷変動や設備追加にも柔軟に対応できるよう，高圧ケーブル容量に余裕を持たせた設計とした。

（3）コネクタ式ケーブルの使用と運用方法

低圧配線にはコネクタ式ケーブルを使用し，地上ころがしで敷設を行った。コネクタ式ケーブルは，サイズと長さが規格化されており，在庫のストックを確保することにより計画変更に応じた柔軟な対応が可能となる。また，ケーブルに問題が生じた場合，問題のケーブルを健全なケーブルに替えて再敷設するだけで早期復旧できるというメリットがある。

6.2　信頼性への対策

（1）電源供給計画

電力会社からの商用電源の引き込みは，異系統２回線受電による冗長化で計画，実施している。なお，変電所から受電まで完全二重化するため，異経路で受電し，道路などでの配電線事故のリスクを回避している。負荷への供給は重要度に応じて発電機およびUPSによるバックアップシステムを計画した（**表１**）。

会場により，既存設備が１回線受電の場合は，信頼性向上のため，新たに２回線目を引き込み２回線受電とした。そのため，商用電源の切り替

表１　負荷種別ごとの冗長化パターン

負荷種別	主な負荷	冗長化パターン
一般負荷	一般負荷	商用電源のみ
	競技用照明	発電機+UPS
放送用負荷	ドメスティック電源（放送機器以外の付帯負荷）	発電機
	テクニカル電源（放送機器・計測機器）	発電機+UPS

えに関する検討を行った。

6.3　安全性への対策

（1）商用電源の切り替えに関する検討

配電線事故時，商用電源の切り替えで生じる変圧器励磁突入電流の対策イメージを示す（図５）。

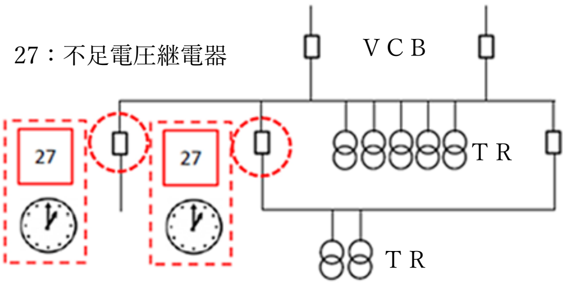


図５　変圧器突入電流対策イメージ図

本線から予備線へ自動で切り替えを行った場合，瞬時切り替えにより，系統に接続された全変圧器の励磁突入電流が原因で受電用主遮断器（VCB）の不要動作を起こす懸念があった。そこで，変圧器合計容量に応じた励磁突入電流低減係数を加味し，最低限の順次投入で済む停復電フローの検討を行った[1]。

（2）ヒューマンエラーの防止策

MCCB操作管理用アタッチメント（図６左）とVCB誤操作防止用の南京錠（図６右）を使用した。機器の操作は，会場の各責任者が操作に合意した後，南京錠を外すことで設備管理者が機器を操作できる。VCBの誤投入防止策としては，引き出し位置で施錠管理を行った。

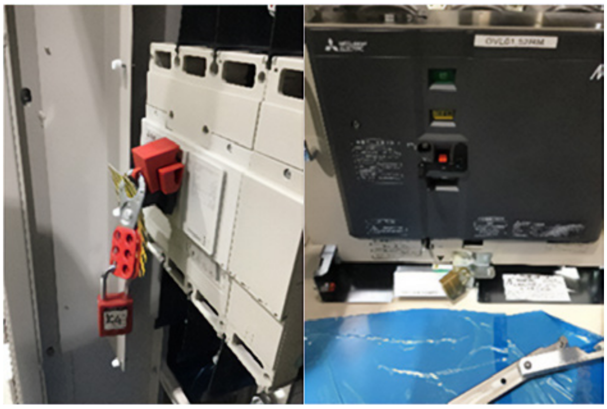


図６　ヒューマンエラーの防止策

7　おわりに

本稿では，2002年以降の国際スポーツイベント用仮設電源サービスであるオーバーレイ電源について紹介し，2021年大会における課題と対策の概要を述べた。国際スポーツイベントは開催頻度が少なく，オーバーレイ電源に関する知見の蓄積が難しいため，本稿が今後の大規模イベントにおける電源構築計画の参考となることを期待する。

近年，自然災害などによって電力網から寸断された地域における，商用電源に依存しない電源構築が注目を集めている。国際スポーツイベントなどでの分散型電源構築は，このような電力レジリエンスに転用可能であると考えている。今後このような電源供給サービスの参考にしていただけたら幸いである。

＜参考文献＞

1）電気設備学会誌「高圧受電設備における励磁突入電流のシミュレーションに関する研究」，2013年11月，pp.819-820
2）河田大毅・大泉慶二郎：電気設備学会 全国大会論文，2022年9月１日

牧野　俊亮（まきの　としあき）
技術士（電気電子部門）

日本技術士会　電気電子部会長
（株）関電工　技術開発部
e-mail：makino-t01@kandenko.co.jp

繊維部会推薦

トップアスリートと伴に進化する競技用ウェア，レギュレーションについて

Competition wear and regulations for top athletes

荻野　毅
OGINO Takeshi

近年，日本のアスリートは，オリンピックや世界選手権で目覚ましい成果を上げている。彼らの成功は，「選手を支えるコーチや連盟関係者，競技用具の開発と改良，選手のパフォーマンスを引き出すために考案された戦術や戦略，新たなレギュレーションへの対応など」様々な要素を共有・合体させてきた成果であろう。ここでは，長きにわたり取組まれてきたスポーツ用具の開発・改良の軌跡とレギュレーションの動向に焦点を当て解説する。

In recent years, Japanese athletes have achieved remarkable success at the Olympic Games and World Championships. These accomplishments are the result of various interconnected elements being shared and integrated, including coaches and federation staff who support the athletes, the development and refinement of sporting equipment, the tactics and strategies devised to get high performance and adaptation to new regulations. Here, I will focus on the long-standing efforts in the development and improvement of sports equipment, as well as on new regulations, and provide an explanation.

キーワード：ジャンプスーツ，レギュレーション，競泳水着，風洞実験，オリンピックへの軌跡

1 はじめに

第25回冬季ミラノ・コルティナオリンピック，パラリンピックの熱き戦いが，執筆作業の最中，終焉を迎えた。特に今大会，最も印象に残っているシーンは，新しい技を自らが創り出し，挑んでいくスノーボーダーの若人の姿であった。冬季オリンピックで，日本選手が初めてメダルを手にしたのは，ここコルティナ・ダンペッツオであり，猪谷千春選手がアルペン種目で銀メダルに輝いている（1956年）。その後，1972年の札幌オリンピックの70 m級ジャンプ（ノーマルヒル）において，故笠谷幸生選手をはじめとした日本選手が表彰台を独占。日本中が感動の渦に包まれたことを，中学生だった筆者も鮮明に覚えている。小生は，1982年に日本のスポーツメーカーに就職し1998年の長野オリンピックまでの15年間，冬季を中心としたトップアスリート向け競技ウェアの研究開発に従事した。ここでは，その中で経験してきた競技特性や競技用素材・設計，レギュレーション及び夏季オリンピックで注目されてきた競泳水着の変遷を述べる。

2 各競技ウェアとレギュレーション

（1）ジャンプスーツ

日本のジャンプ（JP）スーツの開発は，1972年の札幌五輪プロジェクトから始まった。それまでのウェア仕様は，「ウールのセーター＋ニッカポッカ」であったが「ノースリーブ型」へと代わり，1970年代後半にワンピース仕様へと変化する。JPスーツ[1]（**図1**）は，厚み約5 mmの5層構造（**図2**）からなる素材仕様で，パターンは立位をベースとしたワンピース形状である。JP競技は，助走時の空気抵抗の軽減，サッツ（踏切）時の前方への大きな跳躍，素早いスキー板の引上げを経て，安定飛行へ移る。このサッツからの一連の動きに要する時間は，約0.4秒，ここでほぼ勝敗が決するといわれている。

空中においては，低抵抗と高揚力が求められ，揚力（L）と抗力（D）の比（揚抗比：L/D）の最大化が求められる。**図3**は，迎角（進行方向に対するスキー板の角度：α）の変化に応じた風洞実験風景である。**図4**は，仕様が異なるJPスーツの迎角0～35°のL/D値である。実際の飛翔

は，迎角25～30°の範囲で，飛行時は，ほぼ一定である。着地は，テレマーク（片足を前に出して膝を曲げ，両手を左右に伸ばした状態）姿勢が

図１　現在のJPスーツ[1)]

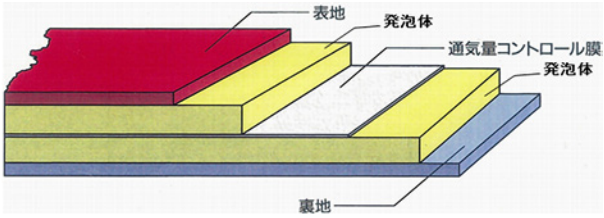


図２　JPスーツ素材の断面形状

図３　風洞実験（迎角：α15～30°）

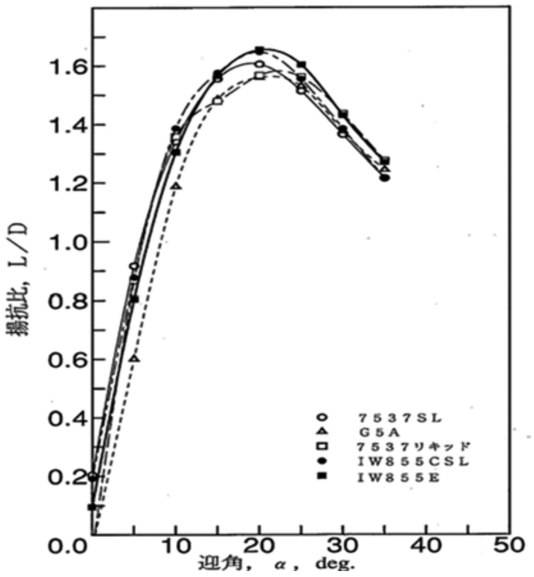


図４　揚抗比と迎角の関係

求められる。飛行時間は，ラージヒルで約3.5～4秒となる。JPスーツに求められる機能性は，サッツ時の姿勢変化に追随するストレッチ性と助走及び空中での空気力学に適応・順化できる形状と飛形のホールド性にある。

一方，競技の均等性から，世界スキー連盟（FIS）によって，厳しいレギュレーションが課されており，試合の前後に素材の通気性，サイズ（ゆとり率）チェックがなされる。**表１**にJP競技のレギュレーションを示した。

余談になるが，JP競技では，このレギュレーションを巡って，たびたび物議を醸すことがある。

私見であるが，その理由は，**図４**に示すようにスーツ仕様によっては，揚抗比が最大５％程度も影響するケースもあり，大会に臨む選手はレギュレーションギリギリのスーツ仕様を望む。

更に**図２**に示すように，素材は，通気量コントロール膜を挟んだ，二つの適正な通気を有する発泡体からなり，試合前後でこの発泡体が，外気条件による影響で変化していると考えられる。その理由は，例えば－10℃以下・降雪状態では，発泡体は，結露・あるいは半氷結する場合もある。その結果，試合後直ぐに行われるサイズ，通気チェックにおいて，素材の伸長回復性がおぼつかず，形状歪が生じ，その結果サイズ不適合及び通気量不足に繋がる可能性が考えられる。

表１　JP競技のレギュレーション

	～1998年（長野五輪前）	1998年～（長野五輪後）	2026年
スキー板	身長＋80㎝	身長×1.45	身長×1.45 体重，スキー板等の重量も加味
スーツ素材	厚み8mm 通気30 ㍑/㎡/s 全て同一	厚み5mm 通気40 ㍑/㎡/s 全て同一	厚み5mm 通気40 ㍑/㎡/s 全て同一
スーツサイズ	背中のゆとりを規定	裸体に対し円周で6㎝以内	裸体に対し円周で2㎝以内 女性は緩和

(2) アルペンスーツ

アルペンスキー競技で使用されるダウンヒル（DH）スーツに求められる要求特性は，低空気抵抗である。DHスーツ[2)]（**図５**）は，厚み約

1.3 mmの3層構造からなるワンピース形状を有する。マスターパターンは，クラウチングポジション（卵型姿勢）をベースにするため，立位姿勢は取りづらい。素材の粘弾特性は大きく，下半身への締め付けを強め，安定性を発揮させる。この競技においてもJP同様，厳しいレギュレーションが課せられている。一方北欧でのオリンピックやワールドカップは，寒さとの闘いともいわれており，空気抵抗を意識したトップアスリートは，DHスーツ一枚だけで極寒を滑り抜く。体感温度は，おそらく－30 ℃をはるかに下回ると推察され，最も冷酷なスポーツといわれる所以でもある[3)]。スキースキルと合わせ，極寒に順応できる体力も重要となる。

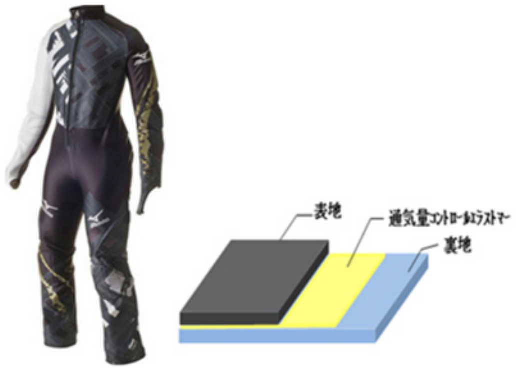


図5　左：DHスーツ，右：素材の断面形状[2)]

（3）スピードスケートスーツ

スピードスケートの日本人初メダルは，1984年のサラエボオリンピック（500 m）で，北沢欣浩選手が銀メダルに輝いている。その後，黒岩彰選手，橋本聖子選手の活躍で注目度も高まり，清水宏保選手（長野オリンピック：金），小平奈緒選手（平昌オリンピック：金）そして，高木美帆選手へと続く。スピードスケートスーツは，短距離種目（1 000 m以下）と中長距離種目では，スーツ仕様が異なるケースがある。スーツ形状は，両者とも前傾姿勢を基本とし，フード付き仕様である。スーツのレギュレーションは，JPやアルペン競技に比べ緩いが，空気力学特性に影響の出る突起物等の装着は禁止されている[4)]。

（4）競泳水着

日本の競泳の先駆者といえば，1930年代に活躍された故前畑秀子選手になろう。合成繊維のない当時の水着素材には，シルクが採用された。唯一の長繊維であることから，適度な伸度と低保水性が期待でき，要求特性を満たす素材として競泳水着素材においても極めて貴重であった。1964年の東京オリンピック以降，合成繊維の普及で競泳水着のスタイルも大きく変わることになる。1980年代～' 90年代の競泳水着は，身体のカバー率を少なくする方が，流体抵抗を軽減できると考え，可能な限り身体の露出度を高めていく方向で開発が進んだ[5)]（図6）。素材は，表面の平滑性とストレッチ性に優れたナイロン（ポリアミド）のツーウェイトリコット（編物）が使用された。2000年のシドニーオリンピックで従来の定説が大きく変わることになる。身体全体をカバーし，水着表面に凹凸を設けた新発想の水着は，「サメ肌水着」[6)]（図7）といわれた。

図6　1980～' 90年代の競泳水着[5)]

図7　サメ肌水着[6)]

この水着の発想は，バイオミメティクスの応用である。サメの表面は鱗片に覆われ，必ずしも平滑ではないが，その鱗の配置が流体抵抗を軽減するという説である。従来から，圧力（形状）抵抗を下げる方法は，抵抗を受ける面積（投影面積）を軽減し，流線形状に近づける方法（姿勢制御）である。更に，それに加え流体剥離を引き起こす剥離位置の少し手前に突起帯を施し（トリップワイヤー等），乱流境界層の後退を導き抵抗を下げ

る方法が考えられてきた[4)]。例えば，ゴルフボールのディンプルは，後者の応用の一例であり，このサメ肌水着は，表面粗さを利用した低抵抗水着として注目された。その後，水着表面の一部だけを粗面にすることや，親水／撥水性の加工を交互にライン状またはドット的に配し，流体の乱流剥離位置の後退を導き出す方法が開発された。しかし，2008年の北京オリンピックで，競泳水着の仕様が一変することになる。イギリスのスピード社の水着「レーザー・レーサー」は，身体躯幹部を極度に締付ける仕様である（選手一人では，脱・着用できないレベルにある）。さらに，前身頃部（前面）は，フィルム仕様，背面は高弾性の織物から成り，膝下から肩甲骨までを覆う。

流体との投影面積の軽減と強い締付けによって，水着と身体との隙間を極限まで縮小し，より一体感を向上させた水着であった。この大会以降，トップスイマーの水着素材は，ツーウェイトリコットから，より薄く軽量性を有する高弾性織物へと変わり，現在に至っている[7)]（**図8**）。

図8　現在の競泳着[7)]

また，この大会を契機に新たなレギュレーションが，国際水泳連盟（FINA）によって正式に決定し，素材は，織物又はニットに限られ，ポリウレタンやナイロンフィルム等の張合せ素材やラバー素材の使用が禁止された（**表2**）。

また水着の形状についても，男性用は腰から膝まで，女性用は，肩から膝までに制限された[8)]（**図9**）。

3　まとめ

ミラノ・コルティナオリンピック，パラリンピックが無事終了し，トップアスリートの熱戦を存分に観戦できたことに感謝している。同時に今後も，彼らの真の要求特性をくみ取り，フォローしていくことの重要性を感じた。老若男女が，スポーツの醍醐味と楽しさをもっともっと体感し，より元気で健康な日本人が増えていくことを願う次第である。

表2　競泳着のレギュレーション

素材	編物，織物に限る。厚み0.8mm以下
通気量	80㍑/㎡/sec以上
表面加工	ラミネート、コーティング禁止
スタイル	女性：肩から膝まで 男性：へそから膝まで
その他	重ね着禁止 水着一枚 身体、水着への装着物禁止

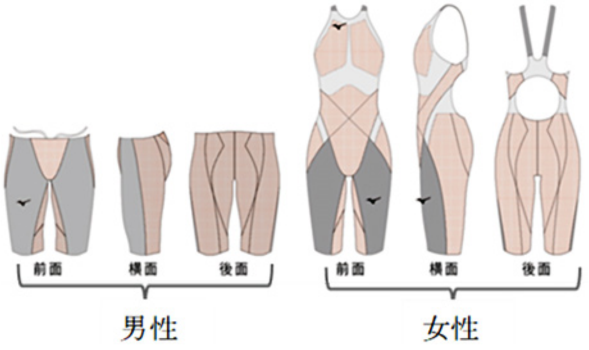


図9　競泳着の性別仕様[8)]

＜引用文献＞

1，2，7）ミズノの資料（写真）を転用

3）荻野毅：冬季スポーツとスポーツウェア，臨床スポーツ医学誌，Vol.34(4)，392-396，2017

4）荻野毅：トリップワイヤーを装着したスキーアルペンモデルの流体力学特性，スポーツ工学，Vol.3(7)，15-20，2008

5）松崎健：競泳水着の変遷，繊維学会誌，Vol.58(9)，236-239，2002

6）ミズノプレスリリース，シドニー五輪，2000

8）田中啓之：東京オリンピックに向けた競泳水着開紹介，日本繊維製品消費科学会誌，Vol.63(1)，17-25，2022

荻野　毅（おぎの　たけし）

技術士（繊維部門）

オギノ繊維技術士事務所　代表

博士（工学）

e-mail：info@oginotto.com

スポーツ観戦を感動体験に変える最新スタジアムのテクノロジー

Advanced stadium technologies for transforming sports viewing into emotional experiences

新井　健太
ARAI Kenta

日本におけるスタジアム建築は，施設の老朽化や維持管理費の増大の課題とともに，「するスポーツ」から「みるスポーツ」への娯楽の多様化を背景に，高付加価値化が求められている。ICTや映像・音響・照明の統合演出の導入により，観戦体験の高度化が図られるとともに，多目的利用や都市との連携を通じて「日常的なにぎわい」の創出が重視されている。さらに，環境配慮や防災機能を備えつつ，将来の機能更新や社会変化に対応可能な余白を持つことで，持続的に発展する都市型スタジアムへのニーズが高まっている。

In Japan, stadium architecture is expected to deliver higher value amid aging facilities, rising maintenance costs, and the shift from “playing” to “watching” sports. ICT, audiovisual, and lighting technologies enhance the spectator experience, while multiple uses and stronger ties to the city increase daily activity. Demand is growing for sustainable stadiums that support environmental stewardship, resilience, and adaptability for future needs.

キーワード：都市型スタジアム，観戦体験の高度化，多目的利用，統合演出システム，持続的運営

1　最新スタジアム誕生の背景

1.1　社会的要請に応えるスタジアム

現在，全国各地でスポーツ施設の新設や建て替えが進んでいる。その背景には施設の老朽化や維持管理費の増大といったハード面の課題に加え，従来の「するスポーツ」を中心とした施設計画が，プロスポーツ興行をはじめとする「みるスポーツ」の高度化に対応できていないというソフト面の課題がある。さらに余暇の過ごし方が多様化する中において，スポーツ観戦は他のエンターテインメントと競合する状況に置かれており，観戦環境やサービスの質では，スタジアムで過ごす時間の魅力が相対的に見劣りする場面も少なくない。こうした課題に応えるため，近年ではICTや映像技術等を積極的に取り入れた高付加価値型スタジアムの整備が進められている。観戦体験の質を高めることによって稼働率や収益性を向上させ，結果として利用者の増加や，公費に頼らない持続的な運営が期待されている。

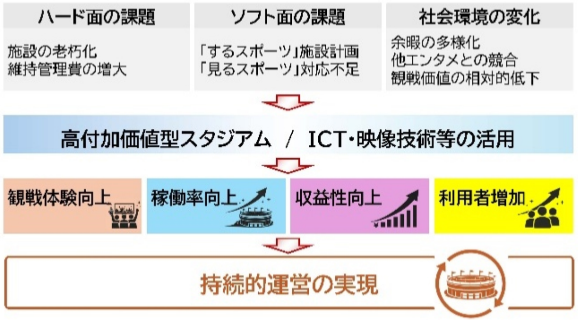


図1　持続的運営の実現

1.2　都市型スタジアムの発信力

そうした背景のもと，スタジアムは単なるスポーツ施設にとどまらず，都市の魅力を内外に発信し，にぎわいを創出する象徴的なランドマークとしても位置付けられるようになった。スタジアム自体が，都市ブランドの向上や観光振興にも資することから，従来整備されることの多かった郊外ではなく，集客性に優れた都心部に整備される事例が増えている。このような立地条件を活かし，スポーツ興行のみならず各種イベントやコンベンション利用にも対応することで，スタジアムは都市機能の一端を担いながら，日常的に多様な人々が集う場へと変化しつつある。すなわち，今日のスタジアムは，競技を観るための施設であると同時に都市の魅力を体現し，社会に開かれた公共的空間としての役割が期待されている。

1.3　多用途利用を支えるテクノロジー

一方，スタジアムの事業性や稼働率に目を向け

ると，プロスポーツ興行の開催日数が年間100日程度にとどまることから，その他の未利用日の活用が課題となっている。その結果，都市部に立地するスタジアムでは，スポーツのみを目的とした単一用途ではなく，多用途に供し得る柔軟な施設計画が求められるようになった。特にスタジアム内の諸室やその機能の設定にあたっては，可変性や運用の自在性を織り込むことが不可欠となった。また，照明・音響・映像設備と，それらを横断的に制御する演出システムは，スポーツ以外の各種イベント等の興行誘致に有効な機能となっている。その他ICTインフラ，キャッシュレス決済，画像解析等の先端技術は，スポーツ観戦体験の高度化に資するだけでなく，施設運営の柔軟さや効率化を支える基盤として重要な役割を担っている。

1.4　まちを変えた最新スタジアム

以上のような背景を踏まえ，本稿では2024年２月に開業したエディオンピースウイング広島（以下，本スタジアム）を事例として，建築計画および設備機能の両面から，最新のスタジアムテクノロジーを考察する。本スタジアムは，公共施設でありながら，プロサッカーが使用するスタジアムとして，高いエンターテインメント性を備え，開業以来，公式戦チケットが完売に近い状態が続くなど，集客・収益共に顕著な成果をみせている。特に，試合観戦を目的とした来訪者の増加は，隣接する商業エリアにも，活況をもたらしている。広島市中心部という立地を活かし，試合開催日以外にも施設の一部を開放するなど，都市公園の中のスタジアムとして，市民の日常利用にも

写真１　全体配置

配慮された運営がなされており，稼働率と収益性に優れた都市型スタジアムとなっている。

2　最新スタジアムの設計方針

2.1　都市と一体化するスタジアムデザイン

本スタジアムは，広島市の平和記念公園に近接し視認性の高いエリアに位置している。計画にあたっては，スタジアムと都市空間が連続する施設となるよう，歩行者専用のペデストリアンデッキで接続しつつ，建物外壁の一部を取り払い，大きな開口部を設けるなど，視覚的に「都市と一体感のあるデザイン」を採用した。まちの風景をスタジアム内部へ取り込む一方で，施設内の熱気やにぎわいを都市へとにじみ出させるなど，人々を自然に誘引するように配慮されている。

写真２　まちを望む開口部

また，都市公園内に立地するという特性を活かし，市民や来訪者が日常的に施設に親しめるよう，試合のない日（非試合日）にはコンコースやスタンドの一部が開放されている。さらに，コンコースを上下の２層構成とすることで，試合運営と一般利用の双方に支障が生じないよう配慮しつつ，公園と一体となった開放的なスタジアム空間が実現されている。

2.2　充実した観戦環境と多目的利用

本スタジアムでは，ピッチと客席の近さ，ゆとりある座席幅，客席全体を覆う大屋根，周回可能な幅10 mのコンコース，十分な数のトイレの整備など，快適な観戦環境に必要な性能が高い水準で確保され，総席数28 520席に対し利用目的や観戦ニーズに応じた23種類のシートバリエーションを用意し，付加価値の高い観戦体験を提供

している。例えば，仲間や家族での利用に適したテラス席やグループ観戦向けのボックス席，飲食のしやすいハイカウンターシートなど，利用者は目的に応じた観戦スタイルを選択することができる。また，ビジネス交流の場として活用可能なVIPエリアや試合観戦の年間契約に対応した企業向けのスイートボックスを設定し，ホテルバンケットに匹敵するサービスを提供する厨房（ちゅうぼう）を備えるなど，ホスピタリティ機能の充実も図られている。これらの諸機能は，非試合日における多目的利用にも有効に機能し，施設の稼働率および収益性の向上に寄与している。

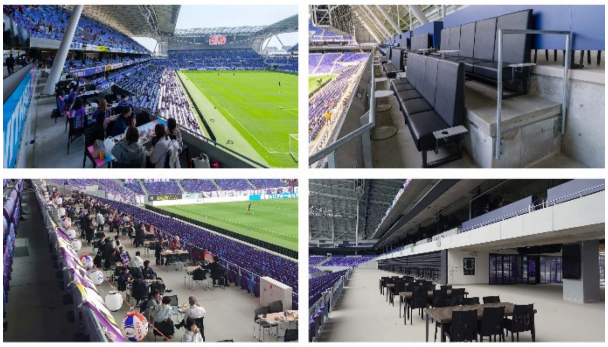


写真３　多彩なシートバリエーション

写真４　VIPルームとスイートボックス

2.3　国際水準の設備とICTインフラ

観戦体験の向上とスタジアム運営の効率化を図るため，本スタジアムでは，国際大会の基準に準拠した各種設備およびICTインフラが導入されている。均一な照度を確保する高性能照明設備，音漏れに配慮しつつ臨場感ある演出を可能にする指向性の高い音響設備，幅32 m×高さ9 mおよび16 m×9 mのサイズをもつ2つの大型映像装置，延長380 mに及ぶリボンビジョン，130カ所に設置されたサイネージなどの映像設備に加え，これらを一体的に制御する統合演出システムが構築されている（図2）。このシステムにより，事前に制作した演出プログラムを活用しながら，簡易な操作により，試合の進行に応じた映像・音響・照明を連動させた迫力ある演出が可能となっている。

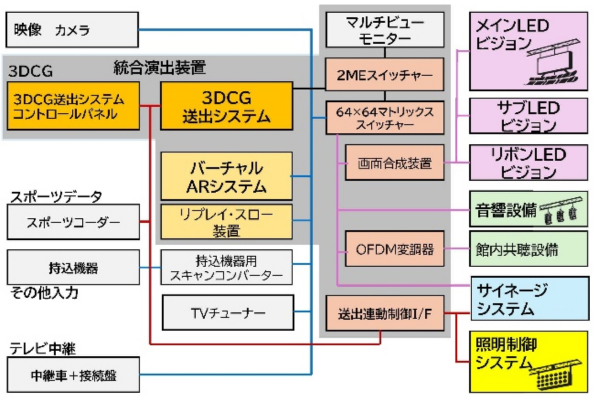


図２　総合演出システムの機器イメージ

本システムの導入により，スポーツ観戦のエンターテインメント性は大きく高められ，来場者に強い没入感と高揚感をもたらしている。さらに，高密度高速通信に対応したICTインフラの整備により，チケット管理，キャッシュレス決済，デジタル情報提供といった各種サービスが円滑に提供され，来場者の利便性向上と運営の効率化が両立されている。このような設備面の充実により，スタジアム全体として快適かつ先進的な観戦環境が実現している。

写真５　光と音と映像が一体となった演出

3　環境共生型スタジアムを支える技術

3.1　エコスタジアムの実現

大規模集客施設であるスタジアム建築は，イベント内容によってエネルギー消費の変動が大きいという特性があり，消費量の大きい空調，換気，照明を中心に精査・検証を行い，建物の省エネ性能を示す指標であるBEI値0.46を達成し，ZEB Ready（エネルギー消費量50 %以上削減）を実現した。加えて，再生可能エネルギーを加味した

一次エネルギー削減量は60 %に達し，建築物省エネルギー性能表示制度であるBELS認証において，スタジアムとして国内初となる５つ星を取得した。また，261.6 kWの太陽光発電設備と蓄電池設備については，環境省の二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金の対象施設となっている。こうした環境配慮の取り組みは，施設内のコンコースやラウンジのサイネージを通じて可視化され，来場者に対する環境意識の啓発や施設価値の発信にもつながっている。

3.2　周辺環境への配慮

一般にスタジアム建築は，その用途の性格上，騒音，光害，振動の発生源となりやすく，周辺環境への影響が大きい。本スタジアムでは，施設周辺に及ぼす影響をあらかじめ把握するため，各種シミュレーションを実施し，その結果に基づいて適切な対策を講じている。騒音対策として，住宅が近接する北側に遮音性の高い金属屋根を採用し，音漏れを抑制しつつ，観客の臨場感を損なうことのないよう，スピーカーの配置や数量，音量などの調整が施されている。また，光害についても検証し，屋根面からの反射光，競技場照明の光漏れについても，シミュレーションと機器調整を重ね，抑制している。さらに，観客席における跳躍や足踏みに伴う揺れ（いわゆる「たてのり」）が起因する振動（レイリー波，**図3**）が，周囲の建物に影響しないかについて検証し，施設から半径600 m圏内に共振を生じる建物が存在しないことを確認している。

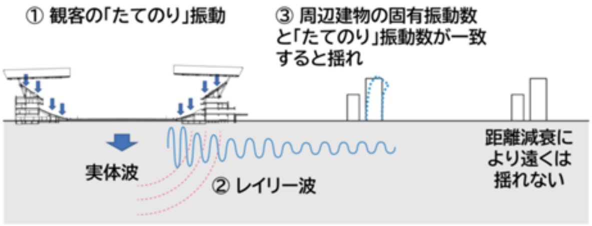


図３　レイリー波のしくみ

3.3　防災機能の強化

都市公園内に立地する本スタジアムは，公園部分の広場に，災害時における緊急避難場所を設置している。ヘリコプターの発着場所の確保，発災から３日間の諸室を活用した避難者の受け入れと防災備蓄，マンホールトイレの設置，防災かまどによる炊き出しなど，スタジアムという大空間ならではの防災拠点機能を有している。平時にはにぎわいを生む都市施設でありながら，有事には地域を支える基盤となる点も，現代のスタジアムに求められる重要な価値の一つとなっている。

4　おわりに

本稿では，具体的事例をもとに，最新スタジアムに導入されている各種テクノロジーについて概観した。しかし，これらの技術の多くは，数年後には陳腐化する可能性があり，したがって，スタジアムの価値を長期にわたり維持していくためには，現時点で導入される設備やシステムそのものだけでなく，将来的な更新や拡張に耐え得る建築的・設備的な「余白」や「冗長性」をあらかじめ計画に織り込んでおくことが肝要である。具体的には，ニーズの変化や施設運営の効率化を目的とした追加投資に対し，柔軟に対応できる仕様，十分な床荷重や床面積を備えた躯体（くたい）性能，さらには電気・給排水等のインフラにおける余力の確保が求められる。このような余裕を計画段階から内包しておくことで，時代の変化や技術革新に適応しながら，市民，来訪者，観客に長く親しまれ，地域に根ざしたスタジアムとして成熟していくことが期待される。

＜参考文献＞

1）スポーツを核とした街づくりを担う「スマート・ベニュー（R）」，日本政策投資銀行地域企画部，2013年８月
2）広島サッカースタジアム　構想・設計・建設の記録，広島サッカースタジアム単行本製作委員会編，2025年５月，建築画報社

新井　健太（あらい　けんた）

大成建設（株）
プロポーザル・ソリューション部　部長
一級建築士
e-mail：k-arai@arch.taisei.co.jp

建設部会推薦

大会関係者輸送計画におけるミクロシミュレーションの適用

Application of Microscopic Simulation in Transportation Planning for Games Personnel

杉本　伸之　SUGIMOTO Nobuyuki
札本　太一　FUDAMOTO Taichi
吉池　輝雄　YOSHIIKE Teruo

大規模スポーツイベントにおける大会関係者輸送では，限られた時間帯に多数の関係者が集中・分散することから，安全性と円滑性を両立した輸送・誘導計画の検討が重要となる。大規模な大会関係者輸送やターミナル駅の実務事例を対象に，歩行者および車両を統合的に扱うミクロシミュレーションを適用した。シミュレーションでは，混雑，滞留，局所的な錯綜の発生状況や解消過程を定量的・視覚的に把握した。その結果，本手法が輸送・運営計画の検討や関係者間の合意形成に有効であることを示した。

In large-scale sporting events, accredited personnel transportation involves concentrated arrivals and departures within limited time periods, requiring plans that ensure both safety and smooth operations. This study applies a microscopic simulation integrating pedestrians and vehicles to real cases, capturing congestion, crowding, and localized conflicts quantitatively and visually. The results indicate the method’s usefulness for planning and for supporting consensus-building among stakeholders.

キーワード：ミクロシミュレーション，歩行者，車両，輸送計画，流動検証

1　はじめに

スタジアムや展示場，都市部における大規模イベントでは，短時間に大量の来場者が集中・分散することにより，歩行者の安全性および円滑性の確保が重要な課題となっている。これらの環境では，歩行者同士の相互作用に加え，車両，公共交通，施設構造，運営ルールといった複数の要素が同時に影響し合うため，従来の静的な容量計算や平均的指標に基づく評価のみでは，実態を十分に反映した検討は困難である。

こうした背景のもと，個々の歩行者を独立した行動主体（エージェント）として扱い，その相互作用を動的に再現する歩行者ミクロシミュレーションが，イベント計画や運営検討において重要な役割を果たしつつある。

本稿では，ミクロシミュレーションの技術的特徴がイベント開催時の流動検証にどのように活用可能であるかについて，関係車両の検討も含め，大規模スポーツイベントにおける業務実績を踏まえつつ，他事例への応用も含めて整理する。

2　大規模イベント時シミュレーション実績

東京で2021年に行われた国際的スポーツイベントの開閉会式では，短時間に大量の大会関係者および観客が集中することが想定された。このような大規模イベントでは，歩行者と車両が複雑に交錯する都市空間において，安全性と円滑性を両立した輸送・誘導計画の検討が不可欠である。

大会関係者および観客の安全かつ円滑な輸送を目的とした「平成30年度大会関係者輸送関連交通影響調査委託」および「平成31年度大会関係者輸送関連交通影響調査委託」にて歩行者および車両のミクロシミュレーションモデルを構築し，実運用に近い条件での大会の開閉会式を対象とした複数ケースのシミュレーションを実施した。

2.1　歩行者ミクロシミュレーションモデル

歩行者モデルには，Social Forceモデルを基盤とした自己判断型行動モデルを採用した。本モデルでは，あらかじめ定めた経路選択確率に従うのではなく，周囲環境や混雑状況に応じて，各歩行者が逐次的に経路を選択する挙動を表現している。

（1）実施したシミュレーションの特徴

- 鉄道利用者は，鉄道降車後から入場動線および退場後の乗車までの動線を再現。
- バス・乗用車での来場者は，降車後の入場動線

および出場時の乗車動線を再現。
- 列車発着頻度を考慮した乗降数を基準とし，駅の処理能力超過時は改札前滞留を再現。
- 改札外では一定確率で待ち合わせ等の滞留が発生するとし，シミュレーションに反映。

2.2　車両ミクロシミュレーションモデル

車両モデルには，追従モデルを使用し，周辺道路および信号交差点を含む道路網を構築した。また会場周辺の一般交通については現況再現性の検証を行い，交差点交通量において高い相関を確認した。

（1）実施したシミュレーションの特徴

- バスの到着台数・出発間隔から，1台ごとの到着時刻と乗降開始時刻を推定。
- バス到着はポアソン分布に従うとし，停車場台数制限により発生する待機車列を算出。
- 信号現示や進入規制など交通規制の変更，車線数の増減を表現。

3　交通ミクロシミュレーションの他事例

前述のシミュレーションモデル構築以降に実施したシミュレーションの他事例を以下に示す。

表1　ミクロシミュレーションの他事例

名称	シミュレーションの特徴
イベント会場全体シミュレーション	【広域敷地で大人数が激しく錯綜するモデルの構築と計算・評価】 ・約160万m^{2}の広域な対象面積 ・OD（起終点）数は約180×180の組み合わせ
会場エントランスシミュレーション	【ゲート処理能力の検証の他，滞留列形成方針や滞留空間の過不足も検証】 ・到着間隔を考慮した発生モデル ・セキュリティーの処理時間はランダム
ターミナル駅構内シミュレーション	【巨大ターミナル駅の改良の，将来形および施工中での歩行者動線を検証】 ・処理人数は約5万人／ピーク時 ・改札有無による利用者の転換も考慮
新駅周辺シミュレーション	【周辺の地区開発による人数増も考慮したピーク時ODを作成して検証】 ・関係各所の推計値からシミュレーション入力値を作成

3.1　イベント会場全体シミュレーション

（1）実施概要

大規模な国際イベントの会場全体について，計画基準日における会場内最大同時滞留人口（約22万人）を想定した歩行者シミュレーションを実施した。

会場内施設，広場，その他通路等の歩行空間を構築し，来場者の回遊行動を考慮した会場全体の流動評価を行った。

ODとは，人や車がどこから（O：Origin＝出発地），どこへ（D：Destination＝目的地）移動するのかを表す考え方。

（2）結果

ピーク時に局所的な混雑は発生するものの，混雑によって歩行者が身動きできないような状況は発生しないことがわかった。一部では幅員の狭さによる混雑が確認されたが，安全性に関わる重大な問題は確認されず，施設の形状や幅員確保のさらなる計画検討に役立てることができた。

3.2　会場エントランスシミュレーション

（1）実施概要

前述の3.1イベント会場全体シミュレーションと同イベントにおいて，会場のエントランスにおける来場発生時間分布，セキュリティーゲート処理能力，滞留列形状を考慮した詳細な動的シミュレーションを実施した。

鉄道・バスによる来場者の集中に対応するため，到着間隔も考慮した発生モデルを導入した。またセキュリティーゲートでの処理時間にはランダム性を考慮し設定した。

（2）結果

来場者発生ピークとセキュリティーレーンの処理能力による通過時刻ピークに時間差が生じることを確認した。滞留列形状と通路幅員を適切に設定することで，滞留は想定エリア内に収まり，時間経過とともに解消される挙動を確認した。

3.3　ターミナル駅構内シミュレーション

（1）実施概要

都市鉄道結節点であるＢ鉄道Ｃ駅の改良計画に伴い駅構内および改札口周辺空間を対象とし，人数の増加，改札新設必要性の有無，エスカレーター運用方向の違いによる人流変化を検証した。

朝夕ピーク時を対象に，静的評価（通行量・サービスランク）と動的シミュレーション（錯綜・滞留状況）を組み合わせた。

（2）結果

複数ケースを実施した結果，エスカレーター運用によっては局所的な交錯は発生するものの，全体としては流動が維持され，危険な滞留には至らないことを確認した。一方で，特定のケースではエスカレーター周辺での一時的滞留が見られ，エスカレーター運用計画についてのさらなる検討の必要性も確認した。

3.4　新駅周辺シミュレーション

（1）実施概要

開発地区となっているＤ地区の新駅Ｅ駅の駅構内および改札口周辺のミクロシミュレーションを実施した。

新駅であるため現況交通量は存在しないが，鉄道会社および関係自治体によって日交通量は推計されているため，シミュレーション用にピーク時のOD（起終点）を推計し適用した上で計算を行った。

（2）結果

ピーク時のホームにおいて一時的な歩行者密度の上昇や滞留が確認される箇所は存在するものの，いずれも極短時間で解消され，恒常的な混雑や歩行者流動上の重大な問題は認められなかった。

改札階や改札外周辺通路を含めた駅全体として，計画案は歩行者流動の観点からおおむね妥当であることを確認した。

4　シミュレーションによる評価

4.1　ミクロシミュレーション

個々の歩行者をエージェントとして扱うミクロシミュレーションでは，主に以下の項目にて可視化・定量化し，評価を行っている。

- 時間別瞬間滞在人数・移動時間
- 密度（ヒートマップ（2D／3D））
- 3D描画による滞留列形成過程・局所的錯綜・ボトルネック箇所

歩行速度は年齢区分別や性別，車いす利用等のさまざまな分布に対応できるように設定している。また階段・エスカレーターでは文献値に基づく速度低下率を適用する。

歩行者密度，速度，滞留時間，所要時間等を定量指標として算出できるだけでなく，**図１**のようなヒートマップによる密度の可視化等により，ボトルネック箇所を直感的に把握することが可能である。

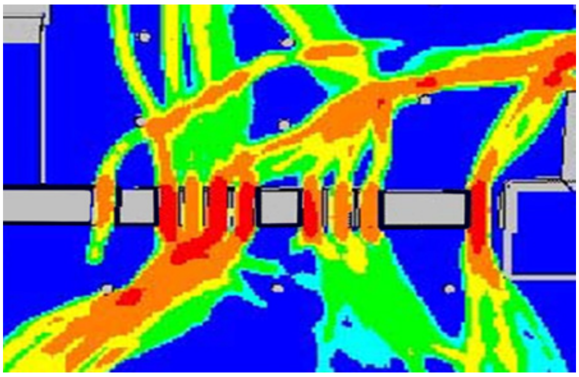


図１　ヒートマップによる密度の可視化

ヒートマップ密度評価にはFruinのLOS（Level of Service）[1]を採用し，人/m^{2}による評価を行っている。必要に応じてA～Fランクに細分化し，大規模空間における密度分布を詳細に把握している。

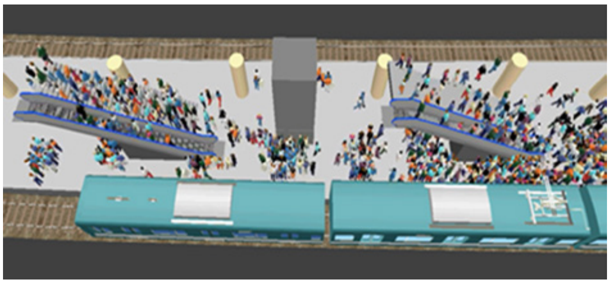


図２　3Dによるボトルネック箇所表現（例：駅構内）

また滞留列が形成される過程や局所的な錯綜，ボトルネックとなる箇所の表現についても，**図２**のように3Dによってわかりやすい可視化が可能である。これらの表現手法により，専門家だけでなく，イベント運営関係者や行政担当者との合意形成を支援するツールとしても有効に機能する。

4.2　静的評価

前述の動的な計算が可能なミクロシミュレーションとは違い，時間的遅れ等の評価は静的評価では把握困難である。時間的遅れや滞留解消過程を把握するためには，動的なミクロシミュレー

ションとの組み合わせが有効である。

静的評価では主に，各施設・通路の有効面積と滞留密度から許容人数を算出し，OD上の滞在人数との比較を行う。「理論上の収容可能性」を事前に確認し，ミクロシミュレーション実施前に明らかなNGケースを除外することで，評価の効率化を図ることができる。

5 最新技術の応用

歩行者挙動モデルは年々高度化され，より自然な行動を再現できるようになっている。過去はシンプルなODでのトリップ表現であったが，最新の状況では，例えばチケット購入のための立ち寄りや待ち合わせでの滞留表現も同一ODでの割合条件設定等で対応が可能となった。また計算条件設定も効率化され，かつ現実に近い流動の計算ができるようになる。

図３　滞留の表現（例：セキュリティーゲート）

さらに車両シミュレーションとの連携を強化することで，歩行者と車両，バス，鉄道等との相互作用を同一環境で表現する。

イベント時には，車両乗降場，横断部，信号交差点等で歩行者とバスや関係車両が交錯するような動線が設定される可能性があるため，このマルチモーダル表現能力は，運営上のリスク評価において重要な意味を持つ評価が可能となる。代表的な適用場面に応じた評価方法については**表２**にまとめる。

表２　適用場面（駅・商業施設等）に応じた評価方法

	適用場面		
評価方法	通路空間	交錯箇所	滞留空間
単位時間当たり通行量	○	○	—
速度分析・移動時間	○	○	—
歩行ルート分析	○	○	—
混雑率・密度	○	○	○
滞留可能人数	—	—	○
必要幅員・必要空間	○	○	○
3D描画による混雑状況	○	○	○
サービスランク判定	○	○	—

6 おわりに

本稿では大規模イベント会場および都市鉄道空間を対象とした人流シミュレーション実務の成果を整理した。

今後はより現実に近い人の流動を再現できるようにするため，モデルの精度についても，実績データとの比較検証を通じた精度向上が求められるようになると考える。

これまでの実績や知見から，OD条件や該当箇所に即した歩行挙動パラメータを整合させてモデルをより丁寧に調整することで，密度図や3D動画による可視化を含め，より説明性の高いモデル構築が行えるようになってきた。

今後も大規模イベントや大型施設での歩行者および車両の流動検証に資する手伝いができるよう精度の向上を図っていく。

＜引用文献＞

1）Fruin, J.J著，長島正充訳：歩行者の空間，pp.75-91，鹿島出版会，1974年12月

杉本　伸之（すぎもと　のぶゆき）
技術士（建設／総合技術監理部門）

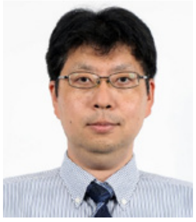
パシフィックコンサルタンツ（株）
執行役員 デジタルサービス事業本部 本部長
e-mail：nobuyuki.sugimoto@ss.pacific.co.jp

札本　太一（ふだもと　たいち）
技術士（建設部門）

パシフィックコンサルタンツ（株）
デジタルサービス事業本部 DS推進室 室長
e-mail：taichi.fudamoto@tk.pacific.co.jp

吉池　輝雄（よしいけ　てるお）

パシフィックコンサルタンツ（株）
社会イノベーション事業本部 交通政策部
交通計画推進室 主任
e-mail：teruo.yoshiike@tk.pacific.co.jp



農業部会推薦

スタジアム天然芝のための全自動地温制御システム

Optimum heating control system for stadium turf grounds

織茂　俊泰
ORIMO Toshiyasu

良質な芝の有無がサッカーのプレーの質を左右する。一方，サッカーワールドカップを開催するスタジアムでは，スタンドを屋根で覆うことやフィールドを天然芝で年間常時緑とすることなどが求められる。しかし，屋根による日影は芝の生育に大きく影響し，年間を通じていかに常時緑の状態を保つかが課題である。いくつかの屋根付き大規模スタジアムの芝生フィールドにおいて導入されている地温制御システムの概要と効果について報告した。近年は，加温だけでなく冷却についても効果が確認されている。

In soccer stadiums the quality of play is determined by the availability of high-quality grass. Stadiums for the FIFA World Cup are required to cover the stands with roofs and to have natural grass fields that remain green year-round. However, the shade cast by the roofs has a significant impact on grass growth, making it a challenge to maintain a constant green state throughout the year. This paper reported on the overview and effectiveness of the soil temperature control system that has been installed on the grass fields of several large, covered stadiums. In recent years, the effectiveness of this system has been confirmed, not only for heating but also for cooling.

キーワード：スタジアム，芝生，地温，最適制御，植生

1　地温制御システムの概要

1.1　スタジアム屋根のフィールドへの影響

サッカーワールドカップやJ1リーグに利用される大規模スタジアムの屋根は，観客を風雨や直射日光から守り快適に観戦できるよう，基本的には全部の客席を覆うように求められる。2002年の日韓ワールドカップの際には，最低限客席の2/3を覆うように求められていたが，近年はさらに条件が厳しくなっている。

屋根のないスタジアムでは，フィールドにかかる日照は，部位によらずほぼ均等だが，こうした屋根付きスタジアムでは，フィールドにかかる日影が部位毎に異なることになり，芝生の生育に影響を与えている。

図1および**写真1**は2002年ワールドカップ決勝戦が行われた日産スタジアムにおける冬至時の日照を示したものだが，屋根の日影により，日照量がフィールド部位毎に異なるため，結果としてフィールド部位毎の地温が異なる状況となる。こうした地温の不均衡の改善に，地温制御システムは非常に有効となる。以下に筆者が関係した事例を紹介し，その概要を述べる。

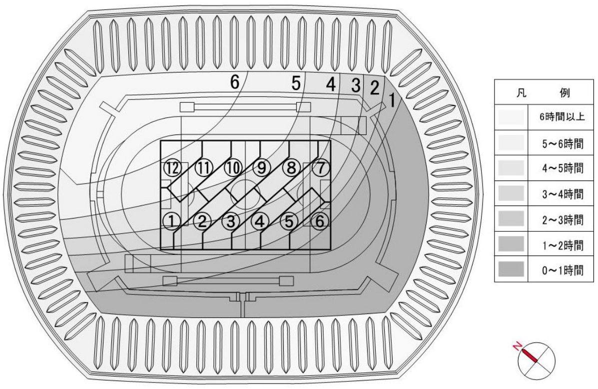


図1　日産スタジアムの冬至の等時間日照図

写真1　冬至時の日産スタジアム日影（上：11時 下：14時）

1.2　スタジアムの芝生種類と管理技術について

地温制御の説明をする前に，スタジアムでの芝

生種類と管理方法について述べる。スタジアムの芝生は，大別して暖地型芝草と寒地型芝草の２種類が存在する。暖地型芝草は，夏に旺盛で耐踏圧性が高くスポーツターフとして適している。しかし，冬に休眠（冬枯れ）して緑色は維持できない。また日照を多く必要とし，寒冷地での生育には適さない。寒地型芝草は，春・秋に旺盛で夏に弱い特性があるが，冬も緑を保てるため，冬季に緑色を保持するためには適している。また暖地型芝草ほど日照を必要としない。

四季の気候変化に富んだ日本において，関東以西のスタジアムでは，この２種類の芝草をうまく共存させて，繁殖を切り替えることで，芝生フィールドの通年緑化と競技性の維持を保っている。この手法はウインターオーバーシードと呼ばれる。なお，東北以北のスタジアムでは，寒地型芝草のみで通年を管理している場合がほとんどである。スタジアムの芝生管理者はこうした芝生の特性を熟知し，フィールド部位毎の芝生生育を，施肥，薬剤，温度管理，太陽光を補助するグローライト，本報告のような地温制御システムなどを利用してスタジアムの芝生を維持している[1)]。

1.3　地温制御システムの仕組み

本地温制御システム（**図２**）の概要を以下に述べる。年間で変化する日照状況は，建築時に日影シミュレーションにより把握できる。そのデータをもとに，そのスタジアム毎に適切なブロック割を実施し，フィールドのブロック毎で地温が制御できるよう地中30 cm付近に通水配管を設置する。30 cmの深度はフィールドの養生や投てき競技等を行っても配管が損傷しないであろう深さを想定したものである。各ブロックには地温や土中水分を計測するセンサを設置する（**図３**）。気象状況はスタジアムに設置したウェザーステーション装置を利用してデータを集める。こうして集積した気象や地温データをもとに，将来の気象状況についてコンピューターを用いて予測する（**図４**）。通水は地下30 cmであり，外気温や日射による熱収支は地表面で発生する。制御したいのは，芝生植生に重要な地下5～10 cm付近なので，この目的深度の温度制御には，地表からの熱収支と地中熱伝導を考慮して通水スケジュール

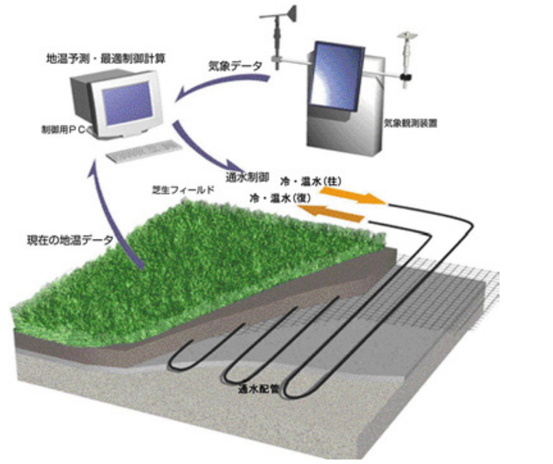


図２　地温制御システムのイメージ図

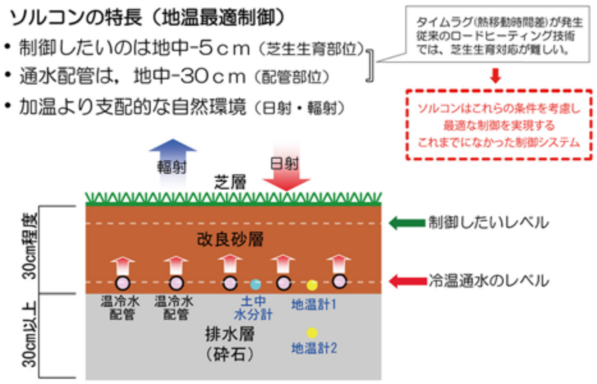


図３　地温制御システム（ソルコン）の概要

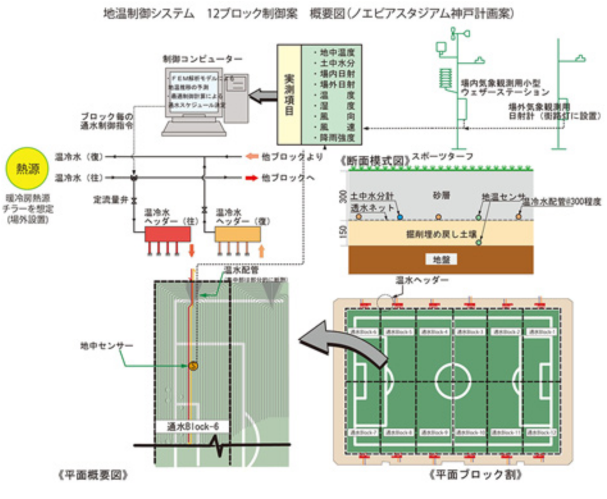


図４　ノエビアスタジアムにおけるシステム概要

$$-\lambda\left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)=a\cdot TH+\varepsilon\left(AH-\sigma T^4\right)+\alpha_c\left(T_{air}-T\right)\quad\text{(地表面熱収支)}$$

T：地表面温度，z：深さ，λ：熱伝導率，a：日射吸収率，TH：日射量，
ε：輻射放射率，$AH-\sigma T^4$：大気放射量，α_c：表面熱伝達率，T_{air}：外気温

$$\rho C\frac{\partial T}{\partial t}=\lambda\nabla^2 T+\dot{Q}\quad\text{(地中熱収支)}$$

T：温度，ρ：地盤材料の密度，C：定圧比熱，
λ：熱伝導率，T_{air}：輻射放射率，$\dot{Q}$：熱の発生項

式１　地表からの熱収支と地中熱伝導計算式

を求める（前頁の**式1**）。本システムでは，フィールド断面の解析モデルを作成し，集計されたデータをもとに予測し，目的深度を適切な温度にするよう通水をON/OFFで制御する。制御は，最適制御理論[2)]をもとにしている。この制御を用いることで，通常の簡易地温センサのみを用いたON/OFFの制御方法に比べ，エネルギーロスの少ない緻密な制御を可能としている。

2 地温制御システムの利用による効果

2.1 加温による芝生フィールドへの効果

欧州では古くから冬季凍結防止策として温通水が利用されていた（**写真2**）。凍結した固いフィールドは選手の怪我のリスクを高くするのでそれを回避するのが目的といわれている。ただし，温度制御が簡易であり，消費エネルギー量も過大であった。一方，本システムでは緻密な温度制御をすることで，この凍結防止に加え，寒地型芝草の生育補助の機能も備えることを可能にしている。冬にも緑を保っている寒地型芝草は暖地型芝草に比べ，比較的日照の弱い場所でも生育できるので，一定以上の日照下で温度を適度に保つことで生育が促進されることを確認している（**図5**）。ただし，オーバーシードを行っているフィールドにおいては，過度な加温は冬期休眠している暖地型芝草を無駄に活動させることになり，芝養分枯渇などの悪影響を与える場合もある。そのため，寒地型芝草にメリットがあり，暖地型芝草に大きな影響を与えないような適切な温度制御が必要となる（**図6**）。

寒地型芝生のみのフィールドにおいては，芝生の適正な生育のために，地温制御による地温上昇，光の確保，施肥等が重要な管理項目となる。

2.2 冷却による芝生フィールドへの効果（1）

近年の世界的な気温上昇と夏季における酷暑は，芝生にも大きな影響を与えている。2023年にオープンしたエスコンフィールドHOKKAIDOは寒地型芝草を冷却することで酷暑を回避している。一方，先に述べたように暖地型芝草は夏に旺盛だが，それも限度があり，過度な高温は生育の

写真2　イギリスCarrow Roadでのヒーティング事例

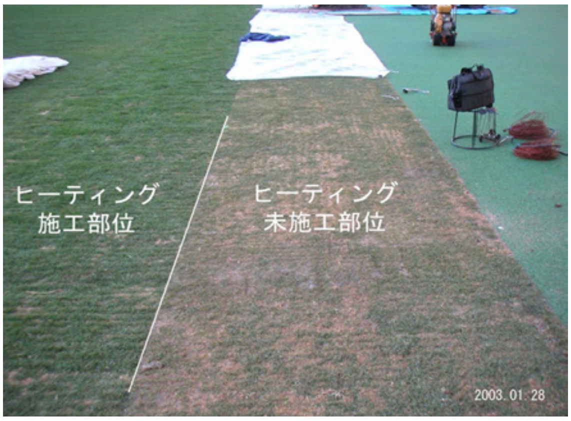


図5　ヒーティングの有無での寒地型芝草の生育の差異

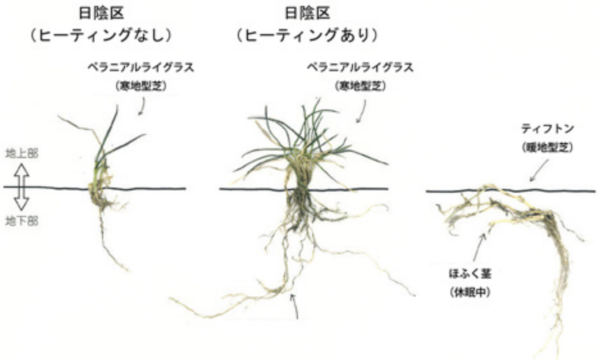


図6　寒地型芝草の生育におけるヒーティングの効果
（※適切な温度制御を行うことで，寒地芝生育補助（中央）と暖地芝休眠維持（右端）を可能にしている）

妨げとなる。

筆者らが，関西エリアのスタジアム実フィールドで，芝生管理者と実施した共同試験では，近年の酷暑時に，暖地型芝草に本システムを利用して冷却することで，その後の芝生の植生を改善する

ことが確認された（図７[3]）。酷暑時にフィールドを冷却することで，暖地型芝草の養分減少が少なく，生育が良好になっている。

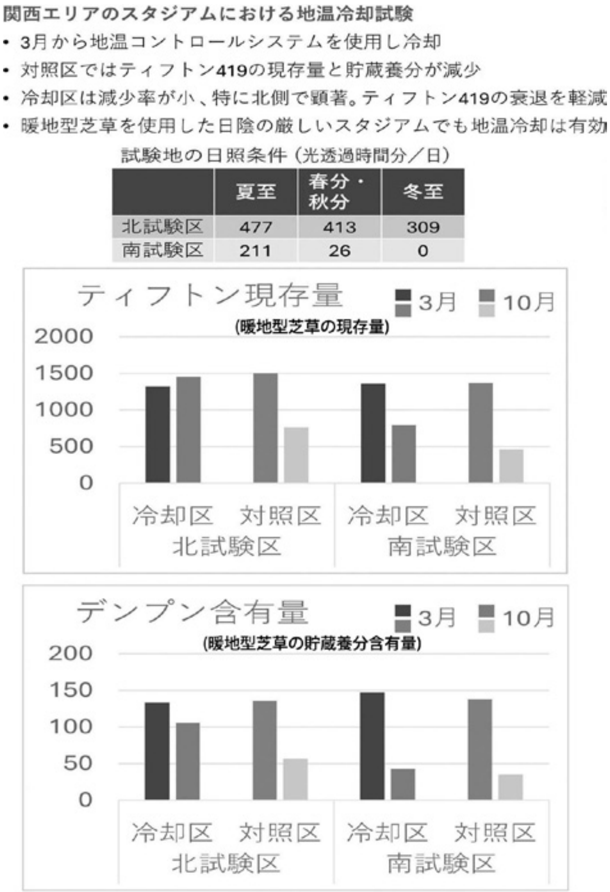


図７　暖地型芝草へのクーリング効果（東洋グリーン：2025）
（冷却区の方が秋季における衰退を低減できた）

2.3　冷却による芝生フィールドへの効果（2）

大規模スタジアムでは，夏季コンサートイベントが多く実施され，その収益は重要である。イベント時，芝生フィールドに専用養生材を敷いて，臨時の観客席を設置することが一般的である。養生材下の芝生は高温・多湿となることが過去の実測で判っており，芝生へのダメージが問題となる。夏季イベントが多い日産スタジアムでは，隣接した芝生圃場で，イベント時を想定した冷却試験を行った。フィールドを冷却することで，養生材下の芝生の状況が改善されることを確認し，イベント時の芝生ダメージを少なくすることに成功している（図８）。既に冷却システムを導入しているMUFGスタジアム，ノエビアスタジアムなどでは，夏季イベント時にフィールド面を冷却することで芝生の極端な劣化を防ぐ工夫をしている。

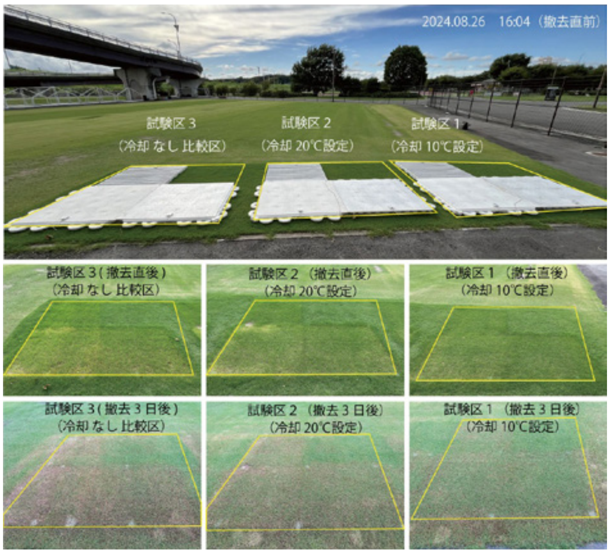


図８　イベント時クーリング効果試験（日産スタジアム圃場）
（イベント想定72時間の養生材設置後，養生材を撤去し観察）

3　まとめ

大規模スタジアムにおける芝生生育の問題点と地温制御システムの効果について，概要を述べた。地温制御システムは大規模スタジアムの芝生管理の一助となっている。近年では，暖房だけでなく冷却の効果についても確認されており，利用方法が注目されている。

＜謝辞＞イベント時の冷却実験結果について記載を許可してくださった日産スタジアムに感謝いたします。

＜参考文献＞

1）太田隆之：スポーツ施設における天然芝舗装の構造と施工･管理，オーム社 設備と管理－59－，pp.36-39, 2025
2）小嶋啓市他：地盤の熱伝導問題におけるパラメータの同定および地温度制御に関する研究，土木学会論文集，1995

＜引用文献＞

3）東洋グリーン：第15回国際芝草学会（軽井沢），実務者セミナープレゼンテーション，2025

織茂　俊泰（おりも　としやす）
技術士（建設／総合技術監理部門）
佐藤工業（株）
事業開発統括部
e-mail：orimo@satokogyo.co.jp

ウエアラブルデバイスとソフトウエアサービスの進化と将来展望

Evolution and future prospects of wearable devices and software services

山田　貴之
YAMADA Takayuki

本稿では，サッカーやラグビーを中心としたフィールドスポーツにおけるウエアラブルデバイスとソフトウエアサービスに関する進化を概観し，代表するセンサのGNSS・IMU・通信モジュール融合技術と，ソフトウエアによるパフォーマンス分析の高度化について整理する。さらに，今後予測されるAIを活用したデジタルツインといった進化方向を提示する。これにより，スポーツテクノロジーが「計測機器」から「意思決定インフラ」へと転換する構造を明らかにする。

This paper provides an overview of the evolution of wearable devices and software services in field sports, with a primary focus on soccer and rugby. It examines the integration of core sensor technologies—comprising GNSS, IMU, and communication modules—alongside the increasing sophistication of performance analysis driven by software. Furthermore, the paper presents future developmental trajectories, such as the implementation of AI-powered digital twins. Through this discussion, the study elucidates the structural transformation of sports technology from mere 'measurement tools' into a critical 'decision-making infrastructure'.

キーワード：ウエアラブルデバイス，GNSS，IMU，リアルタイム，AI分析，デジタルツイン

1　スポーツ科学の進化

1.1　はじめに

近年，スポーツは経験則中心の指導・分析の運用から，データドリブンな意思決定へと急速に移行している。筆者がスポーツに励んだ幼少期は，「水を飲むな，体力がおちる」といった，根拠のない根性論が蔓延しており，正確な評価は得られていなかった。現代のサッカーやラグビーにおいては，スポーツ科学が急激に進化し，選手の動作・負荷・位置情報をリアルタイムに取得し，育成・戦術・医療の各領域に活用する取り組みがはじまっている（図1）。

図１　サービスの概要

しかし，スポーツ現場において，サービス導入によるデータ精度や仕様を理解し，チームの価値に変換させ，行動変容を促す人材が不足していることから，スポーツサイエンティストの育成が急務となっている。本稿がそれらの技術を理解し，データ活用をする人材への一助となることで，今後のスポーツシーンの成長への期待が高まると考える。

1.2　ウエアラブルデバイスの高度化

サービスの変革を支えるハードウェアのコア技術にGNSS（位置），IMU（姿勢），通信（リアルタイム化）を統合し進化するウエアラブルデバイスがあげられる。高額な製品から安価なものまであるが，一般的には搭載しているセンサの種類やセンサの融合によるセンサフュージョン，リアルタイム通信などの機能差と一見ユーザが見落としやすいデータ精度の許容誤差がある。

また，現場に求められる基本的な要件としては

（1）強靭なハードウェア

- FIFAやWorld Rugby認証試験をクリアした強靭性，防水性・防じん性など
- 長距離移動の振動に耐えるパッケージング

（2）小型化・長時間の安定稼働

- 軽量化・省スペース化と長時間バッテリー稼働
- 天候や気温に左右されない安定性

が例としてある。実際選手は，ハードウェアの小型化を要求し，データ分析者は高精度・高品質化を要求する。技術的には相反することを現場に適用することが，このサービスの難しさである（図2）。

図2　ウエアラブルデバイス「xG-1」の事例

1.3　ソフトウエアサービスの進化

ウエアラブルデバイスの進化と並行して，データを活用するソフトウエアサービスも大きく進化してきた。現在では，クラウドコンピューティングの普及により，大量のデータを蓄積・管理し，可視化するプラットフォームが登場した。これにより，個々の選手だけでなく，チーム全体のパフォーマンスを俯瞰的に分析することが可能となった（図3）。

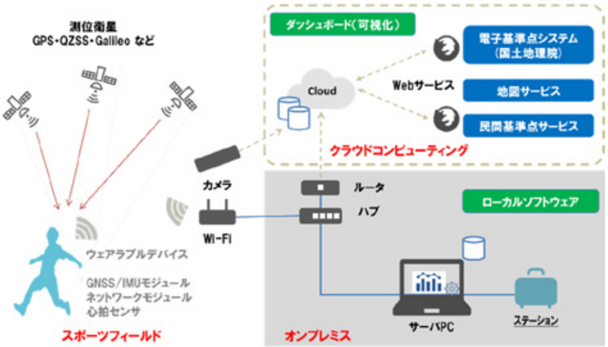


図3　サービスのシステム構成

また，ストリーミング処理技術の発展により，リアルタイムでのデータ解析およびフィードバックが実現されつつある。これにより，試合中における選手のパフォーマンス指標を即時に把握し，戦術的意思決定に反映することが可能となっている。

1.4　データマイニング・AIの進化

取得されたセンサデータの価値を最大化するためには，適切なデータマイニングおよびAI技術の活用が不可欠である。初期の分析は，走行距離や最高速度といった記述統計に基づくものであったが，近年ではより高度な特徴量設計が行われている。

例えば，加速度データを基にした運動負荷指標や，動作の変化を捉えるための時系列特徴量などが実装されている。これらの特徴量を入力することで，機械学習モデルによるパフォーマンス評価や傷害リスク予測が可能となる。さらに，深層学習技術の導入により，従来は困難であった複雑な動作認識や戦術パターンの抽出が実現されつつある。

2　ウエアラブルデバイスの中核技術

2.1　GNSS（Global Navigation Satellite System）

GNSSは，時刻・位置・速度・距離の取得において屋外スポーツにおいて中核を担っている。近年はGPS（米国）単体ではなく，Galileo（欧州），GLONASS（ロシア），BEIDOU（中国）等を統合したマルチGNSSが主流となっている。日本では準天頂衛星みちびきの利用が進んでおり，安定的なデータ取得のために今後の7機体制への増強が期待されている。

また，GNSSデータの高精度化については，GNSSセンサのサンプリングレートを上げる手法と，RTK（リアルタイムキネマティック）を用いた相対測位法の測量技術の手法がある（図4）。

図4　GNSS測位法による精度差

2.2　IMU（Inertial Measurement Unit）

IMUは，加速度・角速度・地磁気の9軸を計測し，人体運動を時系列データとしてデジタル化するセンサ群である。従来の光学モーションキャプチャと比較し，IMUは次の3点の優位性を持つ。①屋外利用可能 ②小型・軽量・高分解能 ③リアルタイム処理が可能である。

このことからサッカー・ラグビー・陸上などの競

技において，定量的なパフォーマンス指標の生成基盤として広く利用されている。取得したデータはそのままでは選手のパフォーマンスに資する歩数や加速などの運動指標を算出することができないため，重力成分を除くことや，スポーツ毎に設計した各種フィルタを実装することがデータ精度の核となる。

さらに，ウエアラブルデバイスの姿勢を３次元で可視化することで，姿勢の安定性やフォームを分析することが可能である。加えて動作認識として選手の転倒回数・ジャンプ回数や高さなどを把握することで技術的な差別化機能が実装されている。

2.3　ネットワーク通信

通信技術の進化により，ウエアラブルデバイスは試合や練習後のデータロガーから，リアルタイムに近い指標を出力するIoTデバイスへ変遷してきた。Wi-Fi・BLE・UWBなどの通信モジュール（電波法準拠が必須）を内蔵し，サービス内のサーバへデータ転送することでリアルタイム機能が実現されている。今後はサーバ上で即時フィードバックができるエッジ（現場環境により近い側の端末など）側のAIが実装されることが予測される。

3　データ分析および意思決定支援

3.1　パフォーマンス分析

取得したセンサデータを基に，選手のパフォーマンスを定量的に評価する。基本指標として時刻，位置情報，移動距離，速度，加速度，姿勢などを算出する。これらの基本指標に加え，運動負荷を総合的に評価するために複合指標を導入する。代表的な指標として，加速度成分を統合した運動負荷指標（Player Loadやインパクト回数など）があげられる。これは，各軸の加速度変化量を合成することで，選手にかかる物理的負荷を定量化するものである。

さらに，心拍データを加えて閾値設定と時系列解析により，運動強度の変化やピーク負荷の検出を行う。これにより，動的なパフォーマンス評価に加えて身体の内的負荷が管理できる。

3.2　障害予防

スポーツにおける障害予防は，パフォーマンス維持の観点から極めて重要である。パフォーマンスデータを用いて選手の負荷状態を評価し，障害リスクの予測を行う。特に重要な指標として，急性負荷と慢性負荷の比率（Acute/Chronic Workload Ratio）[1]があげられる。この指標は，短期間の負荷増加が障害発生リスクを高めることに着目したものであり，負荷の変化率を評価することが可能である。

また，加速度データの分散や変動性を分析することで，疲労の蓄積や動作の不安定性を検出する。これらの特徴量を入力とした機械学習モデルにより，異常状態の早期検出を行うことができる。

回帰モデルおよび異常検知アルゴリズムを組み合わせることで，個々の選手に適応した障害リスク評価手法は研究領域でありながらも確立されつつある。

3.3　戦術分析

戦術分析では，個々の選手のデータを統合し，チーム全体の動きや戦術パターンを解析する。GNSSによる位置情報を基に，選手間距離やフォーメーションの変化を定量化する[2]。

具体的には，選手間のドロネー三角形を構築し，その時間変化を解析することで，チームのコンパクトネスやオフェンスとディフェンスラインコントロールの評価を行う。また，クラスタリング手法を用いて，特定の戦術パターンを抽出する。映像と連携することで，データでは読み取れない情報を確認することが可能となる（図５）。

3.4　リアルタイム分析

試合中の意思決定支援を目的として，リアルタ

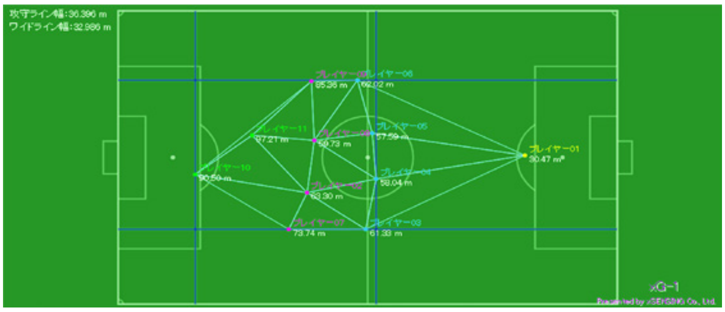


図５　戦術分析「xG-1」の表示事例

イム分析が重要となる。センサデータはストリーミング処理基盤により逐次処理され，低遅延でパフォーマンス指標が算出される。リアルタイム分析では，処理遅延の最小化が重要であり，計算量の削減およびアルゴリズムの軽量化が求められる。また，通信遅延やパケットロスに対する耐性も必要となる。

サービス品質として，エッジ処理とサーバ処理を適切に分担することで，リアルタイム性と解析精度の両立が重要となる。これにより，試合中における選手交代や戦術変更といった意思決定を支援する。

4 AI活用と今後の展開

4.1 デジタルツインによるシミュレーション

スポーツ分野では，選手の運動状態やチーム戦術をデジタルツインとしてモデル化することで，トレーニング計画や戦術設計の高度化が期待される。今後のサービスでは，以下の要素を統合したデジタルツインが期待できる。

- GNSSによる位置情報
- IMUによる運動情報
- パフォーマンス指標
- AIによる推定結果（負荷・障害リスク）

このデジタルツインを用いることで，実際の試合データに基づくシミュレーションが可能となる。例えば，特定の戦術変更が選手の運動負荷やチーム構造に与える影響を事前に評価できる。

さらに，時系列モデルを用いた将来予測によって，選手の疲労状態やパフォーマンス低下の予兆を検出することも可能になり，ファンタジースポーツ（実在のスポーツ選手を使用し仮想チームを作り，現実の成績をポイント化し競うゲームやサービス）に代表されるゲームへの拡張なども期待できる。

4.2 技術課題と今後の展望

サービス全体として，ウエアラブルデバイスとAIを統合した高度な分析基盤を提供するものであるが，技術的および運用上の課題が存在する。

（1）センサ精度の限界：GNSSの測位誤差やIMUのドリフトは完全には排除できず，これらが分析結果に影響を与える可能性がある。今後は，より高精度なセンサや補正アルゴリズムの導入が求められる。

（2）通信環境への依存性：リアルタイム分析を実現するためには安定した通信が必要であり，大規模なスタジアム環境においては通信品質の確保が課題となる。

（3）AIモデルの汎用性：選手ごとの特性差や競技特性により，単一モデルでは十分な性能を発揮できない場合がある。このため，個別最適化されたモデルや転移学習の活用が今後の研究課題となる。

さらに，実運用では，分析結果の解釈性および現場への適用性も重要である。高度なAIモデルを導入した場合でも，監督・コーチや選手が理解し活用できなければ，その価値は限定的となる。

今後の展望として，以下の方向性が考えられる。

- センサフュージョンの高度化による精度向上
- 5G/6G通信の活用によるリアルタイム性の強化
- Explainable AIの導入による意思決定支援の高度化と戦術分析の実用化

以上より，筆者が幼少期に欲しかった将来のサービスでは，スポーツデータ活用に向けた意思決定インフラ（プラットフォーム）として有効であり，今後の技術進展とともにさらなる発展が期待される。

＜引用文献＞

1）Gabbett, T. J.：The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder?, British Journal of Sports Medicine, Vol. 50, No. 5, pp. 273-280, BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine, 2016年3月

2）Yamada, T., et al.：Development of Sensing Unit “xG-1” for Visualizing Team Plays, Journal of Digital Life, Vol. 3, Article ID: 2023.3.10, SANKEI DIGITAL INC., 2023年9月27日. DOI: 10.51015/jdl.2023.3.10

山田　貴之（やまだ　たかゆき）

クロスセンシング（株）代表取締役社長
測量士，応用情報技術者
e-mail：tak.yamada@xsensing.co.jp
TEL：03-4362-6968

会員の著作紹介　ご本人による著作物を著者自身で紹介するコーナーです。

AI中空次郎と番犬隊長の安寧未来対話

ばんけんたいちょう
番犬隊長（ペンネーム）　著

B6判・148頁　価格：1,650円　アメージング出版　2026年2月発行

本書『AI中空次郎と番犬隊長の安寧未来対話』は，AIとベテラン土木技術者の対話を通して，私たちの社会に欠かせない「合意形成」や「公共性」について，やさしく問い直す一冊です。議論の軸となるのは，誰かが正解を決めたり，勝ち負けで物事を裁いたりしない「中空思考」と，心が落ち着き信頼が保たれている状態を指す「安寧」という考え方です。現場で対立や分断，説明の難しさに向き合ってきた技術者の経験を背景に，哲学的な視点と実務の知恵が行き来しながら，これからの社会やインフラを支える「場のあり方」を静かに描き出します。AI時代に，人と社会がより良く共に生きるためのヒントを与えてくれる一冊です。

成島　誠一（なるしま　せいいち）
技術士（建設／総合技術監理部門）

（株）甲斐組　専務執行役員
e-mail：s-narushima@nb-institute.com

信号処理入門

馬場達朗　著

B5判・291頁　価格：3,618円　学術研究出版　2026年3月発行

数学・物理学の応用事例をもとに，大学初等・高専生・社会人と幅広い読者層を想定し，1970年代から現在までの信号処理技術の歴史と動向を紹介する教科書です。主要因分析，偏微分方程式，線形１次結合，周波数解析，標本化関数，アンサンブル平均，フィルタ理論，システム同定，幾何光学，波動光学，フェーズドアレイ，３次元波動映像技術，開口合成，変調連続波応用，量子コンピュータ，自動画像認識，複素数フィルタ，現代制御理論，固有値，ラグランジアン，ベイズ推定など広範な科学技術分野の原理と計算機応用例を解説します。また理解を深めるため「ひとりごと」，「よりみち」，「体験談」のコーナーを随所に設けています。

馬場　達朗（ばば　たつろう）
技術士（電気電子部門）

馬場技術士事務所（代表）
e-mail：yff57718@nifty.com

AI用語図鑑

増井敏克　著

A5判・296頁　価格：2,288円　翔泳社　2026年4月発行

最近は生成AIが話題になっており，便利に使っている人も多いでしょう。そんな中で，次から次へと新しい言葉が登場し，戸惑っている人も多いかもしれません。

本書では，最新のAIについての用語だけでなく，歴史的なAIの変化などについての用語まで，幅広く紹介しています。初心者でも読みやすいように，かわいらしいイラストと合わせて解説していることが特徴です。

それぞれの用語は，関連する３つのキーワードと合わせて解説しているため，知識の幅が広がります。G検定や生成AIパスポートなど，試験勉強の副読本としてもご利用ください。

増井　敏克（ますい　としかつ）
技術士（情報工学部門）

増井技術士事務所（代表）
e-mail：info@masuipeo.com

訃報 一謹んでご冥福をお祈りいたします。 （敬称略）

有田　貞一（機　械）	2026/3/24　83歳	佐藤　　準（農　業）	2026/3/22　81歳
沖口　修一（建　設）	2026/4/13　80歳		

編集室から

広報委員となり，2度目の編集後記となった。執筆者はそれぞれ専門分野の方であるために，執筆要領に沿った記述であることを確認するのには困難を伴う。そのために広報委員には「記者ハンドブック：新聞用字用語集」（共同通信社）が配布されており，これを利用している。学生時代を終えてから英和辞典を必要とすることはあったが，それ以外の辞書を使うことはほとんどなかったので，久々の辞書の利用である。電子辞書も中高校で利用されているが，新機種の発売もなくなって久しい。昨今ではWEB翻訳機能が辞書の役割に代わってしまったので，書物としてのハンドブックの利用は感慨深い。

7月号特集で取り上げたスポーツ大会関連では，商標が出てくるものがあり特に注意が必要であった。「4年に一度開催の国際的なスポーツイベント」が代表例である。記者ハンドブックには該当する記載がなかったが，事務局（元記者）と知財業務に携わる委員のコラボにより編集段階で言い換え等を行うことができた。登録商標は知的財産の一部であるが，一般名称化することもあり，生きた文化とも言える。

今回の企画が会員の興味を引き，今後の特集号への応募が殺到することを期待する。

（小澤明夫）

■ 広報委員会委員

委員長　藤原　憲男（建設）
副委員長　石川　弘子（建設）　田中　克己（電気電子）　増岡　進（環境）
委員　安藤　亘（水産）　飯田　雅弘（上下水道）　井口　幸弘（原子力・放射線）　伊東　潤二（生物工学）
稲垣　拡之（航空・宇宙）　枝村　正芳（繊維）　大久保暁一（電気電子）　大野　博之（応用理学）
大森　麻理（情報工学）　小澤　明夫（電気電子）　金子　隆（化学）　楠橋　康広（建設）
倉成　真一（情報工学）　曽武川　淳（衛生工学）　反町　容（建設）　高橋　正人（機械）
東瀬　康孝（建設）　原田佳代子（森林）　細谷　裕士（農業）　松下　滋（金属）
宮内　憲一（金属）　吉川　武志（経営工学）

地域本部における広報担当
【北海道】見上　敏文（水産／総合）　田守　隆浩（農業）
【東　北】利部　哲（環境／建設）　小松　孝輝（上下水道／総合）
【北　陸】小林　秀一（建設）　梶川　明美（情報工学／総合）
【中　部】岡井　政彦（電気電子）　西方　伸広（機械）
【近　畿】吉田　富彦（機械／総合）　北川　昭浩（経営工学）
【中　国】楠橋　康広（建設／総合）　櫻井　理孝（金属）
【四　国】岩佐　隆（建設／総合）　西沢　尚之（情報工学）
【九　州】倉成　真一（情報工学）　松田　敦（建設）

技術士 IPEJ Journal　2026年7月号　No.715

定価　1,000円
（日本技術士会会員は会費の中に購読料を含む）

■ 発行所および責任者　©公益社団法人 日本技術士会　眞先　正人
〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2階
TEL 03-3459-1331（代） FAX 03-3459-1338
URL https://www.engineer.or.jp/
■ 制作・印刷 （株）アイセレクト

◎本誌記事の無断転載を禁じます。

＊「IPEJ」「日本技術士会」「技術士会」「技術士（CPD認定）」「（CEマーク）」「（PEマーク）」「（Pe-CPDマーク）」は，公益社団法人日本技術士会の登録商標です。

会合・行事予定（2026.7 ～ 2026.9）

予定が変更される可能性がありますので，当会 HP の会員コーナー「CPD 行事の参加申込」をクリックして，「技術士 CPD 行事申込一覧（新システム）」（※ QR コード左）および本会の活動グループの行事が紹介されている「従来の CPD 行事一覧」（※ QR コード右）から，最新の予定を確認のうえ WEB 申込みか，各行事欄の連絡先に申し込んで下さい。

新システム　従来システム

◎印の会合はメンバー限り　無印の会合は本会会員であれば参加は可　★印の会合は本会会員以外の方の参加も可

開催月日	会合・行事名	場　所	時　間	内容／連絡先
7月 1日（水）	★技術士活性化委員会（技術支援基礎講座）	機械振興会館 6D-4 会議室での対面およびオンライン	14時～16時30分	テーマ：「プロジェクトマネジメント革新（プロジェクト成功の条件を学ぶ）」講師：1名，参加費：会員 1,000円，非会員 2,000円，申込：日本技術士会 HP 行事，詳細内容：技術士活性化委員会参照
2日（木）	★秋田県支部（第 1 回 CPD 講演会）	パーティーギャラリーイヤタカ	15時～19時	「都市の隙間をデザインする～ 人が主役のまちへ」小杉栄次郎氏（秋田公立美術大学教授）の講演，終了後懇親会，会費等詳細は秋田県支部 HP，申込は information
	★近畿本部（青年技術士交流委員会／一杯のお酒が教えてくれる技術と特許の世界）	大阪科学技術センター 小ホール	18時30分～20時	近畿本部は日本弁理士会関西会と連携を進めており，今回は弁理士会との共催で，「お酒」をテーマに，技術士からは技術の面で，弁理士からは知財の面で講演を行います。申込方法は，開催 1 か月前をめどに近畿本部 HP に記載
3日（金）	★北海道本部（倫理委員会第 16 回技術者倫理フォーラム）	ホテルポールスター札幌	14時～17時	講演「技術者（士）倫理の実践を考える～私の「職業倫理」形成経験と最近の事例を基に」（株）日水コン技術統括本部顧問　櫻井克信氏：倫理委員会報告「仲間と考える倫理」ほか 問合せ：vntutomu@icloud.com
	★ IT21 の会（例会）	ハイブリット（東京ウィメンズプラザ対面＋ オンライン）	18時30分～20時30分	30期役員紹介，講演「制御工学：フィジカル AI の未来を支えるインターフェース」笹原帆平氏（東京大学 情報理工学系研究科 システム情報学専攻），懇親会 申込 https://www.it21.info/（6月中旬）
4日（土）	★新規開業技術士支援研究会（独立開業セミナー）	北トピア 807，805b 会議室，Web 会議併用	9時30分～18時	講師 8 名による独立開業するためのノウハウ・独立事例の紹介，少人数グループでのディスカッション，参加者個別事情に合わせたカウンセリング，受講料：日本技術士会会員 29,800円（昼食代，懇親会費を含む），詳細は HP
	★近畿本部（技術士活性化委員会（「技術士資格を活用する第一歩」研修会））	近畿本部 大会議室	10時～16時45分	技術士として業務を始めるにあたり参考としていただけるガイダンス，対象は技術士に合格された方，技術士事務所開設を考えておられる方など，申込方法等は開催 1 か月前をめどに技術士 CPD 行事申込および近畿本部 HP に記載
	★長野県支部（年次大会及び合格者祝賀行事）	ホテルモンターニュ松本（長野県松本市）オンライン（Zoom）併用	13時30分～15時30分	「年次大会」，「合格者祝賀行事（新合格者紹介）」，「技術者と環境倫理 CPD：講師：鬼頭秀一氏（東京大学名誉教授）」詳細：支部 HP 問合せ：penagano@penagano.org
	★鳥取県支部（2026年度年次大会／10周年記念大会・講演会／懇親会）	鳥取シティホテル（住所：鳥取県鳥取市戎町 471 番地）	14時30分～19時	年次大会 14時30分～14時50分，10周年記念大会 15時～15時30分，特別講演 15時30分～17時，懇親会 17時30分～19時，特別講演「神話や伝説を地質学的にみる地球神話の世界」講師：野村律夫氏
6日（月）	★技術士包装物流グループ東京本部（7月度研究会）	きゅりあん（大井町）＋ WEB 配信	15時～16時30分	プラスチック包装を狙いうちする環境包囲網への立ち向かい方（花市岳氏／フタムラ化学（株）），参加費：技術士包装物流グループ会員以外の方 2,000円，申込：下記 URL から 6/29 まで　https://www.jplcs.com/16929843740302
8日（水）	★北海道本部（事業委員会技術研修会（日帰））	旭川方面	8時～18時	見学先：道内林業と製材技術（空知単板工業（株）），園内施設における動物への配慮技術（旭山動物園） 問合せ：mk1439@docon.jp　ドーコン水工部　鎌田
9日（木）	★知財コンサルティングセンター（7月勉強会）	リモート講演（Zoom）	18時30分～20時	講演：「イノベーションを起こす発想力強化研修」講師：宇高克己氏（弁理士法人来知国際特許事務所），会場，参加費，申込方法等の詳細は PCIP HP（https://pcip.jp）の「お知らせ」に掲載
10日（金）	★機械部会（7月例会）	機械振興会館 6D-4会議室（WEB 併催）	18時30分～20時30分	講演：「技術者倫理について－先生と呼ばれて－」講師：濁川義和氏（（株）IHI プラント　電気通信大学非常勤講師　技術士（機械）），参加費：会員 1,000円，非会員 2,000円，詳細は機械部会 HP まで
11日（土）	★水産部会（2026年度第 2 回水産部会定例会・講演会）	機械振興会館 6F 会議室 6-67	13時～17時	定例会：会務報告ほか 講演会：「水産白書について（仮題）」水産庁漁政部企画課（予定）

☞予定が変更される可能性がありますので，HPで最新の予定を確認のうえお申し込み下さい。

開催月日		会合・行事名	場　所	時　間	内容／連絡先
7月	11日（土）	★中国本部（2026年度年次大会／記念講演会）	広島大学東千田キャンパス5階 地域連携フロア ほか1会場＋個別オンライン	13時～17時	第Ⅰ部：2026年度 中国本部年次大会，第Ⅱ部：技術士制度改革の今，第Ⅲ部：記念講演会「技術，再考。～進化し続けるデジタル技術と共に・・～」前田香織氏（広島市立大学理事長・学長），詳細は中国本部HP参照
		★九州本部（北九州地区支部7月度CPD）	タカミヤ環境ミュージアム（北九州市）	13時～17時	1 岡野秀之氏（公益財団法人九州経済調査協会）「半導体産業の集積が進む九州の現状と展望」，2 安永卓生氏（九州工業大学学長）「電子顕微鏡で明らかになるライフサイエンスの世界」～生物物理学とは何か～　08017458396
		★千葉県支部（年次大会）	TKP千葉駅東口ビジネスセンター4階カンファレンスルーム4A＋Zoom	13時～15時30分	年次大会：2025年度活動報告，2026年度活動計画 参加費：無料 詳細は千葉県支部HP参照，申込は行事予定から 問合せ：千葉県支部総務委員会
		★千葉県支部（第164回CPD年次大会特別講演会）	TKP千葉駅東口ビジネスセンター4階カンファレンスルーム4A＋Zoom	15時40分～16時40分	第4次産業革命にみる工学の新しい地平と千葉技術士会の役割（藤野直明氏／（株）野村総合研究所シニアチーフストラテジスト），参加費：会員1,500円，非会員2,500円，詳細は千葉県支部HP参照，申込は行事予定から
		★千葉県支部（年次大会交流会）	TKP千葉駅東口ビジネスセンター3階カンファレンスルーム3A	17時～18時45分	交流会費：5,000円 詳細は千葉県支部HP参照，申込は行事予定から 問合せ：千葉県支部総務委員会
		★近畿本部（機械システム部会／第116回例会）	大阪科学技術センター 4階 405会議室（Web併催）	13時30分～17時	講演1「材料トラブルを未然に防ぐ－機械技術者が知っておきたい材料信頼性の基礎」宮崎陵子氏（金属），講演2「電子回路形成，部品実装の概要」酒井一信氏（機械），講演会参加費：会員1,000円，非会員2,000円
	12日（日）	◎なりわい支援ワーキンググループ（月例ミーティング）	オンライン（Zoom）	9時～11時	なりわい塾・まちおこし塾・ビジネス教育の活動状況，メンバー月例会は原則毎月第二日曜日9時～11時で変更の可能性あり，新規メンバー募集中ですのでご興味のある方はご連絡ください。 連絡先：n-sugiyama3@wish.ocn.ne.jp　杉山
	14日（火）	★北海道本部（社会活動委員会　2研究委員会合同勉強会）	赤レンガ2階会議室A	16時30分～19時	内閣官房参与・加藤康子氏をお招きし，エネルギー政策と安全保障に関する講演，北海道スタンダード研究委員会・リージョナルステート研究委員会共催　　問合せ：sn961@docon.jp 北海道スタンダード研究委員会・奈良照一
		★技術者倫理研究会（第124回例会）	ハイブリッド（機械振興会館6-64＋Web（Teams））	18時30分～20時30分	話題：「私と技術者倫理」講師：岩部良子氏（応用理学／建設／総合），参加費：技術者倫理研究会会員（正会員，会友），グループ加入：無料，他：1,000円，申込：技術者倫理研究会HP
	17日（金）	★神奈川県支部（第43回テクノセミナー）	波止場会館（4階大会議室）	13時～16時30分	生成AIによる自動設計の世界～AI活用による設計・開発・解析業務の革新～と題し，生成AIによる形状の自動生成や超高速AIシミュレーションなど，最前線の情報をお届けします（会員2,000円・非会員3,000円）
		群馬県支部（第15回全体会合及び記念講演会のご案内）	オンライン開催（ZOOM）	14時30分～16時	演題「下水道と硫化水素」講師：佐藤孝史氏（副支部長）／技術士（4部門），一級建築士，コンクリート診断士，（株）日本水道設計社，申込：本会HP，会費：無料 問合せ：gunma@engineer.or.jp　支部
		★東北本部（応用理学部会／2026年度研修会）	仙台市戦災復興記念館　4階研修室	15時～17時	「発掘調査でわかった国家形成期の軋轢」白鳥良一氏（元宮城県多賀城跡調査研究所長），参加費2,000円，終了後意見交換会，申込は東北本部事務局（tohokugijutushi@nifty.com）
		★情報工学部会（7月度講演会）	機械振興会館6-67会議室及びWeb（Teams）※Webは会員限定	18時30分～20時	「OTセキュリティの最新技術」講師：三菱電機（株）　OTセキュリティ事業推進部　ソリューション企画G 池田祐介氏，会費：会員1,000円，非会員2,000円，連絡先：松浦，梶嶋，終了後情報交換会有
	18日（土）	★環境マネジメントセンター（7月度月例会）	オンライン開催（Zoom）	10時～12時	「ISO9001及びISO14001の2026年版改訂の全体像」講師：栗島建治氏，例会（情報交換），申込は行事予定から
		◎食品技術士センター（7月度例会）	機械振興会館およびWeb（Zoom）	12時30分～13時	理事会報告，会員相互の情報交換　等 申込：次のURL（http://jafpec202607.peatix.com/）よりお申込下さい
		★食品技術士センター（7月度講演会）	機械振興会館およびWeb（Zoom）	13時～16時	1.「近年の食中毒の発生状況と主な原因物質について」水道裕久氏（農業），2.「災害食，α米について（仮）」尾西食品（株）伊藤秀朗氏，会員1,000円，非会員3,000円，申込：上記例会と同じURLより
		埼玉県支部（2026年度埼玉県支部年次大会（CPD講演））	ソニックシティビル6階　会議室603号（JR大宮駅西口より徒歩5分）	13時30分～17時	プログラム：支部活動方針・計画・実績の報告，CPD講演，大会終了後懇親会開催（別会場，（予定）19時半終了）※参加申込は本部HP行事予定，詳細は埼玉県支部HPから 問合せ：saitama@engineer.or.jp

☞予定が変更される可能性がありますので，HP で最新の予定を確認のうえお申し込み下さい。

開催月日		会合・行事名	場　所	時　間	内容／連絡先
7月	19日（日）	★センサと AI・データ解析によるインフラ・機械設備保全研究会（7月度月例会）	Web 会議（ZOOM）	9時30分～11時	「鉄道における状態監視・保全システムの技術動向について」田中芳親氏（機械），詳細 HP 問合せ：pxm05216@nifty.ne.jp
	21日（火）	★応用理学部会（7月度講演会）	機械振興会館6-67会議室，WEB 併用	18時30分～20時30分	気候変動に伴う地盤災害～土木・建築学者と議論して感じた地盤工学者の危機感～（小峰秀雄氏・早稲田大学教授），CPD：2.0，会員 1,000円，非会員2,000円（交流会費含む）問合せ：apspekanji@gmail.com ※終了後，交流会あり
		科学技術鑑定センター（2026年7月例会（講演会））	Zoom によるリモート講演	19時30分～20時45分	演者：柴田格会員（電気電子），演題：いろいろな熱電発電技術，参加条件：日本技術士会会員かつ科学技術鑑定センターに入会を希望する人 問合せ：koho@kantei-center.com　総務幹事宛
	25日（土）	★九州本部（第2回 CPD）	福岡商工会議所または WEB 配信	10時～17時	「激動する国際情勢」DLC・GB 青木麗子氏，「地図でたどる日本のカタチ」ゼンリン佐藤涉氏，「資格活用」理事・河野千代氏，「ニューロモルフィック AI」九工大田中啓文氏 問合せ：pekyushu@nifty.com
		製造物責任技術相談センター（PL 事例研究第327回）	WEB 会議／ブルースペース神田会議室 千代田区鍛冶町2-8-7 光起ビル B1	10時～12時	自己紹介と技術業務経験（澤井清人氏）備考欄にメールアドレス記入，メールで参加費の振込先を通知，参加費の振込確認後，WEB 接続先をメール通知，参加費：1,000円　問合せ：veq05116@nifty.com　前嶋
		★経営管理チーム（7月度例会講演会）	ZOOM によるリモート講演	13時～16時	題目：「「なぜ」を極める！ 真因を見抜く因果推論」杉山典之氏（杉山国際技術経営研究所現場改善アドバイザー），会費：KKT 会員外：1,500円，申込：日本技術士会 HP 行事予定（従来版）参照，申込締切7月22日
		★茨城県支部（2026年度年次大会・講演・交流会）	ワークプラザ勝田 2F 大会議室	13時30分～18時30分	2026年度年次大会：2025年度 活動報告／2026年度 活動計画，講演会：講演1　演題：「原子力（SMR）について（仮題）」講師：一般財団法人エネルギー総合工学研究所理事長 東京大学名誉教授 寺井隆幸氏，講演2　後報
		★岡山県支部（2026年度年次大会講演会）	岡山国際交流センター	14時～16時45分	年次大会・記念講演・交流会を開催 詳細は，岡山県支部 HP に情報を掲載 http://okayama.ipej-chugoku.jp/
	30日（木）	神奈川県支部（第15回年次大会・第1部）	波止場会館 4階大会議室（横浜市中区海岸通1丁目1番地）	13時～14時40分	2026年度幹事紹介・支部組織報告 2025年度活動報告・決算報告 2026年度活動計画・予算，その他（会員限定・無料）
		★神奈川県支部（第15回年次大会・第2部特別講演会）	波止場会館 4階大会議室（横浜市中区海岸通1丁目1番地）	15時～16時50分	特別講演会「持続可能な上下水道に向けた技術と制度について（仮）」，参加費：会員1,000円，未入会・一般2,000円，申込：本部 HP，詳細：県支部 HP または kanagawa@engineer.or.jp
		★神奈川県支部（第15回年次大会・第3部交流会）	波止場会館 1階シーサイドラウンジ「SaLa」（横浜市中区海岸通1丁目1番地）	17時～18時30分	交流会（会費4,000円）申込：本部 HP 詳細：県支部 HP または kanagawa@engineer.or.jp
	31日（金）	★上下水道部会（2026年7月度定例講演会）	会場（機械振興会館6階 6-67会議室），オンライン（Zoom）	18時30分～20時	講師：深谷涉氏（管清工業（株）本社管路管理総合研究所 所長），演題：今，下水道管路の点検・診断に求められる技術とは
8月	1日（土）	埼玉県支部（CPD 講演・意見交換会「再生可能エネルギーを考える」）	まるまるひがしにほん東日本連携センター／ ZOOM	13時～16時	環境や社会への影響に配慮した再生可能エネルギー関連施設の導入方策（埼玉大学社会変革研究センター村山武彦氏），再生可能エネルギーの大量導入に伴う配電系統への影響（仲泊明徒氏），定員30名，詳細は支部 HP 参照
		★新規開業技術士支援研究会	北トピア806会議室，Web 会議併用	13時30分～15時30分	内容：「事例の紹介と討議」講師：山田佳之氏（化学）他，参加費：技術士協同組合ネット会員は無料，その他は 1,000円，詳細は HP（https://www.cea.jp）　連絡先：cea@cea.jp
		★農業部会（講演会）	機械振興会館 6D-1，2 & WEB	13時50分～17時	「関係人口をビジネスに活かす道行き」青山富寿生氏（離島百貨店），「農研機構初のスタートアップ企業『株式会社農研植物病院』」眞岡哲夫氏（農研機構），詳細は HP kamata_tomoya@ybb.ne.jp　鎌田
		★鹿児島県支部（第51回 CPD 講演会）	鹿児島市勤労者交流センター7F 第1会議室	14時～16時40分	「沿岸域における漂流物・有害粒子の移動予測と防災・維持管理への応用」長山昭夫氏（鹿児島大学，（博士（工学））他，申込期限7月24日，先着60名，会費等詳細は当支部 HP
	3日（月）	★中国本部（2026年度第1回防災講演会　～防災における DX・ AI の活用～）	広島弁護士会館3F（広島市中区上八丁堀2-73）＋個別オンライン	13時～17時	講演1：「AI の急激な進化が拓くインフラメンテナンス・防災 DX」講師：全邦釘氏（東京大学 特任教授），講演2：「防災における DX・ AI の活用と暗黙知」講師：一井康二氏（関西大学 教授），他2講演，参加費：無料

☞予定が変更される可能性がありますので，HP で最新の予定を確認のうえお申し込み下さい。

開催月日		会合・行事名	場　所	時　間	内容／連絡先
8月	4日（火）	技術士資格活用委員会（INPIT 支援事業説明会）	オンライン（Zoom）	13時〜15時	講演「INPIT 支援事業の概要」肥塚直人氏（三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング（株）），会費：無料，詳細は委員会 HP 参照，申込は行事予定から 問合せ：yasumicogr@gmail.com　担当八角
	6日（木）	防災支援委員会（関東甲信県支部防災連絡会議）	機械振興会館211会議室及び，WEB 併用	15時〜17時	防災支援委員会 渡邉哲也 ipej-info@engineer.or.jp
	8日（土）	★独立開業を考える会（独立開業『はじめの一歩』セミナー）	スクエア荏原中会議室	13時〜17時	独立開業目指す『はじめの一歩』セミナー。講演者は実際に開業をしている人，目指している人です。共に切磋琢磨しながら独立開業を進めています。その『技』を参加者の皆様に提供し議論します。　nomoto1977@yahoo.co.jp　野本
		生物工学部会（2026年８月例会）	機会振興会館及びオンラインによるハイブリッド開催	14時〜18時	講演「NEDO 事業活用のススメ（仮題）」NEDO　吉田剛理事，他スタートアップ数社の講演を予定しています。詳細は決まり次第，部会 HP へ掲載します。 問合せ：yoji.ueda.pe@gmail.com
		★千葉県支部（第165回 CPD 専門知識向上講演会）	会場（千葉商工会議所13階小会議室）＋リモート（Zoom）	14時〜16時30分	地域からの脱炭素化と自然エネルギー100%への展望（松原弘直（まつばら　ひろなお）氏（NPO 法人環境エネルギー政策研究所　理事・主席研究員），会費：会員 1,500円，会員外 2,500円
	9日（日）	◎なりわい支援ワーキンググループ（月例ミーティング）	オンライン（Zoom）	9時〜11時	なりわい塾・まちおこし塾・ビジネス教育の活動状況，月例会は原則毎月第二日曜日９時〜11時で変更あり，新規メンバー募集していますので連絡先まで 連絡先：n-sugiyama3@wish.ocn.ne.jp　杉山
	14日（金）	★機械部会（８月例会）	機械振興会館 6D-4会議室（WEB 併催）	18時30分〜20時30分	講演：「「爆速開発」と未然防止」講師：西海秀文氏（西海技術研究所 技術士（機械）），参加費：会員 1,000円，非会員 2,000円，詳細は機械部会 HP まで
	18日（火）	科学技術鑑定センター 2026年８月例会（講演会）	Zoom	19時30分〜20時45分	演者：柳沢新市会員（建設／総合），演題：自己紹介および鑑定事例，参加条件：日本技術士会会員かつ科学技術鑑定センター入会希望者 問合せ：koho@kantei-center.com　総務幹事宛
	21日（金）	★北海道本部（社会活動委員会リージョナルステート研究委員会　第２回研修会）	駒岡清掃工場，南区民センター	13時〜16時30分	昨年オープンした駒岡清掃工場，南区民センター内にある熱供給プラントを見学し，廃棄処分場の廃熱利用と地域熱供給のあり方を考える 問合せ先：ichikawa@global-s.com　幹事長・市川浩樹
		★原子力・放射線部会（８月度講演会　第105回技術士の夕べ）	機械振興会館２階211会議室＋web 併用ハイブリッド開催（web は会員のみ）	18時〜20時	放射線医学研究所は被ばく医療の専門機関であり，これまで様々な被ばく医療の対応をしている。今回は，1999年の核燃料加工施設での臨界事故への対応を中心として，これまでの現場対応のお話を富永隆子先生から伺う。
		★東北本部（応用理学部会／第２回技術サロン）	仙台市戦災復興記念館　４階第１会議室	18時〜20時30分	「汽水湖の特徴とその水質」利部哲氏，「原発事故による森林への影響と対応」相澤孝夫氏，参加費2,000円（軽食付），申込は東北本部事務局（tohokugijutushi@nifty.com）
		★岡山県支部（おかやま女性技術者交流会）	ハッシュタグ岡山シェアキッチン	18時30分〜20時30分	技術系の職場では少数派になりがちな女性技術者同士で，技術士としての意義や，ライフワークバランスの話題などを気軽に話せる，岡山の女性技術者を対象とした交流会です。詳細は岡山県支部 HP に掲載
	22日（土）	製造物責任技術相談センター（PL 事例研究第328回）	WEB 会議／ブルースペース神田会議室 千代田区鍛冶町2-8-7 光起ビル B1	10時〜12時	自己紹介と技術業務経験（片岡陽一氏），備考欄にメールアドレス記入，メールで参加費の振込先を通知，参加費の振込確認後，WEB 接続先をメール通知，参加費：1,000円 問合せ：veq05116@nifty.com　前嶋
		★中国本部（上下水道部会例会・講演会）	第３ウエノヤビル６階（広島市中区鉄砲町1-20）ほか遠隔会場＋個別オンライン	12時50分〜17時20分	1．例会　2025年度事業報告，2026年度事業計画　2．講演会（講演１）「下水道事業における AI の役割と期待」深谷渉氏（管清工業（株））ほか２講演，詳細は中国本部 HP 参照
		★中国本部（化学／繊維／金属部会　第１回講演会）	オンライン講演会	13時〜16時	テーマ「レアアースをはじめとするレアメタルの現状と将来に向けた技術開発」講師：東京大学 執行役・副学長　岡部徹氏，他１名，参加費：500円（会員），詳細は中国本部 HP を参照
		★長野県支部（東信 CPD 講演会）	和田コミュニティセンターおよび中部電力（株）唐沢水力発電所	13時〜16時	脱炭素社会の実現に向けて小水力発電が注目されている。中部電力（株）唐沢水力発電所を事例として小水力発電所の改修工事について学び，現場見学する。詳細は支部 HP 問合せ：penagano@penagano.org
		★青年技術士支援委員会（８月度 CPD 行事「生成 AI（仮）」）	オンライン	13時30分〜17時30分	生成 AI を「職能を拡張する高度な道具」と捉え，技術者が「AI の出力を評価・検証し，最終判断の責任を担う」ためのスキル習得を目指す。詳細は青年委員会ブログへ 問合せ：https://www.peyec.jp/q/　須賀

☞予定が変更される可能性がありますので，HP で最新の予定を確認のうえお申し込み下さい。

開催月日		会合・行事名	場　所	時　間	内容／連絡先
8月	26日（水）	★活性化委員会・情報工学部会（夏祭り生成 AI コラボレーションセミナー超初級編）	機械振興会館（地下3階研修-2会議室）対面およびオンライン	15時～17時30分	テーマ：「生成 AI 超初級編」講師：井出昌浩氏（信州大学　特任教授），参加費：会員 1,000円，非会員2,000円，申込：日本技術士会 HP 行事，詳細内容：技術士活性化委員会参照
	28日（金）	★応用理学部会（**見学会**）	公益財団法人深田地質研究所	13時30分～17時	1．講演者：千木良雅弘氏（深田地質研究所顧問，元京大防災研名誉教授），2．講演：「近年の斜面災害とその対応」，3．体験会：化石クリーニング，顕微鏡観察など，4．CPD:3.0 ※懇親会あり（6,000円）
	29日（土）	★経営工学部会 （8月例会・講演会）	機械振興会館 B3階研修-2室およびオンライン	13時30分～17時30分	AI がもたらす社会変革と技術士の役割と題し，内閣府及び文部科学省による AI に係る国家戦略の解説と技術士による具体的活用についての講演を行います。経営工学部会 HP 問合せ先：reikai08@ipej-ie.org
		★中部本部（生命・環境系部会2026年度第2回講演会）	中部電力 東桜会館＋オンライン	13時30分～16時30分	講演1「矢作川・豊川 CN プロジェクト」愛知県建設局河川課企画Ｇ　水野照也氏，講演2「矢作川・豊川 CN プロジェクトにおける上下水道分野の取組」愛知県企業庁水道部水道計画課連携推進Ｇ　羽田野祐介氏，詳細は中部本部 HP
		◎茨城県支部（第60回技術士 CPD 講座：持続可能な社会）	ZOOM によるオンライン開催	13時30分～15時10分	講演「夢 実現システムの VE ～革新と成長をさえる VE 活動の実践」講師：（有）大西マネジメント・ソリューション 相談役 大西正規氏，会費会員 1,000円，参加者 70名
		★中国本部（機械部会　例会・講演会）	第3ウエノヤビル6階（広島市中区鉄砲町 1-20）＋個別オンライン	14時～17時45分	AI 技術の基礎から製造業における実践的活用事例までをテーマとした講演会を開催します。参加費：会員 500円，本会システム登録者等 1,000円，詳細は中国本部 HP をご参照ください。
		★四国本部（第12回技術者倫理セミナー）	あわぎんホール 5階会議室6 （徳島市藍場町）	14時～19時	第12回技術者倫理セミナー，CPD ＝ 2.5h，終了後懇親会，参加費：会員 1,000円，非会員 2,000円，一般無料，懇親会参加費 5,000円 連絡先：087-887-5557　四国本部事務局
9月	5日（土）	★青年技術士支援委員会（9月CPD行事「技術士・弁理士交流会（仮）」）	機械振興会館 会議室	13時30分～17時30分	技術士と弁理士が講演と意見交換を通じて技術と知財の関係や価値創出の考え方を学び，実務に活かせる気づきや連携の可能性を探る。詳細は青年委員会ブログへ。 問合せ：https://www.peyec.jp/q/　鳥形
	8日（火）	★活性化委員会・情報工学部会（夏祭り生成 AI コラボレーションセミナー初級編）	機械振興会館（地下3階研修-2会議室）対面およびオンライン	15時～17時30分	テーマ：「生成 AI 初級編」講師：井出昌浩氏（信州大学　特任教授），参加費：会員 1,000円，非会員2,000円，申込：日本技術士会 HP 行事，詳細内容：技術士活性化委員会参照
	11日（金）	★北海道本部（事業委員会技術研修会）	三笠ぽんべつダム・新桂沢ダム	12時～17時30分	日本初となる流水型の台形 CSG ダムの工事現場（ダム本体打設中），既設ダムを同軸で約 12m 嵩上げして貯水容量を増大させたダム施設を見学いただきます。 問合せ先：mk1439@docon.jp　事業委員会・鎌田昌行
	12日（土）	★近畿本部（機械システム部会（第117回例会））	大阪科学技術センター404号室とオンラインの併催	13時30分～17時	1.「新田ゼラチン　設備エンジニアリング業務」馬場良平氏（機械），2.「破壊事故から学ぶ溶接構造物の信頼性について一考察～失敗から学ぶ事故・不良撲滅技術，今後の展望～」石村哲朗氏（金属）
	15日（火）	★森林部会・応用理学部会（合同講演会）	機械振興会館6-67会議室，WEB 併用	18時30分～20時30分	1．講演者：山梨県富士山科学研究所所長，元火山噴火予知連会長，元日本火山学会会長　藤井敏嗣氏，2．概要：富士山噴火の首都圏への影響，3．CPD：2.0，4．会員 500円，非会員2,000円，2025年度合格者無料
	17日（木）	衛生工学部会 （令和8年度9月講演会）	機械振興会館 B3研修室2および WEB	18時30分～20時	講師：古藤健司氏（日本原子力学会フェロー），演題：原子力発電の環境問題～高レベル放射性廃棄物とトリチウム～（仮），参加費：会員 1,000円，非会員 2,000円 連絡先：nakashima-a@nihonsekkei.co.jp　中島

IPEJ NEWS

■会員の方々の叙勲・勲章（令和8年春）

〔瑞宝中綬章〕

雑賀幸哉氏（農業／東京）：農林水産行政事務功労

城土裕氏（森林／東京）：農林水産行政事務功労

〔瑞宝小綬章〕

河野俊正氏（農業／東京）：農林水産行政事務功労

吉田英人氏（農業／北海道）：国土交通行政事務功労

〔瑞宝双光章〕

原寛則氏（建設・総合／九州）：地方自治功労

建設・上下水道・農業土木・森林土木
応用理学 各部門・一級建築士

30年の経験と実績、大手コンサルタント
中小・地方コンサルタントへの紹介多数！

株式会社 **ベネット**

厚生労働大臣許可 27-02-ユ-0111

登録から入社までの全ての費用は一切無料です。
ご登録･お問い合わせは **小室** までご連絡ください。

Tel **06-6948-5045**
Fax **06−6948−5044**
e-mail **komuro@ui-net.co.jp**

〒530-0041
大阪市北区天神橋 1-20-13
有明ビル2C ベネット分室

7/29，30 開催のこども霞が関見学デーに出展します

社会委員会

社会委員会では，7 月 29 日（水），30 日（木）に開催されるこども霞が関見学デーにおいて，7 月 29 日（水）に「技術士に聞いてみよう防災の科学」をテーマとして，防災支援委員会，科学技術振興支援委員会とともに出展します。

災害の総論をはじめ，①火山，②水害・洪水（降雨），③地震・津波，④土砂災害ーについて，実演や実験，クイズを交えながら，子どもたちに，分かりやすく，楽しく，伝える予定です。

お時間のある方は，どうか，お子様と一緒に足をお運びください。ブースの場所や出展内容の詳細は，以下サイトで適宜発信させていただきます。

https://www.engineer.or.jp/special/kodomokasumigaseki/ もしくは，
QR コードから

【こども霞が関見学デー】

「こども霞が関見学デー」は，霞が関に所在する文部科学省をはじめ，各府省庁等が連携し，所管の業務説明や関連業務の展示等を行うことにより，夏休み期間中に子供たちに広く社会を知ってもらうこと，政府の施策に対する理解を深めてもらうこと，活動参加を通じて親子の触れ合いを深めてもらうことを目的とした取組です。対象は，小・中学生・幼児等（原則として保護者同伴）となっています。

株式会社 ファイブスターコンサルタント

シニア求人は時短、リモート、出勤頻度の相談は柔軟に対応可能。業務内容も照査限定、技術士試験支援、営業支援等もあります。技術士を必要としている会社沢山あります。

◇シニア求人特集◇

- 地場コン/道路・下水/70歳※360万円@山梨、千葉、埼玉
- 地場コン/土質・道路・河川/70歳※360万円@福井、大分
- 中堅コン/河川・道路・下水/65歳※600万円@仙台、名古屋、福岡
- 地場コン/鋼コン・河川/65歳※900万円@東京、大阪

※はモデル年収

〜ネット検索にはない旬の求人や全国（大手・地場）の非公開情報をご紹介します〜

技術士紹介23年の信頼
代表取締役　五座 由洋【技術士：総監・上下水】

まずは、お気軽にお問合せください。
03-5227-5300
受付：月〜金/10:00〜18:00
info@5starcon.co.jp

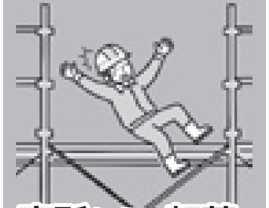
株式会社ファイブスターコンサルタント　〒162-0843 東京都新宿区市谷田町2-28飯田橋ハイタウン335 職業紹介事業 厚労省許可番号 13-ユ-306810

技術士の皆さんへ

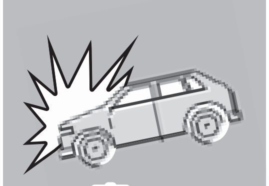
労災保険加入が可能になりました！

＼ 国の保険で安心！ こんな労災もカバー！ ／

現場調査・視察中の転倒


高所からの転落

夏場の熱中症


車での移動中の事故

年間保険料 月額 819円から

労災保険に加入すると

- 治療費が無料（労災指定医療機関）
- 休業補償で働けない期間の収入をサポート
- 通勤中の事故も対象
- 後遺障害の補償
- 死亡時の遺族補償も手厚い

他

JRC フリーランス労災保険 会員募集
事業主労災センター
0120-020-631
https://jrc-rousai.com

技術者登録受付中（転職　・Uターン）

技術士・RCCM

建設部門　上下水道部門　農業部門　森林部門　機械部門

登録料無料

秘密厳守

技術人材研究所
（オーテックコンサルタント株式会社）

東京本社 / 〒103-0028 東京都中央区八重洲 1-8-17
福岡本社 / 〒810-0044 福岡市中央区六本松 4-11-25
大阪支所 / 〒530-0001 大阪府大阪市北区梅田1-11-4
厚生労働大臣認可　40-ユ-300263

ご登録はこちらへ

TEL 0120-56-8800
FAX 0120-16-8800
E-mail : gijutsu@otec-jinzai.com　HP : http://www.otec-jinzai.com

求　人
スカウト
同時受付

技術士·RCCMの転職サポート

- 技術士（建設コンサルタント出身者）による転職相談
- 転職者の方は相談・登録・紹介等全て無料
- 実績に基づく独自ネットワークによる紹介

60 代求人多数あります！
お気軽にお問い合わせ下さい

当社運営ブログも併せてご覧ください

建設コンサルタントについて考える

技術士のつぼ

無料登録
ご相談は

https://jinzai.mo4c.com/　技術士人材センター　検索

担当: 手塚（技術士　建設部門<道路>・総合監理部門・経営工学部門 / 中小企業診断士）

建設コンサルタント・技術士人材センター

株式会社建設経営研究所　厚生労働大臣許可番号 13- ユ -305516

〒206-0033　東京都多摩市落合 1-10-1
京王多摩センター SC2F　KEIO BIZ PLAZA 多摩センター内

TEL 042-319-3581
Mail: info@mo4c.com

Professional

Peace

Engineer

Environment

Ethics

技術士 PE

IPEJ Journal 2026. 7

2026年7月1日発行（毎月1回1日発行）
通巻715号

￥1000

https://www.engineer.or.jp/