



項目をクリックすることで当該記事に進みます

論説

DX 時代の計画業務革新と事業継続性—組合せ最適化の真価とは

日鉄ソリューションズ株式会社
技術本部 システム研究開発センター 研究戦略部
専門部長 上席研究員 山本 政氏

目次

I センター情報

- ① 『SICニュースレター「論説・寄稿」集(第6巻)(2025年度掲載分)』発行のお知らせ
- ② 提携団体イベント「先端技術分野における国際標準化産学連携フォーラム」(2月24日(火)開催)案内

II 会員活動

- ① 2026年度第1回SICフォーラム開催案内(会員限定)
【日時】 2026年2月19日(木) 15:00~16:15
【開催形式】 MS-Teams によるオンライン
【タイトル】 「STEAM 教育とシステム化: 数理と合意形成、そして、イノベーションへ」
【講師】 猪原健弘氏 東京科学大学 リベラルアーツ研究教育院 教授
- ② 2026年度第1回実行委員会(2026. 1. 20)開催報告

III 会員企業一覧

DX時代の計画業務革新と事業継続性—組合せ最適化の真価とは

日鉄ソリューションズ株式会社
技術本部 システム研究開発センター 研究戦略部
専門部長 上席研究員 山本 政氏

はじめに：組合せ最適化の概要とその意義

組合せ最適化とは、限られた資源やさまざまな制約条件のもとで最適な組み合わせを見つけ出す数理的な手法である。たとえば、工場の生産ラインのスケジューリング、物流ルートの最短経路探索、鉄道ダイヤの編成、人的資源の割り当てなど、実社会には多くの「組合せ問題」が存在する。組合せ最適化技術は、これらの複雑な課題に対して、効率的かつ合理的な解決策を提示する役割を担っている。

この技術の意義は、従来人間の経験や勘に頼ってきた複雑な意思決定プロセスを、定量的かつ論理的に再現できる点にある。また、膨大な選択肢をコンピュータの力で迅速に評価し、最適解を探索できるため、業務効率の大幅な向上や品質の安定化、人的リソースの有効活用、さらには競争力の強化につながる。

組合せ最適化のアルゴリズムは、線形計画法、整数計画法、動的計画法、メタヒューリスティックス（遺伝的アルゴリズムやシミュレーテッドアニーリング）など多岐にわたる。近年は、AIや機械学習との連携によるアルゴリズムの高度化、計算資源の増加に伴う大規模問題への適用も進んでいる。

このように、組合せ最適化技術は、企業や組織の計画業務の根本を変える可能性を持つ重要な技術であり、今や社会や産業の多様な分野で不可欠な存在となっている。

社会・産業分野における活用事例と期待効果

組合せ最適化は、現代社会の至るところで活用されている。具体的には、以下の分野での応用が顕著である。

- ・ 製造業：生産計画や原材料・設備の割り当て
- ・ 物流：配送ルートの最適化や積載効率向上
- ・ 鉄道・交通：ダイヤ編成と乗務員シフト管理
- ・ 医療・サービス業：スタッフシフト編成や業務割り当て

これらの産業応用分野については、日本オペレーションズ・リサーチ学会の事例集(<https://orsj.org/poster-find-or>)に詳しい説明があるので、参考にさせていただきたい。代表的な応用先は、複雑な意思決定を伴う計画業務である。組合せ最適化の具体的な効果は、主に以下の4点に集約される。

- ・ 最適解の導出：コスト・収益などの指標が最も良い計画案を見つけ出す
- ・ 制約充足：たくさんの複雑な制約条件を正確に満たした計画案を作成する
- ・ 計画作成時間の短縮：計画作成に費やされる人手や時間を大きく削減し、それによる計画サイクルの短縮やタイムリーな計画修正も実現可能
- ・ 計画業務の属人性の解消：ベテランの暗黙知に依存した業務からの脱却と、引継ぎの難しさに伴うBCP（事業継続計画）リスクの解消

この中で、4点目の「属人性の解消」は組合せ最適化システムを業務に根付かせ、持続的に運用する上で欠かせない要素となる。この点については、以降の章で改めて取り上げる。

計画業務における AI 技術と組合せ最適化の役割分担

組合せ最適化は AI の一部として語られることが多いが、その仕組みや役割は大きく異なる。たとえば、生成 AI や機械学習は、過去のデータから傾向やパターンを学び、将来の需要予測や業務の効率化を支援する。一方で、こうした手法は確率的な予測に基づくため、必ずしもすべての制約条件を守れるわけではない。これに対して、組合せ最適化は、複雑な制約下で最適解を数理的に導くことができるため、計画立案やリソース配分など、厳密な意思決定が必要な場面でその真価を発揮する。

AI 技術の活用においては、それぞれの技術の特徴を生かした使い分けがポイントとなる。計画業務においては、事前に定めた要件や制約を守りながら、業務目標を最大限達成する解を導くことが求められるため、組合せ最適化の厳密さ・再現性が重要な役割を果たす。分析や予測の段階では機械学習を活用し、候補やシナリオを幅広く抽出した上で、最終的な計画決定やリソース配分には組合せ最適化を用いるといった、両者の適切な役割分担が求められる。これにより、現場の知恵とデータサイエンスの融合、柔軟かつ合理的な計画業務の高度化が実現できる。

近年では、デジタル・トランスフォーメーション(DX)の進展により、企業や社会のあらゆる活動のデータ化・デジタル化が進んでいる。従来はベテランの経験に依存していた判断基準や制約条件を、データドリブンで可視化・定量化し、KPI(重要業績評価指標)として管理することで、より客観的かつ再現性の高い最適化が実現できるようになった。データ活用基盤、機械学習による分析・予測、組合せ最適化による計画立案の3点を統合することで、企業の意思決定は飛躍的に進化する可能性を秘めている。

しかし、これらの技術を導入する際には、ベテランのノウハウや業務の暗黙知への対応が大きな課題となる。次章では、組合せ最適化システムを対象に、導入時における課題と解決策について考察する。

組合せ最適化による計画立案システム導入に関する課題

組合せ最適化技術の導入は、計画業務の効率化・高度化に大きな効果をもたらすが、実際の現場ではいくつかの課題も存在する。とりわけ、ベテランの経験や勘、いわゆる「暗黙知」への依存は根深い問題である。

多くの現場では、長年蓄積された知識やノウハウが業務遂行の根幹となっているものの、これらはマニュアルやドキュメントとして明文化されていないことも多い。ベテランの引退が近づけば、計画業務の継続性において大きなリスクが生まれる。ノウハウの継承が難しく、後任者に交代すると業務が停滞し、計画レベルの低下を招く恐れがある。

加えて、日本では少子高齢化による働き手の減少が進み、現場で計画の検討自体に長時間を割く余裕がなくなっている。限られた人員で業務を効率よく進める必要がある中、従来のようにベテランが長年の経験をもとにじっくりと計画を練る体制を維持するのは困難となっている。こうした人材面の制約は、計画業務の自動化や効率化の必要性をさらに高めている。

さらに、グローバル競争の激化と市場変化のスピードアップも無視できない。世界的に事業環境が大きく変動する中で、その時々適切かつ最適な計画を迅速に立てることは、企業の競争優位性を確保するために極めて重要となっている。対応が遅れば、機会損失はもちろん、事業そのものの存続にも影響を及ぼしかねない。

このように、組合せ最適化による計画立案システムへの期待は高まっている。一方で、システム導入にはいくつかの懸念も伴う。最大の懸念は、ベテランの持つ暗黙知をそのままシステムに組み込んでしまうと、環境変化への柔軟性が損なわれることである。市場や業務プロセスなど、計画業務の前提が変化すると、それに合わせて自動立案システムも変化させていかなければならないが、暗黙知が組み込まれたシステムは思い通りに変えていくことが難しく、使えなくなってしまう可能性がある。さらに、システムが使えなくなった場合、ベテランが持っていたノウハウも同時に失われてしま

い、計画業務の継続性が危機にさらされる。

こうした課題に対応するには、ベテランがもつ暗黙知の「形式知化」が不可欠である。

ベテランノウハウの形式知化プロセス

計画立案システムの導入において、ベテランのノウハウを形式知化し、持続可能な計画業務体制を構築するためには、以下のようなプロセスが有効である。

- **業務上の KPI を定める**
最適化エンジンの目的関数設計に先立ち、まず対象業務で「何をを目指すのか」という観点から KPI を明確にする。単なる数理最適化の目的関数ではなく、現場業務に根差した目標設定が肝要。
- **ベテランのノウハウを多角的に検証・裏付ける**
ベテランの言葉をそのまま受け入れるのではなく、①背景や理由を丁寧にヒアリングし、②過去の実績データで裏付けを取る、③具体的な計画解の比較検証を通じてノウハウの目的・根拠を明確化する。このプロセスで、属人的な知見を客観的・再現性のある知識へ昇華する。
- **最適化モデルのホワイトボックス化**
最適化モデルは極力ホワイトボックス化し、「なぜこの解が出るのか」を追跡・説明できる設計とする。これにより、現場担当者や後任者が納得しやすく、モデルの改善・運用も円滑になる。さらに最適化モデルの利用を通じ、後任者への業務知識の定着が促進される。

このような形式知化プロセスは、業務 KPI の定義や説明可能性の確保、検証・教育体制の整備まで一貫通貫で取り組むことが重要である。これにより、環境変化に柔軟に対応できるシステム運用や、計画業務の継続性リスクの低減、ひいては競争力強化と事業成長の基盤づくりにつながる。

実際に、下記の事例では現場知見を KPI として形式知化し、モデルの説明性を高め、教育と運用体制を確立することで、変化に強い持続可能な仕組みを実現している。

- 鉄道ダイヤの自動編成システム事例：
<https://www.nssol.nipponsteel.com/future/stories/temporary-timetable-system.html>
- 製鉄業の出鋼スケジューリングシステム開発事例：
<https://www.nssol.nipponsteel.com/future/stories/evolution-003.html>

組合せ最適化導入時には、こうした形式知化プロセスを組織的に推進することが、計画業務の自動化や DX にとどまらない、本質的な業務革新と競争優位性の確立に直結する。

暗黙知を形式知化することは容易ではないが、これを怠るとノウハウの消失という重大なリスクに直面することになる。一方で、組合せ最適化による計画業務のモデリングは、暗黙知に隠れたノウハウを形式知化する絶好の機会となる。システム構築の過程で業務フローや意思決定基準を言語化・数値化することで、これまで個人の経験に依存していた部分を、組織として継承可能な知識資産へと転換することが可能となる。

おわりに

組合せ最適化は、複雑化する社会課題や企業経営に対して、合理的かつ再現性の高い意思決定をもたらす強力な武器である。働き手の減少やベテランの引退、グローバル競争の激化といった構造的な変化の中で、企業や組織が持続的な成長と競争力を維持するためには、計画業務の高度化と業務ノウハウの形式知化が不可欠となる。本稿で示した

通り、組合せ最適化技術の導入は、属人的な業務からの脱却や、環境変化に強い体制の構築に直結する。

新しい時代の計画業務の在り方を見据え、組合せ最適化を軸とした業務改革に積極的に取り組むことが、持続的な成長の基盤となるだろう。組合せ最適化を活用した業務革新が、企業や組織の未来を切り拓く原動力となることを期待したい。

(2026年1月17日原稿受領)

I センター情報

① 『SICニューズレター「論説・寄稿」集(第6巻)(2025年度掲載分)』発行のお知らせ

2025年度(2025年1月～2025年12月)のSICニューズレター(月刊:Web発行)に掲載した会員からの「論説」、非会員からの「寄稿」、および会員からの「技術紹介」、「エッセイ」を集約し、今年も冊子として発行しました。

2026年1月15日発行(A4約70ページ、無料)、入手希望の方は、SIC事務局までお申し込みください。

E-mail:office@sysic.org

SICニューズレター「論説・寄稿」集(第6巻)(2025年度掲載分) 目次

I 論説(会員)

DX 時代の倫理と可能性～人間と技術が共創する未来のために～
学習院大学名誉教授 遠藤 薫氏(SIC理事)

II 寄稿(非会員)

寄稿1 ロボットとシステム

大阪工業大学 ロボティクス & デザイン工学部大須賀公一氏

寄稿2 グローバル先進工場との比較による日本の製造 DX の現状と課題

豊橋技術科学大学総合教育院 教授 藤井 享氏

寄稿3 人材多様化時代を生きる個人

法政大学 キャリアデザイン学部 教授 武石恵美子氏

寄稿4 カーボンニュートラルに向けた大阪ガスのメタネーション技術開発

～大阪・関西万博でのメタネーション実証を終えて～

大阪ガス株式会社 エンジニアリング部

カーボンニュートラルメタン開発チーム マネジャー 横山晃太氏

III 技術紹介(会員)

技術紹介1 国際電気のデジタルソリューションに向けた取り組み

株式会社国際電気

プロダクト本部 製品企画部長 廣岡慎一郎氏

技術紹介2 原子力防災と避難シミュレーション

株式会社構造計画研究所

執行役員 創造工学部 部長 米山照彦氏

同 小山智加氏

社会デザイン・マーケティング部 小野晋太郎氏

IV エッセイ(会員)

Unity3.0:エネルギーと情報をつなぐ新文明論

ーシステム思考とワットビット連携にもとづくイチゴ大福的宇宙仮説ー

東京電力パワーグリッド株式会社

取締役 副社長執行役員 岡本 浩氏(SIC理事)

V 2025年度 SIC役員一覧

VI 2025年度 SIC企業会員一覧

② 提携団体イベント「先端技術分野における国際標準化産学連携フォーラム」案内 主催：横断型基幹科学技術研究団体連合（横幹連合）

横幹連合では、経済産業省及び日本規格協会の委託事業の一環として、委託先である日本知財標準株式会社の協力をいただいて、標準化とアカデミアとの連携プラットフォーム形成調査研究会が主体となり「先端技術分野における国際標準化産学連携フォーラム」を下記により開催いたします。

1. 日時 2026年2月24日（火） 10時～12時

2. 開催形式…オンライン・対面併用

○対面開催場所：東京駅日本橋口サピアタワー6F ステーションコンファレンス東京 604号室
（会議室が狭小であるため、オンライン参加をお勧めいたします）

○オンライン URL （参加登録をいただいた方に別途お送りいたします）

3. アジェンダ

（1）人工知能分野における国際標準化動向（TC1/SC42）

講演者：産業総合技術研究所 情報・人間工学領域 情報・人間工学領域連携推進室
チーフ連携オフィサー 杉村領一氏

（2）量子技術分野における国際標準化動向（ISO/IEC JTC 3）

講演者：産業技術総合研究所量子・AI 融合技術ビジネス開発グローバル研究センター
副センター長 堀部雅弘氏

（3）上記分野に関連するアカデミアの今後の活動について（パネルパネルディスカッション）

4. 参加申込方法

下記の URL にアクセスして参加登録を行ってください。

<https://forms.cloud.microsoft/r/5w7hjS2EEv>

受付確認メールは送信されませんが、後日参加に関するご案内を事務局より送信させていただきます。

5. お問い合わせ先

横幹連合事務局 電話：03-6675-4076、Email：office@trafst.jp

* 本フォーラムは、経済産業省及び日本規格協会の委託事業の一環として、委託先である日本知財標準株式会社の協力をいただいています。

以上

Ⅱ 会員活動

① 2026年度第1回SICフォーラム開催案内(会員限定)

【日時】 2026年2月19日(木) 15:00～16:15

【開催形式】 MS-Teams によるオンライン

【申込方法】 下記の参加申込ページよりお願いします

<https://sysic-org.sakura.ne.jp/SICregistration.html>

【タイトル】「STEAM 教育とシステム化:数理と合意形成、そして、イノベーションへ」

【講師】 猪原健弘氏 東京科学大学 リベラルアーツ研究教育院 教授

【講演概要】

STEAM 教育とは、科学、技術、工学、芸術、数学の5つの分野を横断的に学び、複雑化する社会課題に対応できる人材を育成する教育アプローチです。

本講演では、都内の3つの高等学校と講演者の間の STEAM 教育についての連携の実績をふまえて、初等中等教育における教育実践への、大学・学会・学界と組織・企業・産業界による持続可能な貢献の可能性と方向性を探りたい。

そして、教育実践、組織・企業・産業界、そして、社会全体のイノベーションが必要とする、適切なシステム化、数理的アプローチ、合意形成の資質・能力について、アイデアを講演者と参加者の間で共有し、今後の連携につなげたい。

【講師プロフィール】

猪原 健弘(いのほら たけひろ)氏

1970年生まれ。東京都国立市にある桐朋学園出身。

東京工業大学(当時)第1類に入学し、2年時から同学理学部数学科に所属、卒業(1992年)。修士課程と博士後期課程は、東京工業大学大学院総合理工学研究科システム科学専攻(当時)に所属し、修士(理学、1994年)と博士(理学、1997年)を取得。

専門は意思決定、合意形成、紛争解決、社会ネットワークなど。日本学術振興会特別研究員(PD)(1997)、東京工業大学(当時)助手(1997-1999)、講師・助教授・准教授(1999-2010)、教授(2010-2024)を経て、現職。



現在、東京科学大学ー清華大学合同大学院プログラム運営委員長、東京科学大学ーインペリアルカレッジ・ロンドン博士後期課程合同プログラム実施担当、高山国際教育財団奨学生選考委員、多田脩學育英會評議員、文部科学省中央教育審議会専門委員(初等中等教育分科会 教育課程部会 特別活動ワーキンググループ)。

所属学会等は、IEEE、IEEE-SMC、日本数学会 (MSJ)、日本オペレーションズ・リサーチ学会 (ORSJ)、数理社会学会 (JAMS)、法と経済学会 (JLEA)、社会情報学会 (SSI)。

社会情報学会では理事を務め、そこから選出されて、横断型基幹科学技術研究団体連合の理事を務めている。

④ 2026年度第1回実行委員会開催報告

【日時】 2026年1月20日(火) 15:00～17:00
【開催形式】 M-Tems によるオンライン開催
【出席者数】 実行委員9名、監事2名、事務局1名、合計12名

司会 松本隆明実行委員長

議題

1. 報告事項

1. 1 SICフォーラム開催報告と案内

久保忠伴事務局次長

- ・2025年度第7回 12月17日(水) 15:00～16:15 開催報告
「マーケティング 5.0(デジタルネイティブ)の時代における製造 DX の課題とは」
【講師】 豊橋技術科学大学総合教育院 教授 藤井 亨氏
- ・2026年度第1回 2月19日(木) 15:00～16:15 開催案内
「STEAM 教育とシステム化:数理と合意形成、そして、イノベーションへ」
【講師】 猪原健弘氏 東京科学大学 リベラルアーツ研究教育院 教授

2. 協議事項 (フリー討議形式)

2. 1 2026年度のSIC活動項目について

出口光一郎事務局長

SIC2025年度定時社員総会開催日は、2026年3月6日(金)午前中に確定

2. 2 2026年度実行委員会の体制確認

久保忠伴事務局次長

定款にもとづき、次回理事会で承認を受ける

2. 3 AI 分科会の活動について

浦田敏実行委員代理

久保忠伴事務局次長

2. 4 戦略提言の深耕について

松本隆明実行委員長

エネルギー(船橋誠壽実行委員)、ロジスティックス(藤野直明実行委員)

3. 広報活動

3. 1 SICニュースレター2月号発行予定

中野一夫実行委員

2026年2月号巻頭記事

「論説: DX 時代の計画業務革新と事業継続性—組合せ最適化の真価とは」

執筆者 日鉄ソリューションズ株式会社 技術本部 システム研究開発センター 研究戦略部
専門部長 上席研究員 山本 政氏

次回、次々回の実行委員会開催予定(オンライン開催)

2026年度第2回実行委員会 2月17日(火) 15:00～17:00

2026年度第3回実行委員会 3月26日(火) 15:00～17:00

Ⅲ 会員企業一覧

正会員

SCSK株式会社

株式会社NTTドコモ

株式会社国際電気

株式会社東芝

株式会社野村総合研究所

株式会社日立システムズ

東京電力パワーグリッド株式会社

マツダ株式会社

ロジスティード株式会社

NTTドコモソリューションズ株式会社

株式会社構造計画研究所

株式会社JSOL

株式会社ニューチャーネットワークス

株式会社日立産業制御ソリューションズ

株式会社日立製作所 研究開発グループ

システムイノベーションセンタ

日鉄ソリューションズ株式会社

横河電機株式会社

準会員

アメリス株式会社(準2)

東京ガス株式会社(準2)

電脳バンク株式会社(準1)

NEXT WIND 合同会社(準1)

(準1):インキュベーション会員、(準2):人財育成限定会員

(2026年2月1日現在:五十音順)

©SIC 2026.2

発行者: 一般社団法人システムイノベーションセンター(SIC)

代表理事・センター長 浦川伸一

編集者:SIC実行委員 中野一夫 (構造計画研究所 HD)

事務局 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-12-7 ストック新宿 B-19 号

URL: <https://sysic.org> E-mail: office@sysic.org Tel.Fax:03-5381-3567