



項目をクリックすることで当該記事に進みます



論説

持続可能な社会とデジタルトランスフォーメーション

NTT コミュニケーションズ株式会社 理事 ビジネスソリューション本部 ソリューションサービス部
スマートエンジニアリング部門 部門長 赤堀英明(SIC 理事)

目次

I センター情報

1. SIC2022年度連続講義「現代システム科学講座」第3回目 開催報告

II 活動報告

III 正会員一覧

持続可能な社会とデジタルトランスフォーメーション

NTT コミュニケーションズ株式会社 理事 ビジネスソリューション本部 ソリューションサービス部
スマートエンジニアリング部門 部門長 赤堀英明(SIC 理事)

【企業課題とデジタルトランスフォーメーションの必要性】

ご存じの方も多いと存じますが、「デジタルトランスフォーメーション、以下DX」という言葉は経済産業省が2018年に発行した「DX推進ガイドライン」にて定義されました。

「企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること」と定義づけられています。

日本においては、「個人」ではなく「ビジネス」の文脈で実行されるデジタル化のことを指すものと言えます。「2025年の崖」で語られるように、多くの国内企業がこのままDXに着手せず放置していくと、IT人材不足やシステム運用コストの肥大化を招き、国単位で年間最大12兆円の損失を生むと言われております。

また製造業の現状・課題・取るべき対策を経済産業省が取りまとめた「ものづくり白書」においても、コロナ等の影響を受けた現代の「不確実性が高まる世界」に向けた方策としてデジタルトランスフォーメーションによるデジタル化が必須であると述べられており、国・政府が至上命題としてDX推進に取り組んでいる状況です。

不確実性が高まる世界では、前例のない問題や課題を予知・予測しながら、ビジネスモデルの変革や新たな価値創出を実行していく必要があります。これを実現するのが、データに基づいて起こりうる未来を見据える仮説検証型アプローチです。具体的には、データ・情報・知見を収集し、それらをインプットに戦略仮説を立てます。仮説に基づいて環境分析および仮説の実行を行い、データに基づいた効果検証を行います。検証結果として仮説に修正すべき点があれば仮説見直しを行い、再度実行・検証のサイクルを回していく。というアプローチです。

仮説検証を高度化するためには、素早く鮮度の高いデータ・情報を収集し、過不足のない分析・検証が行われる必要があります。これを実現とするのがAIやIoTなどのデジタル技術になります。デジタル技術を最大限活用した仮説検証型アプローチが、確度の高い仮説を基にした施策立案、経営判断を可能とします。

【社会課題とデジタルトランスフォーメーション】

温室効果ガス排出量の増加に伴う地球温暖化、新型コロナウイルスによるパンデミックやウクライナ危機によるグローバルサプライチェーンの分断など、環境課題や社会課題への意識は高まりを見せています。また2015年に国連サミットで採択されたSDGsでは、経済・環境・社会にも対応し、先進国も含めた世界共通の目標となっています。SDGsでは、企業の役割を重視し、企業による目標達成が期待されています。

しかしグローバルに広がるビジネス環境での社会課題の解決を考えると、企業によるDXだけでは達成が難しく、業界全体、社会全体でのDXが必要となってきます。

たとえば、長期的な持続可能性(ESG)の視点で企業への投融資を行う機関投資家は、各企業の内部だけでなく、その取引先企業を含むサプライチェーン全体におけるCO2や廃棄物の排出量の把握と情報開示を求めるようになってきました。日本政府も、脱炭素化を進める企業を選別して投融資を行うトランジション・ファイナンスを拡大させるため、企業の環境負荷を算定・開示する方法の共通化・制度化を検討しています。

そうした中、企業各社は、自社の事業活動だけでなく、原材料の採取や輸送など自社より上流の工程と、製品の使用や廃棄など自社より下流の工程を含む、バリューチェーン全体における環境負荷の状況を正確に把握し、それを投資家や顧客や規制当局に報告する必要に迫られています。

製造業では、自社が調達する原材料や部品を生産するサプライヤーと、それらを輸送する運輸事業者から、発注する物品それぞれの供給に要したCO2排出量などのデータを収集することになります。



図1 企業が環境負荷を把握する範囲 出所：環境省

世界中に数多く散在するサプライヤーの全てから環境負荷データを収集し、調達した物品の製造や物流に要したCO2や廃棄物の排出量を正確に算定するのは困難です。それら企業間でデータを共有する情報システムを各社が自力で開発すると多大なコストと時間がかかります。また、製品の使用や廃棄など下流工程のバリューチェーンは、異業種の企業・団体で構成されるため、業界別のシステムでは対応できません。さらに、セキュリティ対策レベルが不明な他社と接続してデータを送受信すればセキュリティリスクも大きくなります。

データに基づいた仮説検証アプローチを社会課題に適用するためには、まず業界や国境を越えて結ばれているグローバルサプライチェーン企業間でデータを流通／共有できる仕組み（プラットフォーム）が必要となります。このプラットフォームは参加者間で安心安全にデータを共有できるだけでなく各国の法令への準拠にも対応が必要となり、社会インフラとして整備することが求められるようになっていきます。

【欧州のデジタルデータ基盤 Gaia-X】

そのような時代の要請に応える社会インフラになり得るプラットフォームとして欧州 Gaia-X が注目されています。欧州委員会は、ビッグデータ・IoT・AIを活用する第四次産業革命を実現しデータエコノミーを形成するために、欧州データ戦略を策定し、①可用性、②不均衡の是正、③相互運用性、④ガバナンス、⑤インフラと技術、⑥個人の権利強化、⑦スキルとリテラシー、⑧セキュリティというデジタルデータに係わる8つの課題の達成を目標として掲げています。そうした要件を満たすプラットフォームを、中小企業も利用できる次世代の新たな社会インフラとして整備しようとしています。

その欧州データ戦略の具現化するため、2019年10月にドイツ政府とフランス政府がデジタルインフラ整備構想

Gaia-X プロジェクトを発表し、そのための技術とルールとビジネスモデルを策定する非営利団体 Gaia-X AISBL が2021年2月に設立されました。欧州のルールでデータ提供者の権利(データ主権)を守るデータプラットフォームを構築するため、現在ポリシールールや技術アーキテクチャを検討しています。

Gaia-X AISBL には、当社を含めて欧州内外から350を超える企業・団体が加盟し、製造・エネルギー・建設・住宅・医療・IT・交通・金融・農業・スマートシティなどあらゆる分野のユースケースを具体化し、Gaia-X の Web サイト <https://gaia-x.eu/use-cases> には70以上のユースケースが公開されています。その中には、各企業の脱炭素・資源循環などの取り組み状況を示すデータを集めて事業リスクと持続可能性をAIで判定し投資家に開示するサステナブル・ファイナンスのユースケースもあります。

この Gaia-X プロジェクトには、官民から多額の資金が投入される見込みで、Gaia-X AISBL 参加企業、ドイツ政府、欧州委員会、そのほか民間企業から、2027年までに総額100億ユーロ(1兆円以上)の資金が投資されると言われています。

Gaia-X の技術アーキテクチャは図2のような要素で構成されます。下位レイヤのネットワークやデータセンターなどの通信インフラと上位レイヤのデータエコシステムをつなぐフェデレーションサービスとして、データ送受信を行うIDSコネクタ一群、それらを管理しデータアクセス権限を付与する認証機能、データの所在や提供者を管理して検索を可能とするカタログ、データ利用履歴を管理し課金も行えるデータ取引機能、システムが Gaia-X のルールや技術仕様に準拠して構築運用されているかどうかを第三者が審査する認証スキームが一体的に提供されます。

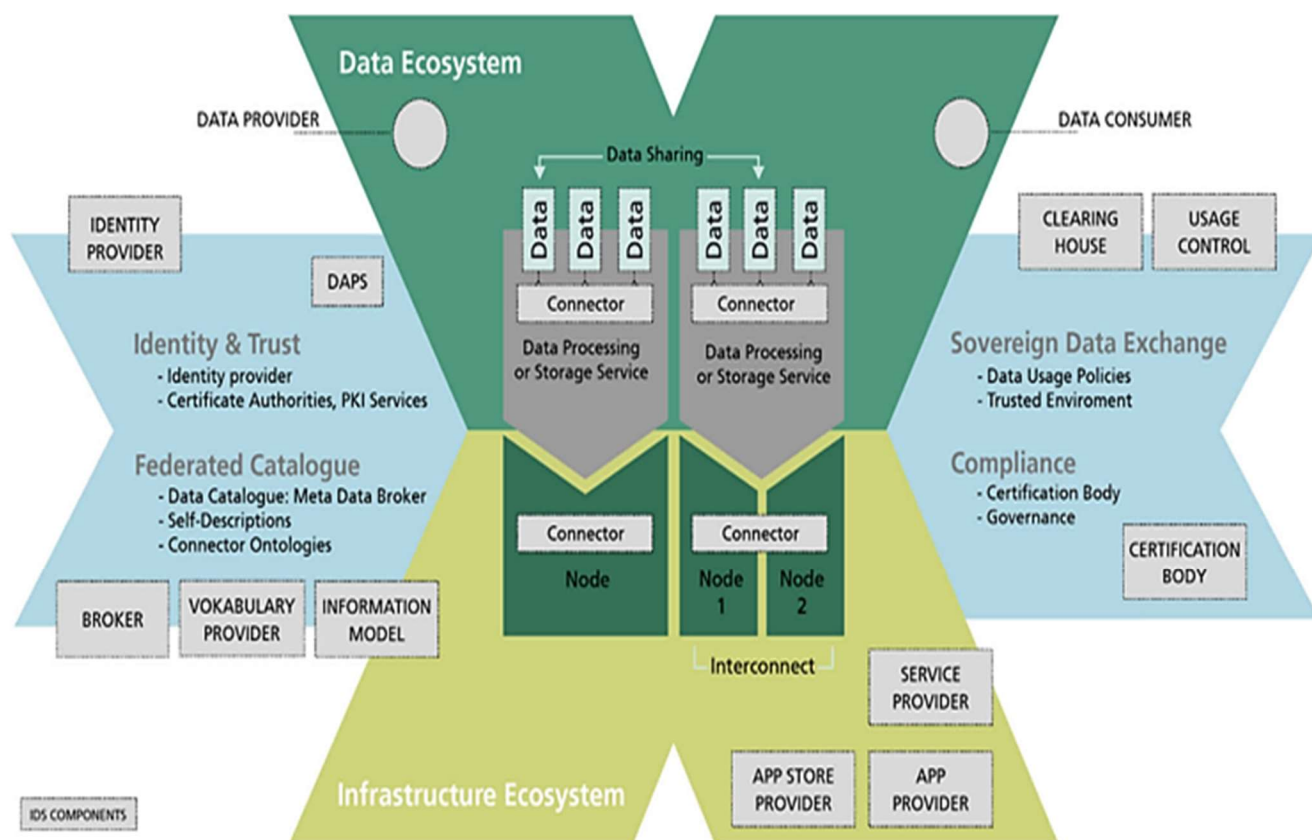


図2 Gaia-X の技術アーキテクチャ 出所:Gaia-X and IDS, Position Paper, Version 1.0

データを送受信するIDSコネクタは任意のコンピューター(エッジ、サーバー、クラウド)に配備でき、秘匿性の高い情報は、データ受信相手のIDSコネクタ内に隠蔽して保管し処理させることも可能な設計になっています。

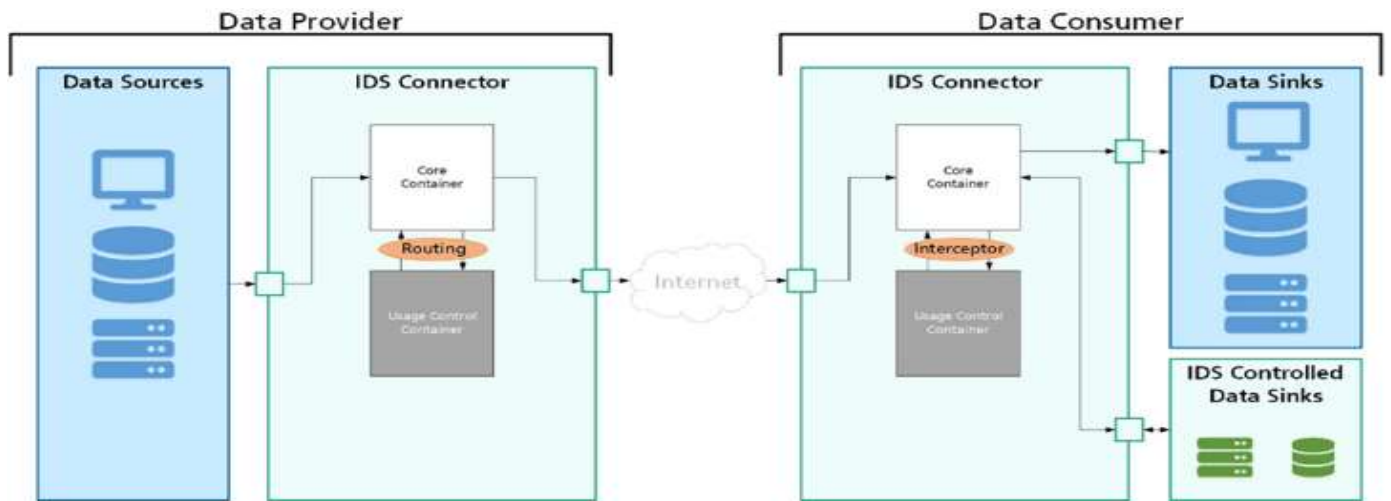


図3 IDSコネクターの構造 出所:Gaia-X and IDS, Position Paper, Version 1.0

これらの機能により、サプライチェーンを構成する取引先企業どうしが、サイバー空間上に仮想的な自分たち専用のセキュアな情報共有空間（データスペース）を創ることができ、特定のデータを特定の相手と期限を決めて安全確実に共有できるようになります。

【Gaia-X に対応する意義】

すでに、この Gaia-X 準拠のデータスペースを構築運用する団体が複数設立され、2022年の春から順次運用が開始される予定です。オランダ企業3千社をつなぐ Smart Connected Supplier Network (SCSN)や、ドイツ自動車産業1千社をつなぐ Catena-X、ドイツの MaaS 関連企業をつなぐ Mobility Dataspace などです。

これらの団体は、欧州だけでなく日本や中国など欧州域外のサプライヤーとも相互接続して、受発注情報や設計データ、製造実績データなどをオンラインでセキュアに共有することを想定しているため、日本企業にもそのためのシステム環境が必要になると想定されます。

もし、SCSN や Catena-X や Mobility Dataspace などの Gaia-X 準拠システムとつながる環境を準備できないと、欧州の取引先と重要な情報をオンラインで共有することが困難になる恐れもあります。欧州域外の拠点も含めてそれらデータスペースと相互接続できるように、技術仕様や契約条件を理解し、システム開発や体制整備を進めておくことが望まれます。

現在 Gaia-X は欧州独自の規格ですが、グローバルなサプライチェーンを考えると、Gaia-X が企業間データ共有の事実上の標準となる可能性もあるため、今後の動向が注目されています。

国や企業の壁を越えてデータの流通/共有を実現することが社会問題へのDX成功のポイントだと考えられます。

（2022年6月26日原稿受領）

I センター情報

1. SIC2022年度連続講義「現代システム科学講座」第3回目 開催報告

開催日時 2022年6月11日(土) 13:00-17:30

開催場所 講義会場(住友不動産新宿グランドタワー(西新宿)5F 会議室)とオンライン参加のハイブリッド形式

受講者数 68名(内会場受講9名)

講義3 テーマ:「最適化:システム構築の最前線のツール」

【受講者ルポ】

講義3-1:「最適化の概要」 講師:木村英紀先生(SIC 副センター長、東京大学・大阪大学名誉教授)

要点は以下の2つである。

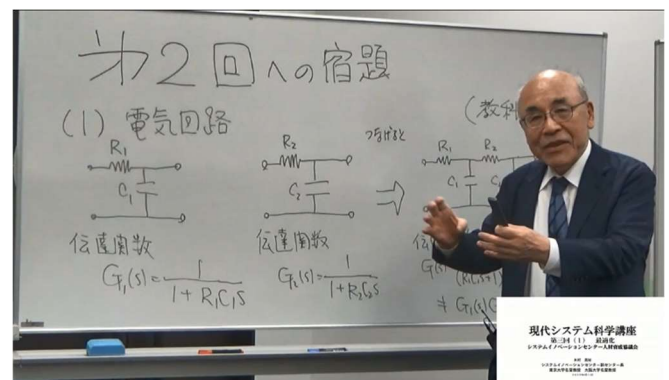
- ① 最適化はシステム構築の共通原理である
- ② システム構築は解が一意ではないため、多くの可能性の中から最適なものを選ぶ必要がある

本講義は、「最適化とシステム構築」についての話から始まった。これまでの講義で挙げられた、システム科学の各分野の相互関係を引用し、「最適化」は矢印関係のある「モデリング」や「学習」はもちろんのこと、「ネットワーク」や「推定・予測」、「制御」とも密接に関係を持っており、「最適化は現代システム科学のすべての分野で求められる目標でもある」と説明があった。また、システム構築のプロセスは多くの可能性の中から選択を行う意思決定の連鎖であるため、最適化は重要なツールであるとも述べられた。

次に、最適化問題のうち以下の4つについて説明があった。

- 最小二乗法
- 連続最適化
- 線形計画法
- 多目的最適化

最小二乗法は最も古い最適化手法であり、ドイツの数学者 Gauss はこれを用いて小惑星将来の軌道を予測し、1801年12月にその予想した軌道上に正確に出現したことが観測されたというエピソードについて述べられた。連続最適化はニュートン法に関する説明があったがここでは割愛する。連続最適化では大域最適値を求めることは難しいが、対象となる関数が凸関数である場合、局所最適値が必ず大域最適値となるため、特徴を活かすことで最適値が見つけれられるということについての説明もあった。線形計画法についてはシンプレックス法・内点法・双対問題に関する説明があった。



講義中の木村英紀先生

特に双対問題の考え方は重要であり、このような性質は実際のシステムの中でも出現すると述べられていた。多目的最適化については重みづけによる評価関数の1本化とパレート最適に関する説明があり、重みによって解が変わることやパレート最適は一意ではないということについて述べられていた。

講義3-2:「最適化の応用とソルバーの現状」 講師:梅谷俊治先生(大阪大学情報科学研究科教授)

要点は以下の4つである。

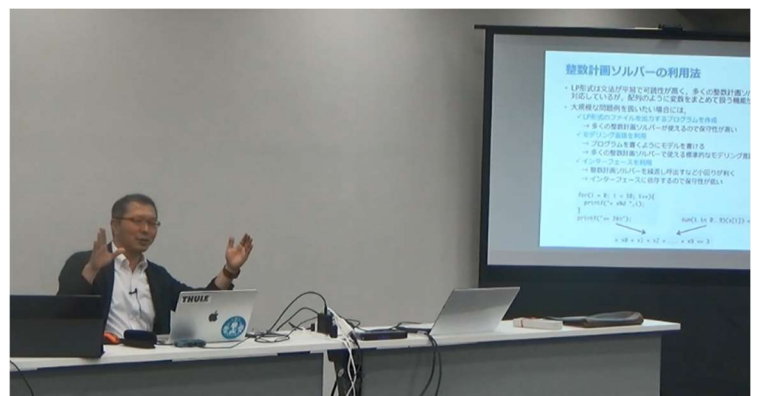
- ① 数理最適化による問題解決を実現するためには「最適化問題の定式化」と「アルゴリズムの開発」が必要となる
- ② 多くの現実問題が組合せ最適化問題に定式化することができる
- ③ 特徴的な構造を持つ一部の組合せ最適化問題には効率的なアルゴリズムが存在するが、多くの組合せ最適化問題は効率的なアルゴリズムが期待できない
- ④ 「汎用的」かつ「高性能」なソルバーの実現は困難である

まず、数理最適化による問題解決の流れについての話から始まった。数理最適化による問題解決を実現するためには「最適化問題の定式化」と「アルゴリズムの開発」が必要となる。ここで述べている「定式化」が最も重要であり、かつ、難しい部分ではあるが、これにより学術から産業まで幅広い分野の事例を対象とすることができると説明があった。

次に、巡回セールスマン問題(TSP)を例に組合せ最適化問題の難しさについての説明があり、全列挙した場合、都市数が30であったとしてもすべての都市をちょうど1回ずつ訪問する最短路を求めるのに 100TFlops のコンピュータを用いて2兆年かかるとの話があった。多くの組合せ最適化問題はNP困難であると言われており、効率的なアルゴリズムは期待できないが、ナップサック問題など特徴的な構造を持つ一部の組合せ最適化問題には効率的なアルゴリズムが存在するという説明があった。TSPの場合、全列挙のような厳密解法は計算時間が非現実的であるため、近似解法や発見的解法によって解を求めることとなるが、「近似解法は性能保証のために証明が必要となるためアルゴリズムが簡易的になりやすいこと」と、「実務的な手続きとギャップが大きいことが多いこと」により、近似性能が保証されていない発見的解法によって求められることが多いと述べられていた。ここで数理最適化による問題解決の流れに話は戻り、定式化とアルゴリズムの開発・適用について、「汎用解法」と「専用解法」の説明があった。汎用解法は整数計画問題などに定式化することで汎用ソルバーを適用することで汎用性の高いアルゴリズムを実現するという考え方で、専用解法は個々の問題の特徴を活かした高性能なアルゴリズムを実現するという考え方であるが、この両方を活かしたアルゴリズムを実現することは大変難しいとの説明があった。現実問題に対する実際のアプローチとして、妥当な最適化モデルを得ることが難しく、また、アルゴリズムの開発・修正には非常に手間がかかるため、まずは汎用解法により妥当な最適化モデルを構築し、必要に応じて専用アルゴリズムの開発を検討するという流れが望ましいとの説明があった。

次に、汎用解法では整数計画ソルバーなどを利用するため、それについての説明があり、ソルバーの内部で用いられている分枝限定法についてナップサック問題を例に説明があった(分枝限定法については専用アルゴリズムを作成する際にも活用可能となっている)。

最後にメタヒューリスティクスに関する説明と現実問題への数理最適化の適用事例についての話



講義中の梅谷俊治先生

があった。ここでは、メタヒューリスティクスに関する説明は割愛する。適用事例の一つとしてカタログのレイアウト計画の説明があった。これについては2つの定式化とそれぞれについて専用解法と汎用解法についての話があった。流れとしては1つ目の定式化で汎用解法→専用解法の流れでアルゴリズムを作成したが、定式化を見直し、2つ目の定式化を行い、同様にアルゴリズムを作成したというものであった。ここでの教訓は、定式化の見直しの方が1つ目の定式化で専用アルゴリズムを作成するよりも効果が大きかったということである。梅谷先生の体験談をもとに妥当な最適化モデルを得ることがいかに難しく重要であることを示されて、本講義は幕を閉じた。

次回は「モデリング」に関する講義となっており、本講義内で何度も登場した「定式化」の部分であるため、次回の講義が待ち遠しい限りである。

(ルポ:山中寿登(構造計画研究所))

講師略歴

木村英紀(きむら ひでのり)

1970年東京大学大学院博士課程修了、大阪大学基礎工学部助手、講師を経て1986年大阪大学工学部教授、1995年東京大学工学部教授、2001年理研トヨタ連携センター長、2011年科学技術振興機構研究開発戦略センターシステム科学ユニットリーダー、2015年早稲田大学特別招聘教授、2019年(一社)システムイノベーションセンター(SIC)理事・副センター長、この間計測自動制御学会会長、横幹連合会長、日本学術会議会員、アジア制御協会会長などを歴任。国際自動制御連合(IFAC)より Giorgio Quazza メダル、2021年には IEEE Control Systems Award をそれぞれアジアで初めて受賞されるなど、国内外にて多数の賞を受賞

梅谷俊治(うめたに しゅんじ)

2002年京都大学大学院情報学研究科博士後期課程指導認定退学 博士(情報学)

現在、大阪大学大学院情報科学研究科数理最適化寄付講座教授

数理最適化、アルゴリズム、オペレーションズ・リサーチなどの研究に従事

著書「しっかり学ぶ数理最適化:モデルからアルゴリズムまで」講談社(2020)など

次回第4回目は、「モデリング:システム解析の知的基礎」 7月9日(土)午後開催

4回目以降の個別受講を申込される方は、下記 URL より申し込みください。

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

以上

Ⅱ 活動報告

1. 会合報告

① 2022. 6. 8 15:00－17:00 2022年度第6回実行委員会開催報告

開催形式: Microsoft Teams によるオンライン開催

参加人数: 実行委員会議メンバー17名(事務局含む)、監事2名 計19名

議題

司会 松本隆明実行委員長

1. 審議事項

① システム化に関する戦略委員会提案資料の討議

木村英紀副センター長

SIC活動に対する正会員企業代表へのアンケート実施に関して

2. 報告事項

① 「現代システム科学講座」第2回目の開催結果報告

久保忠伴事務局次長

② 2022年度第2回SICフォーラム(5月18日)開催結果報告

同上

③ 特別講義(6月22日(水)10:00－12:00)開催案内

同上

講義タイトル 「計算社会科学で社会の動きを観る」

講師 鳥海不二夫氏(東京大学大学院教授)

3. その他事項

「SIC個人会員の有料講義等の参加料を無料とする」案が可決された

次回、次々回の実行委員会開催日

2022年度第7回実行委員会 7月12日(火) 15:00－17:00

2022年度第8回実行委員会 8月10日(水) 15:00－17:00

以上

Ⅲ 正会員一覧

SCSK株式会社
NTTコムウェア株式会社
株式会社NTTドコモ
株式会社構造計画研究所
株式会社テクノバ
株式会社ニューチャーネットワークス
株式会社日立国際電気
株式会社日立システムズ

株式会社日立物流
株式会社三菱UFJ銀行
デンソー株式会社
トヨタ・リサーチ・インスティテュート
ファナック株式会社
マツダ株式会社
三菱電機株式会社

NTTコミュニケーションズ株式会社
KDDI株式会社
株式会社クエスト
株式会社JSOL
株式会社東芝
株式会社野村総合研究所
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
社会システムイノベーションセンター
株式会社三井住友銀行
損害保険ジャパン株式会社
東京ガス株式会社
日鉄ソリューションズ株式会社
富士通株式会社
三菱重工業株式会社 ICTソリューション本部
横河電機株式会社

2022年7月1日現在30社(五十音順)

©SIC 2022. 7

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 (株式会社構造計画研究所)
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