

講演者：濱田 直希 (KLab 株式会社)

講演タイトル：進化計算の数理

講演概要：進化計算は、最適化問題の凸性や導関数を要求しないブラックボックス最適化アルゴリズムである。産業界の様々な問題において、大域的最適解をしばしば精度よく近似できることから広く利用されてきた。一方で、現在でもその動作原理の大部分は数学的に説明できておらず、数値実験を主体としたアルゴリズム開発には課題も見え始めている。本講演では、進化計算のための大域的最適化の理論として有望と思われる、大域解析学、特に可微分写像の特異点論に基づく方法と最近の研究成果を紹介する。

講演者：大山 聖 (宇宙科学航空研究開発機構 宇宙科学研究所)

講演タイトル：多目的進化アルゴリズム入門

講演概要：多目的進化アルゴリズムは大域的な最適解を得ることができる、多目的最適化問題のパレート最適解を一度に得ることができるなどの優れた特徴を持ち、産業界において、実問題を解くための最適化手法として大きな注目を集めている。本講演では多目的進化アルゴリズムをこれまで扱ってこなかった方を対象に多目的進化アルゴリズムの基礎と応用について紹介する。

講演者：石川 剛郎 (北海道大学理学研究院数学部門)

講演タイトル：特異点論の見方・やり方・使い方

講演概要：空間・図形の状態、関数・写像の挙動などが周囲と著しく異なるような点を特異点と呼ぶ。特異点は研究対象の局所的・大域的な情報を顕在化する重要な存在である。数学の一分野としての特異点論の位置付け、特異点論の中心的な問題、安定性、genericity(普及性)、確定性、分類と認識問題、分岐図式や層化の手法など、幾何学からの特異点へのアプローチや特異点論特有の物の見方の一端を紹介し、その応用の可能性をさぐる。

講演者：白川 真一 (横浜国立大学大学院環境情報研究院)

講演タイトル：確率モデルに基づく進化計算とその応用

講演概要：本講演では、解を生成する確率分布を目的関数値に基づいて更新していくことで最適化を行う進化計算手法に焦点を当てる。このような確率モデルに基づく進化計算の確率的自然勾配法との関連性やその数理的な見通しについて概説する。また、確率モデルに基づく進化計算の応用例として、ニューラルネットワークの構造探索なども紹介する。

講演者：寺本 央 (関西大学システム理工学部数学科)

講演タイトル：パレート集合およびフロントの局所構造とその分岐

講演概要：この講演では目的関数および拘束条件を与える関数が滑らかな場合にパレート集合とフロントの局所構造を議論する．まずは拘束条件を満たす実行可能解の集合の局所構造を微分同相で分類する．最も一般的な場合には KKT 条件が成立するための十分条件の一つである Kuhn-Tucker の 1 次制約想定が満たされるが，感度分析等で系のパラメータを変化させたときに出現する退化した状況ではそれは必ずしも満たされない．そのような退化した状況がパラメータの変化とともにどのように変化するかを議論する．最後に実行可能解の集合を保つ微分同相のもとで目的関数が定める写像を濱田らにより提案されたパレート A 同値による分類結果を紹介し，パレート集合とフロントの局所構造とその分岐を議論する．この研究は KLab 株式会社濱田直希，慶応大学早野健太らとの共同研究の成果である．

講演者：ダニロ ヴァルスコンセロス ヴァルガス（九州大学 大学院システム情報科学研究院 情報学部門，東京大学 大学院工学系研究科）

講演タイトル：SAN（ノベルティに基づくサブポピュレーションアルゴリズム）による多目的最適化の最先端

講演概要：ノベルティに基づくサブポピュレーション アルゴリズム (SAN) は多目的最適化における現在の最先端技術であると言っても過言ではありません．このような良い結果の理由は，ノベルティサブポピュレーションを使用して結合し，以前のソリューションを追跡することにあります．それで，各ステップで新しい方向の検索をさらに拡大します．

講演者：一木 俊助（東京工業大学 情報理工学院）

講演タイトル：強凸多目的最適化問題への特異点論の応用

講演概要：産業界において，コスト・品質・安全性・環境への影響といった複数の目的関数を考慮した最適化が求められる．多目的最適化問題とは，そのような複数の目的関数に関する最適化問題である．本講演では，まずはじめに強凸多目的最適化問題の最適解集合の位相的性質を紹介する．その後，メインの話題として，その最適化問題への特異点論の応用に関する最近の進展を紹介する．

講演者：溝田 裕介（九州産業大学 理工学部）

講演タイトル：制約なし強凸問題は全て弱単体的である

講演概要：多目的最適化問題が  $C^0$  級弱単体的であるとは，単体からパレート集合への連続な全射で，各部分単体を対応する各部分問題のパレート集合へ写すようなものが存在することである．本講演では，微分不可能な場合も含む全ての制約なし強凸問題が  $C^0$  級弱単体的であることを示す．この定理は Elastic Net のハイパーパラメーター調整の効率化へと応用される．具体的には Elastic Net を微分不可能な多目的強凸問題として定式化し直し，そのパレート集合とパレートフロントをベジエ単体を用いて高速に近似計算できることを

見る．(濱田直希氏，一木俊助氏との共同研究)

講演者：早野 健太 (慶応義塾大学 理工学部 数理科学科)

講演タイトル：単体的問題の弱パレート解はパレート解

講演概要：多目的最適化の多くの実問題のパレート解集合は単体の形をしており，さらにその面は部分問題の解となっていることが観測されている．そのような問題，すなわち単体的問題の弱パレート解はパレート解となることを，位相幾何学的手法により証明することができるが，本講演ではその証明方法を概説する．

講演者：萩原黎弥(九州大学)，濱田直希 (KLab 株式会社)，山本卓宏 (東京学芸大学)，櫻井大督 (九州大学)

講演タイトル：多目的最適化のためのレーブ空間論に基づくベンチマーク問題設計

講演概要：ソルバを研究する際に，その評価は重要な課題のひとつであり，特に多目的最適化のソルバの評価はそれ自体が研究対象となっている．これまで，ベンチマーク問題の構成方法が様々に研究されてきたが，多目的最適化の難易度を制御することは未だに至難の技である．そこで本発表では，現在進行中の，制御のための理論的なベースとして新たに特異点論を採用するアプローチを紹介する．提案アプローチは，一般の最適化問題での最適解を多目的最適化問題に拡張したパレート解と，特異点論の関係性に基づいている．このような関係性そのものは指摘されたこともあるが，今回は特に，微分トポロジーの視点やレーブ空間論を用いることで，ソルバの挙動を数理的に記述するモデルを新しく構築する．ベンチマーク問題を設計する際には，そのモデルに基づいて，最適解や局所解にソルバが落ち込みやすい領域，またそれらの入子構造など，多目的最適化問題の多峰性を制御することができる．発表では，背景数理や周縁の研究動向を簡単に紹介したうえで，進捗状況や今後の展開を議論したい．