

科学研究費補助金「特定領域研究」
平成16年度発足特定領域申請書

申請領域名

新世代の計算限界 ―その解明と打破―

平成15年11月

申請代表者

京都大学・情報学研究科・教授

岩 間 一 雄

新世代の計算限界 —その解明と打破—

目 次

1	申請領域の研究の必要性	1
2	申請領域の国内・外の研究状況等	2
3	申請までの準備研究・調査の状況等	4
4	特定領域を推進するに当たっての基本的考え方	5
5	特定領域研究の内容	6
6	研究期間及び研究経費	10
7	研究計画における費目別内訳	12
8	その他	12
	(1) 研究内容の理解に役立つ図表・解説・準備状況をまとめた骨子	12
	(2) 領域代表者、計画研究の研究代表者の最近の主要業績	12
	(3) 領域代表者及び計画研究の研究代表者の既設又は終了した特定領域、重点領域 への参加状況	14
	(4) その他、審査の上で参考になるとと思われる事項	14
9	領域代表者及び計画研究の研究代表者の科学研究費補助金以外からの研究費の受け入 れ状況	17
10	領域代表者および事務担当者	17
11	特定領域研究計画研究 研究計画調書	19
	X00: 新世代の計算限界 —その解明と打破—	21
	A01: オンライン予測の手法を用いた意思決定モデルに関する研究	31
	A02: 計算理論的設計による知識抽出モデルに関する研究	41
	A03: 論理関数表現のモデルとシンボリックアルゴリズム	51
	A04: 組み合わせ最適化問題における指数サイズ・多項式時間近傍の設計	59
	A05: ハードウェアアルゴリズムの性能評価に関する研究	69
	A06: 幾何的配置問題の計算量限界と近似可能性の研究	79
	A07: 現実的な状況下での量子計算の能力に関する研究	89
	A08: 動的な構造をもつネットワーク上の資源割当て問題の研究	99
	A09: 非明示的表現に対するアルゴリズムの開発	109
	A10: 変移する要素間の関係を条件とする組合せ最適化モデル	119
	B01: 代数的および確率的手法による離散構造の限界の究明	129
	B02: 暗号解析手法の計算量理論による改良とそれに基づく暗号方式	139
	B03: 量子論理回路の最適化に関する研究	149

B04: 回路計算量の下限の研究とその応用	159
B05: ブール理論に基づく離散システムの構造解析と計算限界の研究	169
B06: 暗号システムに対する実装攻撃の適用と限界に関する計算論的研究	179
C01: グラフ描画アルゴリズムとその Web 情報検索への応用	189
C02: 連続と離散の融合によるロバストアルゴリズム構築	199
C03: ネットワーク上での社会的効用と個人的効用の対立問題に対するアルゴリズム的研究	209
C04: 実践的な列挙アルゴリズムの理論構築	219
C05: 幾つかの画像関連問題の計算複雑度の解析と効率的な解決法の提案	227
C06: グラフ構造を有する問題に対する近似アルゴリズムの設計	237
C07: Web コンテンツ活用に関連した離散最適化問題の研究	247
C08: 高性能近似アルゴリズムの設計法に関する研究	257
C09: ネットワーク問題のモデル化とアルゴリズムの研究	265
C10: 情報基盤アルゴリズムとしてのメタヒューリスティクスの研究	275
C11: 大量データ処理のための領域効率の良いアルゴリズム	285

1 申請領域の研究の必要性

研究の背景

人々がその時々感じていた科学技術の限界は、不断の努力と独創的アイデアによって常に打ち破られてきた。このことは計算機のハードウェアにおいて特に有名であるが、ソフトウェアも例外ではない。例えば、米国ライス大学の Bixby 教授によれば、計算機の代表的応用例である線形計画法が初めて計算機上で実行されたときに比べて、現在では実に 1,900,000 倍ものスピードアップが達成されている。重要なことは、この間にアルゴリズムの改良によって約 2360 倍の高速化が達成されたが、これは同じ期間におけるハードウェアの高速化の 800 倍を凌駕しているのである。このように、計算量の比較的低い問題に対してはアルゴリズムの改良が成功し、「アルゴリズムの設計と解析」という学問体系もほぼ確立したものになっている。

しかし一方で、実用的に重要な数多くの離散問題が、問題のサイズと共に計算量が爆発的に上昇する、**本質的な計算困難問題**ではないかと考えられるようになった。このことは、前世紀における必死の努力にもかかわらず未だ証明されてはいないが、ほぼ信じられている（クレイ数学研究所が提案した 21 世紀に解決すべき 7 大未解決問題のひとつ）。こうした状況下で、従来計算機を利用するときの金科玉条であった「正確な計算の実行」を放棄しようとする動きが出てきた。上の様な計算量の高い問題に対して**近似解**で我慢して計算時間を短縮する考え方が代表的なものである。こうして、新たな尺度（近似度）に関する計算限界が提起され、その解明と打破が課題になった。

10 年ほど前から、この様な新しい動きは更に加速された。最近の IT 社会の大規模化と多様化によって、従来、計算機があまり入り込まなかった分野においてもアルゴリズムが重要になってきたからである。こうした新分野では、例えば**入力情報の不完全性**によって、正確な計算が原理的に不可能なのである。代表例として、株式投資の様な経済活動がある。将来の入力の変動が予測できないという条件の下でも現在の行動を決定する必要がある、そうした不完全情報のもとでの行動（アルゴリズム）の良さを何らかの形で評価する必要がある。また、主観を含む web 検索結果の良さを評価する場合など、数学的解析に耐えうる簡潔さを有した評価モデルを見いだすのさえ容易ではない。こうして多様な評価尺度が新たに導入され、その下での計算限界が人々の注目を集めることになった。

こうした**広い意味での計算困難問題**に対して、従来の伝統的な計算の効率化の枠組みに入らない新しい試みが次々と提案され、90 年代以降非常に活発な議論が行われた。しかし、それはまた勃興期特有の現象として、**議論が発散**したり、いたずらに数学的トリックを駆使した結果がもてはやされる等の傾向も生じさせた。「それなりに面白い」評価モデルと解析結果が次々と発表されるのであるが、それが実用的立場の研究者や利用者を納得させるに至らず、かえって離反を招く結果になってしまったのである。

研究の目的

従来の「効率よく正しい答を求める」という枠組みに収まらない多様なアルゴリズムを対象にするので、その評価方法が多様になることはある意味で当然である。本研究の目的は、こうしたともすれば発散しがちな状況において、実用性の高いアルゴリズムの**品質・性能保証**がいかにあるべきかを議論し、その改良のための具体的技術と方法論を含めた新しい体系を作り上げることである。90 年代の活発な研究によって個別的にはかなりの成果が得られてきている今がその絶好のチャンスである。

第一に「利用者の役に立つ」評価尺度の研究を行う。性能保証の尺度としては、計算量の高い組

合せ問題を近似アルゴリズムで解くときの近似度や、将来の入力が分からないオンライン問題に対するアルゴリズムの良さをオフラインアルゴリズムの性能と比較する競合比が80年代後半から盛んに利用されている。また近年は、安全性の高い計算の研究や、インターネットのルーティングに必要なルーティングテーブルサイズや、インターネット検索エンジンが返す検索結果の品質を定量的に評価する試みなども注目されている。我々はこれらの既存の評価基準を再点検し、問題点を探る。社会的動機と理由がはっきりしていて、利用者にとって分かりやすい**社会的評価基準**とは何かを明確にする。

第二にこうした評価基準を設定して、その下でアルゴリズムを開発・評価する技術の体系化を行う。**数学的に保証された**評価結果が出せることを最大の目的とする。そのためには、先ず、(i) 数学的に精密な計算モデルの構築が必要になってくる。頑健な数学的モデルの下での評価尺度の改良に向かって、(ii) 下限（改良目標の提示）と (iii) 上限（その目標に迫るアルゴリズム構築）の双方から攻撃する。計算量の比較的低い問題に対してはほぼ確立されていると言ってよい体系が既に存在するが、それと比べると (i) の重要性が根本的に異なり、また (ii) と (iii) に関しても、従来の効率の上下限に対して解の質の上下限を問題にするということで基本的違いがある。

研究成果の検証のために、アルゴリズムを実働化して実験を行う。このことを含めて啓蒙活動を重視していく考えである。

研究の意義

例えば半導体デバイスにおいては、代表的尺度として集積度がある。これは非常にわかり易い尺度で、国家的見地から将来的な目標（ロードマップ）が立てられ、その実現に向けての研究・開発のために多大な資金がつけ込まれてきた。これに対し、アルゴリズムの分野では、その重要性は勝るとも劣らないものがあるにもかかわらず、社会的に認知されるという面での立ち遅れが否定できず、社会的損失を招いていた。例えば、商品配送や列車ダイヤの最適化においては、解の品質を数%上げることでコストの膨大な節約が可能である。それにもかかわらず、いまだに「経験と勘」に頼った設計が行われることが少なくない。しかし最近になって、ようやくこうした遅れの解消が大きな課題として認識されるようになった。例えば、ドイツ国鉄では最新の近似アルゴリズム理論に基づいた全国規模のダイヤ設計・保守システムの研究が進んでおり、03年の秋に専門の国際会議がハンガリーで開かれた。

本研究によってこうした動きが加速され、わが国の研究者が世界をリードする基盤を開くことができることを期待する。攻撃の対象を、現状に明らかな問題のある広い意味の計算困難問題に絞って、焦点をはっきりさせる。わかり易い社会的評価基準によって利用者との間の溝を埋め、その重要性を広く認識させる努力を行う。特定研究の形でわが国の総力を結集し、計画性と組織力を生かした品質保証技術へとアルゴリズムの設計パラダイムをシフトさせる。

2 申請領域の国内・外の研究状況等

80年代の後半から90年代にかけて、アルゴリズムの評価が効率から解の品質へと大きく転換するのであるが、その大きなきっかけの一つが Sleator と Tarjan による **オンラインアルゴリズム** の解品質の評価のための競合比の導入である。これによって、推定が困難な入力系列の確率分布を仮定することなくオンラインアルゴリズムの評価が可能になった。この手法は大いに人気を博し、現在もアルゴリズム研究の主要な一分野になっている。しかし、基本的には最悪の場合の評価になっており、更に最近では理論的解析に特化したいわゆるトリッキーな結果も目立つようになってきて批判も多い。わが国では岩間のオンラインナップザック問題や平均的競合比の研究が知ら

れている。この分野は最近インターネットやオークション関連の問題に発展して益々盛んになっている。

近似アルゴリズムの研究は古くは60年代から行われてきたが、90年代に Arora, Sudan, Hastad らの近似度の下限証明技術、Goemans と Williamson の半正定値計画法の応用等の画期的な結果によって花開き、現在最も盛んな研究分野になっている。わが国では浅野孝夫と平田の最大充足問題に対する現在の最良アルゴリズムが有名である。**メタヒューリスティック**は最近大きく進歩しており、茨木のグループが、いくつかの代表的な組合せ最適化問題に対し汎用性の高いアルゴリズムを開発し実用的にも高い評価をうけている。杉原の提案した bf ロバスト計算の概念はアルゴリズムの世界に新しい視点を与えた。ロボットに関連するアルゴリズムの解評価も非常に困難なものの一つであるが、この分野では山下雅史の監視技術に関する研究が高く評価されている。伝統的な巡回セールスマン問題では世界中の実データで解の正確度が競争されており、本年(2003年)4月に玉木が権威のあるベンチマーク集である TSLIB の問題例のうちの2題に対して最高記録を更新した。浅野哲夫、加藤らはディスプレイ画像の評価に関して新しいモデルとアルゴリズムを提案して大きな注目を集めている。徳山の幾何学データ処理手法による大規模数値データからの知識抽出はデータマイニング分野に初めて理論計算機科学を本格利用したと評価が高い。データ圧縮もインターネット時代に適応した新しい動きがある。定兼のアルゴリズムは世界中から注目された。グラフ描画も新しい学問体系にまで発展しており西関が活躍している。

計算モデルに関する基礎的研究でも90年代は大きな進歩があった。例えば、2つ以上のパーティが通信を介して困難な問題を解く**インタラクティブ計算**、そのとき必要な通信量で問題の困難性を測る**通信複雑さ**、擬似乱数の品質定義に対する計算量理論的アプローチ、乱数を利用するアルゴリズムに対して乱数を必要の無いものにする**脱乱化技術**の一般化等である。この方面ではなんと言っても戸田の、数え上げ問題の計算の複雑さに関する理論とその証明で用いられた手法「戸田の多項式」が非常に有名である。また、伊東が最近ある種の最小値独立置換族のサイズに対して代数的手法を用いて新たな下解値を示し注目を浴びた。渡辺はこの分野の世界的権威の一人であり、最近も計算量クラスの相対化という新しい概念の導入によって計算限界の証明に迫る結果を得た。量子計算モデル・**量子アルゴリズム**の研究も90年代の Shor の素因数分解アルゴリズムの発見によって一気に盛んになった。西野、田中はわが国の第一人者である。

この様にわが国の研究者は本研究課題に関係する分野で国際的に大きな貢献をしており、それに伴って各種の受賞や学会活動に名前が挙がっている。例えば、戸田の**ゲーデル賞**受賞は一般のマスコミでも大きな話題になり、国際数理計画法学会とアメリカ数学会によって離散最適化の理論研究に送られる最高の賞である**ファルカーソン賞**を本年度岩田が受賞した。これら2つの受賞はどちらも日本人初の快挙である。また、わが国で最も評判の高い賞の一つである日本 IBM 科学賞を、本特定のメンバーのうち浅野孝夫(87)、室田(88)、今井(89)、渡辺(92)、高木(95)、戸田(98)、永持(00)、徳山(01)、岩田(02)の9名が受賞している(数字は受賞年度)。このように本研究に参画予定の研究者のレベルは非常に高い。なお、国際学会の理事や運営委員、雑誌の編集委員、基調講演、最優秀論文賞等々については、最後にまとめて掲載する。

本研究の分野をサポートする場として、米国の DIMACS (離散数学と理論計算機科学のための研究センター) とドイツの Dagstuhl **国際研究センター**が有名である。DIMACS は当初 NSF の研究センターとして10年の期限でスタートしたが、研究者の強い要望でその後も独自に資金を集めて運営されている。数件のテーマを Special Focus として2-3年単位でサポートしている。研究者の招聘、連続セミナーの開催等が主な活動である。近年のテーマの例は、大規模最適化、次世代ネットワーク技術、離散確率、大規模並列処理等がある。Dagstuhl では1週間を原則として30-40名程度の研究者が合宿をして一つのテーマについて徹底的に議論する。主催者はいずれもその分野のトップの研究者であり、ここに招待されることが研究者としての質の高さを証明することにもなる。オンラインアルゴリズム、命題論理の複雑さ、近似アルゴリズム、分散計算

等が毎年開催されている。学会としては、ACM の STOC, SODA, IEEE の FOCS, 欧州の ICALP, ESA 等が有名である。また、最近では欧州では各国別ではなく、EU が研究をサポートする体制ができつつある。

過去の特定・重点領域研究などの関連研究

計算、すなわちアルゴリズムは全ての情報関係の研究と間接的に関わりがある。従って、平成 15 年度に運営されている特定領域研究だけに限っても「情報学」「安全な情報基盤」「データマイニング」「確率的情報処理」などと、また、それ以前の特定領域研究の「ゲノム情報科学の新展開」や重点領域研究「超並列計算」「認知科学」「創発システム」「高機能データベース」「ソフトウェア発展」「発見科学」などとも関わりがあると言える。しかしこれらは直接的に計算理論やアルゴリズムを研究するものではない。このことは、わが国の総合的な発展を目指した「情報学」においても事実である。

ただ一つ密接な関連がある特定領域研究として平成 10 - 12 年度にかけて行われた「**アルゴリズム工学**」がある。この特定領域では、アルゴリズムを工学的側面から捉え、実際に役に立つアルゴリズムの開発を眼目に実行された。この試みは成功裏に終了し、数多くの実用的なアルゴリズム設計技術が生まれ、アルゴリズム工学という言葉の根付かせるにいった。

3 申請までの準備研究・調査の状況等

上述の様に、10 年度から 12 年度の特定領域研究「アルゴリズム工学」では、計算困難問題に対するアルゴリズムの工学的な側面が飛躍的に伸びた。そしてそのことがいくつかの新たな問題点を提起するに至った。特に、工学的な設計技術の進歩に対し、その理論面を支える品質保証技術が追付いていけなかった。前述の様に、90 年代から始まった新しい流れが、その活発さにもかかわらず幅広い支持が必ずしも得られないという状況にあって、集中的なプロジェクトの機運が一気に高まることになった。そこで我々は、「社会的評価基準」を旗印にして、平成 15 年度基盤研究 (C)(1) 企画調査「離散アルゴリズムの品質保証技術に関する調査と新しい展開」を申請し採択された。本企画調査において、数名の幹事団による 2 度の会合と研究分担者のほぼ全員による 1 度の全体会議、それにメールによる頻繁な話し合いを重ね、問題点を絞り込むことができた。なお、海外の研究者も同様の危機感を抱いており、本特定領域の発足に期待する声は非常に多い。

国際および国内会議の開催

国際会議については、本特定領域研究の構成員が中心となって、1990 年より毎年「アルゴリズムと計算に関する国際会議 ISAAC」を日本、中国、オーストラリア、カナダなど 10ヶ国 13 都市で開催してきている。発表内容は、正に本研究の主題と一致するものが多く、研究動向の変化を敏感に反映してきた。毎年 100 人を越える参加者を得、百数十本の投稿論文から厳選された 40~50 編の独創的かつ高度な内容の論文が国内外の研究者によって発表され、国際的に高い評価を得ている。また、論文集は Springer-Verlag 社の Lecture Notes in Computer Science シリーズとして毎回刊行されている。本年 (2003 年) の ISAAC は、本特定領域研究の領域代表者らが責任者となって 12 月に京都で開催する予定であり、207 件の投稿の中から 73 件が採録された。

そのほか、日韓アルゴリズムワークショップ、メタヒューリスティックス国際会議、量子情報科学に関する ERATO 国際会議、アルゴリズム論的学習理論等の国際会議を主催してきた。また、国内的には、電子情報通信学会のコンピュテーション研究専門委員会、情報処理学会のアルゴリズム研究会が主な活躍の場になっており、歴代の委員長・主査を本研究の構成員が勤めてきた。タイムリーな研究集会も数多く開催している。特に、本特定領域の申請準備の場となった平成 15

年度基盤研究(C)(1)企画調査で開催した全体集会（15年9月1－2日，中央大学）ではデジタルビデオを駆使した講演の電子アーカイブを完璧に実現し，これからの研究集会のあるべき姿として参加者の賞賛を得た．このほかの会議運営に関しても最後にまとめて掲載する．

4 特定領域を推進するに当たっての基本的考え方

申請領域の研究内容と組織構成

本研究では，3つの柱を設ける．それらは，**モデル研究**，**限界研究**，**アルゴリズム構築**で，それぞれに対応した班を設ける．これらは決して独立ではなく，大いに絡み合っている．従って，研究者は専門と興味によって一応いずれかの班に属するが，研究の発展によっては柔軟に他の班のテーマに踏み込むことが予想されるし，またそれが推奨される．各班が期待される研究成果と相互の関連は以下の様になる．特に関連については概念図を参考にされたい．

モデル研究班は**本研究の根幹**を成す．計算困難問題に対する現状の多種多様な評価尺度の問題点を整理し，社会的評価基準による利用者にとって分かりやすい評価モデルへ発展させる．当然新モデルの開発も行う．例えば，現存するある種の評価関数は鈍感で，経験上は明らかに性能差のある複数のアルゴリズムを区別出来ない．また評価モデルに不自然さを含む場合もある．例えば株式投資に対する競合比1.2というのは，全能の「神」と比べても最大で20%悪化するだけの利得が得られることを意味し，一見分かりやすい．しかし，無限に細かい取引を認めたり，損得が不明確であったりして明らかに現実的ではない．個々の問題に対する評価モデルの他に，評価モデル一般に対する要求とその実現可能性に関しても研究する．

限界研究班の役割は，与えられたモデルの元での計算限界を示すことである．つまり，評価尺度の値を下から抑える（一般に評価尺度の値は小さい方が良い様に正規化される）．上の例でいうなら，競合比が1.1より小さいアルゴリズムが存在しないことを証明する．このことによって，後述の上限の研究に対して明確な**努力目標**を与えることになる．また，2つ以上の評価尺度に対してそれらの関係（例えば一方をある値以下に保った上での他方尺度の下限）を明らかにすることが重要になる．なお，この班では，伝統的な計算時間の下限の研究によって「P対NP問題」に迫ることも重要なテーマになる．

アルゴリズム構築班では，逆に評価尺度の上限を与える．つまり，実際にアルゴリズムを設計して，そのアルゴリズムが出力する解に対する評価尺度の上限を証明する．その値が上で述べた下限と一致する**最適アルゴリズム**の構築が目標である．この意味で下限研究班との協力が欠かせない．また，対象とする尺度の上限がうまく改良できない場合には，その尺度を犠牲にしても他に改良できる尺度の指針を探ったり，計算対象の範囲を限定したり，更には最悪の場合の評価をやめて平均的な評価を取り入れる等の工夫を行う．これらに関してはモデル班との協力が重要になってくる．なお，アルゴリズムの**実働化**によって社会に貢献する基盤をつくることもこの班の重要な役割である．

以上，計算量の比較的低い問題に対して前世紀に飛躍的に発展したアルゴリズムの設計と解析の体系を，新たな視点から，多様な計算困難問題に対してまで遡及させることをねらう．研究組織は総括班に加え3つの研究項目によって構成する．なお，この特定領域研究の規模を考慮し，調整班はとくに置かない．

総括班（12名）

研究項目A モデル研究（研究代表者10名）

研究項目B 限界研究（研究代表者6名）

研究項目C アルゴリズム構築（研究代表者11名）

研究を進展させるための具体的方策として、分野的に近い研究者の集中効果を狙っていききたい。海外からの研究者招聘を積極的に行い、本研究の参加者、ポスドクによる討論やミニシンポジウムを日常的に行う「場」を提供する。こうした場の提供が研究進展の鍵を握ることが常識化しているにもかかわらず、資金的制限からなかなか実現しないのが実情であり、国の内外で強い要望となっている。成果公表、情報交換の為の研究集会やミニシンポジウムを頻繁に開催する。計画の最終年度に規模の大きな国際会議を開催して成果を世に問う。

また、本分野の発展のための啓蒙活動も大きな柱である。具体的には**アルゴリズムコンテストの開催**や**教科書の出版**などを考えている。これらの啓蒙活動は、我が国の計算理論、ひいてはコンピュータソフトウェア技術の将来のために大変重要な事業である。特に教科書の出版は、分野の根幹となる研究を促すことにつながるという観点から特に重視する。

以上をまとめた本特定領域研究の概念図を図1に掲げておく。

5 特定領域研究の内容

総括班

総括班の最大の役割は上で述べたような研究環境としての場の提供であって、ポスドクの雇用や海外からの研究者の招聘を行う。また、各研究班の間の関係を調整し、全体を有機的な集合体として機能させる必要がある。総括班は、この目的のため、領域代表者、事務担当、総合企画担当、各研究項目担当、および評価委員を置き、研究の企画、方向の決定、評価、総括を行う。

代表者氏名（所属・職名）	総括班における役割
（研究代表者） 岩間 一雄 （京都大学 情報学研究科・教授） （研究分担者） 伊藤 大雄 （京都大学 情報学研究科・助教授） 徳山 豪 （東北大学 情報科学研究科・教授） 加藤 直樹 （京都大学 工学研究科・教授） 田中 圭介 （東京工業大学 情報理工学研究科・講師） 櫻井 幸一 （九州大学 システム情報科学研究科・教授） 浅野 孝夫 （中央大学 理工学部・教授） 浅野 哲夫 （北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科・教授） 平田 富夫 （名古屋大学 情報科学研究科・教授） 瀧本 英二 （東北大学 情報科学研究科・助教授） 牧野 和久 （大阪大学 基礎工学研究科・助教授） 宇野 毅明 （国立情報学研究所 情報基礎研究系・助教授）	領域代表者（領域の統括） 事務担当 A 班担当 A 班担当 B 班担当 B 班担当 C 班担当 C 班担当 C 班担当 総合企画担当 総合企画担当 総合企画担当
（研究協力者） 稲垣 康善 （愛知県立大学 情報科学部・教授） 上林 彌彦 （京都大学 情報学研究科・教授） ジョセフ ディアズ （スペイン カタロニア工科大学・教授） バーナード シャゼール （米国 プリンストン大学・教授）	評価担当 評価担当 評価担当 評価担当

以下では研究項目 A-C 班について個別に説明する。全て計画研究で構成されているが、それらには我が国におけるこの分野のスペシャリストを揃えており、これらのメンバーの参加は各項目の成果達成には必要不可欠である。



図 1: 本特定領域研究の概念図.

研究項目 A：モデル研究

- A01 研究課題：**オンライン予測の手法を用いた意思決定モデルに関する研究
研究代表者：瀧本 英二・東北大学 情報科学研究科・助教授
研究分担者：酒井 義文・東北大学 農学研究科・助教授
研究分担者：天野 一幸・東北大学 情報科学研究科・助手
- A02 研究課題：**計算理論的設計による知識抽出モデルに関する研究
研究代表者：徳山 豪・東北大学 情報科学研究科・教授
研究分担者：塩浦昭義・東北大学 情報科学研究科・助教授
- A03 研究課題：**論理関数表現のモデルとシンボリックアルゴリズム
研究代表者：武永 康彦・電気通信大学 電気通信学部・助教授
- A04 研究課題：**組み合わせ最適化問題における指数サイズ・多項式時間近傍の設計
研究代表者：玉木 久夫・明治大学 理工学部・教授
研究分担者：井口 幸弘・明治大学 理工学部・助教授
- A05 研究課題：**ハードウェアアルゴリズムの性能評価に関する研究
研究代表者：高木 直史・名古屋大学 情報科学研究科・教授
研究分担者：高木 一義・名古屋大 情報科学研究科・講師
- A06 研究課題：**幾何的配置問題の計算量限界と近似可能性の研究
研究代表者：加藤 直樹・京都大学 工学研究科・教授
研究分担者：大崎 純・京都大学 工学研究科・助教授
研究分担者：瀧澤 重志・京都大学 工学研究科・助手
- A07 研究課題：**現実的な状況下での量子計算の能力に関する研究
研究代表者：山下 茂・奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科・助教授
研究分担者：中西 正樹・奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科・助手
- A08 研究課題：**動的な構造をもつネットワーク上の資源割当て問題の研究
研究代表者：藤田 聡・広島大学 工学研究科・助教授
- A09 研究課題：**非明示的表現に対するアルゴリズムの開発
研究代表者：篠原 歩・九州大学 システム情報科学研究院・助教授
研究分担者：竹田 正幸・九州大学 システム情報科学研究院・助教授
研究分担者：下藺 真一・九州工業大学 情報工学部・助教授
- A10 研究課題：**変移する要素間の関係を条件とする組合せ最適化モデル
研究代表者：宮野 英次・九州工業大学 情報工学部・助教授
研究分担者：朝廣 雄一・九州産業大学 情報科学部・助教授

研究目的と内容の概略：モデル研究班では、多種多様な評価尺度を整理し、分かりやすく有用なモデルの構築を目指す。そのため研究内容も多岐に渡っている。瀧本はオンライン問題に基づく意思決定モデルを、徳山はデータマイニングの精度限界打破のための知識抽出モデルを、武永はシンボリックアルゴリズムに代表される論理関数モデルを研究する。玉木は「発見的問題分割＋部品解析パラダイム」の提案によって解析の困難であった発見的手法の理論解析を、高木はハードウェアアルゴリズムの評価基準の確立を目指す。加藤は建築学的視点からの幾何的配置問題のモデルを、山下は実用を視野にいたれた現実的な量子計算モデルを検討し、そして、藤田は情報通信ネットワークの動的資源割当てに関するモデルを、篠原は入力データの簡潔表現に対応するための非明示的表現モデルを、宮野は従来モデルとオンラインモデルの中間のモデルを研究する。それぞれが近年重要視されている問題に対して、チャレンジングな課題を設定している。

研究項目 B：限界研究

- B01 研究課題：**代数的および確率的手法による離散構造の限界の究明
研究代表者：伊東 利哉・東京工業大学 学術国際情報センター・教授

研究分担者：上野 修一・東京工業大学 理工学研究科・教授

B02 研究課題：暗号解析手法の計算量理論による改良とそれに基づく暗号方式

研究代表者：田中 圭介・東京工業大学 情報理工学研究科・講師

研究分担者：渡辺 治・東京工業大学 情報理工学研究科・教授

研究分担者：戸田 誠之助・日本大学 文理学部・教授

B03 研究課題：量子論理回路の最適化に関する研究

研究代表者：西野 哲朗・電気通信大学 情報通信学部・助教授

研究分担者：垂井 淳・電気通信大学 情報通信学部・講師

B04 研究課題：回路計算量の下限の研究とその応用

研究代表者：築地 立家・東京電機大学 理工学部・助教授

研究分担者：陳 致中・東京電機大学 理工学部・助教授

B05 研究課題：ブール理論に基づく離散システムの構造解析と計算限界の研究

研究代表者：牧野 和久・大阪大学 基礎工学研究科・助教授

B06 研究課題：暗号システムに対する実装攻撃の適用と限界に関する計算論的研究

研究代表者：櫻井 幸一・九州大学 システム情報科学研究所・教授

研究分担者：田端 利宏・九州大学 システム情報科学研究所・助手

研究分担者：酒井 康行・三菱電機株式会社 情報技術総合研究所・主任研究員

研究目的と内容の概略：限界研究班は、与えられたモデルの下での計算限界を示すことを目的とするが、その限界を利用したアルゴリズムの研究にも深く関わっている。伊東は大規模離散構造問題に関する代数的・確率的手法の限界を、田中は離散的問題の計算限界を利用した暗号方式を、西野は量子計算の段数やサイズの限界とその応用を研究する。築地は回路計算量の新しい下限証明手法の開発に、牧野は離散モデルの根本ともいえるべきブール理論からの計算限界解明に挑む。そして櫻井は暗号アルゴリズムに対して計算理論的立場から限界を明らかにし、暗号の脅威に関する客観的評価基準を得ることを狙う。限界研究は不可能性証明の一種であり特殊かつ高度な数学的考察を必要とするため、この班は必然的に少数精鋭体制となる。

研究項目 C：アルゴリズム構築

C01 研究課題：グラフ描画アルゴリズムとその Web 情報検索への応用

研究代表者：西関 隆夫・東北大学 情報科学研究科・教授

研究分担者：周 曉・東北大学 情報科学研究科・助教授

研究分担者：ムハマッド サイドゥル ラーマン・東北大学 情報科学研究科・助教授

研究分担者：三浦 一之・東北大学 情報科学研究科・助手

研究分担者：浅野 泰仁・東北大学 情報科学研究科・助手

C02 研究課題：連続と離散の融合によるロバストアルゴリズム構築

研究代表者：杉原 厚吉・東京大学 情報理工学系研究科・教授

研究分担者：室田 一雄・東京大学 情報理工学系研究科・教授

研究分担者：今井 浩・東京大学 情報理工学系研究科・教授

研究分担者：松井 知己・東京大学 情報理工学系研究科・助教授

研究分担者：岩田 覚・東京大学 情報理工学系研究科・助教授

研究分担者：大石 泰章・東京大学 情報理工学系研究科・講師

研究分担者：西田 徹志・東京大学 情報理工学系研究科・助手

研究分担者：松浦 史郎・東京大学 情報理工学系研究科・助手

C03 研究課題：ネットワーク上での社会的効用と個人的効用の対立問題に対するアルゴリズム的研究

研究代表者：浅野 孝夫・中央大学 理工学部・教授

C04 研究課題：実践的な列挙アルゴリズムの理論構築

研究代表者：宇野 毅明・国立情報学研究所 情報学基礎研究系・助教授

研究分担者：中野 眞一・群馬大学 工学部・助教授

C05 研究課題：幾つかの画像関連問題の計算複雑度の解析と効率的な解決法の提案

研究代表者：浅野 哲夫・北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科・教授

研究分担者：元木 光雄・北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科・助手

研究分担者：ビシュニュー アリジット・北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科・助手

C06 研究課題：グラフ構造を有する問題に対する近似アルゴリズムの設計

研究代表者：永持 仁・豊橋技術科学大学 工学部・教授

C07 研究課題：Web コンテンツ活用に関連した離散最適化問題の研究

研究代表者：増山 繁・豊橋技術科学大学 工学部・教授

研究分担者：中山 慎一・徳島大学 総合科学部・助教授

研究分担者：相田 慎・豊橋技術科学大学 工学部・助手

C08 研究課題：高性能近似アルゴリズムの設計法に関する研究

研究代表者：平田 富夫・名古屋大学 情報科学研究科・教授

研究分担者：藤戸 敏弘・名古屋大学 情報科学研究科・助教授

研究分担者：小野 孝男・名古屋大学 情報科学研究科・助手

C09 研究課題：ネットワーク問題のモデル化とアルゴリズムの研究

研究代表者：伊藤 大雄・京都大学 情報学研究科・助教授

研究分担者：岩間 一雄・京都大学 情報学研究科・教授

研究分担者：宮崎 修一・京都大学 学術情報メディアセンター・助教授

研究分担者：堀山 貴史・京都大学 情報学研究科・助手

C10 研究課題：情報基盤アルゴリズムとしてのメタヒューリスティックスの研究

研究代表者：茨木 俊秀・京都大学 情報学研究科・教授

研究分担者：柳浦 睦憲・京都大学 情報学研究科・講師

研究分担者：巳波 弘佳・関西学院大学 理工学部・講師

研究分担者：野々部 宏司・京都大学 情報学研究科・助手

C11 研究課題：大量データ処理のための領域効率の良いアルゴリズム

研究代表者：定兼 邦彦・九州大学 システム情報科学研究院・助教授

研究分担者：山下 雅史・九州大学 システム情報科学研究院・教授

研究分担者：小野 廣隆・九州大学 システム情報科学研究院・助手

研究目的と内容の概略：アルゴリズム構築班は、実際にアルゴリズムを構築することにより評価尺度の上限を与えることを目的とする。西関はWeb 情報検索への応用を考えたグラフ描画問題、浅野(哲)は画像関連問題、増山はweb コンテンツに関する要約と情報配信の問題のアルゴリズム開発をそれぞれ試みる。杉原は計算の安定性の限界を乗り越えるロバストアルゴリズムの原理を確立することを目指し、浅野(孝)は利己的な利用者と全体の管理者との間の対立問題をアルゴリズムの観点から、宇野は列挙アルゴリズムを特に実践的観点を重視した方向から研究する。伊藤はネットワーク問題のアルゴリズムをモデル化の研究と共に行い、定兼は大量データ処理を行うために領域効率に着目した研究を行う。永持と平田はNP 困難問題の近似アルゴリズムの研究であり、永持は特にグラフ構造を持った問題を、平田は彩色問題と集合被覆問題を主な対象とする。そして茨木はメタヒューリスティックスに基づく手法を追及する。問題をベースとした課題や手法をベースとした課題など多様な視点から、それぞれの分野のスペシャリストが、限界に迫る、あるいはそれを打破するアルゴリズム構築を目指す。

6 研究期間及び研究経費

表 1 参照。

表 1: 研究区分別の研究経費 (単位: 千円)

研究区分	16	17	18	19	合計
総括班	22,853	30,610	32,110	32,260	117,833
研究項目 A	27,561	36,797	36,780	32,903	134,041
研究計画 A01	4,030	3,856	3,966	3,850	15,702
研究計画 A02	2,830	3,860	3,850	4,000	14,540
研究計画 A03	2,562	3,705	3,382	4,194	13,843
研究計画 A04	2,340	3,310	3,420	3,540	12,610
研究計画 A05	2,193	3,796	4,082	2,200	12,271
研究計画 A06	3,000	4,000	4,000	3,400	14,400
研究計画 A07	1,951	1,808	1,908	1,960	7,627
研究計画 A08	2,000	4,100	4,100	2,400	12,600
研究計画 A09	4,190	3,870	3,850	4,010	15,920
研究計画 A10	2,465	4,492	4,222	3,349	14,528
研究項目 B	30,132	31,303	25,649	22,312	109,396
研究計画 B01	4,498	4,318	4,174	3,012	16,002
研究計画 B02	6,584	6,200	6,200	6,600	25,584
研究計画 B03	7,900	7,900	2,400	2,800	21,000
研究計画 B04	4,110	4,055	4,485	2,160	14,810
研究計画 B05	3,040	4,830	4,390	3,740	16,000
研究計画 B06	4,000	4,000	4,000	4,000	16,000
研究項目 C	42,062	49,521	49,415	44,878	185,876
研究計画 C01	2,410	4,205	4,755	3,430	14,800
研究計画 C02	7,100	8,560	8,300	7,700	31,660
研究計画 C03	2,400	3,780	3,780	4,000	13,960
研究計画 C04	4,000	3,500	3,500	4,000	15,000
研究計画 C05	3,700	3,900	4,000	4,300	15,900
研究計画 C06	2,280	1,780	1,780	1,780	7,620
研究計画 C07	4,598	3,599	3,406	4,388	15,991
研究計画 C08	3,300	5,400	5,500	3,200	17,400
研究計画 C09	3,104	4,359	4,424	3,600	15,487
研究計画 C10	5,900	6,500	6,100	4,800	23,300
研究計画 C11	3,270	3,938	3,870	3,680	14,758
合 計	122,608	148,231	143,954	132,353	547,146

7 研究計画における費目別内訳

年度 費目	16	17	18	19	合計
設備備品費	47,922	43,135	32,507	10,287	133,851
消耗品費	11,598	11,829	12,680	13,036	49,143
国内旅費	16,690	21,947	21,727	23,670	84,034
外国旅費	23,220	38,210	41,460	40,670	143,560
謝 金	11,048	14,670	15,860	16,280	57,858
そ の 他	12,130	18,440	19,720	28,410	78,700
合 計	122,608	148,231	143,954	132,353	547,146

8 その他

(1) 研究内容の理解に役立つ図表・解説・準備状況をまとめた骨子

図 2 に本研究の動機にもなった「理論的性能」の落とし穴を、図 3 に本研究のターゲットをわかり易く示した。

(2) 領域代表者、計画研究の研究代表者の最近の主要業績

- A01: Takimoto, E. and Warmuth, M.: Path Kernels and Multiplicative Updates, *Journal of Machine Learning Research*, vol. 4 (Oct) (2003), pp. 773–818.
- A02: 福田剛志, 森本康彦, 徳山豪: データマイニング (データサイエンスシリーズ 3), 共立出版, 2001.
- A03: Takenaga, Y. and Yajima, S.: Hardness of identifying the minimum ordered binary decision diagram, *Discrete Applied Math.*, vol. 107 (2000), pp. 191–201.
- A04: Tamaki, H.: A linear time heuristic for the branch-decomposition of planar graphs, *Proc. European Symposium on Algorithms* (2003), pp. 765–775.
- A05: Takagi, N. and Kuwahara, S.: A VLSI algorithm for computing the Euclidean norm of a 3D vector, *IEEE Transactions on Computers*, vol. 49, no. 10 (2000), pp. 1074–1082.
- A06: Aurenhammer, F., Katoh, N., Kojima, H., Ohsaki, M., and Xu, Y.: Approximating uniform triangular meshes in polygons, *Theoretical Computer Science*, vol. 289, no. 2 (2002) pp. 879–895.
- A07: Yamashita, S., Sawada, H. and Nagoya, A.: SPFD: A new method to express functional flexibility, *IEEE Trans. CAD*, vol. 19, no. 8 (2000), pp. 840–849.
- A08: Fujita, S., Yamashita, M., Kameda, T.: A Study on r-Configurations — A Resource Assignment Problem on Graphs, *SIAM J. Discrete Math.*, vol. 13, no. 2 (2000), pp. 227–254.
- A09: Hirao, M., Hoshino, H., Shinohara, A., Takeda, M., and Arikawa, S.: A practical algorithm to find the best subsequences patterns, *Theoretical Computer Science*, vol. 292, issue 2 (2003), pp. 465–479.
- A10: Iwama, K. and Miyano, E.: An $O(N^{1/2})$ oblivious routing algorithm for 2-D meshes of constant queue-size, *J. of Algorithms*, vol. 41 (2001), pp. 262–279.

- B01: Itoh, T., Takei, Y., and Tarui, J.: On the sample size of k -restricted min-wise independent permutations and other k -wise distributions, *Proceedings of the 35th ACM Annual Symposium on Theory of Computing (STOC 2003)*, ACM (2003), pp. 710–719.
- B02: Beals, R., Nishino, T., and Tanaka, K.: On the complexity of negation-limited Boolean networks, *SIAM J. on Computing*, vol. 27 (1998), pp. 1334–1347.
- B03: Nishino, T.: Mathematical models of quantum computation, *New Generation Computing*, vol. 20 (2002), pp. 317–337.
- B04: Tsukiji, T. and Mohmoud, H.: On the internal structure of random recursive circuits, *J. of Computer and Applied Mathematics*, vol. 142 (2002), pp. 155–171.
- B05: Eiter, T., Gottlob, G., and Makino, T.: New results on monotone dualization and generating hypergraph transversals, *SIAM Journal on Computing*, vol. 32 (2003), pp. 514–537.
- B06: Sakurai, K. and Takagi, T.: A reject timing attack on an IND-CCA2 public-key cryptosystem, *5th International Conference on Information Security and Cryptology, ICISC 2002*, LNCS 2587, Springer-Verlag (2003), pp. 359–379.
- C01: Rahman, Md. S., Nakano, S., and Nishizeki, T.: Rectangular drawings of plane graphs without designated corners, *Computational Geometry & Applications*, vol. 21 (2002), pp. 121–138.
- C02: Hiyoshi, H. and Sugihara, K.: Improving continuity of Voronoi-based interpretation over Delaunay spheres, *Computational Geometry: Theory and Applications*, vol. 22 (2002), pp. 167–183.
- C03: Asano, T., Williamson, D.P.: Improved approximation algorithms for MAX SAT, *J. of Algorithms*, vol. 42 (2002), pp. 173–202.
- C04: Asai T., Arimura H., Uno T., and Nakano S.: Discovering frequent substructures in large unordered trees, *Proceedings of 6th International Conference on Discovery Science (DS2003)*, *Lecture notes in artificial intelligence* 2843 (2003), pp. 47–60.
- C05: Asano, T., Katoh, N., Obokata, K., and Tokuyama, T.: Matrix rounding under the L_p -discrepancy measure and Its application to digital halftoning, *SIAM J. on Computing*, vol. 32, no. 8, pp. 1423–1435. (to appear)
- C06: Nagamochi, H.: An approximation for finding a smallest 2-edge-connected subgraph containing a specified spanning tree, *Discrete Applied Mathematics*, vol. 126 (2002), pp. 83–113.
- C07: Cheng, P., and Masuyama, S.: Properties on the average number of spanning trees in connected spanning subgraphs for an undirected graph, *IEICE Transactions on Fundamentals*, vol. E86-A, no. 5 (2003) pp. 1027–1033.
- C08: Tan X. and Hirata, T.: Finding shortest safari routes in simple polygons, *Information Processing Letters*, vol. 87 no. 4 (2003), pp. 179–186.
- C09: Ito, H.: Sum of edge lengths of a multigraph drawn on a convex polygon, *Computational Geometry*, vol. 24 (2003), pp. 41–47.
- C10: Nonobe, K. and Ibaraki, T.: An improved tabu search method for the weighted constraint satisfaction problem, *INFOR*, vol. 39 (2001), pp. 131–151.
- C11: Hon, W.-K. Sadakane, K., and Sung, W.-K.: Breaking a time-and-space barrier in constructing full-text indices, *Proceedings of IEEE Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS)*, IEEE Computer Society (2003), pp. 251–260.

(3) 領域代表者及び計画研究の研究代表者の既設又は終了した特定領域、重点領域への参加状況

- － 重点領域研究 (1) 「知識科学における概念形成と知識獲得に関する研究」，平成 4-5 年度
 - * 計画研究分担者: 杉原厚吉
- － 重点領域研究 (1) 「メディア統合および環境統合のための高機能データベースシステムの研究開発」，平成 8-10 年
 - * 計画研究代表者: 茨木俊秀，岩間一雄.
- － 特定領域研究 (A)(1) 「発展機構を備えたソフトウェアの構成原理の研究」，平成 8-11 年度:
 - * 公募研究分担者 (9 年度) 代表者 (10,11 年度): 藤田聡
- － 特定領域研究 (B) 「新しいパラダイムとしてのアルゴリズム工学ー計算困難問題への挑戦ー」，平成 10-12 年度:
 - * 領域代表者: 茨木俊秀
 - * 計画研究代表者: 浅野孝夫，浅野哲男，茨木俊秀，岩間一雄，加藤直樹，櫻井幸一，杉原厚吉，玉木久夫，永持仁，平田富夫，増山繁.
 - * 計画研究分担者: 伊藤大雄，宇野毅明，武永康彦，徳山豪，藤田聡，牧野和久，宮野英次.
 - * 研究協力者（評価担当）：西関隆夫
- － 特定領域研究「巨大学術社会情報からの知識発見に関する基礎研究」，平成 10-12 年度:
 - * 計画研究分担者: 篠原歩 (10-12 年度), 瀧本英二 (12 年度)
 - * 公募研究分担者: 加藤直樹 (10 年度), 瀧本英二 (10 年度)
- － 特定領域研究「ゲノム情報科学の新展開」平成 12- 年度:
 - * 公募研究分担者 (12,13 年度) 代表者 (14 年度): 定兼邦彦
- － 特定領域研究「I Tの深化の基盤を拓く情報学研究」，平成 13-年度:
 - * 公募研究代表者: 櫻井幸一，西野哲朗 (13-15 年度)
 - * 公募研究分担者: 加藤直樹 (13-15 年度)
- － 特定領域研究「分子プログラミングー分子レベルの情報処理機構の設計論ー」，平成 14- 年度
 - * 計画研究分担者: 櫻井幸一，藤田聡.

(4) その他，審査の上で参考になると思われる事項

本特定領域研究の参加メンバーの活躍状況のデータを記す.

国際賞

- － ゲーデル賞: 戸田誠之助 (98).
- － ファルカーソン賞: 岩田覚 (03).
- － IEEE Trans. on CAD 最優秀論文賞: 山下茂 (03).
- － アメリカ人工知能学会 (AAAI) 最優秀論文賞: 牧野和久 (02).
- － Hao Wang 賞: 加藤直樹 (00).
- － Discrete Applied Mathematics 誌 の Editors' Choice:
茨木俊秀・牧野和久（3 編）(99), 藤戸敏弘 (98), 塩浦昭義 (98).

- IEEE Data Compression Conference 最優秀学生論文賞: 定兼邦彦 (98).
- アルゴリズムと計算に関する国際会議 (ISAAC) 最優秀論文賞: 玉木久夫・徳山豪 (97).
- Int'l Conf. on Logic Programming, 10 年後に選んだ最優秀論文賞] 玉木久夫 (95).
- 環太平洋自然言語処理シンポジウム 95 最優秀論文賞: 増山繁 (95).
- IEEE Int'l Conference on Computer Design 最優秀論文賞: 高木直史 (84).

国内賞

- 日本 IBM 科学賞 (コンピュータサイエンス分野): 岩田覚 (02), 徳山豪 (01), 永持仁 (00), 戸田誠之助 (98), 高木直史 (95), 渡辺治 (92), 今井浩 (89), 室田一雄 (88), 浅野孝夫 (87).
- その他: 山下記念研究賞 (旧情報処理学会研究賞) (8 名), 情報処理学会 坂井記念特別賞 (2 名), 情報処理学会 創立 30 周年記念論文賞, 情報処理学会 創立 40 周年記念論文賞, 情報処理学会論文賞 (3 名), 情報処理学会 Best Author 賞 (4 名), 情報処理学会学術奨励賞, 情報処理学会高度情報交通システム研究会優秀研究報告賞, FIT 船井ベストペーパー賞, FIT2003 論文賞, 電子情報通信学会論文賞 (6 名), 電子情報通信学会ソサイエティ論文賞, 電子情報通信学会猪瀬賞, 電子情報通信学会篠原賞, 日本数理科学協会 学術賞 (JAMS Prize), 日本 OR 学会業績賞, 日本 OR 学会文献賞 (4 名), 日本 OR 学会第 26 回普及賞, 日本 OR 学会学生論文賞, 日本応用数理学会論文賞, 人工知能学会 研究会優秀賞, 人工知能学会研究奨励賞, スケジューリング学会学会賞 (学術賞), 第 9 回 回路とシステム (軽井沢) ワークショップ奨励賞, 井上研究奨励賞, 船井情報科学振興賞, 船井情報科学奨励賞, テレコムシステム技術奨励賞, 武田研究奨励賞 最優秀研究賞.

学会フェロー

- ACM Fellow: 西関隆夫, 茨木俊秀, 浅野哲夫.
- IEEE Fellow: 西関隆夫.
- 情報処理学会フェロー: 茨木俊秀.
- 電子情報通信学会フェロー: 茨木俊秀.
- 日本 OR 学会フェロー: 茨木俊秀, 加藤直樹, 室田一雄, 今井浩.

国際会議招待講演

浅野哲夫: The European Conf. on Computational Geometry, Germany, 2003 他.
 茨木俊秀: SIAM Conf. on Optimization 2002, Canada, 2002 (Plenary Talk) 他.
 今井浩: The Int'l Workshop on Emerging Technologies for Geo-Based Applications, Switzerland, 2000 他.
 岩間一雄: The 3rd Erato Conf. on Quantum Information Science, Kyoto, 2003, 他.
 加藤直樹: IFIP TC7 Conf. of System Modeling and Optimization 2003, France (Plenary Talk) 他.
 杉原厚吉: The Int'l Conference on Computational Science, San Francisco, 2001 他.
 高木直史: The 32nd IEEE Int'l Symp. for Multiple-Valued Logic, U.S.A., 2002 他.
 徳山豪: The 21st Australasian Computer Science Conf., 1998 (総合基調講演) 他.
 永持仁: 第 3 回離散数学とその応用日洪シンポジウム, Tokyo, 2003.
 西関隆夫: The Int'l Conf. on Computing and Information Tech., 1998 (基調講演) 他.
 西野哲朗: The Japan-America Frontier of Science Meeting, Tokyo, Japan, 2001 他.
 平田富夫: The Int'l Symp. on Mathematical Programming, Switzerland, 1997 他.
 増山繁: 第 2 回離散数学とその応用日洪シンポジウム, Hungary, 2001.
 渡辺治: SOFSEM 2001, Theory and Practice of Informatics, Slovak Republic, 2001 他.

国際会議開催 参加メンバーが中心となって運営している（した）国際会議：

- アルゴリズムと計算に関する国際会議 (ISAAC) (1990 年より毎年開催, 90, 92, 96, 03 は日本開催).
- 日本・ハンガリー離散数学とその応用シンポジウム (1999 年より隔年に日本とハンガリーで交互開催).
- 日韓アルゴリズムワークショップ (1995 年より毎年日本と韓国で交互開催).
- メタヒューリスティックス国際会議 (MIC) (1995 年より各年で開催, 第 5 回 (2003) は日本開催).
- 量子情報科学に関する ERATO 国際会議 (01 年より毎年日本で開催).
- アルゴリズム論的学習理論 (ALT2003): 2003 年 10 月, 札幌.
- スケジューリング国際シンポジウム: 2002 年 6 月, 浜松.
- 第 5 回計算と組合せに関する国際会議 (COCOON99): 1999 年 7 月, 東京.
- The 13th IEEE Symposium on Computer Arithmetic: 1997 年 7 月, Asilomar, California, U.S.A.
- 5th International Conference on Computer Vision: 1996, MIT, Cambridge.
- First Asian Conference on Computer Vision: 1993 年 大阪.
- その他参加メンバーが PC を努める会議 (2004 年開催のもの): COCOON, ACM Symposium on Solid Modeling '04, SoCG'04, Computer Aided Design '04, Geometric Modeling and processing '04, Int'l Conference on Computational Science '04, ICDCS'04, DASFAA'04, FUN'04, APDCM'04 等.

特集号の発行 本研究の参加者が編集委員長を務めた（務める）特集号：

- New Generation Computing, Special Feature: Quantum Computing, vol.21, no.4, 2003.
- Special Issue of Int'l J. of Computational Geometry and Applications for the papers selected in ICCSA 2002.
- Special Issue of COCOON 99, Discrete Applied Mathematics, vol. 126-1, 2003.
- Special Issue of ISAAC 2000, Int'l J. of Computational Geometry and Applications, vol. 12-4, 2002.
- Special Issue on the First Japanese-Hungarian Workshop on Discrete Mathematics and Its Applications, Discrete Applied Mathematics, 2001.
- Computer Today, 特集「アルゴリズムの新展開 – 理論から工学へ」, サイエンス社, No. 102, 2001.
- オペレーションズ・リサーチ, 特集「建築の OR」, vol.46, No.7, 2001.
- Special Issue on New Trends in Mathematical Programming, J. of Operations Research Society of Japan, vol. 43, no. 1, pp. 1-247, March, 2000.
- Special Issue on Algorithm Engineering: Surveys, IEICE Transactions on Information and Systems, vol. E83-D, no. 3, pp. 319-579, March, 2000.
- オペレーションズ・リサーチ, 特集「アルゴリズム工学」, vol.45, no.3, 2000.
- Special Issue of the 13th European Workshop on Computational Geometry, Discrete Applied Mathematics, vol. 93, no. 1, 1999.
- Special Section — Papers from the 13th IEEE Symposium on Computer Arithmetic, IEEE Transactions on Computers, vol. 47, no. 7, 1998.

- 電子情報通信学会英文論文誌小特集号「離散数学とその応用」2004, 2003, 2002, 2000, 1999, 1998.
- 電子情報通信学会英文論文誌小特集号「理論計算機科学」2005, 2004.

学会誌・論文誌編集委員（本特定の参加メンバーが現在関わっているのものみに限定する）

Algorithmica, Asia-Pacific J. of Operations Research (APOR), Computational Geometry: Theory and Application, Computer Aided Design, Computers and Mathematics with Applications, Discrete Applied Mathematics, Discrete and Computational Geometry, Discrete Mathematics & Theoretical Computer Science, European Journal of Operational Research, Information Processing Letters, International J. on Computational Geometry and Applications, Japan J. of Industrial and Applied Mathematics, J. of Combinatorial Optimization, J. of Discrete Algorithms, J. of Foundations of Computer Science, J. of Global Optimization, J. of Graph Algorithms and Applications, J. of Heuristics, J. of the Operations Research Society of Japan, J. of Scheduling, Mathematics of Industrial Systems (MIS) – Annals of Operations Research, Mathematica Japonica – Japanese Association of Mathematical Sciences, Operations Research Letters, OR Transactions – Operations Research Society of China, Parallel Computing, Pattern Recognition, SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications, Scientiae Mathematicae (SCM) – Japanese Association of Mathematical Sciences, Theory of Computing Systems, 電子情報通信学会 論文誌, 情報処理学会学会誌・論文誌・トランザクション 等

9 領域代表者及び計画研究の研究代表者の科学研究費補助金以外からの研究費の受け入れ状況

特になし。

10 領域代表者および事務担当者

領域代表者

氏名 岩間 一雄（京都大学情報学研究科・教授）

勤務先住所 〒606-8501 京都市左京区吉田本町

京都大学 情報学研究科 通信情報システム専攻

電話 075-753-5372, **FAX** 075-753-5972, **自宅電話番号** 075-712-4353

E-mail iwama@kuis.kyoto-u.ac.jp

事務担当者

氏名 伊藤 大雄（京都大学情報学研究科・助教授）

勤務先住所 〒606-8501 京都市左京区吉田本町

京都大学 情報学研究科 通信情報システム専攻

電話 075-753-5382, **FAX** 075-753-5382, **自宅電話番号** 075-703-9105

E-mail itohiro@kuis.kyoto-u.ac.jp

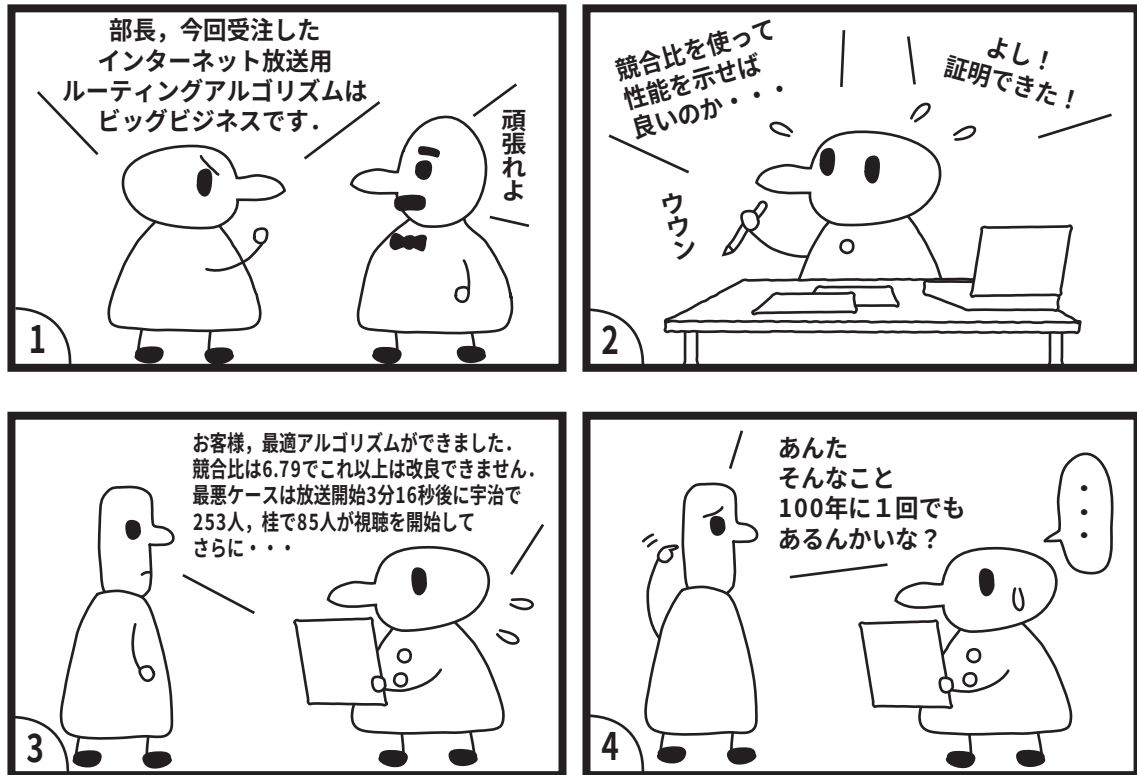


図 2: 「理論的性能」の落とし穴.

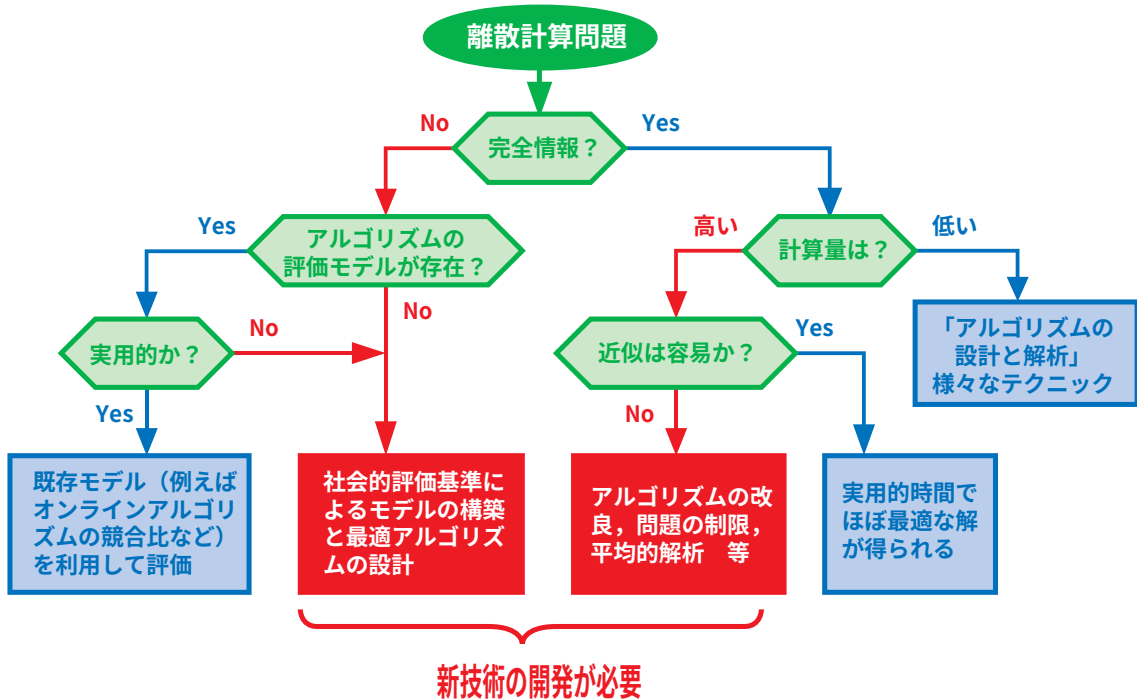


図 3: 本研究のターゲット.