

研究活動報告

3. 1 スーパーコンピューティング研究部門

3. 1. 1 研究部門の概要

スーパーコンピュータを利用した科学技術計算，物理・化学現象のシミュレーション技術の高機能化・高精度化・高速化，計算結果の分析を容易にする可視化技術の高度化についての応用研究，それらに基づくアプリケーションプログラムの開発ならびに開発ツールの研究を行うことによって，ソフトウェアサイエンスの発展に寄与する。

本センターの全国共同利用サービスの一環として，スーパーコンピュータシステムの設計ならびに運用に寄与し，北海道大学や他機関に所属する研究者が円滑かつ効果的にスーパーコンピュータを利用できるよう，その整備に取り組む。また，スーパーコンピュータシステムや高性能計算に関する研究の実施および技術知識の普及推進に貢献する。

3. 1. 2 教員（客員研究員を含む）の研究内容，研究業績一覧，教育・社会貢献一覧

氏 名 大 宮 学（おおみや まなぶ）

学 位 博士（工学）

役 職 教 授

メールアドレス omiya@iic.hokudai.ac.jp

電話番号 011-706-2946

ファクシミリ 011-706-2936

専門分野

ハイパフォーマンスコンピューティング，ワイヤレスネットワーク，
大規模並列アプリケーションソフトウェア及びシミュレーション

研究概要

スーパーコンピュータを利用した物理現象解明のための実用的大規模ソフトウェアの開発，高速化および応用研究を行っている。平成 28 年度に取り組んだ主な研究課題および成果の概要を以下に示す。

(1) 大規模並列コンピュータ向け電磁界シミュレーションの高速化手法

北大スパコンはHITACHI SR16000 モデル M1 で，そのプロセッサは IBM 社製 Power7 である。一方，次期システムは x86（64 ビット IA32）アーキテクチャに基づく計算機システムである。したがって，システムが更新されるに伴って計算機アーキテクチャが変更されることから，新システムでプログラム実行性能を明らかにするとともに，プログラムの修正事項およびチューニング方法について検討した。検討においては，北大スパコン HITACHI SR16000 モデル M1（以後，HITACHI SR16000/M1 と略称）および Intel プロセッサ Broadwell-EP を搭載した計算サーバを利用する。

表 1 に性能評価で使用する 2 種類の計算機システムの諸元を比較して示す。Intel サーバのプロセッサは Intel 社製 Xeon E5-2695 v4（Broadwell-EP）である。そのクロック周波数は 2.1GHz

で、IBM 社製 Power7 のクロック周波数に比較して 55%程度である。したがって、Intel Xeon のコアあたりの演算性能は IBM Power7 のそれに比較して低い。しかし、クロック周波数が低いことで、低消費電力化が実現されている。

Intel サーバはプロセッサあたりのコア数が 18、2 ソケットで 1 演算ノードを構成していることから、演算ノードあたりのコア数は 36 である。その結果、理論ピーク性能は 1209.6Gflops となり、HITACHI SR16000/M1 の論理演算ノードあたりの理論ピーク性能を上回る。さらに、キャッシュ容量が大きいので、今まで以上にキャッシュチューニングの効果が期待される。後述の性能評価結果から明らかになったこととして、レジスタ容量も増加しているので、多数のストリーム(配列変数)を利用するループ処理において並列計算性能を低下させることがない。

さらに、Intel サーバの利点は演算ノードあたり主記憶容量として 256GB を備えていることである。最新の計算機システムでは、大きな主記憶容量が利用できることは当然であるが、これまで主記憶容量 128GB (ラージページ記憶 100GB) の上限により、取り扱うことができる数値モデルが制限されていたことを考慮するならば、256GB 以上の主記憶容量が利用できることは研究を発展させる上で大きな魅力である。

図 1 および図 2 に HITACHI SR16000/M1 および Intel サーバの演算ノードの概略を示す。基本的には同様な構成であり、ソケット数に依存してハードウェア構成の複雑さが異なる。一般に、ハードウェア構成に適合させて並列ジョブのプロセス数やスレッド数などを決定することで、計算機システムの性能を引き出すことができる。具体的な方法については後述する。

表 1. 計算機システムの諸元比較表

		HITACHI SR16000/M1	Intel サーバ
プロセッサチップ	名称	IBM Power7	Intel Xeon (Broadwell-EP)
	周波数	3.83 GHz	2.1 GHz
	物理 CPU コア数	8	18
	キャッシュ容量	L3: 32 MB	L3: 45 MB Smart Cash
論理ノード	CPU コア数	32 (4 sockets)	36 (2 sockets)
	理論演算性能	980.48 Gflops	1209.6 Gflops
	搭載メモリ	128 GB	256 GB

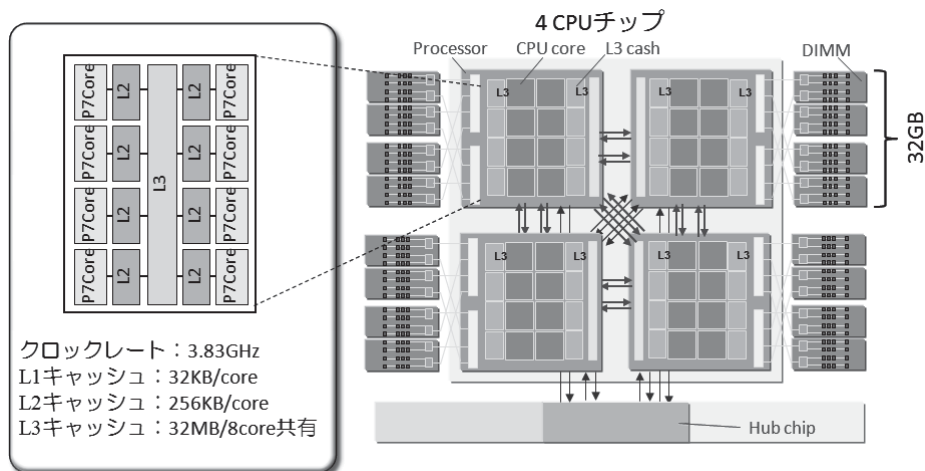


図 1. HITACHI SR16000/M1 の論理演算ノード構成

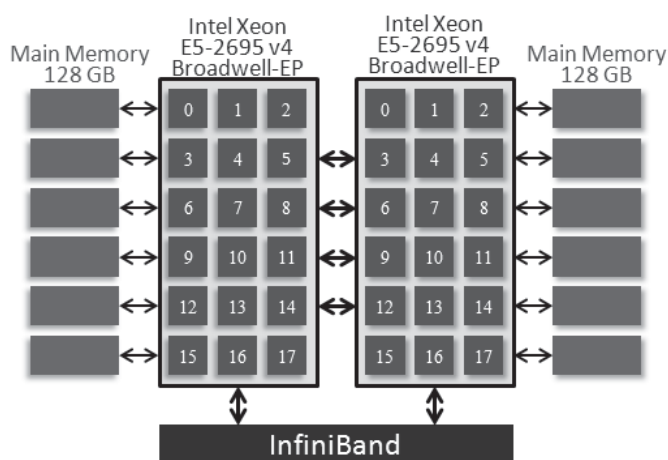


図 2. Intel サーバの演算ノード構成

性能評価で使用するアプリケーションソフトウェアとして、本センターで開発を行っている大規模電磁界解析ソフトウェア **Jet FDTD** を使用する。この応用ソフトウェアは、マクスウェルの偏微分方程式を差分法に基づいて離散化し、時間領域で定常状態に収束するまで、あるいは解析空間内部の電磁界成分が消滅するまでシミュレーションを継続する。ベクトル型あるいはスカラ型並列計算機システムの両方で高速な処理を実現できることが特徴である。

ソースコードを Fortran90 言語で記述していることから、北大スパコン HITACHI SR16000/M1 向けの日立最適化 FORTRAN90 の自動並列化機能を利用して実行モジュールを作成する。その計算負荷の最も高い部分は、リスト 1 に示す電界（または磁界）成分を更新するためのループである。3 次元空間に含まれる格子の辺に割り当てられている電界成分 **ex**, **ey** および **ez** を順に更新する。このようなプログラミング法は、ループ長が長くなるのでベクトル型並列計算機システムに適している。リスト 1 の 3 つの三重ループの中では、磁界成分 **hx**, **hy**, **hz** および係数ベクトル **kedx**, **kedy**, **kedz** が繰り返し利用されている。これら配列要素は電界成分の更新計算の際に主記憶装置からキャッシュに転送され、計算に利用される。しかし、ループ長が長い場合、これら係数は次回利用する際にキャッシュアウトしている可能性がある。北大スパコンでは、L2 キャッシュにストアされたデータを繰り返し使用するキャッシュチューニングが

有効である。

リスト 2 に北大スパコンなどのスカラ型並列計算機システム向けにチューニングした例を示す。このコードでは、キャッシュインしているデータの再利用性を向上するために、**K** ループで大域的ループ融合を行っている。L2 キャッシュにデータがストア可能なループ長 **ixj** であるような範囲で性能向上を達成することができる。リスト 3 は大規模計算のためにチューニングした例である。ここでは、**J** ループおよび **K** ループで大域的ループ融合を行い、ループ長 **i** のデータが L2 キャッシュにストア可能な範囲で性能向上が期待できる。両リストにおいてループ内に **IF** 制御文がある場合、コンパイラによって自動的にソースコードの書き換えが行われ、**IF** 制御文を使用しないコードに変更される。ただし、コンパイラによってはそのようなコードの修正を行わない場合もあるので、そのときはループを展開して、ループ内で **IF** 制御文を使用しないコードに修正する。

リスト 1, リスト 2 およびリスト 3 を比較すると、最終的にループ **I**, **J** および **K** でループ融合を行ってもよいのではないかとと思われる。その場合、ループ内のストリーム数（配列変数の数）が 15 個になり、レジスタ不足が発生することがある。コンパイラのログメッセージなどを参考にして、レジスタ不足が発生しないようにループ融合の範囲を決定する。

ここでは、コードの修正が少ない大域的ループ融合によるチューニング法を適用する。この他に、ループタイリングおよびストリップマイニングなどの高度なキャッシュ・チューニング法がある。

リスト 1. 電界成分の更新方法 (Loop#1)

```
do k=2,mkz,1; k1=k-1; do j=2,mky,1; j1=j-1; do i=1,mkx,1
  ex(i,j,k)=cax(i,j,k)*ex(i,j,k)+cbx(i,j,k) &
    *((hz(i,j,k)-hz(i,j1,k))*kedy(j)-(hy(i,j,k)-hy(i,j,k1))*kedz(k))
enddo; enddo; enddo
do k=2,mkz,1; k1=k-1; do j=1,mky,1; do i=2,mkx,1; i1=i-1
  ey(i,j,k)=cay(i,j,k)*ey(i,j,k)+cby(i,j,k) &
    *((hx(i,j,k)-hx(i,j,k1))*kedz(k)-(hz(i,j,k)-hz(i1,j,k))*kedx(i))
enddo; enddo; enddo
do k=1,mkz,1; do j=2,mky,1; j1=j-1; do i=2,mkx,1; i1=i-1
  ez(i,j,k)=caz(i,j,k)*ez(i,j,k)+cbz(i,j,k) &
    *((hy(i,j,k)-hy(i1,j,k))*kedx(i)-(hx(i,j,k)-hx(i,j1,k))*kedy(j))
enddo; enddo; enddo
```

リスト 2. スカラ型並列計算機システム向けのチューニング (大域的ループ融合, Loop#2)

```
do k=1,mkz,1; k1=k-1
  do j=2,mky,1; j1=j-1; do i=2,mkx,1; i1=i-1
    ez(i,j,k)=caz(i,j,k)*ez(i,j,k)+cbz(i,j,k) &
      *((hy(i,j,k)-hy(i1,j,k))*kedx(i)-(hx(i,j,k)-hx(i,j1,k))*kedy(j))
  enddo; enddo; if( k==1 )cycle
  do j=2,mky,1; j1=j-1; do i=1,mkx,1
    ex(i,j,k)=cax(i,j,k)*ex(i,j,k)+cbx(i,j,k) &
      *((hz(i,j,k)-hz(i,j1,k))*kedy(j)-(hy(i,j,k)-hy(i,j,k1))*kedz(k))
  enddo; enddo
  do j=1,mky,1; do i=2,mkx,1; i1=i-1
    ey(i,j,k)=cay(i,j,k)*ey(i,j,k)+cby(i,j,k) &
      *((hx(i,j,k)-hx(i,j,k1))*kedz(k)-(hz(i,j,k)-hz(i1,j,k))*kedx(i))
  enddo; enddo; enddo
```

リスト 3. 大規模計算でのチューニング（大域的ループ融合，**Loop#3**）

```

k=1; do j=2,mky,1; j1=j-1; do i=2,mkx,1; i1=i-1
  ez(i,j,k)=caz(i,j,k)*ez(i,j,k)+cbz(i,j,k) &
  *((hy(i,j,k)-hy(i1,j,k))*kedx(i)-(hx(i,j,k)-hx(i,j1,k))*kedy(j))
enddo; enddo
do k=2,mkz,1; k1=k-1
  do j=1,mky,1; j1=j-1; do i=2,mkx,1; i1=i-1
    ey(i,j,k)=cay(i,j,k)*ey(i,j,k)+cby(i,j,k) &
    *((hx(i,j,k)-hx(i,j,k1))*kedz(k)-(hz(i,j,k)-hz(i1,j,k))*kedx(i))
  enddo; if( j==1 )cycle
  do i=1,mkx,1; i1=i-1
    ex(i,j,k)=cax(i,j,k)*ex(i,j,k)+cbx(i,j,k) &
    *((hz(i,j,k)-hz(i,j1,k))*kedy(j)-(hy(i,j,k)-hy(i,j,k1))*kedz(k))
  enddo
  do i=2,mkx,1; i1=i-1
    ez(i,j,k)=caz(i,j,k)*ez(i,j,k)+cbz(i,j,k) &
    *((hy(i,j,k)-hy(i1,j,k))*kedx(i)-(hx(i,j,k)-hx(i,j1,k))*kedy(j))
  enddo; enddo; enddo

```

Intel サーバではコンパイラ Intel Fortran バージョン 16 を利用する。アプリケーションソフトウェア **Jet FDTD** では数値計算ライブラリを含めたすべてのソースコードを開発していることから、北大スパコンと日立最適化 FORTRAN90 コンパイラ向けに開発を行ったソースコードは、Intel サーバと Intel Fortran の組合せに対して修正なしでコンパイルが可能で、実行モジュールが作成される。ただし、Intel コンパイラ向けにソースコードに OpenMP 指示文を追加したバージョンを開発した。自動並列化機能を利用する場合と OpenMP 指示文に基づいたスレッド並列の場合について、コンパイルオプションを下記のとおりとした。ただし、最適化レベル 3 と AVX2 命令を利用したベクトル化を行った。また、オプション **-parallel** は自動並列化、**-qopenmp** は OpenMP 指示文に従うことを指定している。

自動並列化 **ifort -64 -O3 -xCORE-AVX2 -free -parallel**

OpenMP 指示文 **ifort -64 -O3 -xCORE-AVX2 -free -qopenmp**

図 3 に Intel サーバ 1 演算ノードを利用して、36 個のコアすべてを利用したスレッド並列処理の経過時間を比較して示す。ただし、解析空間を構成する格子数は (147, 85, 858)、計算に必要な主記憶容量は約 1GB、タイムステップ数 20,000 とする。格子数や必要な主記憶容量などを考慮すると、小規模な解析モデルと言える。同図から、自動並列化に比較して OpenMP 指示文を追加した場合、同一の計算処理に対して経過時間は 27.7 分から 17.8 分になり、62%まで経過時間が短縮されることが分かる。したがって、プログラムの移行に際しては OpenMP 指示文をソースコードに追加することが必要である。これ以降の性能評価においては、Intel サーバを利用する場合、OpenMP 指示文に基づくスレッド並列化、HITACHI SR16000/M1 を利用する場合、自動並列化とする。

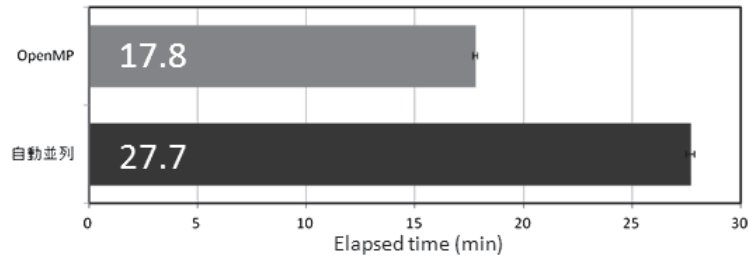
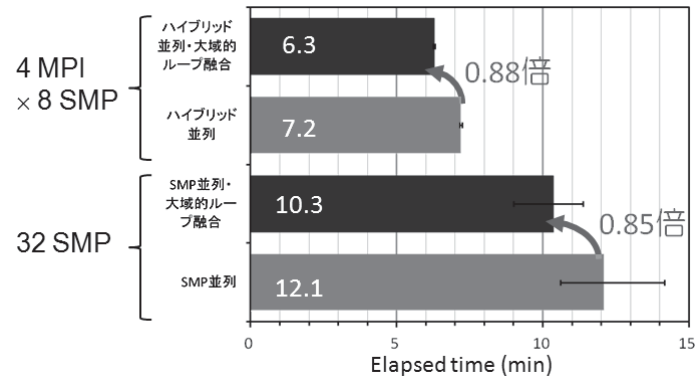
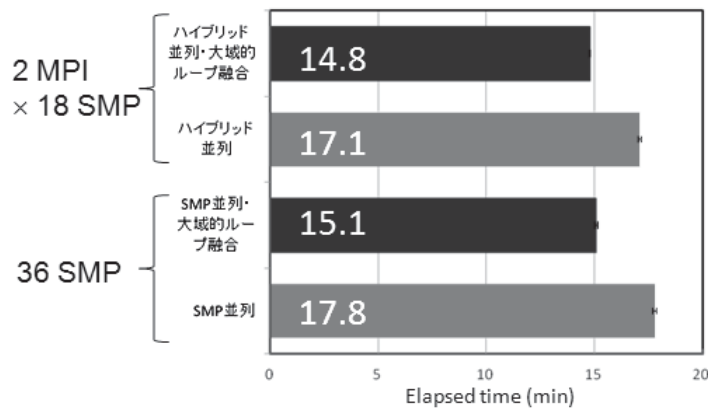


図 3. 自動並列化と OpenMP 指示文に基づくスレッド並列での経過時間の比較
コンパイラとして Intel Fortran v.16 を使用

ここでは、単一演算ノードを利用して性能評価を行う。図 4 にプログラム実行方法およびチューニング方法を組合せたときの経過時間を示す。ただし、同一のプログラムを 5 回実行し、その経過時間の平均値を棒グラフで表記し、経過時間の最小値と最大値をエラーバーで示している。同図(a)は HITACHI SR16000/M1 を利用したときの結果である。実行方法として 2 つの場合について検討した。ひとつは 32 個のコアを利用したスレッド並列処理 (32 SMP と表記)、もう一つは 4 つのソケットごとに MPI プロセスを割り当て、プロセスごとに 8 個のコアを利用したスレッド並列処理を組合せたハイブリッド並列処理 (4 MPI×8 SMP と表記) である。結果から、4 MPI×8 SMP の方が 32 SMP に比較して経過時間が 60%程度まで短縮されていることが分かる。この理由は、ソケットごとに MPI プロセスを割り当てることで、ローカルメモリを利用したスレッド並列処理が実行されるためである。このことは、32 SMP においてエラーバーが長く、データのメモリ配置によって経過時間に大きな差が出ることから確認できる。さらに、実行方法ごとに前述の **Loop#1** または **Loop#2** のコードを使用した。**Loop#2** に基づく大域的ループ融合を適用することで、経過時間は 0.85 倍または 0.88 倍に短縮される結果が得られた。これは、キャッシュの再利用性が向上したためと理解できる。同図(b)は Intel サーバを利用したときの結果である。ハードウェア構成を考慮して、36 SMP および 2 MPI×18 SMP の 2 種類の実行方法について検討した。結果から、経過時間は実行方法に依存しないことが分かる。そのことは、エラーバーの長さがほぼ 0 であることから容易に理解できる。また、**Loop#2** の大域的ループ融合を適用することで、**Loop#1** に比較して経過時間が 0.86 倍に短縮されることが分かる。HITACHI SR16000/M1 では経過時間の最小値が 6.3 分であったのに対して、Intel サーバでは 14.8 分であったので、Intel サーバでは HITACHI SR16000/M1 に比較して 2 倍以上の計算処理時間を必要とすることが分かる。この理由は、小規模な計算処理ではプロセッサのクロック周波数とメモリ関連性能の差が顕著に表れるためと考える。



(a) HITACHI SR16000/M1



(b) Intel server

図 4. 小規模モデルを利用した経過時間の比較

複数演算ノードを利用する大規模並列計算として、演算ノードあたりの格子数が (1047,663,866)、主記憶容量が約 86GB の数値モデルに関して、計算処理に必要な経過時間を比較検討する。図 5 は経過時間の比較結果である。同図において、HITACHI SR16000/M1 は 16 演算ノードを利用し、演算ノードごとに MPI プロセスを割り当て、演算ノード内では 32 SMP とする (16 MPI×32 SMP)。さらに、Intel サーバでは演算ノードあたりの主記憶容量が 256GB なので、演算ノード数を 8 または 16 とする。8 演算ノードを利用する場合、ソケットごとにプロセスを割り当て、プロセスは 18 個のスレッドを含む (16 MPI×18 SMP)。16 演算ノードを利用する場合、演算ノードごとに MPI プロセスを割り当て、プロセスは 36 個のスレッドを含むとする (16 MPI×36 SMP)。同図において、横軸は経過時間と使用した演算ノード数の積とする。この値はいわゆる「ノード時間」に対応する。また、キャッシュ・チューニング法の有効性を検討するため、3 種類のコード **Loop#1** から **#3** について同様の測定を行った。同図から、全ての場合において **Loop#3** によるキャッシュチューニングが有効であり、最もノード時間が短縮される。特に、**Loop#1** から **Loop#2** への時間短縮に比較して、**Loop#2** から **Loop#3** での時間短縮が大きいことが分かる。この理由は、キャッシュヒット率が向上したためと考えられる。**Loop#3** の実行モジュールを HITACHI SR16000/M1 で実行する場合、それ以外の場合に比較してノード時間が最小の 13.5 ノード時間 (経過時間 50 分) になっている。一方、Intel サーバ 8 演算ノードを利用した 16 MPI×18 SMP では、最小値が 14.4 ノード時間 (経過時間 108 分) で

あり、HITACHI SR16000/M1 のそれと比較して 1 ノード時間以下になっている。したがって、大規模並列処理に関してノード時間を基に比較検討した場合、HITACHI SR16000/M1 と Intel サーバの計算処理性能の差が僅かであると結論できる。

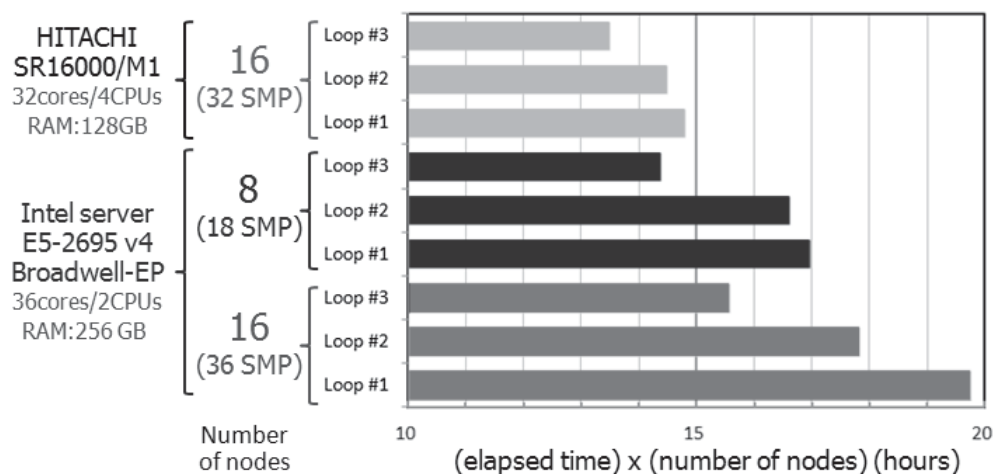


図 5. 大規模モデルを利用した経過時間の比較

次期システムへの移行方法やチューニング方法の有効性を示すために、現在利用可能な Intel サーバを利用した実行性能の予想を現行システム HITACHI SR16000/M1 と比較しながら検討した。その結果、最新のコンパイラが利用できるのであれば移行は容易であるが、OpenMP 指示文などを追加する作業は必須であることを明らかにした。一方、最新の Intel サーバではキャッシュ容量やレジスタ容量が増加されており、コンパイラによるベクトル化機能などを適用することで、大規模な主記憶容量を必要とするジョブに関して、合理的なノード時間内にジョブを実行可能であることを示した。

(2) オフィス環境数値モデルと屋内電波伝搬特性推定の関係

近年、オフィスや戸建住宅など屋内ネットワーク構築の手段として高出力無線 LAN ルータが利用される。一方、同一の屋内環境に複数の無線 LAN システムが設置されることで、相互干渉による通信速度の低下や管理コストの増大といった課題が明らかになっている。無線 LAN ルータの設置台数や設置場所を最適化するなど無線 LAN ネットワークを設計・評価・構築するためには、高精度な屋内伝搬特性推定が重要である。このような要求に対して、測定に基づく評価が行われてきた。測定には多くのコストや労力が必要とされ、場所も限定される。それに対して、計算機シミュレーションは手軽かつ安価であり、高精度な評価が可能である。

近年、計算機システムの発展は目覚ましく、複数の CPU コアから構成されるプロセッサおよび大容量主記憶装置を備えた計算機システムが利用できる。さらに、それら計算機システムを高速ネットワークで接続したクラスタシステムでは、ほぼ無限の CPU コアと主記憶装置を利用することが可能であり、合理的な時間内で大規模計算機シミュレーションを行うことができる。本研究グループでは、時間領域差分 (FDTD) 法に基づく大規模電磁界解析ソフトウェア Jet FDTD を開発し、オフィスビルにおけるフロア全体あるいは複数フロアを数値モデル化することで、高精度な屋内伝搬特性推定を行っている。これまでに、5 GHz 帯における無線 LAN システムの屋内伝搬特性推定を単一フロアに対して行い、FDTD 法に基づく大規模電磁界解析の実用性と

応用ソフトウェアの有効性を明らかにした。さらに、周波数 5 GHz 帯において、コンクリート壁内部の鉄筋構造が屋内伝搬特性推定に与える影響を明らかにした。また、数値解析結果と測定結果を比較し、高精度な推定結果を得るための数値モデルについて議論した。これら検討結果に基づいて、屋内伝搬特性推定に対する基本構造、什器および鉄筋の影響の定量的評価を試みることにした。これら建物構成成分は個別の数値モデルとして実現されており、それら数値モデルを組合せることで、さまざまな屋内環境を想定した計算機シミュレーションを行うことができる。

本研究では、周波数 2442 MHz において、4 種類の数値モデルに対する大規模電磁界シミュレーションを行い、単一フロア内の電界分布について測定結果と数値解析結果の比較、さらに数値解析結果間の比較検討を行う。これら検討から、数値モデルと屋内伝搬特性推定精度の関係を明らかにし、屋内伝搬特性推定に有効な数値モデルを示す。

測定サイトとして本学情報基盤センター北館を使用する。この建物は鉄筋コンクリート 4 階建てで、1 階および 2 階の増築部分を除くと、すべてのフロアが同一の構造である。図 6 に 3 階平面図を示す。中央部分にエレベータ、パイプスペース、インフラ設備があり、それらを囲むように廊下等の共用部分がある。さらに、その周囲に会議室、研究室および職員の居室がある。フロア外寸は 32.33 m × 19.95 m、フロア面積は約 645 m² である。図 6 において AP と記入された廊下天井に、アンテナ素子が下向きになるように無線 LAN アクセスポイント (AP) を設置した。測定で使用した AP はバッファロ社製 WZR-HP-AG300H である。この AP は 2.4/5 GHz 帯デュアルバンドシステムで、IEEE802.11n 規格に準拠している。受信信号強度 (RSSI) の測定には、ノート PC とオープンソフトウェア inSSIDer を使用した。床面からノート PC までの高さは 1,100 mm で、PC 内蔵の無線 LAN 子機を使用した。測定を図 6 内の破線で示す廊下に沿った全長 32.4 m の周回経路で行い、周波数 2442 MHz における RSSI 分布を求める。ただし、測定は複数回行い、それら結果の平均値を求めた。

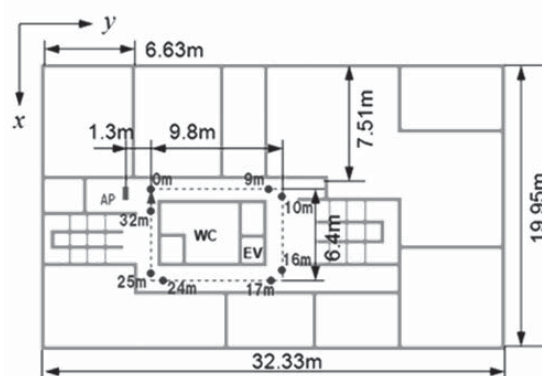


図 6. 3 階レイアウト，AP 設置位置および測定経路

表 2: オフィス環境の数値モデルと建物構成成分

成 分	数値モデル			
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
基本構造	✓	✓	✓	✓
什 器		✓	✓	
鉄 筋			✓	✓

表 2 に，建物構成成分（基本構造，什器および鉄筋）と 4 種類の数値モデル A から D の関係を示す。基本構造はコンクリート壁，床，木製ドア，衝立，金属窓枠およびガラスを含む。さらに，什器は椅子，机，デスクトップ PC および防火壁などを含む。鉄筋はコンクリート壁およびコンクリート床内部に存在し，格子間隔は壁内部が 100 mm，床内部が 200 mm である。表 2 から，すべての数値モデルは基本構造を含み，什器および鉄筋の有無により 4 種類に分類される。

計算機シミュレーションでは，研究グループで開発を行っている FDTD 法に基づく応用ソフトウェア Jet FDTD を利用する。解析空間を 5 mm の立方体セルで離散化すると，解析空間全体に含まれる総セル数は約 230 億，解析に必要な主記憶容量は約 3 TB である。AP のキャリア周波数を 2442 MHz として，1000 周期（48000 タイムステップ）の計算に約 18 時間を要する。ただし，計算機シミュレーションをスーパーコンピュータシステム HITACHI SR16000 モデル M1 の論理ノード 40 台を使用して行った。

図 7 に中心周波数 2442 MHz における RSSI 分布の測定結果と数値解析結果を比較して示す。横軸は原点からの距離で，図 6 における破線上の距離に対応し，図 7 中の垂直破線は廊下コーナー位置に対応する。黒色の折線が測定結果，それ以外の折線は数値解析結果である。同図から，数値モデルに依らず，数値解析結果は測定結果と概ね一致していることが分かる。さらに，什器を考慮した数値モデル B および C では他の数値モデルに比較して，見通し外環境においても測定結果を良く推定していることが分かる。

図 8 は，図 7 に示す RSSI 分布の測定結果と数値解析結果の相関係数である。横軸は数値モデル，縦軸は相関係数である。同図から，4 種類のモデルに関して相関係数は 0.8 以上であり，数値モデルに依らず数値解析結果は測定結果と概ね一致していることが分かる。さらに，什器を考慮した数値モデル B および C では相関係数が 0.9 以上であり，測定結果との一致度が向上している。ただし，数値モデル B と C では相関係数の差がごく僅かであることから，コンクリート壁や床内部の鉄筋構造の影響は無視できる。この理由は，AP を廊下天井に設置していることから，鉄筋構造に到達する前に什器の影響を受けるためと考える。

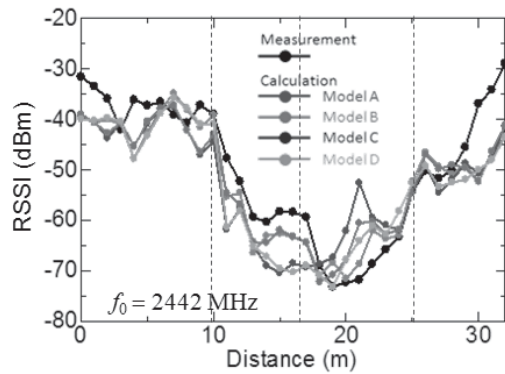


図 7. 測定結果と数値解析結果の比較

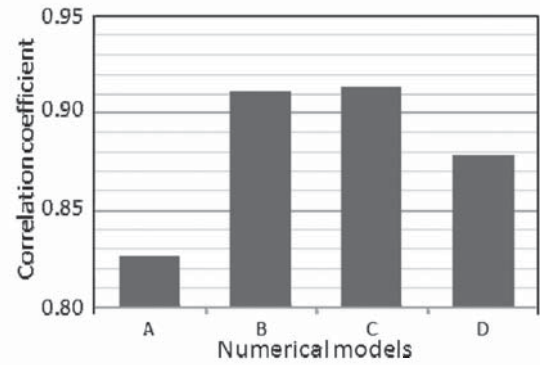


図 8. 測定結果と数値解析結果の相関係数

図 9 に、4 種類の数値モデルを利用した数値解析結果について、床面からの高さで平面内 RSSI 分布の相関係数を求めて示す。机や椅子などの什器の高さが 1 m 以下であることから、什器の有無により 1 m 以下の高さで相関係数が大きく変化することが分かる。例えば、A-B では高さが 0.3 m で相関係数が最小になっている。また、A-C では鉄筋構造の存在により、さらに小さな相関係数となっているが、A-B に比較してその差は僅かである。以上のことから、鉄筋構造に比較して什器の影響が大きいと結論できる。

図 10 は、RSSI の最小値をパラメータとして、床面からの高さで伝搬範囲面積比の関係を示している。実線と破線は鉄筋構造の有無、線の色で什器の有無を表している。同図から、RSSI の最小値を -60 dBm あるいは -70 dBm とするならば、伝搬範囲は什器の有無に依存し、鉄筋構造の影響は無視できる程度であると結論できる。いずれについても、什器を考慮しない場合、伝搬範囲が広く推定される。

以上のとおり、計算機シミュレーションに基づく屋内伝搬特性推定に関して、什器や鉄筋構造の影響を定量的に評価し、屋内伝搬特性推定に有効な数値モデルを示すことを目的として、4 種類の数値モデルを利用した検討を行った。数値解析結果と測定結果を比較検討し、計算機シミュレーションの有効性を明らかにした。さらに、数値解析結果および測定結果間の相関係数を求め、伝搬特性推定においては什器を考慮することで推定精度を向上できることを明らかにした。今後の課題は、計算機シミュレーションに基づく伝搬経路、到来角度および伝搬遅延時間の推定法および精度についての検討である。

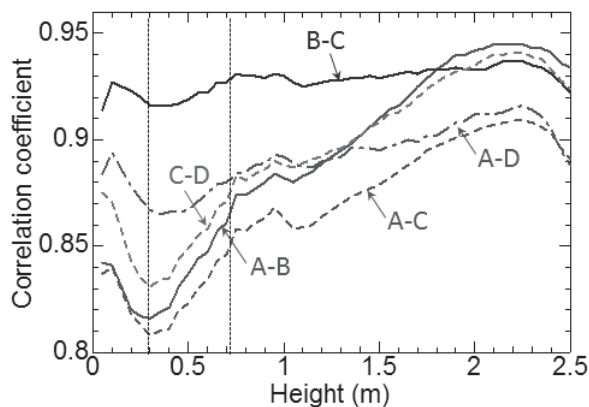


図 9. 平面内での相関係数

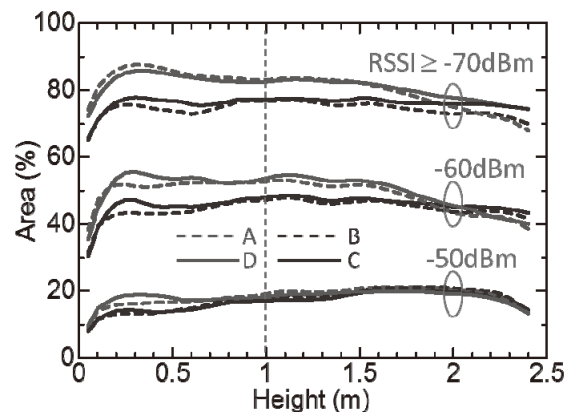


図 10. 伝搬範囲面積比の比較

教育活動

- (1) 計算機プログラミングⅡ（工学部情報エレクトロニクス学科 2 年クラス B）
- (2) 科学技術英語演習（工学部情報理工学コース）
- (3) 超高速計算機網工学特論（大学院情報科学研究科）
- (4) 情報理工学特別演習（大学院情報科学研究科）
- (5) 計算科学が開く新しい科学（大学院共通授業）

学会等活動

- (1) 電子情報通信学会 会員，無線電力伝送研究専門委員会委員，ソサイエティ論文誌編集委員会査読委員
- (2) 映像情報メディア学会 会員，放送技術（BCT）研究専門委員会委員
- (3) 日本計算工学会 会員
- (4) 米国電気電子学会（IEEE）会員，札幌支部理事（Chair of Student Activities Committee）
- (5) 宇宙太陽発電衛星研究会 会員，幹事

社会貢献活動

な し

査読付き論文／それらに相当する論文・著書等

- (1) Y. Suzuki and M. Omiya, "Computer Simulations for a Site-Specific Modeling of Indoor Radio Wave Propagation," Proceedings of the International Conference of 2016 IEEE Region 10 (TENCON 2016), pp. 123-126, Singapore, 23 Nov., 2016. (DOI:10.1109/TENCON.2016. 7847972)

上記に含まれない論文・記事・著作物等

- (1) 鈴木裕子，大宮学，“屋内伝搬特性推定精度とオフィス環境数値モデルの関係”，映像情報メディア学会技術報告，vol. 41, no. 1, 放送技術研究会 BCT2017-2, pp. 5-8, 大分大学，2017 年 1 月 19 日．

講演・口頭発表等

- (1) 加藤広希，大島功三，村本 充，大宮 学，“PfGA を利用したマイクロ波加熱に適する触媒の最適形状設計”，平成 28 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会，93，北海学園大学，札幌市，2016 年 11 月 6 日．
- (2) 大宮 学，“大規模電磁界解析システムのハイパフォーマンスコンピューティング環境における性能評価”，平成 28 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会，81，北海学園大学，札幌市，2016 年 11 月 5 日．
- (3) 鈴木裕子，大宮 学，“高精度な屋内伝搬特性推定を実現するオフィス環境の数値モデリングに関する考察”，平成 28 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会，80，北海学園大学，札幌市，2016 年 11 月 5 日．
- (4) 京谷 篤，大宮 学，“屋内伝搬特性に対する壁面鉄筋格子の影響”，平成 28 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会，79，北海学園大学，札幌市，2016 年 11 月 5 日．
- (5) 鈴木裕子，大宮 学，“屋内電波伝搬推定精度と什器の関係に関する計算機シミュレーションを利用した考察”，2016 年電子情報通信学会ソサイエティ大会，B-1-23，北海道大学，札幌市，2016 年 9 月 22 日．

- (6) 大宮 学, “スカラ型プロセッサを備えた大規模並列コンピュータ向け電磁界シミュレーション高速化手法”, 2016 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, CS-2-5, 北海道大学, 札幌市, 2016 年 9 月 21 日

競争的研究資金獲得状況

な し

その他の研究費

な し

氏 名 岩 下 武 史 (いわした たけし)

学 位 博士 (工学)

役 職 教 授

メールアドレス iwashita@iic.hokudai.ac.jp

電話番号 011-706-3227

ファクシミリ 011-706-3227

専門分野

ハイパフォーマンスコンピューティング, 数値線形代数, 電磁場解析, 並列処理

研究概要

スーパーコンピュータや大規模並列計算環境, メニーコアプロセッサ等の多様な計算環境を対象とした高性能計算について研究している。具体的な研究対象として, 線形反復法, 電磁場解析, 有限要素解析, 境界要素解析, 計算科学シミュレーションをあげることができる。

(1) 高速な線形ソルバ (連立一次方程式の求解法) の開発

様々な物理現象の数値シミュレーションでは, 方程式を離散化することにより, 最終的に大規模な連立一次方程式の求解に帰着する場合が多い。そこで, このような連立一次方程式を高速に解くことは重要な課題であり, 有限要素解析等に多く用いられる反復法を対象として並列処理や SIMD 化による高速化について研究している。これまでにプロセッサ間の同期コストやキャッシュヒット率を考慮した新たな並列化手法などを開発している。また, 反復法では逐次・並列実行のいずれの場合においても求解に必要な反復回数の低減がその高速化において重要である。そこで, 対象とする問題の性質を活用することにより反復法の収束性を向上させる技術について研究を行っている。

(2) 高性能電磁場解析

電磁場解析は電子デバイス・電気機器の設計において重要な役割を果たしている。そこで, 京都大学, 同志社大学, 法政大学と共同で大規模電磁場解析の高速化に取り組んでいる。アンテナ等の電子デバイスの解析に用いられる高周波領域での電磁場解析では, 実応用解析において幅広く利用されている 3 次元 FDTD 法を対象として, 時空間タイリングによるキャッシュヒット率の改善とそれによる性能改善について研究している。また, 電動モータや変圧器を対象とした低周波領域での電磁場解析では, 主要な解法である辺要素有限要素法を対象として, そ

の高性能化について研究を行っている。

(3) 計算科学の基盤技術

計算科学はスーパーコンピュータ上の重要な応用の一つで、その基盤となるプログラムには高速性、頑強性、信頼性等の様々な意味で高性能かつ高品質であることが求められる。一方、近年の計算環境は大規模並列化、構成の複雑化が進み、このような要請に答えるにはプログラマの自助努力だけでは不十分となりつつある。そこで、計算科学シミュレーションにおいて重要な幾つかの問題や解法に着目し、これを支援するソフトウェア、具体的には並列ソフトウェアフレームワーク、並列化ライブラリに関する研究を行っている。

(4) 平成 28 年度の主な研究成果

(a) 線形反復法の収束性改善に関する研究（京都大学との共同研究）

岩下は、これまでに多くの数値シミュレーションに見られる同一または類似の係数行列を持つ複数の連立一次方程式の求解問題に着目し、先行する方程式の求解過程において得られる情報に基づいて、後続の求解を加速する方法を提案した。同手法では、先行する求解過程において収束の遅いベクトルを含む部分空間を同定し、誤差修正法を用いて当該の部分空間に属する誤差成分を効率的に除去することを行う。平成 28 年度においては、誤差修正法で用いる写像行列の構築法を改良し、さらに収束性向上の効果を強化することができた。また、提案手法を 3 次元電磁場有限要素解析に適用し、非線形解析を含む実用的な解析上でその有用性を確認した。

(b) ヒステリシスを考慮した非定常電磁場解析の時間並列手法に関する研究（同志社大学との共同研究）

岩下は、これまでに同志社大学 高橋准教授らと、非定常電磁場有限要素解析の時間並列手法である並列 TP-EEC 法の提案、研究を行ってきた。平成 28 年度においては、同手法を磁性材料のヒステリシスを考慮した解析に応用することを行った。並列 TP-EEC 法は、各プロセス（スレッド）で独立に時間依存計算を行い、互いの計算結果のギャップを時間周期有限要素法から導かれるより低次の方程式を用いて補正する。ヒステリシスを考慮した解析では、ヒステリシスの履歴も補正の対象とする必要があり、解法の修正を行った。新たに修正した解法スキームを用い、ヒステリシスを考慮した電動モータ解析の高速化を実現した。

(c) 疎行列ベクトル積の高速化に関する研究（京都大学との共同研究）

疎行列ベクトル積は、有限要素解析や差分解析において頻出の計算核であり、PageRank の計算においても利用されていることが知られている。H28 年度では、係数行列の中にステンシル構造と呼ばれる特定の構造を自動的に見出し、ステンシル構造に対応した疎行列データ構造と一般的なデータ構造を併用する手法を提案し、その有効性を検証した。

教育活動

- (1) コンピュータシステム（工学部情報エレクトロニクス学科）
- (2) 科学技術英語演習（工学部情報エレクトロニクス学科）
- (3) 超高速計算機網工学特論（大学院情報科学研究科）

(4) 情報理工学演習 I (工学部情報エレクトロニクス学科)

学会等活動

- (1) 情報処理学会：会員，論文誌コンピューティングシステム編集委員会 (ACS) 副委員長，ハイパフォーマンスコンピューティング研究会 運営委員
- (2) 日本応用数理学会：会員，行列・固有値部会 委員
- (3) 電気学会：会員，電磁界解析の高度化技術調査専門委員会 委員
- (4) 日本計算工学会：会員
- (5) 日本 AEM 学会：会員
- (6) 自動チューニング研究会：会員，幹事
- (7) 筑波大学計算科学研究センター 共同研究委員会 委員
- (8) IEEE, Member
- (9) SIAM, Member
- (10) The 25th International ACM Symposium on High-Performance Parallel and Distributed Computing (HPDC'16), Organizing Committee Local Chair
- (11) Conference on the Computation of Electromagnetic Fields (COMPUMAG2017), Editorial Board Member
- (12) International Workshop on Automatic Performance Tuning (iWAPT), Steering Committee Member
- (13) The International Conference on Computational Science (ICCS 2017), Program Committee Member
- (14) The International Conference on Computational Science (ICCS 2016), Program Committee Member
- (15) The International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SC16), Tutorial Committee Member
- (16) 12th International Meeting on High-Performance Computing for Computational Science (VECPAR 2016), Scientific Committee Member
- (17) International Conference on Cluster Computing (IEEE Cluster 2016), Programming Committee, Member

社会貢献活動

なし

査読付き論文／それらに相当する論文・著書等

- (1) 高橋康人，北尾純士，藤原耕二，岩下武史，中島 浩；「回転機の始動特性解析のための運動方程式を考慮した時間領域並列有限要素法」，電気学会論文誌 B, Vol. 137, No. 3, (2017), pp. 230-237.

上記に含まれない論文・記事・著作物等

- (1) 岩下武史，伊田明弘，美船 健，高橋康人；「H 行列を用いた並列境界要素解析フレームワークとその応用」，計算工学，Vol. 21, No. 4, pp. 22-25 (2016).

講演・口頭発表等

- (1) 三浦瑛絵, 深谷 猛, 岩下武史; 「ステンシル構造を利用した疎行列ベクトル積の高速化に関する検討」, 日本応用数理学会 若手の会 第2回学生研究発表会, 於 東京大学, 2017年3月.
- (2) 中島研吾, 岩下武史, 片桐孝洋, 松岡 聡; 「ポストムーア時代の計算科学」, 第64回応用物理学会春季学術講演会, 於 横浜市, 2017年3月.
- (3) Takeshi Fukaya and Takeshi Iwashita, “Performance Evaluation of Time-Space Tiling Strategies for Iterative Stencil Computations on Multi/Many-Core CPU Systems”, in Final Program and Abstracts of SIAM Conference on Computational Science and Engineering (SIAM CSE17), (February – March 2017), Atlanta, USA.
- (4) Takeshi Iwashita, Shigeru Kawaguchi, Takeshi Mifune and Tetsuji Matsuo, “Automatic Mapping Operator Construction for a Subspace Correction Method Applied to a Series of Linear Systems”, in Final Program and Abstracts of SIAM Conference on Computational Science and Engineering (SIAM CSE17), (February – March 2017), Atlanta, USA.
- (5) 岩下武史, シミュレーションを加速する次の一手: 並列処理と問題知識の活用 —線形反復法を例に一, ものづくり企業に役立つ応用数理手法の研究会 第16回技術セミナー, 於 政策研究大学院大学, 2017年2月. 【招待講演】
- (6) 岩下武史, 電磁場有限要素解析において生ずる連立一次方程式とその解法技術, 日本応用数理学会 三部会連携「応用数理セミナー」, 於 東京大学, 2016年12月. 【招待講演】
- (7) 深谷 猛, 岩下武史; 「時空間タイリングによる反復型ステンシル計算の性能向上に関する基礎評価」, 大学 ICT 推進協議会 (AXIES) 2016年度 年次大会, FA31, 於 京都市, 2016年12月.
- (8) Shigeru Kawaguchi, Takeshi Mifune, Takeshi Iwashita and Tetsuji Matsuo, “Fast transient eddy-current analysis using error correction method for series of linear systems”, in Conference Proceedings of The 17th Biennial IEEE Conference on Electromagnetic Fields Computation (IEEE-CEFC2016), (November 2016), Miami, USA. 【査読有】
- (9) Yasuhito Takahashi, Junji Kitao, Koji Fujiwara, Akira Ahagon, Tetsuji Matsuo, Takeshi Iwashita and Hiroshi Nakashima, “Steady-state analysis of hysteretic magnetic field problems using parallel TP-EEC method”, in Conference Proceedings of The 17th Biennial IEEE Conference on Electromagnetic Fields Computation (IEEE-CEFC2016), (November 2016), Miami, USA. 【査読有】
- (10) Takeshi Iwashita, Akihiro Ida, Takeshi Mifune and Yasuhito Takahashi, “Software Framework for Parallel BEM Analyses with H-matrices”, in Conference Proceedings of The 17th Biennial IEEE Conference on Electromagnetic Fields Computation (IEEE-CEFC2016), (November 2016), Miami, USA. 【査読有】
- (11) 河合直聡, 伊田明弘, 岩下武史, 中島 浩; 「XeonPhi 上での乗法シュワルツ-ブロック化多色順序付けGS法を適用したSA-AMGの性能評価」, 日本応用数理学会 2016年度年会, 於 北九州市, 2016年9月.

- (12) 深谷 猛, 岩下武史; 「マルチコア・メニーコア環境における反復型ステンシル計算と時空間タイリング」, 日本応用数理学会 2016 年度年会, 於 北九州市, 2016 年 9 月.
- (13) 高橋康人, 北尾純士, 藤原耕二, 岩下武史, 中島 浩; 「回転機の始動特性解析のための運動方程式を考慮した時間領域並列有限要素法の開発」, 電気学会静止器・回転機合同研究会資料, SA-16-103/RM-16-149, 於 石垣市, 2016 年 9 月.
- (14) 河口 慈, 美船 健, 松尾哲司, 岩下武史; 「過去の求解プロセスを利用した誤差修正法による 3 次元渦電流過渡解析の高速化」, 電気学会静止器・回転機合同研究会資料, SA-16-072/RM-16-118, 於 石垣市, 2016 年 9 月.
- (15) Yasuhito Takahashi, Koji Fujiwara and Takeshi Iwashita, “Transient Motor Starting Analysis by Time Domain Parallel Finite-Element Method”, in the Book of Abstracts of The 17th International IGTE Symposium on Numerical Field Calculation in Electrical Engineering, (September 2016), Graz, Austria, p. 26.
- (16) 深谷 猛, 岩下武史; 「反復型ステンシル計算のマルチコア・メニーコア向け実装に関する考察」, 2016 年並列／分散／協調処理に関する『松本』サマー・ワークショップ (SWoPP2016)/ 日本応用数理学会「行列・固有値問題の解法とその応用」研究部会 (MEPA), 於 松本市, 2016 年 8 月.
- (17) 伊田明弘, 平石 拓, 岩下武史; 「階層型行列法の計算負荷予測と負荷分散法」, 第 21 回計算工学講演会, F-2-3, 於 新潟市, 2016 年 5 月.
- (18) Takeshi Iwashita, Naokazu Takemura, Akihiro Ida and Hiroshi Nakashima, “ICB: IC Preconditioning with a Fill-in Strategy Considering SIMD Instructions”, in Final Program and Abstracts of SIAM Conference on Parallel Processing and Scientific Computing (SIAM PP16), (April 2016), Paris, France, p. 84.

競争的研究資金獲得状況

(1) 科学研究費助成事業

- ・ 基盤研究(B), 「高度な電気機器設計の基盤となる高性能電磁場解析の実現」, 平成 26 年度～平成 28 年度, 研究代表者
- ・ 基盤研究(B), 「メニーコアプロセッサ向け高性能アプリケーション開発フレームワークの研究」研究代表者: 京都大学 学術情報メディアセンター 中島浩, 平成 26 年度～平成 28 年度, 研究分担者

(2) その他の研究費

- ・ 共同研究, 株式会社 JSOL, 電磁界有限要素解析の高速化に関する研究, 平成 28 年度～平成 29 年度, 研究代表者

氏 名 深 谷 猛 (ふかや たけし)

学 位 博士 (工学)

役 職 助 教

メールアドレス fukaya@iic.hokudai.ac.jp

電話番号 011-706-3758

ファクシミリ 011-706-3758

専門分野

数値線形代数, ハイパフォーマンスコンピューティング, 並列処理

研究概要

科学技術計算の基盤技術の一つである数値計算アルゴリズムに関して, 主に高性能計算の観点から研究・開発を行っている。

(1) 反復型ステンシル計算に対する時空間タイリング手法の研究

近年のコンピュータでは, 演算性能に対してメモリアクセス性能が相対的に大きく劣っていることが一般的である。一方, 高周波電磁場解析の主要な数値計算手法である FDTD 法に代表される反復型ステンシル計算は, 素朴にプログラムを実装した場合, プログラムの性能がコンピュータのメモリアクセス性能に律速されることが知られている。この問題を解決するための手法として, 時空間タイリングと呼ばれる技術が研究されている。今年度, 我々は最近のマルチコア・メニーコア CPU に適した時空間タイリング手法について, 研究を行った。

最近のマルチコア・メニーコア CPU 上で反復型ステンシル計算を効率的に行うためには, CPU に搭載されている多数の演算コアを考慮した時空間タイリング手法が求められる。我々は, ダイヤモンドタイリングと呼ばれる, タイルレベルでの処理の並列化を可能とする手法に着目し, ケーススタディとして, 2 次元 5 点ステンシルの問題で性能評価を行った。ダイヤモンドタイリングに基づく, 複数の時空間タイリング手法を組み込んだプログラムを実装し, 最新のマルチコア CPU を用いて, それぞれの手法の性能を比較した (図 1)。性能評価により, ダイヤモンドタイリングを用いて, タイルレベルで処理を並列化する方法が, これまでのタイル内の処理を並列化する方法よりも効率が良いことを確認した。

(2) 通信回避型の行列計算アルゴリズムの改良に関する研究

計算機システムの大規模化に伴い, ネットワークを介した計算ノード間の通信コストの削減が重要な課題となっている。特に, 通信のレイテンシが演算コストやデータの転送コストに対して相対的に大きくなっており, 通信回数を削減することが求められている。この問題に対して, 通信回数を削減した, 通信回避型 (Communication-Avoiding) アルゴリズムの研究が行列計算の分野において活発に行われている。今年度, 我々は代表的な通信回避型の行列計算アルゴリズムの一つである, TSQR アルゴリズムの性能改良を目的として研究を行った。

TSQR アルゴリズムは, 縦長の行列の QR 分解を計算するアルゴリズムで, 連立一次方程式や固有値問題を解くアルゴリズム等の内部で道具として利用される。TSQR アルゴリズムでは, 各計算ノードが分散して保持している部分行列の QR 分解を計算した後, 通信を行いながら,

二つの上三角行列を一つの上三角行列に縮約する処理を繰り返す。この上三角行列の縮約の処理のコストは、計算ノードの数に応じて増加するため、多数のノードを用いた並列計算において、高い並列化効率を得るためには、三角行列の縮約処理の効率化が必要となる。我々は、三角行列の縮約処理の計算が、特殊な構造を持った行列（三角行列を縦に二つ並べた行列）であることに着目し、その構造を考慮した実装を検討した。性能評価の結果、当該部分の実装方法により、計算全体の性能が大きく変化することを確認した（図 2）。

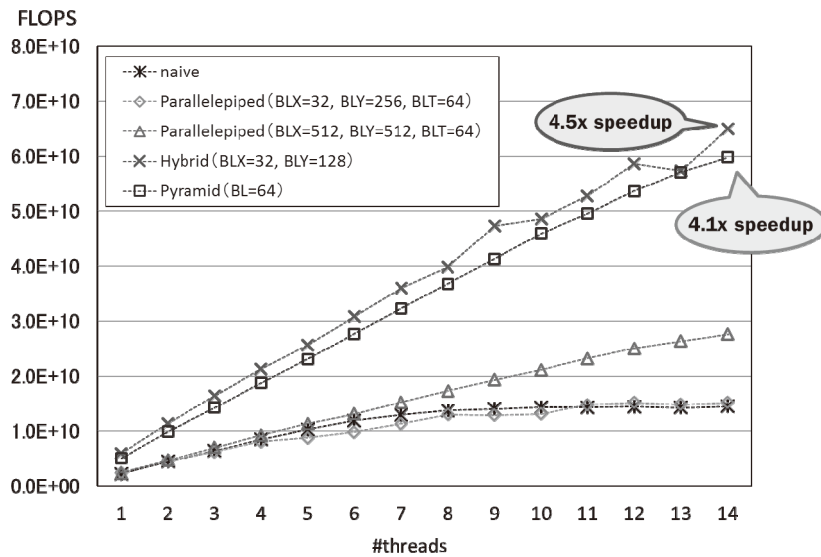


図 1：最新のマルチコア CPU 上での異なる時空間タイリング手法の性能比較
(2 次元 5 点型の反復型ステンシル計算を用いた性能評価)

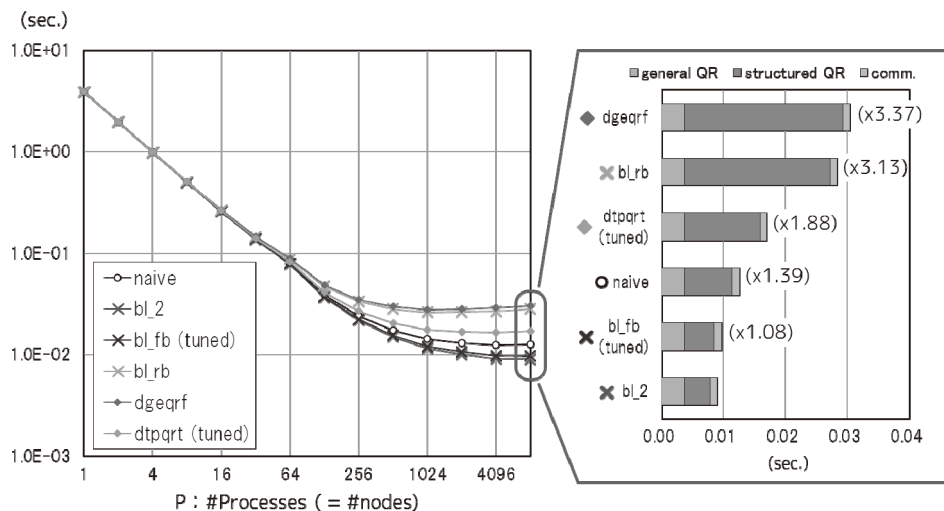


図 2：TSQR アルゴリズム全体の性能に対する三角行列の縮約処理の実装の影響の評価

教育活動

- (1) 情報理工学実験Ⅱ（工学部情報エレクトロニクス学科）

学会等活動

- (1) 情報処理学会：会員，HPC 研究会 運営委員，2016 年ハイパフォーマンส์コンピューティングと計算科学シンポジウム（HPCS2016）実行委員会（プログラム委員会副委員長（広報，ポスター担当））
- (2) 日本応用数理学会：会員，若手の会 幹事
- (3) 自動チューニング研究会：会員，日本応用数理学会 2016 年度年会における OS の主催
- (4) The 11th International Workshop on Automatic Performance Tuning (iWAPT2016), Program Committee member

社会貢献活動

な し

査読付き論文／それらに相当する論文・著書等

- (1) 熊谷 洋，藤井昭宏，田中輝雄，深谷 猛，須田礼仁，“共役勾配法への種々の通信削減手法の適用と評価”，情報処理学会論文誌:コンピューティングシステム（ACS）, Vol. 9, No. 3 (2016), pp.1-13.
- (2) Toshiyuki Imamura, Takeshi Fukaya, Yusuke Hirota, Susumu Yamada and Masahiko Machida, “CAHTR: Communication-Avoiding Householder Tridiagonalization”, Advances in Parallel Computing, Vol. 27 (2016), pp. 381-390.
- (3) Seiji Nagashima, Takeshi Fukaya and Yusaku Yamamoto, “On constructing cost models for online automatic tuning using ATMathCoreLib”, IEEE 10th International Symposium in Embedded Multicore/Many-core Systems-on-Chip (MCSoc-16), Lyon, France, September 22, 2016.

上記に含まれない論文・記事・著作物等

- (1) 森倉悠介，椋木大地，深谷 猛，山中脩也，大石進一，“大規模並列計算機における連立一次方程式の精度保証付き数値計算に対する性能評価”，情報処理学会研究報告：ハイパフォーマンส์コンピューティング, Vol. 2016-HPC-157, No. 1, pp. 1-7, 第 157 回ハイパフォーマンส์コンピューティング研究会，那覇市, 2016 年 12 月 22 日.

講演・口頭発表等

- (1) Yuka Yanagisawa, Takeshi Fukaya, Ramaseshan Kannan, Yuji Nakatsukasa, Yusaku Yamamoto and Oishi Shin'ichi, “Shifted CholeskyQR for Computing the factorization of ill-conditioned matrices”, The International Workshop on Numerical Verification and its Applications 2017 (INVA2017), Miyakojima, Japan, March 16, 2017.
- (2) Takeshi Fukaya and Takeshi Iwashita, “Performance Evaluation of Time-Space Tiling Strategies for Iterative Stencil Computations on Multi/Many-Core CPU Systems”, SIAM Conference on Computational Science and Engineering (CSE17), Atlanta, USA, February 28, 2017.
- (3) Takeshi Fukaya and Takeshi Iwashita, “Time-space tiling strategies for iterative stencil computations on multi/many-core CPU systems”, Sapporo Summer HPC Seminar, Sapporo, Japan,

August 22, 2016.

- (4) Yusuke Morikura, Daichi Mukunoki, Takeshi Fukaya and Naoya Yamanaka, “Performance Evaluation of Verified Computation for Linear System on Supercomputer”, The 11th East Asia Section of SIAM Conference (EASIAM 2016), Macau, China, June 20, 2016.
- (5) Takeshi Fukaya and Toshiyuki Imamura, “An Impact of Tuning the Kernel of the Structured QR Factorization in the TSQR”, SIAM Conference on Parallel Processing for Scientific Computing (PP16), Paris, France, April 14, 2016.
- (6) 三浦瑛絵, 深谷 猛, 岩下武史, “ステンシル構造を利用した疎行列ベクトル積の高速化に関する検討”, 日本応用数理学会 若手の会 第2回学生研究発表会, 東京都, 2017年3月5日. (ポスター発表)
- (7) 深谷 猛, “最近の計算機環境における基本的な行列計算カーネルの性能とその考察”, ワークショップ「行列計算のための数値計算法」, 名古屋市, 2017年1月20日.
- (8) 深谷 猛, 岩下武史, “時空間タイリングによる反復型ステンシル計算の性能向上に関する基礎評価”, 大学 ICT 推進協議会 2016 年度年次大会, 京都市, 2016 年 12 月 16 日.
- (9) 深谷 猛, “ScaLAPACK の性能分析と次世代アルゴリズム研究への指針”, 計算物質科学における時空間アップスケーリングと数理手法, 調布市, 2016 年 11 月 29 日.
- (10) 深谷 猛, 岩下武史, “マルチコア・メニーコア環境における反復型ステンシル計算と時空間タイリング”, 日本応用数理学会 2016 年度年会, 北九州市, 2016 年 9 月 7 日.
- (11) 深谷 猛, 岩下武史, “反復型ステンシル計算のマルチコア・メニーコア向け実装に関する考察”, 日本応用数理学会「行列・固有値問題の解法とその応用」研究部会 第21回研究会 (「2016 年並列／分散／協調処理に関する『松本』サマー・ワークショップ (SWoPP2016)」連携), 松本市, 2016 年 8 月 9 日.
- (12) 川村卓人, 深谷 猛, 岩下武史, “分散並列計算機における密行列ベクトル積の通信隠蔽実装の評価”, 2016 年ハイパフォーマンスコンピューティングと計算科学シンポジウム (HPCS2016), 仙台市, 2016 年 6 月 6 日. (ポスター発表)

競争的研究資金獲得状況

(1) 科学研究費助成事業

- ・ 若手研究(B), 「通信回避型行列分解の実用性向上に資する基盤技術の研究」, 平成 27 年度～平成 29 年度, 研究代表者
- ・ 基盤研究(B), 「O(1 億)コア環境におけるスケーラブルな数値計算ソフトウェアの理論と応用」, 研究代表者: 理化学研究所 計算科学研究機構 今村俊幸, 平成 27 年度～平成 29 年度, 研究分担者

(2) その他の研究費

な し

氏 名 高 山 恒 一 (たかやま こういち)

学 位 理学博士 (東京工業大学)

役 職 客員研究員

メールアドレス koichi.takayama.kv@hitachi.com

電話番号 011-706-2940

ファクシミリ 011-706-2936

専門分野

計算科学

研究概要

最新のほぼ全てのスーパーコンピュータは、HITACHI SR16000 と同様な SMP (Symmetric Multi Processor) ノードを高速ネットワークで接続したクラスタマシンである。したがって、SMP マシンに最適なソースコードについて知り、そのコーディング方法を修得することは、HITACHI SR16000 以外のコンピュータ利用においても同様に有益である。一般的な SMP マシンに最適なソースコードについてまとめ、SMP マシンの計算資源 (複数プロセッサ、共有メモリ、大容量キャッシュなど) を有効利用するプログラミング法を示した。次に、HITACHI SR16000 固有のハードウェアおよびソフトウェアの特長について、性能プロファイルを用いて説明し、それらの特長を引き出すプログラミング法をまとめた。ここでは、日立最適化 FORTRAN90 コンパイラ指示文 (POPTION と SOPTION) の使用方法が中心である。スーパーコンピュータ HITACHI SR16000 の特徴は「大容量キャッシュ」であるから、それを効率的に使用するための指示文 (ストリープマイニングやタイリング) 挿入やソースコードチューニング法を示した。また、C 言語やコンパイラ指示文として標準的な OpenMP への一般的な適用法を示した。

一方、情報基盤センター大型計算機システムのユーザに対しては、スーパーコンピュータ利用促進と高度利用を目的として以下の活動を行った。初級ユーザに対しては、PC などからの移行相談に応じ、HITACHI SR16000 でプログラムをコンパイル及び実行できるようサポートし、スーパーコンピュータの利用者拡大に貢献した。中級・上級ユーザ及び平成 28 年度採択の JHPCN-HPCI 共同研究拠点課題研究者に対しては、個別にプログラムのチューニング相談に応じ、並列化および高速化等を積極的に支援した。

なお、大型計算機システムに係る利用者支援活動として、下記の活動を行った。

- (1) 利用講習会資料『HITACHI SR16000 入門 (実行までの手順)』、『HITACHI SR16000 プログラムチューニング』および『MPI 並列プログラミングと実行』の改訂と演習課題の追加を行い、利用講習会受講者への配布及び本センターホームページに掲載した。
- (2) 大型計算機システム利用講習会を実施 (合計 10 回、平成 28 年 7 月 4 日 (月) ~ 8 日 (金) 及び 12 月 12 日 (月) ~ 12 月 16 日 (金))
- (3) HPCI-JHPCN 拠点共同研究に係るプログラム・チューニングおよび並列化支援
 - (ア) 環オホーツク圏の海洋・大気シミュレーションにおける海洋鉄循環モデルおよび非静力学海洋モデルの高速化チューニング (低温科学研究所)
 - (イ) PM-2 次元散乱パターン RMC 法による SPring-8 実験からの 3 次元構造モデル構築の HPC 利用スキーム構築 (防衛大学校)

- (ウ) 高分子材料系の粗視化 MD の次世代大規模 HPC 利用の基盤的研究での FFT ライブラリの整備と性能評価（防衛大学校）
- (4) センターユーザに対するプログラム・チューニングおよび並列化支援
 - (ア) SPH 法に基づく解析手法の OpenMP および MPI 並列化，チューニングおよび性能評価（北海学園大学）
 - (イ) 海洋モデル POM（Princeton Ocean Model）を利用した海洋海流シミュレーションソフトウェアの MPI 並列化（水産科学院）
 - (ウ) 河川氾濫シミュレーション解析プログラムの HITACHI SR16000/M1 への移行（民間企業等利用）

査読付き論文／それらに相当する論文・著書等

な し

上記に含まれない論文・記事・著作物等

- (1) 高山恒一，“HITACHI SR16000 入門（実行までの手順）”，北海道大学情報基盤センター大型計算機システム利用講習会資料，July 2016.
- (2) 高山恒一，“HITACHI SR16000 プログラムチューニング”，北海道大学情報基盤センター大型計算機システム利用講習会資料，July 2016.
- (3) 高山恒一，“MPI 並列プログラミングと実行”，北海道大学情報基盤センター大型計算機システム利用講習会資料，July 2016.

講演・口頭発表等

な し

氏 名 恵 木 正 史（えぎ まさし）

学 位 理学修士（名古屋大学）

役 職 客員研究員

メールアドレス masashi.egi.zj@hitachi.com

電話番号 011-706-2940

ファクシミリ 011-706-2936

専門分野

データアナリティック

研究概要

ビッグデータの活用は社会の至る所で試みられており，ビジネスの効率化，生産性の向上及びユーザーニーズを的確にとらえた製品やサービスの提供などに期待が集まっている。本センターにおいては，学際大規模計算機システムの一部としてアカデミック・クラウドシステムの利用サービスを行っており，これらシステムを利用したビッグデータ関連の研究課題の発掘を精力的に行っている。アカデミック・クラウドシステムの活用においては，さまざまな大量のデータを効率よく収集するためのセンサ開発，ビッグデータの蓄積と利用及び分析に係る環境整備が必須である。そこで，ビッグデータ技術の本学への普及と研究テーマの発掘を目的に，下

記のビッグデータに関連した研究課題について学内研究者との共同研究及び研究支援を行った。

具体的な成果は下記のとおりである。

- (1) 情報基盤センターとしてのビッグデータ活用のあり方を検討するため、内閣府がオープンデータ活用の一環として開発している地域経済分析システム（RESAS）について調査すると共に、経済産業省北海道経済産業局主催「北海道☆RESAS データ分析フォーラム」（2016年10月7日）に参加し、その先進的活用事例を調査した。従来からオープンデータは提供されていたが、分析のハードルが高く、データが十分に活用されないという問題点があった。そこで内閣府は、オープンデータの典型的な分析方法・可視化方法を整理し、誰でも簡単に使えるアプリケーションとして提供することで、データ活用の敷居を下げることに成功している。このような考え方に基づいて、本学におけるビッグデータ利活用促進策を検討し、学内研究者へ展開した。
- (2) 情報基盤センターとしてのビッグデータ活用のあり方を検討するため、近年取り組みが始まった教学評価体制（Institutional Research）について、国内外の動向、およびその周辺のビッグデータ活用事例を調査した。IRとは、大学の運営方針などの意思決定や判断に当たり、目的を踏まえて、調査方法をデザインすると共に、データを収集・分析し、有益な情報として意思決定者に提供する取り組みである。この分野では北米が先行しており、比較が難しい学部・学科（例えば工学部と文学部）の運営の良し悪しをどのような共通指標で比較すべきかの研究が進んでいる。また、学生のメンタルヘルスケア管理の一助となる可能性もあり、そのような観点からも国内外の取り組み・文献を調査した。これらの調査結果を学内研究者へ展開した。
- (3) 大学院教育学研究院・准教授・伊藤 崇、大学院教育学研究院附属子ども発達臨床研究センター・准教授・川田 学らと共同で、革新的イノベーション創出プログラム COI STREAM 「人間力活性化によるスーパー日本人の育成と産業競争力増進／豊かな社会の構築」（研究代表者：大阪大学・松本和彦）に参画し、保育・教育分野における人間行動ビッグデータ可視化技術の研究を行った。本取り組みでは『ビジネス顕微鏡（日立製作所の登録商標）』を活用して、人間の行動を精密に計測し、今まで専門家が経験的に把握していた現象を、客観的にによって定量化することに取り組み、伊藤・川田らの成果創生に貢献した。

査読付き論文／それらに相当する論文・著書等

な し

上記に含まれない論文・記事・著作物等

な し

講演・口頭発表等

な し

3. 2 情報ネットワーク研究部門

3. 2. 1 研究部門の概要

次世代情報ネットワーク技術、情報流通基盤分析をテーマとして、高度情報通信社会の発展に資する情報ネットワーク基盤技術と先端利用に関する研究・開発を担当している。現在、情報ネットワークに関する基礎理論から、実践的な大規模コンピュータネットワーク運用技術、メディア応用技術、拡張現実・仮想現実、認証基盤システムの構築、インターネットによるアンケート調査法、医療データやマーケティングデータなど、ビッグデータを含む、複雑で大規模なデータに対する先端的な解析法とその可視化技術に関する研究を実施している。

3. 2. 2 教員の研究内容、研究業績一覧、教育・社会貢献一覧

氏 名 水田 正弘 (みずた まさひろ)

学 位 工学博士

役 職 教 授

メールアドレス mizuta@iic.hokudai.ac.jp

電話番号 011-706-3755

ファクシミリ 011-706-4854

専門分野

計算機統計学、シンボリックデータ解析、ビッグデータ解析、放射線治療

研究概要

先端データ科学の研究として、データ解析のための理論構築から手法開発を推進している。さらに、実際の事象に関する応用研究を実施している。主な研究テーマおよび概要を以下に示す。

(1) シンボリックデータ解析およびビッグデータ解析

昨今の高度情報化社会においてデータ解析の重要性は増大している。しかし、ビッグデータをはじめ、従来の多次元データを仮定した研究では対応できないデータや状況が多数発生するようになった。そこで、より複雑なデータを関数データおよびシンボリックデータの枠組みで検討することに着目した。特に、関数重回帰分析、関数主成分分析、関数クラスター分析、分布値データなどに関する手法を開発している。

(2) 超高次元データに対する次元縮小法

インターネット上に流通するデータや、POS データ、さらには、マイクロアレイデータでは、従来のデータ解析では想定していないような高次元の構造を有している。このようなデータを解析するために、データの本質的な部分を抽出する次元縮小手法が重要になっている。そのような観点から、相対射影追跡法を開発し、さらに層別逆回帰法への適用を提案した。これらは、超高次元データが有する非線形な構造を、線形な写像により見出すための有力な手法となっている。

(3) 放射線による腫瘍治療における数理モデルに関する研究

悪性腫瘍に対する放射線治療は、近年、その治癒率が急激に向上し、適用疾病も、白血病などを除くほぼすべての悪性腫瘍まで拡大されている。特に、少量の線量を複数回に分けて照射する分割照射放射線療法は、腫瘍と危険臓器(放射線に弱い臓器や照射すべきでない領域)の距離が短い場合に有効で、良好な治療成績を上げている。しかし、臨床的には、通常分割照射が好ましくない例も少なくない。そこで、線量効果を記述する数理モデルの代表である LQ モデル(直線 - 2 次曲線モデル) およびその拡張モデルのもとで、分割照射が有効な場合と、有効ではない場合を、統計科学および放射線技術科学の両面より明確にすることを目的とする。

教育活動

- (1) 統計学 (全学教育)
- (2) 確率過程とデータ解析 (工学部情報エレクトロニクス学科)
- (3) 情報工学ゼミナール (工学部情報エレクトロニクス学科)
- (4) 先端データ科学特論 (大学院情報科学研究科)
- (5) 情報理工学特別演習 (大学院情報科学研究科)
- (6) 情報理工学特別研究第一 (大学院情報科学研究科)
- (7) 情報理工学特別研究第二 (大学院情報科学研究科)
- (8) 統計科学特別講義 (大学院共通科目)

学会等活動

- (1) 応用統計学会 会員, 評議員
- (2) 日本計算機統計学会 会員, フェロー, 理事
- (3) 日本行動計量学会 会員
- (4) 日本統計学会 会員
- (5) 日本分類学会 会員, 運営委員
- (6) 日本数学会 会員
- (7) 情報処理学会 会員
- (8) IEEE Computer Society 会員
- (9) IASC (International Association for Statistical Computing) 会員, Member of the Committee on "Computational Statistics and Data Mining for Knowledge Discovery"
- (10) IFCS (International Federation of Classification Societies) Council.
- (11) American Statistical Association 会員
- (12) Elected Member of the International Statistical Institute

査読付き論文／それらに相当する論文・著書等

- (1) 水田 正弘 ビッグデータに対するミニデータアプローチ - 可視化は常に有効か? - 医用画像情報学会雑誌 Vol. 33 No. 1 pp.1-3 (2016).
- (2) 水田正弘:ビッグデータに対する統計学の役割, 日本経営情報学会誌 日本経営情報学会誌 2016 年 6 月号, Vol.36, No.4, pp.12-17 (2016).
- (3) Masahiro Mizuta: Symbolic data analysis for post-big data. DAGStat 2016 4th Joint Statistical Meeting, Göttingen, Statistics under one umbrella (2016).

- (4) Masahiro Mizuta: Post Big data may be Mini data. Proceedings Hokkaido University and Korea University, The 4th Workshop in Statistics, pp.45-46 (2016).
- (5) Yuya Kanazawa, Yuriko Komiya, Hiroyuki Minami and Masahiro Mizuta: Comparison between walking survey and car borne survey of radioactivity in Fukushima Prefecture. Proceedings Hokkaido University and Korea University, The 4th Workshop in Statistics, pp.55-56 (2016).
- (6) Ryo Takagi, Yuriko Komiya, Hiroyuki Minami and Masahiro Mizuta: Assessment in evaluation function for radiation therapy planning. Proceedings Hokkaido University and Korea University, The 4th Workshop in Statistics, pp.59-60 (2016).
- (7) Masahiro Mizuta: Analysis of environmental data with SDA and FDA. 5th German-Japanese Symposium on Classification, University of Ulm, Schloss Reisensburg, Günzburg, Germany (2016).
- (8) Hiroyuki Minami, Masahiro Mizuta: A study on the Analysis of the refused logs by Internet Firewall". 2016 International Conference for JSCS 30th Anniversary in Seattle (2016).
- (9) Hiroaki Iijima, Yoichi M. Ito, Masahiro Mizuta: Two stage variable selection approach to detect Gene×Environment interactions for Genome Wide Association Study (GWAS)". 2016 International Conference for JSCS 30th Anniversary in Seattle (2016).
- (10) Masahiro Mizuta: Mini-data approach to big data with symbolic data analysis. 2016 KSS fall conference, IASC-ARS (2016).

講演・口頭発表等

- (1) 水田正弘: ビッグデータに対する統計的アプローチ「統計カンファレンス 2016」招待講演 (2016).
- (2) 金澤侑哉, 南 弘征, 水田正弘: 受付データ解析による待ち時間の考察. 日本計算機統計学会第 30 回大会 (2016).
- (3) 水田正弘: ビッグデータブームと統計学. 統計数学セミナー (2016).
- (4) Masahiro Mizuta and Hiroyuki Date: Optimization of Dose Fractionation based on Three-dimensional Dose Distribution. Summer School for Medical Physics (2016).
- (5) 水田正弘: ビッグデータを扱うためのミニデータアプローチについて. 2016 年度統計関連学会連合大会講演報告集, 5 (2016).
- (6) 水田正弘: データ解析における超高速グラフ列挙技法および連結成分列挙技法の活用について. 2016 年度統計関連学会連合大会講演報告集, 143 (2016).
- (7) 石岡文生, 栗原考次, 水田正弘: 空間データに対するホットスポット検出法の性質評価について. 2016 年度統計関連学会連合大会講演報告集, 147 (2016).

競争的研究資金獲得状況

- (1) 科学研究費助成事業 (学術研究助成基金助成金)
 - ・ 挑戦的萌芽研究, 「放射線治療法に対する統計科学的アプローチ」, 研究代表者
 - ・ 研究分担者, 他 1 件
- (2) その他の研究費
 - ・ 共同利用公募, 「大規模データに対するミニデータアプローチに関する研究」 (統計数

理研究所), 平成 28 年度, 研究代表者

- ・ 研究分担者 他 2 件

氏 名 高 井 昌 彰 (たかい よしあき)
学 位 工学博士
役 職 教 授 ・ センター長, CIO 補佐役(役員補佐相当職)
メールアドレス takai@iic.hokudai.ac.jp
電話番号 011-706-2969, 011-706-2921
ファクシミリ 011-706-2936
専門分野

コンピュータネットワーク, コンピュータグラフィックス, 仮想現実・拡張現実, コンピュータアーキテクチャ, クラウド基盤技術

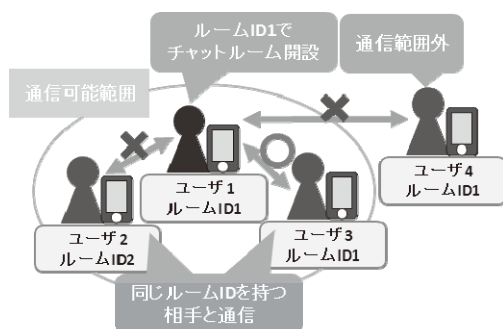
研究概要

先端ネットワーク技術の中核となる高度並列・自律分散パラダイムの観点から, 大規模コンピュータネットワーク, クラウドコンピューティング基盤技術, 並びに, コンピュータグラフィックス・拡張現実応用に関する研究開発を行っている。主なテーマおよび概要を以下に示す。

(1) アドホックネットワークによるライブ情報共有

物理的に限られた近傍内でのライブ情報の共有によるコミュニケーション場の自律形成に着目し, あるユーザから見て一定距離の範囲内に存在する他ユーザとの間でのみ, 直接的な P2P 通信によるリアルタイム情報共有を可能にするチャットアプリ「cappi」を開発している。ライブ情報とは, 近隣店舗の混雑状況や突発的なストリートイベントのように, 地理的空間や時間の局所性によって特徴づけられる情報である。

cappi では, 端末間距離センシング技術の iBeacon を利用して自動的な接続要求通知機能を実現し, アドホックなコミュニケーション場の自律形成を促進すると共に, チャット終了時にはメッセージを自端末から全て消去することで情報の一過性を担保することができる。類似の P2P ベースチャットアプリ FireChat に比べ, 情報を一過性のものとして扱う点や, チャット希望通知の実装及びメッセージ拡散機能に特徴がある。



一定距離範囲内でのライブ情報共有



P2P チャットアプリ cappi の実装

(2) ビジュアライゼーションとコンピュータグラフィックス

情報可視化の目的は、人間による情報の認識と理解を支援することであり、リアルワールドとの融合・統合が重要である。そこで、拡張現実（AR）の応用として、「もの」に紐づけられたメッセージによるコミュニケーションシステムの研究開発を行っている。本システムはスマートフォンやタブレットの位置情報とカメラ撮影画像を用いて、現実世界の様々なオブジェクトにメッセージを紐付け、それらのオブジェクトを場とするコミュニケーションを支援するものである。

このようなネットワークと連携した AR 応用の一つとして、大型書架における AR 図書検索システムの研究開発を行っている。クラウド上のデータベースと連携したタブレットカメラを通して書架を覗くだけで、目的の書籍の位置を視覚的に知ることができる。また、スマートフォンによる画像認識とゲーム AI を連携させた花札初心者支援のためのアプリケーション開発も行っている。スマートフォンのカメラを向けるだけで手札の内容を評価・分析し、AR で可視化することができる。

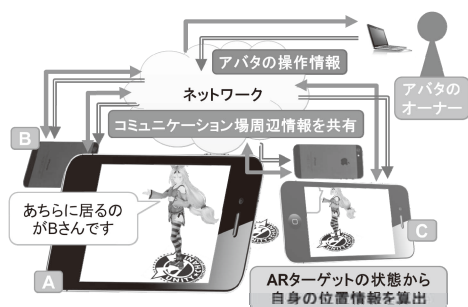


タブレットを使った AR 図書検索



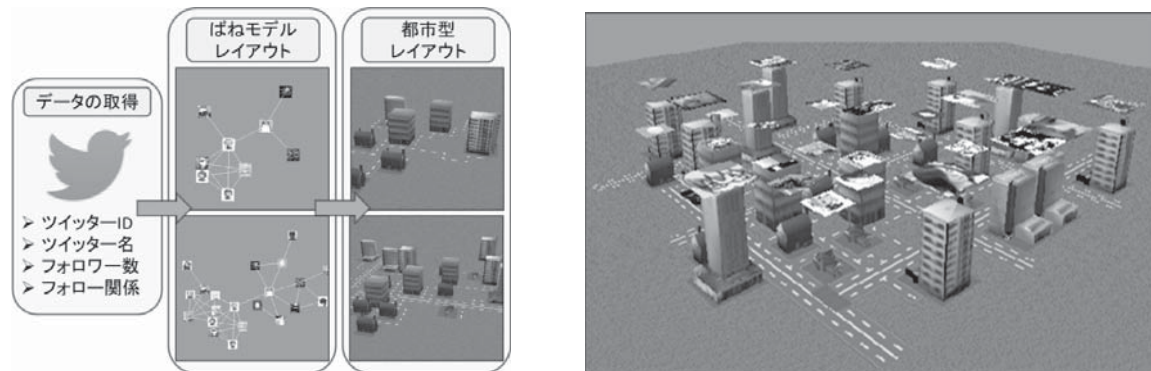
スマートフォンを使った AR 花札アプリ

また、遠隔参加を含むグループコミュニケーションへの AR 応用として、空間的整合性を保持したアバターベースの AR コミュニケーションシステムの開発を行っている。本システムでは、グループのコミュニケーション場に参加する物理的な人々（各ユーザ端末）が AR ターゲットを認識した際に得られる端末の姿勢・位置情報とターゲット周辺の特徴点情報を端末間のネットワーク連携で共有し、これらを各端末から見えるアバター（アバターのオーナーは遠隔参加者）の振る舞いにおける空間的整合性を保った視線・指示方向に反映させる。これにより、その場に参加する人々の物理的な配置や姿勢に対応したアバターの自然な振る舞いを実現することができる。



視点位置情報の共有によるアバターベース AR コミュニケーションシステム

大規模かつ複雑な情報のビジュアライゼーションの取り組みとしては、ツイッターなどの巨大な SNS における複雑なフォロー関係を身近な都市空間の構造にマッピングして、仮想現実の都市空間で SNS の振る舞いを可視化するシステムの研究開発を行っている。ソーシャルグラフのクラスター中心付近が都市空間のメインストリートの交差点として可視化されるため、クラスターの存在や中心となるノード群を視覚的に容易に把握することができる。



仮想都市空間によるソーシャルネットワークの可視化 (TwitterCity)

教育活動

- (1) ネットワークとクラウド (工学部情報エレクトロニクス学科情報理工学コース 2 年)
- (2) メディアコンテンツ工学 (工学部情報エレクトロニクス学科情報理工学コース 3 年)
- (3) 情報理工学演習 I (工学部情報エレクトロニクス学科情報理工学コース 2 年)
- (4) 科学技術英語演習 (工学部情報エレクトロニクス学科情報工学コース)
- (5) 先端ネットワーク特論 (大学院情報科学研究科)
- (6) 情報理工学特別演習 (大学院情報科学研究科)
- (7) 情報理工学特別研究 (大学院情報科学研究科)

学会等活動

- (1) 電子情報通信学会 会員
- (2) 情報処理学会 会員
- (3) IEEE Computer Society 会員

社会貢献

- (1) 文部科学省研究振興局 特定高速電子計算機施設に係る評価委員会委員・主査
- (2) 大学 ICT 推進協議会 (AXIES) 理事
- (3) 大学 ICT 推進協議会 (AXIES) 2016 年度年次大会 HPC 企画セッションオーガナイザー
- (4) 国立情報学研究所学術認証運営委員会 委員
- (5) 国立情報学研究所学術情報ネットワーク運営・連携本部 委員
- (6) 北海道情報公開・個人情報保護審査会 委員・第四部会長
- (7) NPO 法人北海道地域ネットワーク協議会 (NORTH) 理事・副会長
- (8) 北海道地域情報セキュリティ連絡会 会長
- (9) 財団法人画像情報教育振興協会 CG-ARTS 協力委員

査読付き論文／それらに相当する論文・著書等

な し

上記に含まれない論文・記事・著作物等

- (1) 木谷有生誠, 高井昌彰: “情報拡散とコンテンツフィルタリングの機能を有する P2P チャットアプリ”, 情報処理学会研究報告 (コンシューマデバイス&システム), Vol.2017-CDS-18, No.26, pp.1-4 (2017)

講演・口頭発表等

- (1) 高井昌彰: “オープンサイエンスを加速する情報基盤整備の展望”, 第3回北大オープンサイエンスワークショップ, (2017)
- (2) 木谷有生誠, 高井昌彰: “Twitter のフォロー関係に基づいたフィルタリングを行う P2P チャットアプリ”, 第15回情報科学技術フォーラム (FIT2016), M-022, Vol.4, pp.233-234 (2016)
- (3) 岸里正樹, 高井昌彰: “近距離通信を用いた親子端末の連携を鍵とするスマートフォン認証”, 第15回情報科学技術フォーラム (FIT2016), M-023, Vol.4, pp.235-236 (2016)
- (4) 阿部貴大, 高井昌彰, 高井那美: “イラスト画像からの一筆書きアート生成システム”, 第15回情報科学技術フォーラム (FIT2016), I-003, Vol.3, pp.127-128 (2016)
- (5) 佐々木慧, 高井昌彰: “シルエットからタングラム問題を生成するパズル創作システム”, 第15回情報科学技術フォーラム (FIT2016), I-001, Vol.3, pp.123-124 (2016)
- (6) 小林澄都, 高井昌彰: “ブロックスのピース配置戦略を AR 表示する初心者支援システム”, 第15回情報科学技術フォーラム (FIT2016), J-020, Vol.3, pp.315-316 (2016)
- (7) 豊福拓也, 高井昌彰: “マウスポインタをアバタとするグループブラウジングとその応用”, 第15回情報科学技術フォーラム (FIT2016), J-025, Vol.3, pp.325-326 (2016)
- (8) 吉崎翔大, 高井昌彰: “キャラクターフィギュアの表情変化を伴う AR コミュニケーションシステム”, 第15回情報科学技術フォーラム (FIT2016), J-021, Vol.3, pp.317-318 (2016)
- (9) 豊福拓也, 高井昌彰: “マウスポインタをアバタとするグループブラウジングシステム”, 平成28度情報処理学会北海道支部シンポジウム Info-Hokkaido2016, PM-22, pp.243-244 (2016)
- (10) 吉崎翔大, 高井昌彰: “フィギュアの顔表情を変化させる AR コミュニケーション”, 平成28度情報処理学会北海道支部シンポジウム Info-Hokkaido2016, PM-20, pp.235-236 (2016)
- (11) 豊福拓也, 高井昌彰: “マウスポインタアバタによるグループブラウジングとその応用”, 情報処理学会第79回全国大会, 2Y-03, Vol.4, pp.175-176 (2017)
- (12) 吉崎翔大, 高井昌彰: “キャラクターフィギュアに表情変化と発話動作を付加する拡張現実システム”, 情報処理学会第79回全国大会, 7Y-05, Vol.4, pp.263-264 (2017)

競争的研究資金獲得状況

な し

氏 名 小 宮 由 里 子 (こみや ゆりこ)

学 位 工学修士

役 職 助 教

メールアドレス komiya@iic.hokudai.ac.jp

電話番号 011-706-3557

ファクシミリ 011-706-3557

専門分野

統計科学, 最適化理論

研究概要

データ解析における理論構築および手法の開発。実際事例に対する応用。

教育活動

- (1) 情報工学ゼミナール (工学部情報エレクトロニクス学科)
- (2) 情報理工学特別演習 (大学院情報科学研究科)

学会等活動

- (1) 情報処理学会 会員
- (2) 日本計算機統計学会 会員

社会貢献活動

な し

査読付き論文／それらに相当する論文・著書等

な し

上記に含まれない論文・記事・著作物等

な し

講演・口頭発表等

- (1) Yuya Kanazawa, Yuriko Komiya, Hiroyuki Minami, Masahiro Mizuta, Comparison between walking survey and car borne survey of radioactivity in Fukushima Prefecture, Hokkaido University and Korea University 4th Workshop in Statistics (2016).
- (2) Ryo Takagi, Yuriko Komiya, Hiroyuki Minami, Masahiro Mizuta, Assessment in evaluation functions for radiation therapy planning, Hokkaido University and Korea University 4th Workshop in Statistics (2016).

競争的研究資金獲得状況

- (1) 科学研究費補助金

な し

- (2) その他の研究費

な し

3. 3 デジタルコンテンツ研究部門

3. 3. 1 研究部門の概要

平成 28 年度は、コンテンツの流通・蓄積・処理・発信の基盤となるアカデミッククラウドシステムおよびそれらの連携によるインタークラウドシステムに関する研究開発を推進した。また、教育の分野で制作・活用されるデジタルコンテンツに求められる機能について、主として多文化・多言語主義の観点から検証を行った。

- (1) 全国規模でのコンテンツの流通・蓄積・処理・発信を促し、多岐にわたる研究プロジェクトを支援するため、北海道大学アカデミッククラウドを核として、全国の大学クラウドを連携させたインタークラウドシステムの実現および活用に向けた研究開発を推進した。
- (2) 大学間のデジタルコンテンツ共同利用を視野に入れた研究プロジェクトに主体的に参加している。特に外国語教育のためのサイバー環境における教材の共同開発を推進する国立七大学外国語サイバー・ユニバーシティ・プロジェクトに参加している。同プロジェクトの成果物は本学を含め、複数の大学で授業に用いられている。
- (3) ウェブベースの学習にふさわしい、デジタルコンテンツの開発方法と効率的運用に関する研究として、外国語教育センターと連携しながら、外国語教育のためのデジタルコンテンツの開発を推進した。
- (4) 原子核反応の研究において得られる結果は、原子核物理学の理解にとって必要不可欠な知見であるとともに、宇宙における元素生成や原子炉、放射線医療や核医学検査のための基礎データコンテンツでもある。コンピュータを用いた数値シミュレーションにより原子核反応の研究を行うとともに、得られた結果を用いた基礎科学データの評価コンテンツとしての研究を行った。また、升井洋志氏（北見工業大）、谷口億字氏（日本医療科学大）、木村真明氏（北大）、千葉陽平氏（北大）とともに、北海道大学情報基盤センター共同研究「大規模並列計算による原子核クラスターの構造解析と反応シミュレーション」を行った。

今後の計画としては、以下のような研究活動を推進することを考えている。

- (1) スーパーコンピュータとの連携も含めた、全国規模での「ハイパフォーマンスイタークラウド」の実用化に向けた研究開発を推進する。
- (2) アカデミッククラウドを活用したデジタルコンテンツやビッグデータの流通・蓄積・処理・発信に関する研究開発を推進する。
- (3) これまで実施してきた研究開発、編集システムの活用を一層推進し、成果として公開できるコンテンツを増やす。
- (4) 大学全体の情報戦略の観点から、学術情報のコンテンツ化をどのように進めるか、という領域の研究を行う。
- (5) コンテンツホルダーである各教員との意見交換会を実施する。
- (6) 教育・科学の分野で制作・活用されるデジタルコンテンツに関わる共同研究を、本センターの萌芽型共同研究等を通じて推進する。

3. 3. 2 教員の研究内容, 研究業績一覧, 教育・社会貢献一覧

氏 名 田 邊 鉄 (たなべ てつ)

学 位 文学修士

役 職 准教授

メールアドレス ttanabe@iic.hokudai.ac.jp

電話番号 011-706-3226

ファクシミリ 011-706-3226

専門分野

情報文化, 教育工学, 外国語教育, メディア表現

研究概要

東洋学（一部は人文科学一般）について、ICT を活用した学術研究基盤・教育基盤の構築にかかる諸問題を研究している。本年度は前年度に引き続き、外国語教育／学習サイトの評価指標の策定と評価の実施、クリエイティブコモンズライセンスによる言語教材共有、中国語文法の自律的な習得を可能にする学習プログラムと支援ツールの開発、電子教科書と著作権にかかる諸相等について研究を行った。

学習サイトの評価指標の研究では、本年度から障害者差別解消法が施行されたことを受け、JISx8341-3（ウェブサイトのアクセシビリティ）を研究内容に含めることとし、同規格への公共機関の対応状況や、東アジア諸国の WCAG 2.0 対応状況などについて基礎的な調査を行った。その中で、災害時などにスマホなどの ICT 機器が役に立った反面、機器を使えない人々が情報から取り残されるケースが多いことがわかった。これは、障害者だけでなく日本語のアナウンスを完全には理解できない外国人の問題でもある。今後、多言語サイトの内容保障のためのタグセット開発、現行 HTML の多言語化を促進するための方策などについても検討していきたい。

主な研究内容は以下の通り。

- (1) 人文学学術情報基盤の構築にかかる研究を、引き続き漢字文献情報処理研究会との共同研究として行った。本年度はこれまで取り組んできた「学術情報と著作権」「ICT 活用に焦点をあてた初年次教育」「中国学ネット情報の初心者向けレファレンス開発」などのテーマを総括し、研究論集を発刊した。田邊は、CLIL（コンテンツ-言語統合学習）の適用範囲を拡張するプランについての論文を担当した。
- (2) 前年度に引き続き、EPUB 等を用いたシンプルな教材と、複数の教材を組み合わせる活用する授業を開発した。
- (3) 複雑な言語状況にある東アジア地域を対象とする学術研究を実施する上で、必要な情報スキルを、大学・大学院のカリキュラム内で、無理なく身につける方法について引き続き検討した。関西大学・二階堂善弘教授、慶應大学・千田大介教授、花園大学・師茂樹教授らとの共同研究。
- (4) ウェブアクセシビリティについて、主として多言語サイトにおける内容保障の観点から、検討を行った。慶應大学・千田大介教授、花園大学・師茂樹教授らとの共同研究。
- (5) 言語教育における ICT 活用について検討し、前年度に引き続きテストと評価について研究を行った。京都大学・大木充教授、西山教行教授、メディアコミュニケーション研

究院・長野督教授との共同研究。開発教材は CALL 授業で用いられている。

教育活動

- (1) 中国語 I・II (全学教育)
- (2) 国際広報メディア学入門 (全学教育)
- (3) メディア文化概論 (大学院国際広報メディア・観光学院)
- (4) マルチメディア環境論 (大学院国際広報メディア・観光学院)
- (5) マルチメディア文化社会論 (大学院国際広報メディア・観光学院)
- (6) マルチメディア論 I・II (札幌大谷大学 非常勤講師)
- (7) 初歩からのパソコン (放送大学 非常勤講師)

学会等活動

- (1) e-Learning 教育学会 事務局長
- (2) 中国語教育学会 会員・デジタルリソース委員長
- (3) 情報文化学会 会員
- (4) 外国語教育メディア学会 会員
- (5) CIEC コンピュータ利用教育学会 会員, 外国語教育研究部会幹事
- (6) 教育工学会 会員
- (7) 中国語学会 会員
- (8) 日本中国語 CAI 研究会 代表幹事
- (9) 漢字文献情報処理研究会 幹事

社会貢献活動

なし

査読付論文／それらに相当する論文・著書等

- (1) 田邊鉄『語学授業 TA 用研修教材のナビゲーション』, 教育工学会論集, 2016 年 9 月, pp377-378

上記に含まれない論文・記事・著作物等

なし

講演・口頭発表等

- (1) 田邊鉄「TA と ICT を活用したアクティブラーニングのこころみ～初級中国語 CALL 授業における実践」, 2016 年 5 月 29 日, CIEC 外国語教育研究部会第 9 回学習会
- (2) 田邊鉄「語学授業 TA 用研修教材のナビゲーション」, 教育工学会第 32 回全国大会, 2016 年 9 月 17 日

その他の研究活動

なし

競争的研究資金獲得状況

- (1) 科学研究費補助金
 - ・基盤研究(B), 「情報時代における中国学研究・教育オープンプラットフォームの構築」
 - 平成 28 年度～32 年度, 研究分担者
- (2) その他の研究費

なし

氏 名 平 林 義 治 (ひらばやし よしはる)

学 位 博士 (理学)

役 職 准教授

メールアドレス hirabay@iic.hokudai.ac.jp

電話番号 011-706-3545

専門分野

原子核物理, 評価基礎科学データコンテンツ, 教育コンテンツ

研究概要

原子核反応の研究において得られる結果は, 原子核物理学の理解にとって必要不可欠な知見であるとともに, 宇宙における元素生成や原子炉, 放射線医療や核医学検査のための基礎データコンテンツでもある。コンピュータを用いた数値シミュレーションにより原子核反応の研究を行うとともに, 得られた結果を用いた基礎科学データの評価コンテンツとしての研究を行った。

- (1) 原子核散乱において特徴的に現れる核虹現象は, 原子核間相互作用の内部領域での振る舞いを明らかにする鍵となる現象である。その観測データを微視的原子核反応理論に基づく数値シミュレーションにより分析・評価を行った。
- (2) s クォークを持つハイペロンを含む原子核 (ストレンジネス原子核) の生成反応について, J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex ; 大強度陽子加速器施設)において生産される観測データを, 原子核構造・反応理論に基づく数値シミュレーションにより分析・評価を行った。
- (3) 升井洋志氏 (北見工業大), 谷口億字氏 (日本医療科学大), 木村真明氏 (北大), 千葉陽平氏 (北大) とともに, 北海道大学情報基盤センター共同研究「大規模並列計算による原子核クラスターの構造解析と反応シミュレーション」を行った。
- (4) 基礎科学, および, 応用の分野で広く利用できる原子核反応データコンテンツとして, 陽子, 中性子, アルファ粒子入射による原子核反応断面積の反応理論計算に基づく核反応データベース構築を進めた。

教育活動

- (1) 情報学 I (全学教育) 2 コマ (文系, 理系各 1)
- (2) プログラミング入門ーRuby で誰でもプログラミング (全学教育)
- (3) 情報学教育特論 (大学院共通科目)

学会等活動

- (1) 日本物理学会 会員
- (2) e-Learning 教育学会 会員

査読付き論文／それらに相当する論文・著書等

- (1) Evidence for a dynamically refracted primary bow in weakly bound ${}^9\text{Be}$ rainbow scattering from ${}^{16}\text{O}$, S. Ohkubo and Y. Hirabayashi, Physical Review C 94, 034601(2016) 034601-1 -- 034601-5
- (2) Low energy scattering cross sections for $n + {}^6,7\text{Li}$ reactions using the continuum-discretized coupled-channels method, D. Ichinkhorlor, M. Aikawa, S. Chiba, Y. Hirabayashi, and K. Kato,

Physical Review C 93, 064612(2016) 064612-1 -- 064612-7

講演・口頭発表等

- (1) 原田 融, 平林義治, " ${}^6\text{Li}(\pi^-, \text{K}^+)$ 反応による中性子過剰ハイパー核 ${}^6_\Lambda\text{H}$ の生成", 日本物理学会 2017 年 72 回次大会, 18pH21-5, 大阪大学豊中キャンパス, 2017 年 3 月

競争的研究資金獲得状況

- (1) 科学研究費補助金

・基盤研究(C), 「中性子過剰ハイパー核の生成・崩壊スペクトルとチャネル結合」, 代表者 大阪電気通信大学 原田 融, 平成28年度～平成30年度, 研究分担者

3. 4 メディア教育研究部門

3. 4. 1 研究部門の概要

情報教育の高度化，教育のオープン化，情報メディアを活用した教育，教育学習支援システム，および情報ネットワークを活用したコミュニケーション能力育成に関する研究等，広く教育の情報化・オープン化に関する研究を行っている。また，大学院理学院の教育研究にも関わっている。全学教育の情報教育の科目責任者を出し，大学院共通授業「情報学教育特論」を開講し，責任部局の工学部と協力して，全学教育の情報教育を企画し，高度化を推進している。また，北海道大学オープンエデュケーションセンターに関わり，教育のオープン化に係る研究も行っている。平成 28 年度は，本学の大学間学術研究交流協定の下，中国東北師範大学・韓国高麗大学校との研究交流を行い，教育の情報化及び情報教育に関する研究を推進した。平成 28 年度の本研究部門は，教授 1，准教授 1，助教 1 から構成される。

3. 4. 2 教員の研究内容，研究業績一覧，教育・社会貢献一覧

氏 名 布 施 泉（ふせ いずみ）

学 位 博士（理学）

役 職 教 授

メールアドレス ifuse@iic.hokudai.ac.jp

電話番号 011-706-3556

ファクシミリ 011-706-3556

専門分野

情報教育，教育工学

研究概要

(1) 情報教育の高度化と国際化

高等教育における一般情報教育について，学習手法・教材開発・学習評価のあり方のほか，初等中等教育からの接続，国際化等の観点から実践的かつ総合的に研究を行っている。

約 2600 名の入学生が必修で履修する全学教育の情報学の科目担当責任者として，全学教育の情報教育の企画にあたりとともに，約 140 グループ（各グループ 20 名程度所属）を統括し，実効的な授業実施にあたっている。TA の指導力育成をめざす大学院共通授業「情報学教育特論」を開講し，大学における一般情報教育についての改善についての実践的研究を進めている。授業では，情報倫理や協調的学習を柱として取り入れ，反転授業を用いた授業構成を行うなど，先進的な試みを続けている。更に，韓国高麗大学と中国東北師範大学と連携して，一般情報教育についての国際的な共同研究を推進している。

これらの研究は，情報処理学会（一般情報教育委員会委員），教育システム情報学会（理事・情報教育委員会委員），日本情報科教育学会（理事・副会長），大学 ICT 推進協議会（情報教育部会副査）等，学協会の関連部署での議論を踏まえ行っている。

(2) 情報倫理教育用教材の開発と活用に関する研究

大学 ICT 推進協議会が制作・企画した情報倫理ビデオ教材のタスクフォース(TF)で主体的に関わり、2015 年度から TF 代表として活動している。2016 年度は、情報倫理デジタルビデオ小品集 6 を開発した。個人情報やプライバシー、SNS 等の情報社会のコミュニケーションをテーマにしている。また、留学生を含む広い対象者に本教材を活用するための英語版の教材開発を試行している。また、後述する漫画家および漫画に関する研究者と合同で、漫画教材の開発に取り組んでいる。

(3) 情報科学の理解促進のための教材開発と教育実践に関する研究

大学の一般情報教育における情報科学の学習に関する教授・学習過程を効果的に推進することを目的に、コンピュータを使わないアンプラグドの実践、JavaScript を用いた音声教材の開発など、各種教材開発と教育実践を行っている。これらの研究の一部は、科学研究費挑戦的萌芽研究（研究代表者 布施泉）の支援により、研究を進めている。

(4) 初学者を対象としたプログラミング学習環境の開発と教育実践に関する研究

大学の一般情報教育におけるプログラミング学習環境の開発、及び教育実践を行っている。Moodle 上で、相互評価を行うことのできる初学者用の学習環境を構築した。本研究は、大学 ICT 推進協議会で報告したところ、最優秀論文賞を受賞した。対象となるプログラミング言語の拡張、ログ履歴の保持など、引き続き、よりよい学習環境にむけて改善を行っている。

(5) 漫画を用いた思考法・発想法ならびに創作性を主体とした著作権教育に関する研究

日本漫画家協会理事の京都芸術大学名誉教授・牧野圭一氏らと共同で、漫画を用いた思考法・発想法に関する研究を行っている。一齣漫画・四齣漫画を用い、自己と他者の考え方の違いや多様性を実践的に理解し、その意味について内省する中で、新たな思考や発想を得るための学習手法について研究を進めている。また、漫画の理解を学習者の意識調査として活用する手法についても研究を進めている。

学習者に二次的著作物や編集著作物を創作させ、その創作の中に含まれる原作者の権利を適切に理解することによる著作権教育を行っている。本研究は、科学研究費基盤研究（B）（研究代表者 布施泉）の支援を受けて研究を推進している。

教育活動

- (1) 情報学 I（全学教育）1 コマ（文系）
- (2) 情報学 II（全学教育）2 コマ（文系&理系・文系混合）
- (3) 一般教育演習（一コマから広がる漫画の世界・全学教育）
- (4) 総合教育科目（誰でもプログラミング・全学教育）
- (5) 情報学教育特論（大学院共通科目）

学会等活動

- (1) 教育システム情報学会 会員，理事，国際交流委員会副委員長（担当理事），企画委員会委員，学会誌編集委員会委員，研究会委員会委員，人材育成委員会委員
- (2) 情報処理学会 会員，一般情報教育委員会委員
- (3) 日本情報科教育学会 会員，理事・副会長
- (4) 日本教育工学会 会員

- (5) 大学 ICT 推進協議会 情報教育部会 副査
- (6) CIEC 会員
- (7) 日本物理学会 会員

査読付き論文／それらに相当する論文・著書等

- (1) 布施 泉, 岡部成玄, 中原敬広, 牧野圭一, “著作物のメタ情報を保持し継承する創作エディタの開発”, 教育システム情報学会誌, vol.34, pp.54-pp.59, 2017.
<http://doi.org/10.14926/jsise.34.54>
- (2) 布施 泉, 岡部成玄, 高瀬敏樹, 井戸坂幸男, 牧野圭一, “漫画による情報倫理・情報モラルの意識調査手法の提案とその有効性”, 日本情報科教育学会誌, vol.9, pp.19-pp.29, 2017.
- (3) Benjamin Luke Evans, Izumi Fuse, Nagisa Munekata, Tetsuo Ono, “Deployment of an Interactive JavaScript Application to Aid in the Understanding of the Digitalization of Sound”. The Journal of Information and Systems in Education, vol.15, No.1, pp.42-pp.47, 2016.
<http://doi.org/10.12937/ejsise.15.42>
- (4) 曾我聡起, 中原敬広, 川名典人, 布施 泉, 中村泰之, “ボトムアップから始めるデジタル教科書を用いた授業の実践と提案”, コンピュータ&エデュケーション, vol.41, pp.14-pp.21, 2016.
- (5) 布施 泉, 岡部成玄, 辰己丈夫, 上田 浩, 上原哲太郎, 中西通雄, 多川孝央, 村田育也, 和田智仁, “情報倫理デジタルビデオ小品集 6”, 大学 ICT 推進協議会, DVD 教材, 2016.
- (6) 布施 泉, 岡部成玄, 中原敬広, 牧野圭一, 素材を用いた編集著作物の生成による著作権学習システム, 情報処理学会 情報教育シンポジウム, pp.141-pp.145, 2016.
- (7) Anju Kawamoto, Yasuhiro Hayashi, Izumi Fuse, and Yasushi Kiyoki: “A Collage Image Creation & ‘Kanisei’ Analysis System by Combining Multiple Images”, The International Journal of Multimedia & Its Applications, February 2017, Volume 9, Number 1, pp11-19, AIRCC Publishing Corp, 2017 年 1 月.

上記に含まれない論文・記事・著作物等

- (1) 布施 泉, 岡部成玄, 中原敬広, 牧野圭一, 創作エディタによる進化型著作権学習環境の構築, 日本情報科教育学会第 9 回講演論文集, pp.145, 2016.
- (2) 布施 泉, Sunaba によるプログラミング教育の実践, 日本情報科教育学会第 9 回講演論文集, pp.115-pp.116, 2016.
- (3) 布施 泉, 岡部成玄, 中原敬広, 牧野圭一, 福笑いキャラクターの生成による著作権教育, 教育システム情報学会研究報告, vol31, no2, pp.7-pp.8, 2016.
- (4) 布施 泉, 岡部成玄, 大学の一般情報教育の中でのプログラミング教育の実践, 2016PC カンファレンス論文集, p257-p260, 2016.
- (5) 曾我聡起, 中原敬広, 中村泰之, 布施 泉, 川名典人, インタラクティブなデジタル教科書用素材共有・作成支援システムの利用, 2016PC カンファレンス論文集, pp.97-pp.98, 2016.
- (6) 中村泰之, 布施 泉, 中原敬広, 川名典人, 曾我聡起, LMS 連携型デジタル教科書を用いた実践授業の評価, 日本デジタル教科書学会 2016 年度年次大会, pp.99-pp.100, 2016.
- (7) 布施泉, 岡部成玄, 大学入学時における情報のスキルと知識の経年変化, 第 41 回教育シス

テム情報学会全国大会論文集, pp.65-pp.66, 2016.

- (8) エバンズ ベンジャミン ルカ, 布施 泉, 棟方 渚, 小野哲雄, 音のデジタル化の概念理解を促進する教材による学習効果—JavaScript を用いた教材開発とその効果的利用—, 第41回教育システム情報学会全国大会論文集, pp.267-pp.268, 2016.
- (9) 布施 泉, 中原敬広, 岡部成玄, 授業での利用を前提とした初学者用プログラミング学習環境の開発—Ruby 言語の Moodle 環境での学習支援—, 大学 ICT 推進協議会年次大会, FE22, 2016.
- (10) 布施 泉, 岡部成玄, 中西通雄, 大学初年次の一般情報教育における CPU シミュレータ用いたプログラム作成によるコンピュータ動作の教育, 高等教育ジャーナル 24, pp.97-pp.105, 2017. (査読付き報告)
- (11) 川元杏珠, 林 康弘, 布施 泉, 清木 康, コラージュ画像を対象とした印象計量・共感を実現する分析環境構築, 教育システム情報学 2016 年度学生研究発表会, A09, 2017.
- (12) JunYeong Hwang, Izumi FUSE, JaMee Kim, Analysis on Relationship of Knowledge and Utilization of Unplugged of Elementary School Teachers, The 1st International conference on Interdisciplinary research on Computer Science, Psychology, and Education (ICICPE' 2017) ISSN 2508-7436, pp48-pp.49, 2017. <http://icicpe.org/>

講演・口頭発表等

- (1) 創作エディタによる進化型著作権学習環境の構築, 日本情報科教育学会, 2016 年 6 月 25 日, 刈谷市産業振興センター (刈谷市)
- (2) Sunaba によるプログラミング教育の実践, 日本情報科教育学会, 2016 年 6 月 26 日, 刈谷市産業振興センター (刈谷市)
- (3) 福笑いキャラクタの生成による著作権教育, 教育システム情報学会第2回研究会, 2016 年 7 月 9 日, 千歳科学技術大学 (千歳市)
- (4) 大学の一般情報教育の中でのプログラミング教育の実践, 2016PC カンファレンス, 2016 年 8 月 12 日, 大阪大学 (豊中市)
- (5) 大学入学時における情報のスキルと知識の経年変化, 第41回教育システム情報学会全国大会, 2016 年 8 月 29 日, 帝京大学 (宇都宮市)
- (6) 授業での利用を前提とした初学者用プログラミング学習環境の開発 — Ruby 言語の Moodle 環境での学習支援 —, 大学 ICT 推進協議会年次大会, 2016 年 12 月 16 日, 国立京都国際会館 (京都市)
- (7) 企画セッション「情報倫理ビデオ・新作活用ワークショップ」, 大学 ICT 推進協議会年次大会, 2016 年 12 月 16 日, 国立京都国際会館 (京都市)
- (8) 初学者を対象とした授業用プログラミング学習環境の構築, 2017 年 3 月 18 日, 北九州市立大学 (北九州市)

競争的研究資金獲得状況

- (1) 科学研究費補助金
 - ・基盤研究(B), 「進化型著作権学習環境の開発と評価—創作者コモンズによる人材育成—」平成 27 年度～平成 30 年度, 研究代表者

- ・挑戦的萌芽研究,「教育用タンジブル機器の開発と実践による大学一般教育に適した情報科学学習手法の研究」平成 28 年度～平成 29 年度, 研究代表者
- ・基盤研究(B),「情報科学の基礎概念理解向け“万人のための情報学”指向な IoT 学習パッケージの開発」平成 28 年度～平成 32 年度, 研究分担者
- ・基盤研究(C),「格差を前提としたケアの倫理による情報倫理の発達段階の評価指標の策定と評価」平成 28 年度～平成 30 年度, 研究分担者

(2) その他の研究費

なし

氏 名 重 田 勝 介 (しげた かつすけ)

学 位 博士 (人間科学)

役 職 准教授

メールアドレス shige@iic.hokudai.ac.jp

電話番号 011-706-4596

専門分野

教育工学, オープンエデュケーション

研究概要

(1) 初等中等教育および高等教育における教育工学の実践研究

初等中等教育および高等教育をフィールドとして, 教育工学を基礎とした実践研究を実施した。初等中等教育においては, 中学校の総合的な学習の時間に一人一台の iPad やアクティブラーニングを導入したカリキュラムの開発と評価を実施した。埼玉県私立西武台新座中学校の協力を仰ぎ, 東京大学の中澤明子助教, 福山佑樹助教らとともに共同研究を推進した。

加えて, 理学院自然史科学専攻科学コミュニケーション講座科学教育研究室にて大学院生の指導にあたった。

(2) 教育のオープン化 (オープンエデュケーション) に関する研究

オープンエデュケーションとは, 教育をオープンにすることで, 学習機会を促進する活動である。オープンエデュケーションに関わる活動は, 教育に用いるツールやビデオ講義など教材の共有, 開かれた学習グループの運営や学習を評価するツールの共同利用などが含まれる。このようなオープンエデュケーションや MOOC の活動に関する調査分析や実践研究を実施し, 論文や講演等で成果発表を行った。

教育活動

(1) 情報学 I (全学教育前期), 2 コマ

(2) 一般教育演習「大学生のための情報社会入門」1 コマ

(3) 理学院自然史科学専攻科学コミュニケーション講座における大学院生の指導

学会等活動

(1) 日本教育工学会 会員, SIG 委員会委員, SIG-05 副代表

(2) 教育システム情報学会 会員

- (3) 科学教育学会 会員
- (4) CIEC 理事
- (5) 大学 ICT 推進協議会 (AXIES) ICT 利活用調査部会 主査

社会貢献活動

北海道教育庁 研究開発学校運営指導委員

査読付き論文／それらに相当する論文・著書等

- (1) Toru FUJIMOTO, Katsusuke SHIGETA, Yuki FUKUYAMA(2016) The Research Trends in Game-Based Learning and Open Education. Educational technology research. Vol. 39 (2016) No. 1 p. 15-23
- (2) 重田勝介 (2016) 大学の ICT 利活用の現状―調査結果から. IDE 現代の高等教育 (寄稿)

上記に含まれない論文・記事・著作物等

- (1) 大学 ICT 推進協議会 (AXIES) ICT 利活用調査部会 (2016) 高等教育機関における ICT 利活用に関する調査研究 調査報告書 <https://axies.jp/ja/ict/2015>
- (2) Katsusuke Shigeta, Tomohiro Nagashima (2016) Envisioning the Future of Open Education: A Perspective from the Non-English-Speaking World
<http://www.futuoer.org/envisioning-the-future-of-open-education-a-perspective-from-the-non-english-speaking-world/>
- (3) 日本教育工学会 SIG-05 ゲーム学習・オープンエデュケーション SIG レポート 2016
<https://t.co/Od5kxV6Biv>

講演・口頭発表等

- (1) Norman Bier, Una Daly, Cable Green, David Kernohan, Brandon Muramatsu, Hal Plotkin, Katsusuke Shigeta, Kim Thanos, Willem van Valkenburg, Martin Weller (2016) FutuOER: Designing the Next Generation of Open Education. Open Education Conference 2016
- (2) Katsusuke Shigeta (2016) The Impacts of Open Education for Higher Education -OE Strategy at Hokkaido University. IFET 2016
- (3) Insook Lee, Eunbae Lee, Katsusuke Shigeta, Cheolil Lim, Lucy Green (2016) Critical Issues for Success in Open, Smart, and Social Learning Environments. ICET 2016
- (4) Takashi Matsuda, Yuki Watanabe, Satoshi Kato, Katsusuke Shigeta (2016) Providing What Students Need to Know: A Student Dashboard System. 2016 AIR Forum
- (5) Katsusuke Shigeta et al. (2016) Open Education Strategy at Universities in Hokkaido Region utilizing OER. Open Education Global 2016
- (6) 重田勝介, 永嶋知紘 (2016) 大学教育における ICT の効果的な活用～e ラーニングを活用した学修支援を踏まえて. 千葉大学 ALC セミナー, 千葉大学. 2016 年 7 月 26 日
- (7) 重田勝介 (2016) オープンコースウェアのこれから ～教育のオープン化普及におけるオープンコンテンツの役割. e ラーニングアワード 2016, ソラシティカンファレンスセンター, 2016 年 10 月 28 日
- (8) Katsusuke Shigeta (2016) Flipped Learning at HU -From the experiences at the Center for Open Education-. 北海道大学・ソウル大学シンポジウム, 北海道大学, 2016 年 11 月 25 日

競争的研究資金獲得状況

(1) 科学研究費補助金

- ・基盤研究(B), 「MOOC で得られる学習履歴データを活用した教材・教育改善手法の開発と評価」, 平成 27 年度～平成 30 年度, 研究代表者
- ・基盤研究(B), 「学生のアカデミックな意思決定を支援する教学 IR 情報提示システムの開発と評価」, 研究代表者: 島根大学 松田岳士, 平成 28 年度～平成 30 年度, 研究分担者
- ・挑戦的萌芽研究, 「教育データ匿名化ツールの開発」, 研究代表者: 関西学院大学 武田俊之, 平成 28 年度～平成 29 年度, 研究分担者

氏 名 山 本 裕 一 (やまもと ゆういち)

学 位 理学博士

役 職 助 教

メールアドレス sierra@iic.hokudai.ac.jp

電話番号 011-706-3599

ファクシミリ 011-706-3599

専門分野

情報教育

研究概要

(1) 院内学級のための国際理解教育ネットワーク創生に関する研究

情報メディアとネットワークが最も威力を発揮できるのは、行動を制限された学生達に対する教育である。しかし、その恩恵から最も遠いのが院内学級の子供達である。そこで、情報メディアとネットワークについての研究が進んでいる大学の教育現場から支援を行い、高度情報化の恩恵を広めたいと考えている。院内学級の子供達に広い世界への掛け橋を提供するために、国際理解教育のための支援ツールを作り、院内学級の「国際理解教育」に新しい方法を提案している。またテレビ会議システムを用いて院内学級と国内外の教育機関・科学施設等を結び隔協調学習を進めている。

(2) マルチメディアとインターネットを利用した遠隔教育

情報メディア・ネットワークの革命的な進展に伴い、多様な情報メディア、高速ネットワークを利用した遠隔教育に対して興味を抱いている。特に、外国語リテラシーと情報リテラシーの融合を図り、さらに効果的に遠隔教育を用いたグローバル・コミュニケーション能力を育成する教育・研究は重要な課題であるとする。同期性を利用した言語活動を展開するシステムの開発に参加し、現在ではさらに発展し、国際高速回線（ギガビット・ネットワーク）を通じて、北大とアジア、北米等の大学との間で多国間遠隔協調学習の実験授業を行っている。

教育活動

(1) 一般教育演習（Ruby でプログラミング・全学教育）

(2) 研究開発学生担当 — 「情報学」を終えた学生で計算機やプログラミングに興味を持つ学

生がセンターの機器を利用して自主的に研究を行うプログラムであるが、そこにおいて研究活動の指導，研究発表，ミーティング等を担当

査読付き論文／それらに相当する論文・著書等

- (1) 山本裕一，黄松 愛，佐藤 修，小柳千佳子，霜村耕一，伊藤かおり，濱田 和，佐藤聖子，西牧謙吾「院内学級におけるテレビ会議システムを用いた日中異文化交流授業」，『教育システム情報学会第 41 回全国大会講演論文集（H5-4）』，1-2（2016）
- (2) 山本裕一，黄松 愛，佐藤 修，小柳千佳子，霜村耕一，伊藤かおり，濱田 和，佐藤聖子，西牧謙吾「院内学級における日中異文化理解授業 - 複数の学級を結んで-」，大学 ICT 推進協議会 2016 年度年次大会論文集（WC13）』，1-2（2016）

講演・口頭発表等

- (1) 山本裕一「院内学級におけるテレビ会議システムを用いた日中異文化交流授業」，教育システム情報学会第 41 回全国大会 帝京大学 2016 年 8 月 31 日）
- (2) 山本裕一「院内学級における日中異文化理解授業 - 複数の学級を結んで - 」，大学 ICT 推進協議会 2016 年度年次大会，京都市国立京都国際会館 2016 年 12 月 14 日）

競争的研究資金獲得状況

- (1) 科学研究費補助金
な し
- (2) その他の研究費
な し

情報基盤センターデータベース開発課題

- (1) 暦情報，日食・月食・星食情報，位置情報，草木情報，宇和島藩研究資料データベース代表者

3. 5 システムデザイン研究部門

3. 5. 1 研究部門の概要

当研究部門はクラウドコンピューティングやシステム設計最適化など情報システムの設計に関する研究を行うことを目的とし平成 27 年度より設置され、アカデミッククラウドの設計及びインタークラウドの実用化に向けた研究開発、システム設計最適化及び最適化アルゴリズム、大規模データ処理と OS コンテナ連携に関する研究を推進している。

今年度における主な研究成果は以下のとおりである。

- (1) JST CREST「ビッグデータ統合利活用のための次世代基盤技術の創出・体系化」領域採択課題「インタークラウドを活用したアプリケーション中心型オーバーレイクラウド技術に関する研究」（研究代表者：国立情報学研究所 合田憲人 教授）において、「最適資源選択技術に関する研究」（主たる共同研究者：棟朝雅晴）を担当し、インタークラウド環境においてビッグデータ処理アプリケーションを広域展開するために必要となる、最適資源割当に関する研究を推進している。
- (2) ビッグデータ処理フレームワーク Apache Hadoop や Web 3 層システムを対象とした多目的最適化フレームワークを実現し、性能、コストなど複数の目的関数の観点からパレート最適解集合を導出するためのモデル化および最適化を実施した。そのために必要となる多数の目的関数を考慮した多目的進化計算アルゴリズムの開発をすすめた。
- (3) エッジサーバを含むインタークラウドシステム上に、大規模分散アプリケーションを最適配備するためのモデル化を行い、冬道道路安全情報サービスを想定し、その有効性について検証した。
- (4) 大規模データ処理基盤 Hadoop と Docker などの OS コンテナを連携させて活用する研究を実施した。Hadoop が提供する多数の複雑な性能パラメータに対する最適化を容易にするために、性能パラメータの値を変えて、繰り返し検証する Docker ベースの性能検証フレームワークに関する研究や、性能障害を OS コンテナで意図的に注入し、Hadoop スケジューラの堅牢性を確認するフレームワークに関する研究を実施した。

3. 5. 2 教員の研究内容， 研究業績一覧， 教育・社会貢献一覧

氏 名 棟 朝 雅 晴 （むねとも まさはる）

学 位 博士（工学）

役 職 教授・副センター長

メールアドレス munetomo@iic.hokudai.ac.jp

電話番号 011-706-3759

ファクシミリ 011-706-3759

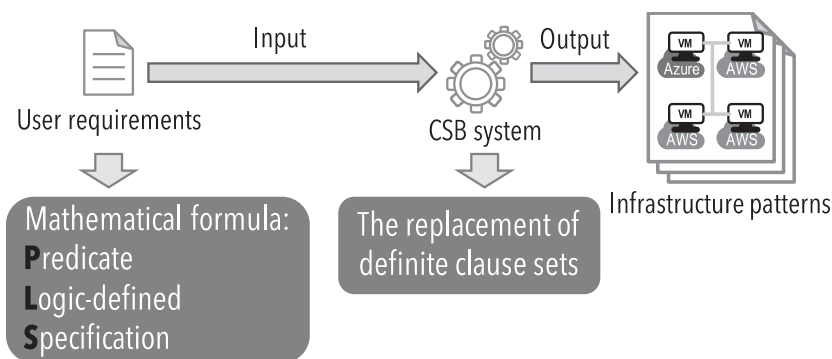
専門分野

クラウドコンピューティング，分散処理，進化計算，最適化，情報システム設計

研究概要

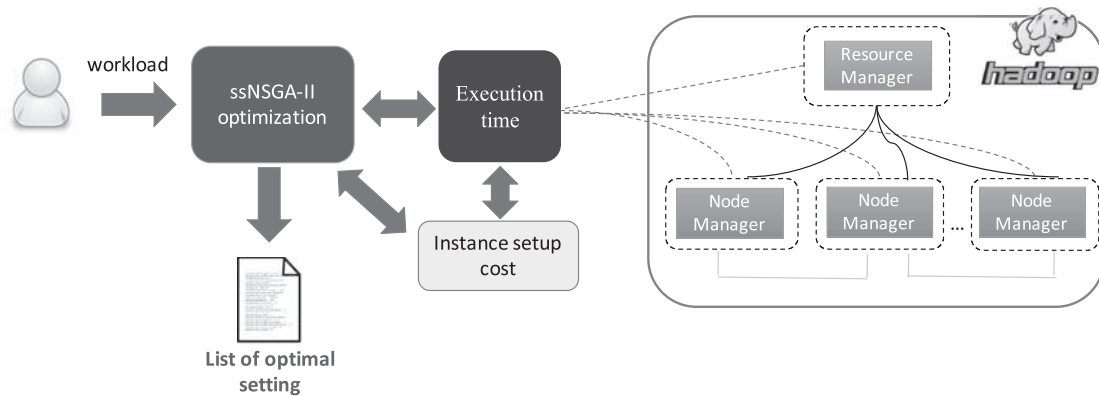
全国規模のインタークラウドシステムの実現に向けた研究開発，システム設計最適化，先端的な進化計算アルゴリズムの開発および実問題への応用に関して以下の研究を行っている。

- (1) JST CREST ビッグデータ採択課題「インタークラウドを活用したアプリケーション中心型オーバーレイクラウド技術に関する研究」における「最適資源選択技術に関する研究」を主たる共同研究者として担当しており，アプリケーション側の要求要件をもとに，クラウド基盤側の条件も考慮した多数の制約を有する多数目的最適化問題として定式化し，制約充足問題に関しては等価変換アルゴリズムに基づく推論メカニズムにより，多数目的最適化問題に関しては多数目的を取り扱える多目的進化計算アルゴリズムによるパレート最適解集合の導出により解決する。今年度においては特に等価変換アルゴリズムを用いたクラウドブローカについて，北見工業大学三浦講師と共同して任意の仮想マシン台数およびネットワーク構成から成る様々な計算基盤の発見を可能とするフレームワークを構築し，SAT ソルバを基とする従来方式では難しい解探索を実現した。



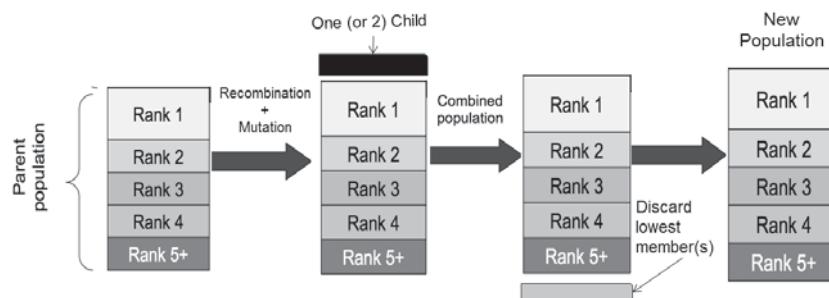
等価変換に基づくインタークラウド環境下におけるクラウドブローカの概要

- (2) ビッグデータ処理フレームワーク Apache Hadoop において，その実行時間と実行コストを同時に最小化する多目的最適化システム基盤を，多目的遺伝的アルゴリズムの一つである steady-state NSGA-II (ssNSGA-II) を用いて実装した。Hadoop の実行にあたっては，Hadoop に関する多くのパラメータに加えて，計算ノードを実行するインスタンスタイプなどクラウド基盤側の条件についても考慮する必要がある，人手によるチューニングが限界にきている。本システム基盤においては，そのような多数のパラメータを最適なものとするため，実行時間と実行コストを同時に考慮した多目的最適化問題として定式化し，そのパレート最適解集合を自動的に求め，性能とコストのトレードオフ関係を考慮した最適解集合を求めることができた。



steady-state NSGA-II を用いた Hadoop パラメータ最適化システムの概要

- (3) 多数目的最適化問題を解決可能な多目的遺伝的アルゴリズムとして steady-state NSGA-III (ssNSGA-III) を開発した。ssNSGA-III は従来の ssNSGA-II と比較して、多数の目的関数を全体とした最適化に対応するため、crowding distance に基づく制御に代わり、参照点に基づく制御を行うことで、パレートフロントの次元が増加した場合にも安定して最適解を得ることができる。



Steady-State NSGA-III における処理の概要

- (4) Web 3 層システムの最適配備を実現するクラウドブローカーに関する数理モデル化およびその多目的最適化を実現した。モデル化にあたっては企業で実際に Web システム構築を行っているエンジニアへのヒアリングを実施し、オペレーションコスト、構成変更コスト、スループット、レスポンスタイム、稼働率、複雑性といった目的関数による多数目的最適化問題として定式化を行った。多数目的最適化問題の解決にあたっては、多目的遺伝的アルゴリズム NSGA-III を用いることで、多くの目的関数間のトレードオフ関係を反映した解集合を導出することができた。



Web 3 層システムにおける遺伝的アルゴリズム (NSGA-III) の適用

- (5) ネットワークのエッジにサーバを分散配備したエッジサーバを含むインタークラウド基盤において、分散アプリケーションを最適配備するためのモデル化を行った。対象問題としては、多数の車両からのデータを集約して道路交通安全情報を提供する冬道情報サービスを想定し、そのトラフィック要件を元にしたアプリケーション構成要素のデバイス、エッジサーバ、クラウドへの最適配備について検討をすすめた。その結果、エッジサーバを用いることで、ネットワーク全体への負荷を軽減することができた。



エッジサーバを用いた冬道情報サービスの概要

教育活動

- (1) ネットワークとクラウド（工学部情報理工学コース）
- (2) 情報理工学演習第一（工学部情報理工学コース）
- (3) 科学技術英語演習（工学部情報理工学コース）
- (4) 情報システム設計学特論（情報科学研究科複合情報学専攻）
- (5) 情報理工学学特別演習（情報科学研究科情報理工学専攻）
- (6) 情報理工学特別研究第一（情報科学研究科情報理工学専攻）
- (7) 情報理工学特別研究第二（情報科学研究科情報理工学専攻）

学会等活動

- (1) 情報処理学会：数理モデル化と問題解決研究会運営委員，マルチメディア通信と分散処理研究会 運営委員，「数理モデル化と応用」論文誌編集委員
- (2) 米国電気電子学会（IEEE）：Program Committee, 2016 Congress on Evolutionary Computation
- (3) 7大学情報基盤センタークラウドコンピューティング研究会：主査
- (4) 7大学情報基盤センターコンピュータネットワーク研究会：委員
- (5) クラウド利用促進機構：総合アドバイザー
- (6) 日本マネージドサービスプロバイダー協会：発起人，顧問
- (7) Open Compute Project Japan：発起人，運営委員
- (8) 大学 ICT 推進協議会（AXIES）クラウド部会主査

査読付き論文／それらに相当する論文・著書等

- (1) Martin Schlueter, Masaharu Munetomo: MIDACO Parallelization Scalability on 200 MINLP Benchmarks, Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research, Volume 7, Issue 3, pp. 171-181 (2017)
- (2) Katsunori Miura, Tazro Ohta, Courtney Powell, Masaharu Munetomo: Intercloud Brokerages based

on PLS Method for deploying Infrastructure for Big Data Analytics, Workshop of Big Data for Cloud Operation Management, 2016 IEEE International Conference on Big Data (IEEE Big Data 2016) (2016)

- (3) Courtney Powell, Masaharu Munetomo, Phyo Thunder Thant: Evaluation of Three Steady-State NSGA-III Offspring Selection Schemes for Many-Objective Optimization, Proceedings of the 2016 Joint 8th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 2016 17th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS 2016), pp. 166-171 (2016)
- (4) Phyo Thandar Thant, Courtney Powell, Akiyoshi Sugiki, Masaharu Munetomo: Multi-Objective Hadoop Configuration Optimization using Steady-State NSGA-II, Proceedings of the 2016 Joint 8th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 2016 17th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS 2016), pp.293-298 (2016)
- (5) Martin Schlueter, Masaharu Munetomo: Numerical Assessment of the Parallelization Scalability on 200 MINLP Benchmarks, Proceedings of the 2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation, pp.830-837 (2016)
- (6) Takahito Seyama, Masaharu Munetomo: Development of a Multi-player Interactive Genetic Algorithm-based 3D Modeling System for Glasses, Proceedings of the 2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation, pp.846-852 (2016)
- (7) Katsunori Miura, Masaharu Munetomo: A Predicate Logic-defined Specification Method for Systems Deployed by Intercloud Brokerages, Proceedings of the 2016 IEEE International Conference on Cloud Engineering Workshops (Intercloud 2016), pp.172-177 (2016)

上記に含まれない論文・記事・著作物等

- (1) 市居遼平, 棟朝雅晴: 冬道情報サービス構築のためのエッジサーバを用いた分散処理フレームワークの検討, Vol. 2017-ITS-68, No. 10, pp. 1-7 (2017)
- (2) 齋藤篤志, 山下雅喜, 三浦克宜, 棟朝雅晴: Web システムの性能評価に基づくクラウド資源割当最適化モデルの提案, 情報処理学会研究報告, Vol.2017-MPS-112, No. 13, pp. 1-6 (2017)
- (3) 市居遼平, 棟朝雅晴, 杉本章義: 冬道情報サービスのためのエッジサーバーによる分散処理環境の検討, 信学技報, vol. 115, no. 504, ITS2015-95, pp. 83-88 (2016)

講演・口頭発表等

- (1) 棟朝雅晴: オープンサイエンスを支援する研究クラウド基盤の整備, 第 14 回大学 CIO フォーラム, グランドプリンスホテル京都 (2016.12.16) (招待講演)
- (2) 棟朝雅晴: 北海道大学におけるアカデミッククラウドシステムのマネジメント, 電子情報通信学会情報通信マネジメント研究会, 小樽市観光物産プラザ (2016.7.8) (招待講演)
- (3) 泉谷光祐, 棟朝雅晴: MOEA/D における非単調性検出に基づくリンケージ同定の導入, 第 12 回進化計算研究会, 九州大学大橋キャンパス (2017.3.14)
- (4) Thant Phyo Thandar, Powell Courtney, Schlueter Martin, Masaharu Munetomo: A Level-wise Dependency Aware Workflow Execution Optimization using NSGA II, 進化計算シンポジウム 2016, 千葉県一宮町 (2016.12.11)
- (5) 岡部太亮, 棟朝雅晴: 感情検出システムを用いた対話型遺伝的アルゴリズムによるミニマ

ル音楽自動作曲システムの検討, 情報処理北海道シンポジウム 2016, 釧路市 (2016.10.1)

競争的研究資金獲得状況

(1) 科学研究費補助金

な し

(2) その他の研究費

- ・最適資源選択技術に関する研究, 平成 27~33 年度 JST CREST ビッグデータ「インタークラウドを活用したアプリケーション中心型オーバーレイクラウド技術に関する研究」(2015-2020)

氏 名 杉 木 章 義 (すぎき あきよし)

学 位 博士 (工学)

役 職 准教授

メールアドレス sugiki@iic.hokudai.ac.jp

電話番号 011-706-4853

ファクシミリ 011-706-4853

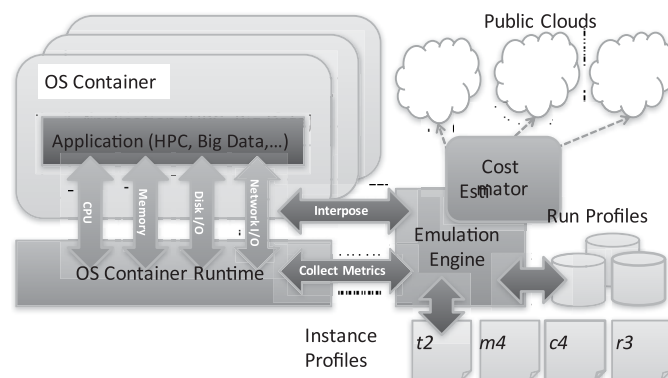
専門分野

クラウドコンピューティング, OS・システムソフトウェア, 並列分散処理

研究概要

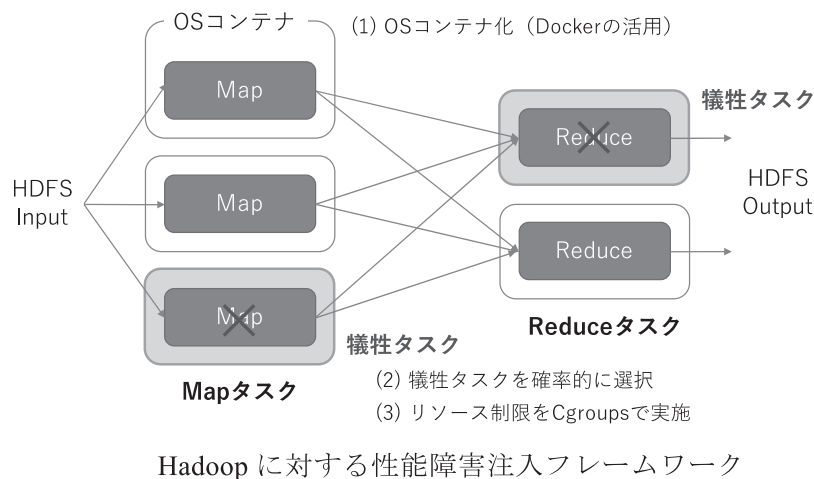
インタークラウド技術, 大規模データ処理を中心としたアプリケーションとオペレーティングシステムの連携に向けて, 以下の研究を実施した。

- (1) 前年度に引き続き, ビッグデータ処理基盤 Hadoop の性能最適化に向けた研究を実施した。Hadoop が提供する数十以上の性能パラメータを自動的に書き換え, HiBench ベンチマークプログラムにより試行する環境を整備している。試験的に ssNSGA-II による遺伝的アルゴリズムを適用し, それぞれのワークロードの処理時間が短縮されることを確認した。Docker による OS コンテナを活用しており, パブリッククラウドを含めたさまざまなクラウド環境上でのインスタンスあたりの性能 (CPU 速度, メモリ量, ディスク速度, ネットワーク速度) やインスタンス数を再現するようにしている。



Hadoop の性能最適化フレームワーク

- (2) 大規模データ処理基盤 Hadoop に対して、OS コンテナの階層で意図的に性能障害を注入し、Hadoop のスケジューラの堅牢性を検証する研究を実施した。Map タスク及び Reduce タスクの各タスクを Docker で OS コンテナ化し、Cgroups でリソース制限を行うことで、性能障害を再現する仕組みを作成した。本方式は、アプリケーションおよび Hadoop を改変せず、また確率的に犠牲タスクを選択し、性能障害を再現している。本機構を用いると、さまざまに提案されている Hadoop の改良スケジューラの評価を統一的に行えることが期待される。



教育活動

- (1) ネットワークとクラウド（工学部情報理工学コース）
- (2) 情報理工学演習 I（工学部情報理工学コース）

学会等活動

- (1) 情報処理学会 システムソフトウェアとオペレーティング・システム（OS）研究会 運営委員
- (2) 情報処理学会 北海道支部 幹事
- (3) ACM Member
- (4) IEEE Member
- (5) 情報処理学会 会員
- (6) 7 大学情報基盤センタークラウド研究会 委員
- (7) 7 大学情報基盤センター認証研究会 委員

査読付き論文／それらに相当する論文・著書等

- (1) Phyoo Thandar Thant, Courtney Powell, Akiyoshi Sugiki, Masaharu Munetomo: Multi-Objective Hadoop Configuration Optimization using Steady-State NSGA-II, Proceedings of the 2016 Joint 8th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 2016 17th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS 2016), pp.293-298 (2016)

上記に含まれない論文・記事・著作物等

- (1) Akiyoshi Suigki and Phyo Thandar Thant: A Container-based Sizing Framework for Apache Hadoop/Spark Clusters, Hadoop Summit Tokyo 2016, Hilton Tokyo, October 27, 2016.
- (2) 市居遼平, 棟朝雅晴, 杉本章義: 冬道情報サービスのためのエッジサーバーによる分散処理環境の検討, 信学技報, vol. 115, no. 504, ITS2015-95, pp. 83-88 (2016)

講演・口頭発表等

- (1) 杉本章義: ビッグデータ時代におけるアカデミッククラウドの課題と変革, 情報処理学会連続セミナー「第2回: ビッグデータ利活用を支えるクラウド基盤技術」, 日本大学理工学部駿河台校舎, 2016年7月22日.

競争的研究資金獲得状況

- (1) 科学研究費補助金
な し
- (2) その他の研究費
な し

3. 6 サイバーセキュリティ研究部門

3. 6. 1 研究部門の概要

当部門は平成 27 年 10 月に新設され、サイバーセキュリティに関連したデータ分析及びサイバーセキュリティ対策の高度化技術に関する理論的・実証的な研究開発をミッションとしている。具体的には、不正アクセス攻撃や迷惑メールに関する諸履歴の蓄積・分析を通じた学術的知見の獲得および実サイバー空間への展開，ならびにネットワーク諸技術の有機的結合による安全・安定なネットワークサービスに対する実践的研究を実施している。

また，教育活動の一環として，情報科学研究科ならびに工学部との協働で，文部科学省大学教育再生戦略推進費「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成（enPiT）」第 2 期（俗称 enPiT2）のセキュリティ分野（同 BasicSecCap）に主体的に関与し，PBL 演習科目内容の開発や，他校との連携などにも注力している。

3. 6. 2 教員の研究内容，研究業績一覧，教育・社会貢献一覧

氏 名 南 弘 征（みなみ ひろゆき）
学 位 博士（工学）
役 職 教授・サイバーセキュリティセンター長
メールアドレス min@iic.hokudai.ac.jp
電話番号 011-706-3756
ファクシミリ 011-706-3756
専門分野

計算機統計学，コンピュータネットワーク応用，サイバーセキュリティ

研究概要

(1) コンピュータネットワーク由来データの解析

上記の応用として，コンピュータネットワーク上で発生するデータについて，既知の解析手法の適用を端緒とし，上記例示の新たな解析法の適用などを通じて，それぞれに有益な結果を導出している。具体的には，電子メールフィルタリング，Web サーバ上で得られる履歴データからのアクセス動向，ICMP Echo Reply による RoundTripTime データなどについて，研究を継続して行っている。

(2) 先端的なデータ解析に関する諸研究

コンピュータ資源およびネットワーク環境の普及により，解析対象となるデータは量および質の両面にわたって複雑化・多様化しており，巷間「ビッグデータ」が重要なキーワードとなっていることなどを鑑みても，これらを適切に解析するための環境および新たな解析パラダイムが求められている。そのためのアプローチとして，大量データの適切なハンドリング，シンボリックデータ解析の応用，ならびに解析技法の開発やクラウドを含む計算機上への実装などについて，研究を行っている。

教育活動

- (1) 統計学（全学教育科目）
- (2) 情報セキュリティ（工学部情報エレクトロニクス学科）
- (3) 情報理工学ゼミナール（工学部情報エレクトロニクス学科）
- (4) 確率過程とデータ解析（工学部情報エレクトロニクス学科）
- (5) 先端データ科学特論（大学院情報科学研究科）
- (6) 情報理工学特別演習（大学院情報科学研究科）
- (7) 情報理工学特別研究第一（大学院情報科学研究科）
- (8) 情報理工学特別研究第二（大学院情報科学研究科）
- (9) 統計科学特別講義（大学院共通授業科目）
- (10) サイバーセキュリティ基礎演習（工学部学科共通科目，試行，平成 29 年度より開講）

学会等活動

- (1) 日本計算機統計学会 理事（学会誌（和文誌）2016.12 まで），同（将来計画 2017.1 から），学会誌（和文誌）編集委員，広報委員
- (2) 日本統計学会 会員
- (3) 日本分類学会 会員
- (4) 情報処理学会 会員
- (5) IASC (International Association for Statistical Computing) 会員
- (6) IEEE-CS 会員
- (7) ACM ICPC(International Computer Programming Contest)組織委員
- (8) 統計教育大学間連携ネットワーク システム開発ワーキンググループ メンバー
- (9) 国立情報学研究所 学術情報ネットワーク運営・連携本部 学術認証運営委員会 学認運用作業部会 メンバー
- (10) 国立情報学研究所 学術情報ネットワーク運営・連携本部 セキュリティ作業部会委員

査読付き論文／それらに相当する論文・著書等

- (1) H. Minami: What is the best software combination in statistics toward Big data analysis? Proceedings of Hokkaido University and Korea University the 4th Workshop in statistics, 38-39 (2016-6).
- (2) Y. Kanazawa, Y. Komiya, H. Minami and M. Mizuta: Comparison between walking survey and car borne survey of radioactivity in Fukushima Prefecture. Proceedings of Hokkaido University and Korea University the 4th Workshop in statistics, 55-56 (2016-6).
- (3) R. Takagi, Y. Komiya, H. Minami and M. Mizuta: Assessment in evaluation functions for radiation therapy planning. Proceedings of Hokkaido University and Korea University the 4th Workshop in statistics, 59-60 (2016-6).
- (4) H. Minami, M. Mizuta. A study on the Analysis of the refused logs by Internet Firewall. Proceedings of 2016 International Conference for JSCS 30th Anniversary in Seattle (e-print) (2016-10).

上記に含まれない論文・記事・著作物等

な し

講演・口頭発表等

- (1) 金澤侑哉, 南 弘征, 水田正弘: 受付データ解析による待ち時間の考察. 日本計算機統計学会第 30 回大会講演報告集, 127-128 (2016-5).
- (2) 阿久津直樹, 馬場健一, 南 弘征: サービスチェイニングにおけるサービス継続時間を考慮した動的リソース配置手法の検討. 2017 年 電子情報通信学会総合大会 講演論文集 B-7-6 (2017-3).
- (3) 田辺和輝, 遠藤雅也, 南 弘征, 山岡克式: 一定の QoS を満足する VoIP セッション収容数の検討. 電子情報通信学会ソサイエティ大会 B-7-19 (2016-9).
- (4) 南 弘征: 平成 28 年度北海道地区国立大学法人等新入職員研修(情報セキュリティ) 講師 (2016-4).
- (5) 南 弘征: 学内外におけるエンドユーザのサイバーセキュリティ. 獣医学研究科・人獣共通感染症リサーチセンター FD 講師 (2016-5).
- (6) 南 弘征: (北海道大学における) インバウンド通信制御の経緯と現状. 国立情報学研究所学術情報基盤オープンフォーラム ネットワーク・セキュリティトラック 講演・パネリスト (2016-5).
- (7) 南 弘征: 平成 28 年度北海道地区国立大学法人等中堅職員研修(情報セキュリティ) 講師 (2016-6).
- (8) 南 弘征: サイバーセキュリティの意識改革. 北海道地区国立大学における教職員および学生の個人情報の取り扱いに係る研修会講師 (2016-7).
- (9) 南 弘征: 平成 28 年度北海道地区国立大学法人等中堅技術職員研修講師 (2016-8).
- (10) 南 弘征: 平成 28 年度北海道大学公開講座「ビッグデータ科学とサイバーセキュリティ技術の基礎技術」講師 (6 回中 2 回担当, 2016-10, 12).
- (11) 南 弘征: 医系・個人情報管理に関する講演会講師 (2016-11).
- (12) 南 弘征: 個人情報漏洩疑いインシデントが残したもの. サイエンティフィック・システム研究会システム技術分科会 2016 年度会合講演 (2017-1).

競争的研究資金獲得状況

- (1) 科学研究費補助金

な し

- (2) その他の研究費

統計数理研究所 平成 28 年度 公募型共同利用

研究代表者:

重点型研究「クラウド指向ビッグデータ解析処理に関する実践的研究」

一般研究 2「クラウド指向シンボリックデータ解析ソフトウェアの開発」

研究分担者:

重点型研究「データ解析コンペを活用したデータ科学教育およびデータ解析環境についての研究」

重点型研究「大規模学術文献データベースによる機関内・機関間の研究力の分析」
一般研究 2「行列分解型多変量データ解析法に関する研究」研究分担者

氏 名 飯 田 勝 吉 (い い だ か つ よ し)

学 位 博士 (情報工学)

役 職 准教授

メールアドレス iida@iic.hokudai.ac.jp

電話番号 011-706-2940

専門分野

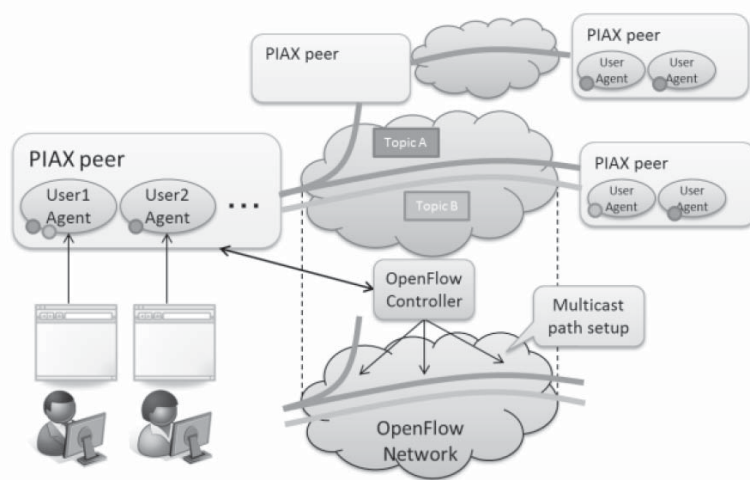
情報ネットワーク, ネットワークセキュリティ, 性能評価

研究概要

情報ネットワークに関する研究に幅広く取り組んでいる。

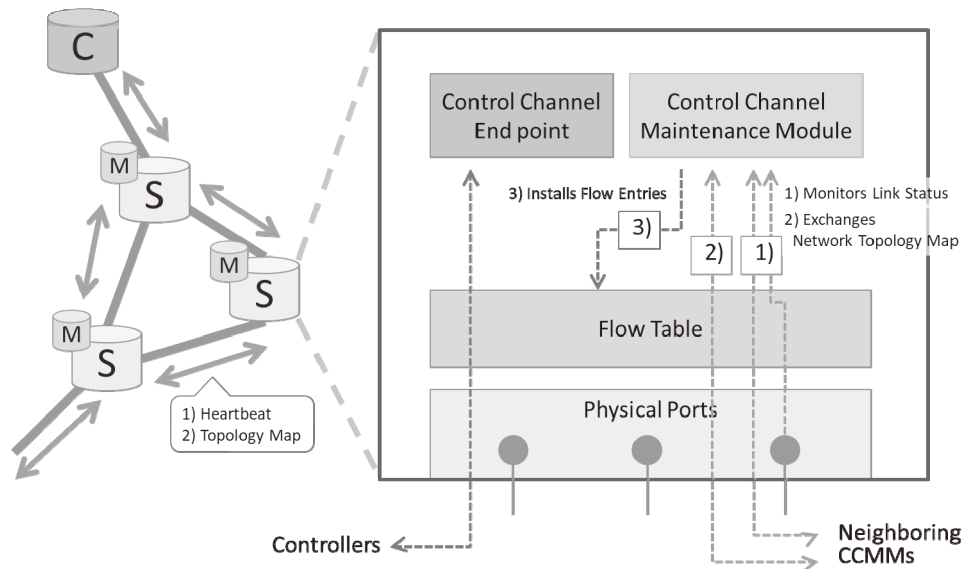
(1) Pub/sub 通信モデルにおけるマルチキャストを最適化するための SDN 基盤の設計と実装

Twitter や Facebook など、スケーラビリティが必要な多数のインターネットアプリケーションで利用されている通信モデルとして Pub/Sub 通信モデルが存在する。Pub/Sub 通信モデルでは、ノードが多数の他のノードに対して情報を発信する。そのため、オーバーレイマルチキャストによる転送が必要になり、その負荷が問題となる。本研究では SDN 基盤により下位層でのマルチキャストを併用させることで、帯域資源を効率的に利用可能でかつノードのオーバーレイ転送負荷を低減する方式を提案し、実証的にその有効性を明らかにした。



(2) SDN の制御チャネルの信頼性に関する研究

SDN はデータプレーンと制御プレーンを分離し、制御をコントローラと呼ばれるノードに集中させる手法であり、その管理性の高さなどから注目されている。SDN の弱点は、コントローラが集中制御するため、それが単一点障害になってしまうことである。そこで、制御プレーンの制御チャネルを分散制御により回復する手法を提案した。



教育活動

- (1) 情報セキュリティ（工学部情報エレクトロニクス学科）
- (2) 情報工学実験第二（工学部情報エレクトロニクス学科）

学会等活動

- (1) 電子情報通信学会 シニア会員
- (2) IEEE Communications Society 会員
- (3) 電子情報通信学会 通信ソサイエティ執行委員会, I-Scover 特別委員
- (4) 電子情報通信学会 インターネットアーキテクチャ研究専門委員会, 専門委員
- (5) 電子情報通信学会 ネットワーク仮想化時限研究専門委員会, 専門委員
- (6) 電子情報通信学会 英文論文誌 (B) 「ネットワークサービスを柔軟かつ安全に実現可能とするネットワークアーキテクチャと管理技術」小特集編集委員会, 編集委員, 2016 年 5 月号.
- (7) 電子情報通信学会 和文論文誌 (B) 「ネットワークの設計・制御・分析・管理技術」小特集編集委員会, 編集委員, 2016 年 10 月号.
- (8) IEEE Conference on Computers, Software and Applications (COMPSAC2016), Symposium on Networks, Communications, Internet & Web Technologies (NCIW), Technical Program Committee.
- (9) IEEE Conference on Computers, Software and Applications (COMPSAC2016), Fast Abstract Track Chair.
- (10) IEEE Conference on Computers, Software and Applications (COMPSAC2016), Workshop on Network Technologies for Security, Administration and. Protection (NETSAP), Organizer.
- (11) IEEE International Conference on Communications (ICC2016), Next Generation Networking Symposium, Technical Program Committee.
- (12) IEICE Asia-Pacific Conference on Communications (APCC2016), Technical Program Committee.
- (13) IEEE GLOBECOM2016, Next Generation Networking Symposium, Technical Program Committee.
- (14) IEEE GLOBECOM2016, Selected Areas in Communications: Cloud Network Symposium, Technical Program Committee.
- (15) IEEE International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC 2017),

Technical Program Committee.

社会貢献活動

- (1) 内閣府 次期内閣府 LAN 検討会 外部有識者
- (2) 東京工業大学 工学院 特定准教授

査読付き論文／それらに相当する論文・著書等

- (1) 佐野修一, 飯田勝吉, 「超広帯域基地局の帯域獲得と競合フローのスループット維持を両立する輻輳制御切替手法」, 電子情報通信学会・和文論文誌 (B), ネットワークの設計・制御・分析・管理技術特集, vol. J99-B, no. 10, pp. 843-858, 2016 年 10 月. DOI: 10.14923/transcomj.2016IAP0011
- (2) T. Akiyama, Y. Teranishi, R. Banno, K. Iida, and Y. Kawai, “Scalable Pub/Sub System using OpenFlow Control,” Special Issue of Applications and the Internet in Conjunction with Main Topics of COMPSAC 2015, IPSJ Journal of Information Processing, vol. 24, no. 4, pp. 635-646, July 2016. DOI: 10.2197/ipsjjip.24.635
- (3) T. Omizo, T. Watanabe, T. Akiyama, and K. Iida, “ResilientFlow: Deployments of Distributed Control Channel Maintenance Modules to Recover SDN from Unexpected Failures,” Special Section on Internet Architectures and Management Methods that Enable Flexible and Secure Deployment of Network Services, IEICE Trans. Commun., vol. E99-B, no. 5, pp.1041-1053, May 2016. DOI: 10.1587/transcom.2015AMP0007
- (4) Y. Ito, H. Koga, and K. Iida, “A Bandwidth Allocation Scheme to Improve Fairness in Data Center Networks,” IEICE Commun. Express, vol. 5, no. 5, pp. 129-134, May 2016. DOI: 10.1587/comex.2016XBL0005
- (5) M. Shimamura, H. Yamanaka, A. Nagata, K. Iida, E. Kawai, and M. Tsuru, “Elastic and Adaptive Resource Orchestration Architecture on 3-tier Network Virtualization Model,” *IEICE Trans. Inf. & Syst.*, vol. E99-D, no. 4, pp. 1127-1138, Apr. 2016. DOI: 10.1587/transinf.2014EDP7321

上記に含まれない論文・記事・著作物等

- (1) 金井智彦, 飯田勝吉, 「[奨励講演] 経路遅延差がある場合のマルチパス TCP のサブフロー制御ポリシーのための UDP・TCP の品質評価」, 電子情報通信学会・技術研究報告, vol. 116, no. 8, NS2016-9, pp. 41-46, 2016 年 4 月.
- (2) 伊藤友輔, 古閑宏幸, 飯田勝吉, 「データセンタネットワークにおける公平性と利用効率改善のための帯域割当手法の提案」, 電子情報通信学会・技術研究報告, vol.116, no.111, NS2016-28, pp.1-6, 2016 年 6 月.
- (3) V. Torres Da Costa, T. Akiyama, and K. Iida, “Resilient Controller Placement Mechanism in Split-Domain SDN,” Proc. IEICE Society Conference 2016, BS-5-18, 2 pages, Sept. 2016.
- (4) K. Intharawijitr, K. Iida, and H. Koga, “Modeling of Mobile Edge Computing for Low-Latency Network Architecture,” Proc. IEICE Society Conference 2016, BS-5-29, 2 pages, Sept. 2016.
- (5) M. Fujita, T. Akiyama, and K. Iida, “A Study of Objective Function to Determine Proper Communication Method in SDN aware Pub/Sub Systems,” *IEICE Tech. Rep.*, vol. 116, no. 282, IA2016-37, pp. 55-58, Nov. 2016.
- (6) K. Intharawijitr, K. Iida, and H. Koga, “Simulation evaluation of practical model of MEC in

low-latency network architecture,” *IEICE Tech. Rep.*, vol.116, no.362, IA2016-77, pp.79-84, Dec. 2016.

- (7) 伊藤友輔, 古閑宏幸, 飯田勝吉, 「モバイルエッジコンピューティングにおけるフロー要求に応じた帯域割当手法の提案」, 電子情報通信学会・技術研究報告, vol. 116, no. 484, NS1016-175, pp. 105-110, 2017 年 3 月.
- (8) V. Torres Da Costa, T. Akiyama, and K. Iida, “Disaster-Resilient Dynamic Controller Placement in SDN,” *IEICE Tech. Rep.* vol. 116, no. 491, IA2016-114, pp. 209-214, Mar. 2017.
- (9) K. Intharawijitr, K. Iida, H. Koga, and K. Yamaoka, “Use Cases and Strategy for Model of Low-latency Network Architecture,” *Proc. IEICE General Conference 2017*, BS-5-1, 2 pages, Mar. 2017.

講演・口頭発表等

な し

競争的研究資金獲得状況

- (1) 科学研究費助成事業
 - ・基盤研究(B), 「次世代モバイルアプリのための軽量エージェントを用いた階層型クラウドアーキテクチャ」, 平成 28 年度～平成 30 年度, 研究代表者
- (2) その他の研究費
 - な し

3. 7 学術交流締結・報告

3. 7. 1 高麗大学校（大韓民国）との学術交流報告

本センターでは、平成 21 年 7 月 23 日（木）に、大韓民国高麗大学校師範大学・教育大学院と部局間交流協定を締結した。また、さらに幅広い分野への発展のため、平成 22 年 10 月に教育学研究院を責任部局、本センターを関係部局とした大学間交流協定を締結している。

高麗大学校・師範大学（組織改編により平成 26 年度より、高麗大学校・情報大学）とは、平成 18 年度からメディア教育研究部門を中心に、情報教育に関する研究交流を続けており、平成 28 年度の高麗大学校との学術交流に関し、以下の活動を行った。

(1) 教員の招聘と講演会（高麗大学校の経費による）

李 元揆 情報大学コンピュータ教育学科・教授

2017 年 3 月 14 日から李教授を招聘した（訪問研究員）。3 月 21 日に以下の講演会を開催した。

講演題目「韓国の情報教育」

概要：韓国における現在の情報教育の状況のご紹介とともに、今後の目指すべき情報教育の方向性についての講演を行った。

(2) 共同研究

金 子美 教育大学院コンピュータ教育専攻 准教授

情報科学の概念理解を目指すアンプラグド教育に関する日韓共同研究を踏まえ、韓国の小学校教師に対する調査結果を以下の国際会議にて発表を行った。

Analysis on Relationship of Knowledge and Utilization of Unplugged of Elementary School Teachers, JunYeong Hwang, Izumi FUSE, JaMee Kim, The 1st International conference on Interdisciplinary research on Computer Science, Psychology, and Education (ICICPE' 2017) ISSN 2508-7436, pp48-pp.49,2017. <http://icicpe.org/>

3. 8 科学研究費助成事業による研究

(1) 基盤研究(B)

●「高度な電気機器設計の基盤となる高性能電磁場解析の実現」

研究代表者：岩下 武史

本研究は、電磁場解析分野において、最新の高性能計算（HPC）技術・解法技術を活用し、将来の電気機器設計の基盤となる高性能な解析を実現することを研究目的としている。今後の計算機環境として注目される高並列計算環境（スーパーコンピュータ、クラウドシステム等）やアクセラレータ（GPU, Intel Xeon Phi）を電磁場解析において活用する方法について研究し、HPC 技術と最新の解法技術である高速誤差修正技術や H 行列法等の高速行列演算技術を統合的に利用する方法について研究する。これらの研究の成果として、従来にない高速性・大規模性・高精度を電磁場解析において実現することを目指す。また、単一の電磁場解析の高性能化に関する研究に加え、複数の電磁場解析を並列計算機上で効率的に実行する方法について研究し、多数の解析モデルを効率的に解析する技術を開発することにより電気機器の設計プロセスを効率化することに取り組む。

本研究では、平成 28 年度において、以下のような研究成果を得た。

- (a) 運動方程式を考慮した時間領域並列有限要素法を開発し、かご形誘導電動機の始動特性解析に適用して、その有効性を検証した。その結果、通常並列処理の効果が得にくい、2 次元解析のように未知変数の個数が少ない問題であっても、9 倍以上の並列台数効果が達成可能であることを示した。また、提案法において一度に求解する時刻ステップ数をプロセス数と一致させることで、特に使用プロセス数が少ない場合に速度向上率の改善が可能であることを明らかにした。
- (b) 渦電流解析の高速化のための誤差修正法に関して、誤差修正用写像行列を Rayleigh-Ritz 法により構成する方法を新たに提案し、様々なテストモデルについて性能の評価を行った。穴あき導体を含む $T-\Omega$ 有限要素解析、A 法・A- ϕ 法による有限要素解析、電圧源を含む有限要素解析、透磁率の非線形性を考慮した解析などの例題について、誤差修正法の高い有効性を確認した。
- (c) 電磁場解析計算の並列計算機上での性能最適化を行うフレームワークについての研究を進めた。具体的には、同フレームワークを東京大学や京都大学のメニーコアプロセッサ（Intel Xeon Phi）に基づくスパコン環境へ移植した。また、電磁場解析カーネルの性能最適化を複数の異なるマルチコアプロセッサ、メニーコアプロセッサで行い、本フレームワークの有効性を確認した。
- (d) 電気機器解析に用いられる電界解析において、研究代表者らが開発した境界要素解析フレームワークの有効性を検証し、大規模問題の解析や解析高速化に有用であることを確認した。

●「MOOC で得られる学習履歴データを活用した教材・教育改善手法の開発と評価」

研究代表者：重田 勝介

本課題は、大規模公開オンライン講座(MOOC)で得られる学習履歴データを活用した学習支援の提案を目的としたものである。

本年度は MOOC 講師に対して教材・教育改善の指針を示す「教材・教育改善ダッシュボード」のプロトタイプを開発した。このダッシュボードでは、テキスト分析（トピックモデル）によって推定した教材の構造や、ビデオ視聴などの学習行動履歴を結びつけた可視化を行う。MOOC を開講する学習管理システムから得られるデータを分析できるよう、既存の学習履歴データの分析とダッシュボード開発の環境整備を行った。

また MOOC を 1 回開講し、MOOC を使った反転授業を導入した対面教育を 3 講義実施した。これらの取組から学習履歴データを取得し、このデータから今後のダッシュボードの改善につなげる実践上の着目点および課題を把握することができた。

また発展的な研究として、テキストの引用を関連付けながら議論を進める「互読」サービスの開発と、オンラインワークショップを実施した。この取組から、オンライン教育を実施する上での着目点および課題を把握することができた。

●「進化型著作権学習環境の開発と評価ー創作者コモンズによる人材育成ー」

研究代表者：布施 泉

本研究の目的は、学習者が、創作者と利用者の両方の立場で、著作権に対する理解を深めること、また二次、三次と派生していく著作物の権利を、「創作者コモンズ」の一員として、文化の発展の見地で検討できる著作権学習環境を構築することにある。ここで、「創作者コモンズ」は、創作者集団による創作のための資源共有地と定義する。

本目的を達成するために、研究 2 年目である平成 28 年度は、平成 27 年度に開発した「創作エディタ」システム（画像で保存できる著作物において著作情報の継承と公開の機能を有する）を更にカスタマイズし、学習者同士の相互評価機能、第三者の利用に際して独自マークを付与できる機能（クリエイティブ・コモンズ・ライセンス以外のライセンス形態を検討することを目的とする）等の機能を加え、更に実践を進めた。なお、研究成果として、創作エディタシステムの開発に関し、教育システム情報学会論文誌に論文が掲載された。教育実践については、創作性を検討するために、素材の粒度をさらに細かく細分化し、独自キャラクタを制作するものの他、コラージュ作品における人の認知としてのデータベース構築に関するものなど、さまざまに派生研究が行われている。

さらに平成 28 年度は、著作物の一つであるプログラムの著作権を学ぶこともできるプログラミング学習環境の構築を行った。本システムの構築と実践をまとめた初学者用のプログラミング学習環境については、大学 ICT 推進協議会にて最優秀論文賞を受賞している。

以上のシステムは、Moodle プラグインとして開発しており、複数の類似のプラグインを同一 Moodle で利用できるように、プラグインの調整についても行った。これらを活かし、平成 29 年度に更なる実践を進める予定である。

●「次世代モバイルアプリのための軽量エージェントを用いた階層型クラウドアーキテクチャ」
研究代表者：飯田 勝吉

1. 広帯域基地局を有効活用する方法の確立

近年開発が進められている第 5 世代携帯電話網(5G 網)は帯域幅が大幅に異なる基地局を組み合わせて構成される。超広帯域の基地局と接続することで、耐容量ファイル転送等これまで実現が困難であったサービスの提供が可能になる。しかし、基地局の種別が切り替わった際に TCP の輻輳制御がそれに適応できず、十分な性能の提供が困難になると考えられる。そこで本研究では、超広帯域の基地局と狭帯域の基地局に適応可能な輻輳制御切り替え方式を提案し、その性能を明らかにした。

2. 超低遅延サービスのためのモバイルエッジコンピューティングの基礎モデルの確立

5G 網では無線区間での伝搬遅延 1ms 以下という調停遅延伝送を可能となる。しかし、サービスを確立するためには、何らかの計算をするサーバが必要で、サーバが遠隔地にあった場合に低遅延サービスが実現できなくなる。そこで、網内に小規模のサーバを多数配置するモバイルエッジコンピューティングの利用が検討されている。本研究では、超低遅延サービスのためのモバイルエッジコンピューティングの基礎モデルを確立し、その性能を明らかにした。

3. モバイルエッジコンピューティング環境での TCP 公平性の確立

モバイルエッジコンピューティング環境では、各ユーザのサービス品質はデータセンターまでの距離に依存する。つまり、それぞれの通信フローの RTT が異なるため、TCP によって提供されるスループットが不公平になる。そこで、そのような環境に適した TCP 候え批正を提供する機構を提案し、その性能を明らかにした。

(2) 基盤研究(C)

●「格差を前提としたケアの倫理による情報倫理の発達段階の評価指標の策定と評価」
研究代表者：岡部 成玄

本研究は、格差を前提としたケアの倫理から出発した情報倫理の発達段階の評価指標を確立すること、また、当該指標を従来の正義から出発したものと照合した上で、ケアの倫理を含めた統合的な情報倫理の発達段階を定め、各段階に応じた情報倫理教育の学習効果を国際的な文脈の中で多角的に評価し、学習者の発達段階を評価し、次の発達段階へと導くために効果的な教材開発を同時に行うことを目的としている。

本研究では、学習者の発達段階を考慮し、社会的文脈に応じて適宜改良可能な教材を用いた教育手法を開発するとともに、発達段階を踏まえた効果的な教材活用法、発達段階の評価体系

の検討など，総合的な見地から情報倫理教育の研究を推進する。

平成 28 年度は，研究計画に従い，「準備・開発期」として，留学生を含む大学生に対する情報倫理に関する知識や意識等の調査を行い分析するとともに，専門家から映像教材に関わる専門的知識の提供を受け，教材作成の準備作業を進めた。調査結果の一部は，教育システム情報学会の全国大会で報告した。大学 ICT 推進協議会は，平成 28 年末に，情報倫理ビデオ教材の新版(第 6 版 著作者：布施泉，岡部成玄他)を公開した。これに関連する大学 ICT 推進協議会のシンポジウムにおいても，調査結果の一部を報告した。また，韓国高麗大学の李教授に協力いただいた。

今後，引き続き，学習者の知識と意識・行動に関する判断と理由付けとの関連性を分析するとともに，学習プログラムの試行・評価を行い，教材開発を進め，開発教材を学習者に適用し，発達段階の評価等を進める。

(3) 挑戦的萌芽研究

● 「「証明問題＋推論」から「求解問題＋等価変換」への大転換」

研究代表者：赤間 清

本研究は，既存の論理学と論理計算の理論を一新した。

この理論は，① 新しいロジックである KR ロジック，② 新しい問題クラスであるモデルインターセクション問題，③ 新しい計算を生み出す等価変換，という枠組みを確立し，論理学と論理計算を歴史的に新たな段階へと発展させるものである。

KR ロジックは，従来の標準である一階述語論理のシンタックスを拡張しセマンティックスを変更して得られたロジックである。

従来の論理学はギリシャ時代から証明中心であり，その外側の問題クラスに対応できるための十分な一般性を有しなかった。本研究は，その証明問題のクラスを，求解問題のクラス，そしてモデルインターセクション問題のクラスに拡大した。モデルインターセクション問題は，本研究で新たに導入された問題クラスであるが，論理的構造から自然に決まる問題構造を持っており，論理的問題の最大級の問題クラスである。

証明問題を，その答えを保存してモデルインターセクション問題に変換する方法を発見した。また単に証明するだけでなく，解を求める求解問題を，その答えを保存してモデルインターセクション問題に変換する方法を発見した。これにより，モデルインターセクション問題を広範な論理的問題の統合クラスと位置付けることができ，その一般解法を与えれば，論理的問題の統合的な扱いが可能になる。

その一般解法は，等価変換を基礎として与えられた。従来は一般解法が存在しないので，多くの論理的問題の解を発見するための方針自体がわからなかったことを考えると，意義深い成果であることが分かる。その結果，これまでの理論では解けない様々な求解問題を着実な方針のもとで解くことができるようになった。本理論は従来の論理的方法における表現と計算の多大な不十分性を一挙に克服する。

本理論は、人間の知的活動の核となる構造の解明に貢献すると考えられる。また、一般性と明快性によって、論理計算の理論と応用のさらなる発展を導く。さらに、アルゴリズム発見やプログラム自動構築など、論理と計算における未解決の難問に挑戦するためにはなくてはならない基礎を与えるものである。

●「教育用タンジブル機器の開発と実践による大学一般教育に適した情報科学学習手法の研究」
研究代表者：布施 泉

本研究の目的は、大学の一般情報教育における情報科学に関する学習項目の理解に有用なタンジブル機器を開発し評価すること、また、当該項目の理解を促進する教材と学習手法を、学習者特性に応じて最適なものを予測し、提供・評価するために必要な実証的研究を推進することである。

研究初年度の平成 28 年度は、タンジブル機器の各種設計と実践計画を詰めるとともに、従来型の学習手法に関する実践・評価を行った。タンジブル機器の設計においては、歯車式の機器を想定しているものに関しては、まずはレゴブロックを用いて試作をした。さらには、3D プリンタで実装するための基礎調査を行った。

従来型の学習手法としてコンピュータを用いるものの、人間の五感に関わる感覚である「音」のデジタル化について、より身近で感覚的に理解することができることを目的に、Javascript を用いたデジタル教材の実践を進め、論文にまとめた。これに対応するタンジブル機器として、既存の製品であるオルガニート（歯車型のツメにより、紙テープの穴に応じた音を奏でるオルゴール）を用意し、音のデジタル化について、別視点で理解を向上させるための実践計画を企画した。当該の実践は平成 29 年度の後期に行う予定である。

●「放射線治療法に対する統計科学的アプローチ」
研究代表者：水田 正弘

腫瘍に対する放射線治療は、QOL (Quality of Life) の観点のみならず、その治療成績からも注目されている。特に、陽子線治療や定位照射などハードウェアは急速に進歩している。しかし、照射回数や照射線量について高い自由性があり、腫瘍の部位、患者の状態により最適なプランを選択することは、治療成績に直結する重大な問題である。研究代表者および研究分担者が中心に開発した最適照射計画に関する数理モデルは、この課題に対する基礎理論となっている。しかし、臨床レベルに発展させるためには、統計科学を中心とした理論の進展が不可欠である。以上の背景により、放射線腫瘍学に対する統計科学的な実践的理論構築を目指す。

平成 28 年度は、当初より計画していた非均一な放射線照射に関する臓器または腫瘍の生存に関する指標である IBED (Integrated Biological Effective Dose) と ASF (Average Survival Fraction) の比較に関しては、シンプルな数学モデルにおける評価を完了することができた。さらに、実際の DVH (Dose Volume Histogram) を用いた比較検討を実施した。これらの検討により、IBED よりも ASF の方が妥当であることが示された。これらは、臨床からも自然な結果となっている。

また、新たな Therapeutic Windows の概念を構築することができた。従来の Therapeutic Windows では、一つのパラメータ（総線量など）のみに注目し、治療効果と副作用の観点から利用可能な領域（区間）を求めるものであった。しかし、放射線治療においては、総線量のみならず、照射回数、各回の照射線量、患者の個人差など多くのパラメータがある。これらを考慮するために、多次元空間における Therapeutic Windows を考案した。

(4) 若手研究(B)

●「通信回避型行列分解の実用性向上に資する基盤技術の研究」

研究代表者：深谷 猛

京コンピュータに代表される大規模な並列計算機を使った計算において通信時間を削減することは重要な課題のひとつである。特に、行列分解計算などの線形計算アルゴリズムでは、内積の計算等で不可欠となる集団通信（例：MPI_Allreduce）のレイテンシの削減が強く求められている。近年、この問題の解決を目指して、通信回避型と呼ばれるアルゴリズムが活発に研究されている。そこで、本研究課題では、通信回避型の行列分解アルゴリズムを対象とし、その性能分析や高性能実装技術、複数のアルゴリズムの使い分け方などを研究し、アルゴリズムの実用性を向上させることを目指す。

平成 28 年度は、前年度の研究内容を継続し、TSQR アルゴリズムにおいて並列化効率に大きな影響を与えるカーネルの実装方法の評価や大規模分散並列環境における密行列計算ライブラリ ScaLAPACK の性能分析等を行った。平成 29 年度は、研究課題の最終年度として、3 年間の成果をまとめる予定である。

3. 9 民間等との共同研究

(1) インタークラウドにおける多目的最適化手法を用いた, IT サービスの継続的最適配置に関する共同研究

研究代表者：教授 棟朝 雅晴

共同研究相手先：SCSK 株式会社

研究期間：平成 28 年 10 月 31 日～平成 29 年 3 月 31 日

研究概要：

インターネット環境下において Web システムを分散配備する場合に、多岐にわたる制約条件を満たしつつ、性能、コスト、信頼性など多数の目的関数を最適化するためのアルゴリズムについて、検討し、プロトタイプシステムとして、利用者の要求要件、システム要件をもとにシステム配備を自動化するシステム環境を構築した。

(2) 電磁界有限要素解析の高速化に関する研究

研究代表者：教授 岩下 武史

共同研究相手先：株式会社 JSOL

研究期間：平成 29 年 3 月 31 日～平成 30 年 3 月 30 日

研究概要：

電磁場有限要素解析において、計算時間の点で主要なコンポーネントとなる線形反復ソルバの高速化について研究を行う。より具体的には、マルチコアプロセッサにおけるスレッド並列処理の活用と研究代表者が新たに考案した誤差修正法の利用による高速化について検討を行う。平成 28 年度においては、実質的な取組みがスタートする平成 29 年度に向けて、研究計画の立案を行った。

3. 10 委託・助成事業

(1) 広域分散インタークラウドアーキテクチャーにおけるアプリケーションパーティショニング最適化アルゴリズムの開発

委 託 者：株式会社 富士通研究所

受託研究者：教授 棟朝 雅晴

研究期間：平成 28 年 9 月 30 日～平成 29 年 9 月 30 日

研究内容：

IoT時代に向けて処理やデータが広域分散するインタークラウドアーキテクチャーの研究を進めるにあたり、そのコア技術の一つである各コンポーネント処理の実行場所を最適化するアプリケーションパーティショニング技術の研究開発を行うことを目的とする。処理・データの分散配備技術（分散サービス基盤）をIoTアプリケーションの広域性やスケールに拡張するための技術開発を行い、実証実験などを通してその制約条件や課題などの把握・抽出へとつなげる。具体的には、アプリケーションパーティショニング最適化アルゴリズムの開発と、ユースケースとして冬道情報サービスを対象とした評価と課題抽出を中心に研究を実施する。

(2) CREST 領域：「ビッグデータ統合利活用のための次世代基盤技術の創出・体系化」 課題：「インタークラウドを活用したアプリケーション中心型オーバーレイクラウド技術に関する研究」 題目：「最適資源選択技術に関する研究」

委 託 者：国立研究開発法人 科学技術振興機構（JST）

研 究 者：教授 棟朝 雅晴（主たる共同研究者）

業務期間：平成 27 年 10 月 1 日～平成 30 年 3 月 31 日

業務内容：

本研究課題においては、インタークラウド上でアプリケーション毎に最適な計算資源群を選択するために、クラウド基盤側およびアプリケーション側からの要請される数多くの要求要件に対して、その動的な変化にも対応しながら最適な資源割り当てを実現する適応的資源割り当て最適制御メカニズム、およびそのために必要となる、アプリケーションが利用する計算資源群のシステム構成や計算資源群の制約条件を統一的な枠組みで記述するシステム構成仕様記述方式について研究するものである。

平成 28 年度においては、多目的進化計算を用いてアプリケーション（ビッグデータ解析やワークフロー）を実行する際の性能とコストの両者を向上させる手法を開発することで、性能やコストなど多岐にわたる目的関数間のトレードオフ関係を考慮したパレート最適解を導出することに成功した。また、平成 27 年度より開発を進めている述語論理仕様記述を拡張するとともに、等価変換アルゴリズムを用いることにより、多岐にわたる制約条件を考慮した計算資源選択の性能向上を実現した。

3. 1 1 その他の補助金

(1) 平成 28 年度文部科学省大学教育再生戦略推進費

「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成（enPiT）」セキュリティ分野

(<http://www.enpit.jp/>, <https://www.seccap.jp/basic/>)

運営拠点	大阪大学
分野中核拠点	東北大学
分野連携校 (本学以外, 順不同)	東北大学, 静岡大学, 京都大学, 大阪大学, 和歌山大学, 岡山大学, 長崎県立大学, 東京電機大学, 慶應義塾大学, 北陸先端科学技術大学院大学, 奈良先端科学技術大学院 大学, 情報セキュリティ大学院大学

本センター参画者：南 弘征・飯田勝吉（サイバーセキュリティ研究部門）

本事業は、情報技術を高度に活用して社会の具体的な課題を解決できる人材の育成機能を強化するため、産学協働の実践教育ネットワークを形成し、課題解決型学習（PBL）等の実践的な教育を推進し広く全国に普及させることを目的とし、第 1 期は大学院修士課程を対象として平成 22 年度から 28 年度まで実施された（事業成果を受け、平成 29 年度も同様の内容が提供される予定である）。第 2 期として学部 3,4 年生を対象として実施されることとなり、第 1 期に不参加であった本学でも参画の打診が関係部局等になされ、本センターは研究センターであり直接的な教育担当部局ではないことから、工学部に係る大学院情報科学研究科にて責任教員を担当頂き、本センターサイバーセキュリティ研究部門教員も実務に当たることとなった。これに伴い、責任教員のご了解のもと、本事業に係る諸経費の執行も本センターが担うこととなった。

平成 28 年度は、平成 29 年度からの具体的な学習内容の試行のための環境整備、教材作成、制度設計に係る学内諸規程群に係る改訂を行うとともに、参画したセキュリティ分野内での会合やシンポジウムなどの行事に参加し、大学間連携や産学連携の機会をもった。なお、作成した教材を用いた演習の試行を平成 29 年 3 月に行った（受講者・参加者計 10 名）。

本事業は平成 32 年度までの予定であり、今後も、具体的な演習授業の実施を中心として、参画分野における協働を行っていく。

3. 1 2 研究員・研究生の受け入れ状況

(1) 客員研究員

高山 恒一

所属：株式会社日立製作所 情報・通信システム社 主任技師

期間：平成 28 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日

研究課題：大規模並列処理と最適化に関する研究

受入担当教員：大宮 学

恵木 正史

所属：株式会社日立製作所 研究開発グループ 主任研究員

期間：平成 28 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日

研究課題：ビッグデータの利活用を推進するデータ・アナリティクスに関する研究

受入担当教員：大宮 学

(2) 訪問研究員

李 元揆（イ ウォンギョ）（大韓民国）

期間：平成 29 年 3 月 14 日～平成 29 年 6 月 30 日

受入担当教員：布施 泉

(3) 研究生

席 悦（セキ エツ）

期間：平成 28 年 4 月 1 日～平成 29 年 9 月 30 日

研究題目：中国語教育におけるソーシャルメディアの利用

（平成 28 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日）

国際恋愛における言語交換 インフォーマル・ラーニングによる日本語学習
の効果（平成 29 年 4 月 1 日～平成 30 年 3 月 31 日）

受入担当教員：田邊 鉄

王 申星（オウ シンセイ）

期間：平成 28 年 4 月 1 日～平成 30 年 3 月 31 日

研究題目：情報技術教材の活用及び学生创新能力の育成についての研究

（平成 28 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日）

中国若者の日本ポップカルチャー受容に見られる傾向

（平成 29 年 4 月 1 日～平成 30 年 3 月 31 日）

受入担当教員：田邊 鉄

耿 暢（コウ チョウ）

期間：平成 28 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日

研究題目：クラウド基盤の動的なリソーススケジューリングに関する研究

受入担当教員：棟朝 雅晴

何 玉瑩（カ ギョクエイ）

期間：平成 28 年 10 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日

研究題目：日中両国における MOOC の比較研究 ― 日中大学を例に

受入担当教員：重田 勝介

李 琦豪（リ キゴウ）

期間：平成 28 年 10 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日

研究題目：統計学に基づくビッグデータの解析に関する研究

受入担当教員：水田 正弘

李 森曦（リ シンギ）

期間：平成 28 年 10 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日

研究題目：次世代高性能計算システムのための数値計算アルゴリズム

受入担当教員：岩下 武史

楊 錦鴻（ヨウ キンコウ）

期間：平成 28 年 10 月 1 日～平成 29 年 9 月 30 日

研究題目：クラウドコンピューティング及び進化計算に関する研究

受入担当教員：棟朝 雅晴