

## 21. 情報基盤研究開発センター

- I 情報基盤研究開発センターの研究目的と特徴・21-2
- II 「研究の水準」の分析・判定・・・・・・・・・・21-4
  - 分析項目 I 研究活動の状況・・・・・・・・・・21-4
  - 分析項目 II 研究成果の状況・・・・・・・・・・21-13
- III 「質の向上度」の分析・・・・・・・・・・21-19

## I 情報基盤研究開発センターの研究目的と特徴

### 1. 研究目的

本学のグローバル化、イノベーション創出等の機能強化を支援する最先端情報基盤の研究開発に取り組む。また、学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点及び HPCI (High Performance Computing Infrastructure) 組織の一員として次世代の超高速計算、超高速ネットワーク技術、セキュリティ技術等の研究開発を進め、成果を広く社会に還元する。さらに、平成 26 年 12 月に設置したサイバーセキュリティセンターに協力して、本学のサイバーセキュリティの強化及び教育へのフィードバックに努め、世界水準のサイバーセキュアな大学を構築する。

### 2. 研究成果に関する方針（アウトカム・ポリシー）

情報統括本部、サイバーセキュリティセンター、学内関連部局及び関連共同研究拠点と連携し得られた研究成果を、論文誌、国際会議等で発表し、また、開発したソフトウェアを公開する。各論文等が論文誌や国際会議の評価（インパクトファクターや会議のランキング等）、及び論文についての発表形態（国際会議における口頭／ポスター等）、他の文献や書籍における内容評価により学術的インパクトの質を評価する。また、学術論文に関連する公開ソフトウェアの利用数、企業等による実用化、新聞等マスコミによる記事、国による施策への貢献などを、社会的関連性についての成果として評価する。

### 3. 研究組織運営に関する方針（マネジメント・ポリシー）

学術情報研究部門、言語教育環境研究部門、学習環境デザイン研究部門、先端ネットワーク研究部門、学際計算科学研究部門、先端計算基盤研究部門の 6 部門体制で研究を進める。研究が効率的かつ適切に行われるよう全体的な運営については、他部局教授も含めた教授会及び本センターの教員からなる教員会議で十分な議論を行って進める。内部質保証については情報基盤研究開発センター自己点検・評価委員会が毎年自己点検を行うと共に、定期的に外部評価を行うことにしている。広報については、年報及び Web により積極的に研究成果を公開する。

### 4. 研究基盤整備に関する方針（インフラストラクチャー・ポリシー）

#### ① 研究施設・設備

本センターに措置される電子計算機借料等に基づき、学内外でニーズの大きい、最先端で高コストパフォーマンスのスーパーコンピュータ、高速ネットワークシステム等を調達し、最先端の学術情報基盤を整備する。また、その効率的運用のため、最先端ソフトウェアの導入、開発を進める。

#### ② 研究資金調達

科学研究費、政府系プロジェクト研究等の競争的資金に積極的に応募すると共に、企業等との共同研究・受託研究も積極的に進める。特に、外部資金による研究員等の雇用により人的資源を強化することが重要であり、これにより研究成果を更に向上させると共に、それを更なる外部資金獲得につなげるフィードバックを確立する。

以上の研究目的と特徴は、本学の中期目標記載の基本的な目標「研究においては、卓越した研究者が集い成長していく学術環境を充実させ、世界的水準での魅力ある研究や新しい学問分野・融合研究の発展及び創成を促進する。また、環境・エネルギー・健康問題等人類が抱える諸課題を総合的に解決するための研究を強力に推進し、国際社会・国・地域の持続可能な発展に貢献する。」を踏まえている。

## 九州大学情報基盤研究開発センター

### [想定する関係者とその期待]

本センターは学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点の構成拠点の一つであり、学術面では日本の情報基盤技術の革新を先導するとともに、先端的な情報技術を利用した計算科学、データセントリック科学等の発展に寄与することが期待されている。また、産業界からは計算科学やデータセントリック科学に基づいた様々な製品開発支援に対して大きな期待が寄せられている。

## Ⅱ 「研究の水準」の分析・判定

## 分析項目Ⅰ 研究活動の状況

## 観点1-1 研究活動の状況

(観点に係る状況)

## 1-1-(1) 論文・著書等の研究業績や学会での研究発表の状況

資料1に論文発表状況、資料2に著書執筆状況、資料3に学会発表状況を示す。資料4に第1期の査読付き論文発表数を示しているが、資料1を見ると第1期に比べて査読付き論文数が6割以上増えており、研究活動が活発になったことが分かる。また、査読付き論文を主体に発表するようになった点も業績評価の客観性を高めるといって評価できる。専任教員1名あたりの平均は、1年間に4～5件の論文、6件以上の学会発表を行っており活発な状況である。学会発表の約3割が国際会議であることも評価できる。著書についても第2期期間中に1名あたり平均1冊の出版を行っており順調である。以上のように、アウトカム・ポリシーに沿って、研究発表を精力的に行っている。

## ○資料1 論文の発表状況

部門	査読	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
学際計算科学研究部門	査読有	3	2	6	8	4	3
	査読無	5	0	1	0	0	0
学習環境デザイン研究部門	査読有	18	10	16	15	8	0
	査読無	3	0	2	0	0	0
学術情報研究部門	査読有	9	44	33	41	28	52
	査読無	7	3	5	2	2	5
言語教育環境研究部門	査読有	6	7	3	7	0	7
	査読無	0	1	0	3	0	1
先端ネットワーク研究部門	査読有	9	10	7	11	11	0
	査読無	0	1	3	2	2	0
先端計算基盤研究部門	査読有	8	5	7	7	6	2
	査読無	1	0	0	0	1	1
合計	査読有	53	78	72	96	62	73
	査読無	16	5	11	7	5	6

## ○資料2 著書等の公表状況

部門	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
学術情報研究部門	1	0	0	0	1	4
言語教育環境研究部門	2	3	3	0	1	1
先端計算基盤研究部門	0	2	1	1	0	0
合計	3	5	4	1	2	5

## ○資料3 学会での研究発表等の状況

部門	種類	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
学際計算科学研究部門	国際	2	2	4	6	5	1
	国内	8	19	0	3	3	0
学習環境デザイン研究部門	国際	17	19	18	9	6	3
	国内	22	23	24	40	16	1
学術情報研究部門	国際	5	1	0	0	1	1
	国内	30	14	14	4	7	3
言語教育環境研究部門	国際	5	5	3	2	0	4
	国内	3	2	1	3	0	0
先端ネットワ	国際	3	1	4	10	4	3

## 九州大学情報基盤研究開発センター 分析項目 I

ーク研究部門	国内	7	4	4	2	4	4
先端計算基盤 研究部門	国際	2	5	13	6	5	4
	国内	5	12	17	17	10	5
合計	国際	34	33	42	33	21	16
	国内	75	74	60	69	40	13

## ○資料4 第1期における学会誌、国際会議議事録等に掲載された査読付き論文数

平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
20	9	18	55	64	76

## 1-1-(2) 競争的資金受入状況、共同研究受入状況、受託研究受入状況、寄附金受入状況

科学研究費の獲得状況を資料5に示す。基盤研究(C)は多く獲得しており、最近では基盤研究(B)の獲得も増えてきている。大型種目が少ない理由は、研究対象の多くが本センターの提供する情報基盤であるので、科研費自体で大型設備を導入する必要がないためと思われる。科研費以外の競争的資金については戦略的創造研究推進事業(CREST)といった大型の資金も獲得できており、研究水準に対する外部からの評価も高いと思われる。受託研究、共同研究についても毎年定常的に獲得しており(資料7~9)、外部資金の獲得は順調である。また、産学連携による研究も活発に行われている。以上のように、インフラストラクチャー・ポリシーに沿って、外部資金を受け入れている。

## ○資料5 科学研究費補助金の獲得状況

		平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
基盤 研究 (B)	件数	0	0	1	1	1	2
	直接経費			1,800	1,400	1,100	7,300
	間接経費			540	420	330	2,190
	合計	0	0	2,340	1,820	1,430	9,490
基盤 研究 (C)	件数	5	9	10	8	8	9
	直接経費	6,100	11,100	10,600	7,000	8,100	10,070
	間接経費	1,830	3,330	3,180	2,100	2,430	3,020
	合計	7,930	14,430	13,780	9,100	10,530	13,090
萌芽 研究	件数	0	1	1	0	0	0
	直接経費		500	500			
	間接経費		150	150			
	合計	0	650	650	0	0	0
若手 研究 (B)	件数	4	1	0	2	2	0
	直接経費	3,700	700		2,300	1,600	
	間接経費	1,110	210		690	480	
	合計	4,810	910	0	2,990	2,080	0
特別 研究 員奨 励費	件数	1	1	0	0	0	1
	直接経費	700	700				900
	間接経費	0	0				0
	合計	700	700	0	0	0	900

## ○資料6 その他競争的資金受入状況

競争的 資金の 種別		平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
戦略的 創造研 究推進 事業	件数	0	2	2	2	3	4
	金額	0	20,631,000	59,896,200	43,608,500	49,028,200	67,735,200
研究成	件数	0	2	0	0	0	0

## 九州大学情報基盤研究開発センター 分析項目 I

果展開事業	金額	0	3,226,000	0	0	0	0
戦略的情報通信研究開発推進事業	件数	0	0	0	1	0	0
	金額	0	0	0	4,708,899	0	0

## ○資料7 共同研究受入状況

	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
件数	2	2	1	0	5	1
金額	6,000,000	7,200,000	0	0	6,023,000	5,000,000

## ○資料8 受託研究の受入状況

	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
件数	2	5	5	5	4	1
金額	34,400,000	23,857,000	81,862,200	89,622,500	49,028,200	1,100,000

## ○資料9 寄附金受入状況

	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
件数	6	4	2	5	3	3
金額	4,700,000	2,100,000	1,400,000	2,060,000	2,400,000	1,700,000

## 1-1-(3) 競争的資金による研究実施状況、共同研究の実施状況、受託研究の実施状況

競争的資金については、科研費以外で重要なものは大型プロジェクトのCRESTによる高性能計算機システムに関する研究があり、それ以外にも本センターのミッションに適合した先進的な研究を進めている（資料10）。また、共同研究については高性能数値計算の産業応用（資料11）、受託研究については大規模計算機システム、ネットワークシステムについての最先端研究（資料12）等、本センターのミッションに沿った研究を実施している。以上のように、マネジメント・ポリシーに沿って、研究を精力的に進めている。

## ○資料10 競争的資金による研究の実施状況（特徴的事項のみ）

競争的資金	研究実施状況
戦略的創造研究推進事業（CREST）：スケーラブルな隣接通信及び集団通信のための省メモリアルゴリズム及び動的最適化技術（H23～28年度、総額：292,734千円）	平成28年度末のプロジェクト期間終了に向け、順調に研究が進んでいる。特に平成26年度、開発目標である通信ライブラリの第一版を、プロジェクト Web サイトで公開した。このライブラリは、エクサスケール計算環境における通信用メモリ領域の爆発的増加を回避するため、内部で暗黙的に利用するメモリ領域を最小限とし、さらに、動的に確保する領域についてプログラマが明示的に開放することにより、メモリ効率の高い通信を実現している。現在、ライブラリの改良を行うとともに、このライブラリ上のアプリケーションの開発と公開を進めている。
科研費：精度保証付き数値計算による無限次元逆作用素の最適評価とその応用（H24～26年度、総額：4,290千円）	精度保証付き数値計算により無限次元関数空間における線形作用素の可逆性の検証と線形作用素の逆作用素を有限次元作用素で一様近似する一般理論を構築することに成功した。また、成果を非自己共役問題を含む一般の Hilbert 空間における固有値問題に対する固有値の除外理論に拡張するとともに、非線形関数方程式の解の存在証明へと応用した。
科研費：テキストマイニングによる医療プロセスのキーファクター抽出（H27～29年度、総額：18,920千円）	医療機関で蓄積される検査などの数値データと医師や看護師による診療記録などのテキストデータに対し、テキストマイニングを適用することで、医療プロセスのキーファクターを抽出する。回復や退院という医療活動の最終目的に対する重要性の定量化と、重要語の関連可視化により、キーファクターの妥当性を検証している。

## ○資料 11 共同研究の実施状況（特徴的事項のみ）

共同研究	研究実施状況
共同利用共同研究拠点及び HPCI 資源提供拠点関係	共同利用共同研究拠点及び HPCI 資源提供拠点として、HPC とデータセントリックサイエンスに適した高性能スパコンを整備し、大規模数値計算アルゴリズムとそのデータ構造、並列化技術等の研究支援を強化し、応用分野の研究者と計算機科学者との共同研究環境を提供した。本センターの資源を利用した共同研究は、平成 22～27 年度で合計 57 件となっている（資料 14 参照）。
民間との共同研究：簡易音響解析技術の開発及び自動車への適用に関する研究（H26～27 年度、総額：9,000 千円）	車内の音響解析低減について、FDTD 法による解析から研究が始まった。初年度は、立方体形状の中の音場解析で、境界条件も反射なしとする等、基礎的な知見を得ることを目的としており、2 年目は、車のスケールモデルの確立（3～4 ケースを想定）、実機による音の測定、計算結果との比較と検討などを行っている。典型的な産学連携による共同研究の成果である。

## ○資料 12 受託研究の実施状況（特徴的事項のみ）

受託研究	研究実施状況
次世代インターネット技術のための研究開発と実証実験（予算が措置されたのは H20 年度、総額：14,000 千円）	本事業は、本学が、日本と韓国の間の新世代ネットワークに関する共同研究の拠点大学として、8 年間でのべ 600 名以上の日韓の研究者の共同研究活動を支援するとともに、新世代ネットワークの基礎技術から、e ラーニング、セキュリティ、ネットワーク仮想現実、先端医療応用等まで幅広くテーマを設定し、国際共同研究を主導して行ったものである。本活動は情報基盤研究開発センターの特色、強みであるグローバル型研究活動、ICT 実環境と研究・教育の融合に基づいて行われた。
最先端学術情報基盤の構築に関する研究開発と調査（H17～H24 年度、総額：295,600 千円）	この研究は、全国共同利用計算機群によるグリッド環境 CSI Grid の効率的な構築と運用を可能にする技術の実現を目的としたものである。主に、CSI Grid の運用手順の改良、分散ストレージ配備機能の統合、Shibboleth IdP の効率的な運用技術開発、Open FOAM を用いた連成・連携計算の要素技術開発、大規模シミュレーション結果のインタークラウド上での分散ポスト処理技術開発を行った。
次世代スーパーコンピュータシステムにおける大規模連成計算アプリケーションの開発と性能評価（H23 年度、総額：6,000 千円）	この研究では、次世代スーパーコンピュータシステムをターゲットとしたシステム性能評価の一環として、主に量子化学計算アルゴリズム OpenFM0 の性能解析と高並列化に向けた改良を行った。性能解析の結果、カットオフテーブル計算に要する時間と負荷の不均衡が、計算の高速化を大きく妨げることが判明した。そこで、カットオフテーブル計算のスレッド並列化、カットオフテーブル計算と通信のオーバーラップ、及びグローバルカウンタを用いた動的負荷分散技術の導入を行い、高並列環境での効率的な並列実行の見通しが立った。また、MPI-2 の片側通信の現在の実装に問題があり、このままでは想定した性能が得られないため、今後の実装改良が求められることを明らかにした。
インターコネクタ性能推定環境の検討（レイテンシコアの高度化・高効率化による将来の HPCI システムに関する調査研究）（H24～25 年度、総額：30,916 千円）	この研究は、2020 年あたりでの運用開始が予定されている次世代スーパーコンピュータの実現手段として汎用型プロセッサに基づいたアプローチを取った場合の、実アプリケーションにおける効果を見積もり、このアプローチの有効性を検証する研究プロジェクトの一環として行った。本グループが開発したネットワークシミュレータ NSIM を利用し、まず対象アプリケーションの実機での性能とシミュレーション結果から、性能予測精度を確認した後、計算機の規模やトポロジを変更して性能を見積もった。その結果、理想的な通信性能の達成には、プロセス配置の最適化や、通信混雑状況に応じた通信間隔の調整が重要であることを明らかにした。
新世代ネットワークにおける検索ネットワーク KCN の開発（H25 年度、総額：4,709 千円）	本事業は、新世代ネットワークによる新しい通信方式である、ICN（Information Centric Network）の通信制御に検索データベースの情報を利用し、従来の方式よりも正確かつ高速に通信相手までのネットワーク経路を設定し、通信を行うためのネットワーク KCN（Keyword Centric Network）を設計し、実ネットワーク上でプロトタイプを研究開発したものである。本活動は情報基盤研究開発センターの特色、強みの一つである ICT 実環境と研究・教育の融合に基づいて行われた。

## 1-1-(4) その他研究目的に沿った研究活動の状況

その他の研究活動について、資料 13 にまとめた。教育支援のための学習環境デザインについては、国立大学としては初の取組である学生 PC 必携化やそれを有効活用するための最先端の e-ラーニングシステムに関する研究開発を進めた。また、喫緊の課題であるサイバーセキュリティについて、国の施策に先んじてサイバーセキュリティセンターを設置し、サイバーセキュリティに関する最先端の研究に取り組んでいる。以上のように、アウトカム・ポリシーに沿って、研究を精力的に進めている。

## ○資料 13 その他研究目的に沿った研究活動の状況（特徴的事項のみ）

研究活動	研究実施状況
学術情報の蓄積・検索・分析に関する研究 (平成 24～27 年度)	検索可視化とテキストマイニングについて 100 編以上の査読付論文を発表し、2 件の特許が認定された。可視化については、電子情報通信学会 I-Discover プロジェクト特別賞並びに科学技術振興機構データサイエンス・アドベンチャー杯言語部門優秀賞を受賞した。全学サービスのためのシングルサインオンシステムを設計し、電子ジャーナルの学外からの利用を実現した。これは我が国の総合大学としてさきがけであった。ばらばらだった部局ごとの利用者 ID の問題を、統一 ID 形式と管理ライフサイクルを定めることで解決した。これにより、学部入学から大学院修了まで永続的利用が実現でき、各種サービス提供の基盤となった。
学習環境デザインに関する研究 (平成 22～27 年度)	教育水準の向上のための ICT 技術の研究開発に注力した。1 つは BYOD (Bring Your Own Device) の考え方を導入し、新入生全員が自分の PC を大学の講義等で利用できるようにするためのシステムに関する研究開発を行った。国立大学では初の試みであり、極めてインパクトが大きい。これを実現するために、ネットワークの効率化や認証、セキュリティの強化などに関する研究開発を進めた。また、WebCT や Moodle といった最新の e-ラーニングプラットフォームをベースにした教育支援環境を効率的に利用できるような仕組みについて研究開発を進めた。
言語教育支援に関する研究 (平成 22～27 年度)	ICT による言語学習支援についての研究を行い、スマートフォンや携帯電話等のモバイル端末を活用した外国語学習支援ツールを開発し、SNS によるモバイル言語学習環境を構築した。これらの成果について内外の学会や論文誌に発表した。開発したシステムは既に基幹教育の授業で利用されている。また、言語文化研究院との共同研究でモバイル端末用初修外国語表現モジュールと外国語授業用 Web 教材も開発した。後者は PC 必携化による Web 教材の需要に応えるものである。現在は、オントロジーを使った留学生のための日本語学習支援システムの開発も行っている。
サイバーセキュリティに関する研究 (平成 26～27 年度)	サイバーセキュリティ強化のために、サイバーセキュリティセンターを立ち上げ、全学生が学ぶべきであるサイバーセキュリティに関する教材内容を選定し、そのための教材開発、教育の試行を行なった。また、スペシャリスト育成のための演習プログラムの研究開発を開始した。さらに、アジア、米、オセアニアのサイバーセキュリティ技術の進んだ研究や実践を行なっている機関と教育分野、研究分野、社会科学分野などの連携を開始し、サイバーセキュリティに関するグローバルで最先端の教育、研究活動を行なった。

(水準)

期待される水準にある

(判断理由)

関係者が期待するものは、情報基盤に関する活発な研究活動とそれに基づく成果であり、その観点から本センターの活動は以下のようにまとめられる。

- 論文・著書等の研究業績や学会での研究発表の状況については、高いレベルを維持している。論文の発表状況については、専任教員 1 名あたり平均して 1 年間に 4～5 件の論文を発表しており、また、学会発表も 1 年間に 6 件以上と活発な状況である。著書につ

## 九州大学情報基盤研究開発センター 分析項目 I

いても第2期期間中に1名あたり平均1冊の出版を行っており順調である。

- 競争的資金等の受入状況であるが、科研費についての受入件数は毎年教員1名あたり平均1件を超えており、また、他の競争的資金あるいは受託研究、共同研究等についても、毎年、平均して6,000万以上獲得しており、高い水準にある。
- 競争的資金等による研究実施状況については、科研費以外にも大型プロジェクトで高性能計算機システムの研究を実施しており、本センターのミッションに適合した先進的な研究を進めている。共同研究、受託研究についても本センターのミッションに沿って、高性能数値計算、大規模計算機システム、ネットワークシステムなどについて最先端の研究を実施している。
- その他の研究活動の状況については、国立大学としては初の取組である学生PC必携化やそれを有効活用するための最先端のeラーニングシステムに関する研究開発を進めた。また、喫緊の課題であるサイバーセキュリティについては、国の施策に先んじてサイバーセキュリティセンターを設置し、サイバーセキュリティに関する最先端の研究に取り組んでいる。

これらを総合的に判断すると、リサーチポリシーに基づいた取組や活動の状況が優れているといえ、関係者の期待される水準にあると判断される。

## 観点 1-2 共同利用・共同研究の実施状況

(観点に係る状況)

### 1-2-(1) 共同利用・共同研究の実施状況

本センターは、ネットワーク型の学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点の構成拠点として活動している。共同利用・共同研究の実施状況を、資料 14 に示す。共同利用における利用者総数は年々増えており、ここ 4 年は 1,000 名を超えている。また、八つの構成拠点全体で採択した課題の 20% 以上を占めている。共同利用の利用者総数は大幅に増加したことから、研究目的に掲げた共同利用・共同研究拠点の一員としての役割を着実に果たすとともに、我が国の HPC 及びデータセントリックサイエンス研究の基盤を提供している。

以上のように、マネジメント・ポリシーに沿って、共同利用・共同研究活動が実施されている。

#### ○資料 14 共同利用・共同研究の実施状況

	平成 22 年度	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度 ※ 5
共同利用・利用者総数 ※ 1	908	970	1191	1467	1495	1461
共同研究・課題採択数 ※ 2	11	13	10	9	7	7
共同研究・8 拠点での 採択課題総数に占める 割合 (%)	30	33	29	20	21	20
共同研究・受入人数 ※ 3	139	179	186	136	121	77
共同研究・拠点シンポ ジウム開催回数※ 4	2	1	1	2	1	1

(※ 1…共同研究に係る受入人数(※ 3)を含む。)

(※ 2…ネットワーク型拠点全体で採択した課題のうち、本センターを共同研究相手先として申請・採択されたもの。)

(※ 3…上記※ 2 による受入研究者人数。)

(※ 4…ネットワーク型拠点を構成する統括拠点及び他の 7 構成拠点との共同開催。)

(※ 5…平成 27 年度の数値は 9 月 30 日時点のもの。)

### 1-2-(2) 共同利用・共同研究に関する環境・資源・設備等の提供及び利用状況

共同利用・共同研究に関する環境・資源・設備等の提供及び利用状況を、資料 15 に示す。平成 22 年度以降、全国の研究者に提供する計算機資源の拡充を図ってきており、最先端のスーパーコンピュータ及び超高速ネットワークを活用した超高速計算環境を社会に提供している。現在運用しているシステムは、「京」コンピュータとの互換性を有する FUJITSU PRIMEHPC FX10 (平成 26 年度に増強システムを追加導入)、高性能の GPGPU アクセラレータを搭載した FUJITSU PRIMERGY CX400、大容量の主記憶を搭載した HITACHI SR16000 VM1、最新のメニーコアプロセッサによるアクセラレータを搭載した HITACHI HA8000 といった、それぞれ性格の異なるシステムからなっている。利用者総数が年々増加していることから (資料 15)、全国の研究者の多種多様な計算需要に役立っていることがわかる。

以上のように、インフラストラクチャー・ポリシーに沿って、共同利用・共同研究活動を推進するための環境整備と資源提供を着実にやっている。

## 九州大学情報基盤研究開発センター 分析項目 I

## ○資料 15 共同利用・共同研究に関する環境・資源・設備等の提供及び利用状況

共同利用・共同研究に提供している環境・資源・設備等	年度別利用者数					
	平成 22 年度	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度 ※ 7
スーパーコンピュータシステム FUJITSU PRIMEHPC FX10 ※ 1 (181.6 TFLOPS)	—	—	432	454	201	271
高性能演算サーバ FUJITSU PRIMERGY CX400 ※ 2 (510.1 TFLOPS)	—	—	466	662	713	635
高性能アプリケーションサーバ HITACHI SR16000 L2 ※ 3 (25.267 TFLOPS)	486	270	462	109	—	—
高性能アプリケーションサーバ HITACHI HA8000-tc/H210 ※ 4 (712.46 TFLOPS)	—	—	—	282	449	438
高性能アプリケーションサーバ HITACHI SR16000 VM1 ※ 5 (8.192 TFLOPS)	—	—	—	111	117	117
増強スーパーコンピュータシステム FUJITSU PRIMEHPC FX10 ※ 6 (90.8 TFLOPS)	—	—	—	—	186	151
総 計	486	270	1360	1618	1666	1612

(※ 1 …運用期間：平成 24 年 7 月～)

(※ 2 …運用期間：平成 24 年 9 月～)

(※ 3 …運用期間：平成 21 年 6 月～平成 25 年 6 月)

(※ 4 …運用期間：平成 25 年 12 月～)

(※ 5 …運用期間：平成 25 年 12 月～)

(※ 6 …運用期間：平成 26 年 4 月～)

(※ 7 …平成 27 年度の数値は 9 月 30 日時点のもの。)

## 1-2-(3) 共同利用・共同研究の一環として行った研究会等の実施状況

研究会等の実施状況を、資料 16 に示す。

各年度に複数回開催しているフォーラム（学外者も参加自由）には、以下のようなものがある。

- 本センター独自の「先端的計算科学研究プロジェクト」の採択課題の研究者による成果報告会（毎年 1 回以上開催）
- 大規模計算に関する先端的な研究や、次世代スーパーコンピュータ開発に従事している専門家を招いての講演会

例：

- 「次世代スパコン開発とその周辺」（平成 22 年度）
- 「スーパーコンピュータのインターコネクト」（平成 22 年度）
- 「これからの HPC—京コンピュータと GPGPU」（平成 23 年度）
- 「次世代コンピューティング技術—スーパーコンピュータ、ビッグデータ」（平成 24 年度）

## 九州大学情報基盤研究開発センター 分析項目 I

- 「エクサスケールコンピュータの足音」(平成 25 年度)
- 「数値シミュレーションだけではないスーパーコンピュータ活用」(平成 26 年度)

これらの活動を通じて、学内外の研究者に対し最新の技術動向や研究動向を調査するための機会を提供している。

以上のように、アウトカム・ポリシーに沿って、広く学内外の研究者への成果の還元を図っている。

### ○資料 16 研究会等の開催状況

	平成 22 年度	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度 ※ 1
フォーラム・講演会等開催回数	6	4	3	3	4	2
利用者講習会等開催回数	22	19	23	14	18	12

(※ 1…平成 27 年度の数値は 9 月 30 日時点のもの。)

(水準)

期待される水準にある

(判断理由)

本センターでの共同利用・共同研究の実施状況は以下のようにまとめられる。

- ・共同利用の利用者総数は年々増えており、ここ 4 年は 1000 名を超えている。また、八つの構成拠点全体で採択した課題の 20% 以上を占めている。
- ・性格の異なる計算機システムを配置することで、全国の研究者の多種多様な計算需要に応えており、利用者総数が年々増加している。
- ・毎年複数回のフォーラム等を開催し、学内外の研究者に対し最新の技術動向や研究動向を知るための機会を提供している。

以上のとおり、リサーチポリシーに基づいた活動の状況が良好であり、「学術面で日本の情報基盤技術の革新を先導すると共に、先端的な情報技術を利用した計算科学、データセントリック科学等の発展に寄与する」という関係者の期待に応えていると考えられることから、「期待される水準にある」と判断される。

## 分析項目Ⅱ 研究成果の状況

## 観点2-1 研究成果の状況

(観点に係る状況)

## 2-1-(1) 学部・研究科等の組織単位で判断した研究成果の質の状況

受賞については、JST データサイエンス・アドベンチャー杯最優秀賞、日本応用数理学会論文賞を始め多くの賞を受賞している(資料17)。また、論文等についても、SIAM Journal on Numerical Analysis、Journal of Educational Technology & Society、日本応用数理学会など国内外で評価高い雑誌や国際会議に採録されており(資料18、19)本センターの研究の質の高さを示している。以上のように、アウトカム・ポリシーに沿って、研究成果を上げている。

## ○資料17 受賞の状況

部門	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
学際計算科学研究部門	1	0	0	0	0	0
学習環境デザイン研究部門	0	0	0	1	0	0
学術情報研究部門	0	0	0	0	1	0
先端ネットワーク研究部門	0	0	0	1	0	0
先端計算基盤研究部門	0	1	1	1	0	0
合計	1	1	1	3	1	0

## ○資料18 組織単位での研究成果の質の高さを示す論文等

研究者	タイトル	掲載誌	研究概要(研究内容、外部からの評価等)
藤野清次	IDR (s) -SOR の提案	日本応用数理学会論文誌	近年、IDR (Induced Dimension Reduction) 定理に基づく反復解法が続々と誕生し、その優れた収束性が注目されている。本論文では、代表的な定常反復法の一つである。SOR (Successive Over-Relaxation) 法に IDR 定理を適用して残差ベクトルの更新を行う IDR ベースの SOR (以下、IDR (s) -SOR と呼ぶ) 法を提案した。数値実験により、IDR (s) -SOR 法の性能を評価し、従来の様々な反復法と比較して、新しい反復法の収束性のよさと頑強さを実証した。 掲載雑誌は応用数理関係では非常に高いレベルの雑誌であり、本論文は、新しい IDR (s) 法の出現をきっかけにし、従来の定常反復法の飛躍的な収束性向上を図った点において優れた業績である。
藤野清次	メモリアクセスの視点からの Eisenstat 版前処理の考察	日本応用数理学会論文誌	本研究では、対称行列用の反復法と非対称行列用の反復法における Eisenstat 前処理の効果を、従来の計算量の比較ではなく、メモリアクセス回数の視点から比較した。そして、理論的な計算量に基づく見積もりと実際の数値実験での計算時間に違いが何故現れるのかを明らかにした。 掲載雑誌は応用数理関係では非常に高いレベルの雑誌である。本論文は、反復法の収束性能について、従来の視点、すなわち、数理的な残差の導出とその減少という視点ではなく、計算機のメモリへのアクセス頻度という新しい視点を取り入れ、反復法の収束性を評価した点が斬新であり、この研究分野に与える影響が大きい。着想のよさが高く評価された。
渡部善隆	Verified Computations of Eigenvalue Enclosures	SIAM Journal on Numerical Analysis	無限次元 Hilbert 空間における複素数固有値問題の固有値の数学的に厳密な非存在範囲を与える一般定理と、具体的な非存在領域を求めるための精度保証付き数値計算アルゴリズムを提案するとともに、丸め誤差の影響を考慮した具体的な数値例を確認可能なプログラムコードと

## 九州大学情報基盤研究開発センター 分析項目Ⅱ

	for Eigenvalue Problems in Hilbert Spaces		ともに与えた。 掲載雑誌は高いインパクトファクターを有する学術雑誌であり、特に数値解析分野では最高峰の雑誌として知られている。
渡部善隆	A self-validating norm computation of inverse for infinite dimensional linear operators and its applications	14th GAMM-IMACS International Symposium on Scientific Computing, Computer Arithmetic and Validated Numerics (SCAN2010)	非線形偏微分方程式に代表される非線形関数方程式の解の存在を厳密な存在範囲とともに数学的に求めるためには、方程式の近似解による線形化作用素の可逆性とその作用素ノルム評価が重要な役割を果たす。ここでは、一般的なバナッハ空間における線形作用素の可逆性の検証と、作用素ノルムの効率的な評価手法を提案し、従来の手法との比較においてその優位性を明らかにするとともに、非自己共役固有値問題、非線形楕円型方程式などへの応用と今後の展望を示した。 国際会議 SCAN は、応用数学分野の国際団体である GAMM (International Association of Applied Mathematics and Mechanics) と IMACS (International Association for Mathematics and Computers in Simulation) が主催する国際会議であり、科学技術計算・計算機アーキテクチャ・精度保証付き数値計算などの幅広い分野の研究者が参加し 20 年以上の歴史を持つ。本論文はフランス・リヨンで開催された SCAN2010 の招待講演の論文である。
渡部善隆	A numerical verification method for nonlinear functional equations based on infinite-dimensional Newton-like iteration	Applied Mathematics and Computation	無限次元 Hilbert 空間の非線形関数方程式に対し、弱形式に基づく残差引き戻しと無限次元 Newton 法を組み合わせた堅牢な解の存在検証理論を提案し、非線形偏微分方程式を含む具体的な問題に対する計算機援用証明により、その有効性を明らかにしました。 掲載雑誌は、応用数学及び数値解析分野では高いインパクトファクターを有する国際学術誌として知られている。
廣川佐千男	Feature Words that Classify Problem Sentence in Scientific Article	ACM Proceedings of the 14th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services	関連研究について文献調査を行うとき、単純なキーワード検索だと、検索結果を詳細に読まなければ、各論文の問題や手法は理解できない。これらの観点での検索ができれば、調査の効率向上が期待できる。本稿では、論文概要の中で問題を表す文（問題文）を特徴づける手掛り語を SVM で求める。通常の 10 分割交差検定では、手掛り語集合を限定するより、全ての単語を使った方が判別性能は高い。ところが、学習サンプル数が少ない場合、全ての単語を使うより、手掛り語集合を限定した方が問題文判別性能が高くなり、手掛り語の有効性を確認できた。論文を発表した会議は Web を用いた情報システムやサービスに関する主要な国際会議であり、採択率 30% と難易度の高い国際会議である。
廣川佐千男	Learning by Searching: A Learning Environment that Provides Searching and Analysis Facilities for Supporting Trend Analysis Activities	Journal of Educational Technology & Society	インターネットの発展により、様々な学習活動で検索エンジンは不可欠になっている。本論文では、「検索による学習」理論に基づき、学生が特定分野の研究動向や重要キーワードを学ための学習環境を構築した。このシステムを使うことで、手間をかけた用語集めや一般性のない前処理に依らず、データ蓄積と分類が可能となる。入力された検索語から検索結果を得るだけでなく、そこから抽出された関連語群の年ごとの変化の可視化により、学習者は効率よく研究動向を把握できる。情報管理を専門とする大学生を、提案システムで学習した実験群と、通常の検索エンジンで学習した対照群の二つのグループに分け、研究動向の学習を実施した。その結果、提案手法を実装したシステムで学習した実験群の学生の方が、統計的に有意に良い成績を納めた。 教育工学の分野では主要な国際誌であり、impact factor

## 九州大学情報基盤研究開発センター 分析項目Ⅱ

			1.34である。
岡村耕二	Evaluation of OpenFlow's Enhancements	Proceedings of Research Network Workshop, APAN, 2012	本論文では新世代ネットワークのコアとなる OpenFlow を改良し、その性能評価を行った。一つ目の改良点は、自立分散的にネットワーク構成を可能にするネットワーク機器間での Flow 制御・管理を可能にする機能であり、二つ目は先読みの Flow の設定を可能にする機能である。これらの機能によって、集中制御に起因する性能の低下を防ぎ、待ち時間の短縮による性能の向上を実現できることを示した。本手法は、OpenFlow を改良する上で非常に画期的な点に着目し、飛躍的な性能向上を行うことができた。Research Network Workshop はアジア及び環太平洋地域の主要な国々の先進的なネットワーク研究者と技術者によって構成される国際ネットワーク研究組織である APAN (Asia Pacific Advanced Network) における査読付きの国際ワークショップである。本論文は、本センターの教員が指導し研究を行っている学生がその国際ワークショップに投稿し、採択されたものであり、The Best Student Paper Award を授賞した。

## ○資料 19 組織単位での研究成果の質の高さを示す学会報告等

研究者	タイトル	学会名	研究概要（研究内容、外部からの評価等）
渡部善隆	計算機援用証明による Orr-Sommerfeld 問題の安定性・不安定性解析	日本数学会 2014 年度年会	流体力学の安定性を記述する重要な方程式のひとつである Orr-Sommerfeld 方程式については、膨大な数の数値計算による近似結果は与えられているものの、理論的な結果はこれまでほとんど得られていなかった。この講演では、特に平行ポワズイユ流れの安定性に着目し、流れの安定性・不安定性解析が計算機によって数学的に厳密な意味で可能であることを具体例とともに示し、今後の展望についても述べた。応用数学分科会特別講演は、分科会委員及び評議員により、優れた研究活動を行っている会員から選出されるものであり、本研究のレベルの高さを示している。
南里豪志	Tofu ネットワークにおけるプロセス配置形状による集団通信アルゴリズムの性能解析	情報処理学会 研究報告ハイパフォーマン スコンピュー ティング, 2012	スーパーコンピュータの大規模化に伴って、ノード間インターコネクトネットワークとして、コストの低い多次元メッシュ/トーラストポロジを採用したものをを用いる事例が増えている。本研究では、京コンピュータ等で用いられている Tofu インターコネクトネットワークを対象として、プロセス配置の形状による集団通信アルゴリズムの性能への影響を計測した。得られた性能を、Tofu インターコネクトの性能解析ツールを用いて取得した通信衝突による転送待ち時間と比較したところ、プロセス配置形状による変動がどちらもほぼ同じ傾向を示すことを明らかにした。これらの結果から、集団通信アルゴリズムの選択において、プロセス配置の形状を考慮した性能見積もりが重要であることを示した。 同一分野で年に 1～2 件しか選ばれない情報処理学会山下記念研究賞を受賞した。

## 2-1-(2) 学部・研究科等の研究成果の学術面及び社会、経済、文化面での特徴

研究成果の学術面及び社会、経済、文化面での特徴を、資料 20～21 に示す。研究成果の学術面では、大規模数値計算、並列計算機システムの分野を中心に優れた成果を上げている。また、研究成果の社会、経済、文化面では、ネットワーク分野における日韓の国際連携の強化に主導的な立場をとっている点が特筆すべき点である。また、地方自治体の情報通信技術の活用や最先端の情報基盤の学内展開などに優れた成果を上げている。以上のように、アウトカム・ポリシーに沿って、研究成果を上げている。

## ○資料 20 研究成果の学術面での特徴を示す研究成果

研究者	タイトル	研究概要	外部からの評価
藤野清次	大規模数値計算法の高速化に関する研究	大規模な科学技術計算の分野に現れる偏微分方程式の離散化から生じた連立 1 次方程式に対する反復法及び前処理技術を開発した。特に、高い演算処理能力を持つスーパーコンピュータの性能を十分に引き出すために、並列化技術、反復法とその前処理、離散化法、高収束かつ高並列性を有する反復法、などに新しい手法を開発した。	研究成果が応用数理関係では非常に高いレベルの雑誌である応用数理学会論文誌に複数件、掲載されている。また、国際会議 The Fourth International Conference on Future Computational Technologies and Applications 2012 においてベストペーパーを受賞している。これらの点から、学術面での評価が高いと判断される。
渡部善隆	精度保証付き数値計算法に関する研究	「精度保証付き数値計算」は、離散化による誤差と計算機による丸め誤差の 2 つの誤差を厳密に評価することによって数値計算の信頼性を保証するものである。この方法は理論的に解の存在証明が困難な解析学の問題に対するアプローチとしても重要である。この研究において、無限次元 Hilbert 空間における複素数固有値問題の固有値の数学的に厳密な非存在範囲を与える一般定理と、具体的な非存在領域を求めるための精度保証付き数値計算アルゴリズムを提案するなど、優れた研究成果を上げた。	研究成果が、数値解析分野では最高峰の雑誌である SIAM Journal on Numerical Analysis に掲載され、また、関連分野の主要国際会議である SCAN2010 でも招待講演を行っている。平成 23 年度日本応用数理学会論文賞 (JJIAM 部門) も受賞しており、学術面での評価が高いことを示している。
南里豪志	省メモリ技術と動的最適化技術によるスケーラブル通信ライブラリの開発	スーパーコンピュータの重要な基盤ソフトウェアである通信ライブラリについて、計算機の規模によらず少ない使用メモリ量で効率よく通信を行う省メモリ技術と、実行中の状況に応じて自律的に動作を調整する動的最適化技術を用いた通信ライブラリを開発するとともに、この通信ライブラリの機能を活かした効率の良いプログラムの作成技術を開発した。	極めて競争率の高い「戦略的創造研究推進事業 CREST：ポストペタスケール高性能計算に資するシステムソフトウェア技術の創出」において本研究テーマが採択されている。また、研究成果を情報処理学会ハイパフォーマンスコンピューティング研究会で発表し、その分野で年に 1～2 件しか選ばれない情報処理学会山下記念研究賞を受賞した。これらの点から、学術面での評価が高いことが分かる。

## 九州大学情報基盤研究開発センター 分析項目Ⅱ

## ○資料 21 研究成果の社会、経済、文化面での特徴を示す研究成果

研究者	タイトル	研究概要	外部からの評価
岡村 耕二	日韓拠点大学事業:無線ネットワーク運用技術や知見の社会への還元	現在世界規模で行われている、次世代・新世代ネットワークの研究に対して、アジアとして日本・韓国がまとまり参画できる国際的な人的関係を構築した。また、学生を中心とする若手研究者の育成に留意した。8年にわたる、人的交流を中心としたアジアでの共同研究によって、将来の他のアジア諸国との共同研究の参考になるレベルに達したと言える。アジアの次世代・新世代ネットワーク研究コミュニティである APAN、AsiaFI に多数の本プロジェクトの経験者を要人として残し、日本・韓国がまとまり参画できる国際的な人的関係を構築することができた。	本事業は日韓の最新鋭の研究者を8年にわたり、年600人・日の交流を支援するもので、本研究者は自ら研究を行うとともに、そのマネジメントも的確に遂行した。本事業の一部は、2007年に総務省・情報通信研究機構から「超高速ネットワークを利用した次世代国際共同研究に関する研究」として国際連携賞を受賞、また、本学アジア遠隔医療開発センターの設立にも貢献した。
岡村 耕二	福岡市公衆無線LANの環境整備に関する検討	自治体で構成する公衆無線LANの設計について専門家の立場から助言、有益な意見を出し、また、経済的な面でも他のメンバーと有益な議論を行った。結果として、実現可能な提案書を作成することができた。	検討会議の副座長として、会議に参加し、提案書の作成に貢献した。その後、福岡市はこの提案書を元にして、福岡市内での公衆無線LANを実現し、サービス開始を行うことができた。
岡村 耕二	「個人と組織のための最先端サイバーセキュリティ入門」の反転学習実施	eラーニング教材として実施した「個人と組織のための最先端サイバーセキュリティ入門」の対面による一般向けの授業を開催し、サイバーセキュリティセンターの教育・研究活動を還元した。	サイバーセキュリティについて参加者の日常に近い話題を取り上げ、講師と参加者で意見交換を行った。これを通して、講師のサイバーセキュリティの知見を一般市民にわかりやすい形で伝えることができた。
伊東 栄典	本学における全学認証基盤の構築と運用	本学における情報サービスの利便性・信用性・安定性を向上するために、全国の総合大学に先駆けて全学共通認証基盤を構築した。2010年にはShibboleth分散認証サーバを構築し、国内の大学では最初期に全学展開した。2009年の運用開始時から単なるID・パスワードだけではない多要素認証機能を導入し、利用者認証の安全性向上を目指した。2013年度には学生の利用者IDを改善した。これらにより、利便性と安全性を両立した、クラウド時代に適した、認証基盤を実現した。	構築した全学認証基盤は、日本の総合大学では随一のものである。研究概要に示した、約6年間に渡る九州大学全学認証基盤の構築及び運用についてまとめた論文が、ACM SIGUCCSで採択された。この国際会議は世界最大の計算機科学に関する学会 Association for Computing Machinery が主催する高等教育機関の情報システムに関する主要な国際会議である。

(水準)

期待される水準にある

(判断理由)

本センターの研究成果の状況は以下のようによまとめられる。

- ・組織単位で判断した研究成果の質については、受賞の状況、国内外のトップレベルの学会誌や国際会議等での採択状況が、研究の質の高さを示している。
- ・学術面では、大規模数値計算の高精度化及び高速化、さらには並列計算機システムの構

## 九州大学情報基盤研究開発センター 分析項目Ⅱ

成法などで受賞や大型プロジェクトの獲得など優れた成果を上げている。

- ・ 社会、経済、文化面については、ネットワーク技術に関する日韓の連携研究をはじめ、国際連携、地方自治体への貢献等、様々な局面で優れた成果を上げている。
- ・ 外部資金の獲得状況、論文の採択状況等を通してうかがえる外部からの評価でも、高い水準を満たしている。

以上により、リサーチポリシーの実現の観点から見て、研究成果の状況が優れており、「最先端の情報基盤技術に関する研究及び計算科学、データセントリック科学等の研究を発展させる」という関係者の期待に十分に答えていると考えられることから、「期待される水準にある」と判断される。

### Ⅲ 「質の向上度」の分析

#### (1) 分析項目Ⅰ 研究活動の状況

大型資金である戦略的創造研究推進事業（スケーラブルな隣接通信及び集団通信のための省メモリアルゴリズム及び動的最適化技術（H23～28年度、総額：292,734千円））を獲得して、最先端の高性能計算機システムの研究に精力的に取り組むなど、研究活動が活発である。

#### (2) 分析項目Ⅱ 研究成果の状況

数値解析の分野で、日本応用数理学会論文誌、SIAM-Journal 等トップレベルの論文に採択されている。また、高性能計算機システムに関する研究で、情報処理学会山下記念研究賞、ネットワーク研究で、APAN（Asia Pacific Advanced Network）の国際ワークショップで The Best Student Paper Award（本センター教員の指導学生）を受賞するなど、優れた研究成果を上げている。