

グローバル化する学術研究を支える サイバーインフラストラクチャ

大阪大学サイバーメディアセンター
応用情報システム研究部門 伊達 進

大阪大学



*Under the motto "Live Locally, Grow Globally,"
Osaka University grapples with the challenges of education and research*



Live Locally, Grow Globally

Osaka University is committed to contributing to social stability and welfare, world peace, and harmony between humans and nature through education and research activity under its motto of "Live Locally, Grow Globally." The university will achieve this goal with its free and unfettered civic spirit, which was inherited from Kaitokudo and Tekijuku (places of learning in Osaka), and with its spirit of independence that does not succumb to power and authority.



Organization

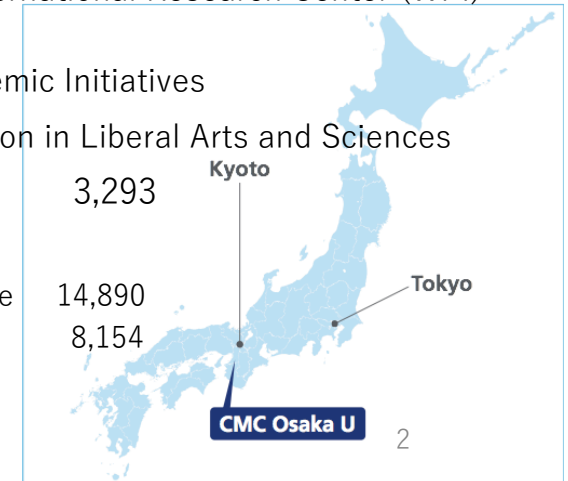
- 11 Schools
- 15 Graduate Schools
- 6 Research Institutes
- 2 National Joint-Use Facilities
- 13 Joint -Use Education and Research Facilities
- University Library
- 2 University Hospitals
- World Premier International Research Center (WPI) Initiative
- Institute for Academic Initiatives
- Center for Education in Liberal Arts and Sciences

Faculty

3,293

Students

- Undergraduate 14,890
- Graduate 8,154

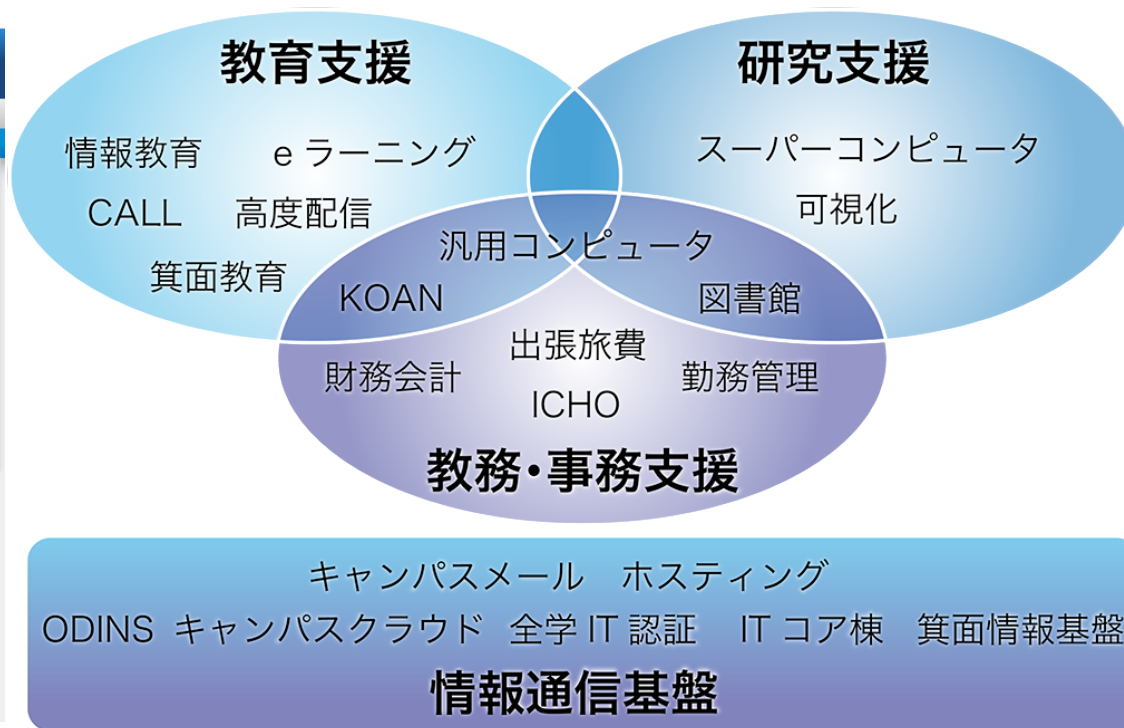


<http://www.osaka-u.ac.jp/en/index.html> 研究データ管理 (RDM) 説明会2022 in 大阪 ~研究データポリシーと研究データ基盤の活用について~

サイバーメディアセンター (CMC)



学内外の情報基盤を支える全国共同利用組織として設立



<https://www.cmc.osaka-u.ac.jp/>

研究データ管理 (RDM) 説明会2022 in 大阪 ~研究データポリシーと研究データ基盤の活用について~

CMC <http://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/>



CMC吹田本館



ITコア

- **大阪大学のスーパーコンピューティングセンター**

- 学内だけでなく学外の教育・研究組織や産業界と密接に連携したセンターとして機能することが求められた全国共同利用施設でもあり、その一環として、全国の大学の研究者が学術研究・教育に伴う計算及び情報処理を行うことができるよう、種々の高性能な大規模計算機システムを提供

CMCのサイバーインフラストラクチャの概要

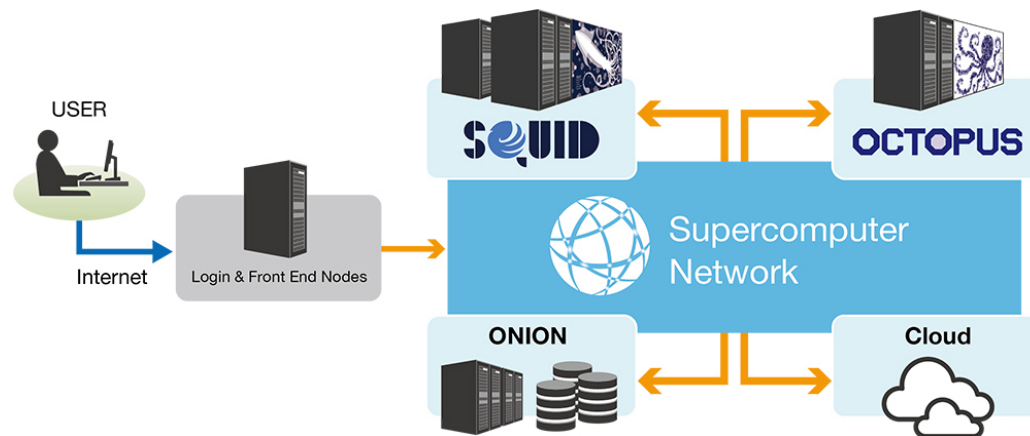


1 全国の研究者が
利用可能

2 多様な計算
ニーズへの対応

3 ペタフロップス級
大規模計算能力

4 安定した
動作環境の提供



• 2系統のスーパーコンピュータ

- OCTOPUS: 1.4 Pflops Since 2017



- SQUID : 16.594 Pflops since 2022



• データ集約基盤ONION

- Object Storage HyperStore (0.5 PB)
- Parallel File System ExaScaler (21PB)



OCTOPUS since Dec. 2017

OCTOPUS

Osaka university Cybermedia cenTer
Over-Petascale Universal Supercomputer



- ペタフロップス級ハイブリッド型スーパーコンピュータ

(Osaka university Cybermedia cenTer Over-Petascale Universal Supercomputer) OCTOPUS 1.46 PFlops

- 総理論演算性能 1.463 PFlops



CPU nodes: 236

プロセッサ	Intel Xeon Gold 6126 (Skylake / 2.6 GHz 12コア) 2基
主記憶容量	192 GB
インターコネク	InfiniBand EDR (100 Gbps)

GPU nodes: 37

プロセッサ	Intel Xeon Gold 6126 (Skylake / 2.6 GHz 12コア) 2基
主記憶容量	192 GB
アクセラレータ	NVIDIA Tesla P100 (NVLink) 4基
インターコネク	InfiniBand EDR (100 Gbps)

Many core nodes: 44

プロセッサ	Intel Xeon Phi 7210 (Knights Landing / 1.3 GHz 64コア) 1基
主記憶容量	192 GB
インターコネク	InfiniBand EDR (100 Gbps)

Large memory nodes: 2

プロセッサ	Intel Xeon Platinum 8153 (Skylake / 2.0 GHz 16コア) 8基
主記憶容量	6 TB
インターコネク	InfiniBand EDR (100 Gbps)

Storage

ファイルシステム	DDN EXAScaler
容量	3.1 PB

研究データ管理 (RDM) 説明会2022 in 大阪 ~研究データポリシーと研究データ基盤の活用について~

SQUID since May 2021



Supercomputer for Quest to Unsolved Interdisciplinary Datascience



- クラウド連動型高性能計算・高性能データ分析用スーパーコンピュータ (Supercomputer for Quest to Unsolved Interdisciplinary Datascience)
 - 総理論演算性能 16.591 PFlops



最新 3 種混合プロセッサ・アクセラレータ搭載！



SQUIDは、2021年4月に発表されたばかりのIce Lake世代のプロセッサをはじめ、最新GPUアクセラレータNVIDIA HGX A100 8 GPU ボード、最新ベクトルプロセッサNEC SX-Aurora TSUBASA Type 20A を搭載しています。汎用CPUノード群は、Ice Lake世代のプロセッサを搭載する国内最大級となります。

研究データ管理 (RDM) 説明会2022 in 大阪 ~研究データポリシーと研究データ基盤の活用について~

SQUID システム構成

汎用 CPU ノード群	
1,520 ノード x 理論演算性能 5,837 TFLOPS	8.871 PFLOPS
プロセッサ	Intel Xeon Platinum 8368 (Ice Lake / 2.40 GHz 38コア) 2基
主記憶容量	256 GB

GPU ノード群	
42 ノード x 理論演算性能 161.836 TFLOPS	6.797 PFLOPS
プロセッサ	Intel Xeon Platinum 8368 (Ice Lake / 2.40 GHz 38 コア) 2基
主記憶容量	512 GB
GPU	NVIDIA HGX A100 8 GPU ボード (Delta)

ベクトルノード群	
36 ノード x 理論演算性能 25.611 TFLOPS	0.922 PFLOPS
プロセッサ	AMD EPYC 7402P (2.8 GHz 24コア) 1基
主記憶容量	128 GB
Vector Engine	NEC SX-Aurora TSUBASA Type 20A 8基

ノード間接続	
ノード間接続	Mellanox InfiniBand HDR (200 Gbps)

データ集約基盤 ONION	
S3 対応並列ファイルシステム 21.2 PB	
ファイルシステム	DDN EXAScaler (Lustre)
HDD	20.0 PB
SSD	1.2 PB
S3 対応オブジェクトストレージ 500 TB	
オブジェクトストレージ	CLOUDIAN HyperStore
HDD	500 TB

大規模計算機システム事業



CMCのスーパーコンピュータをご利用できる環境を整備するとともに、利用者の皆様がスーパーコンピュータを利活用できるよう、情報推進部とCMCの教職員で支援しています。

大阪大学 サイバーメディアセンター
大規模計算機システム

アクセス 日本語 English

利用を検討中の方 一般利用の方 産業利用の方 公募利用の方 HPC利用の方 JHPCN利用の方

システム 利用案内・申請 利用支援 イベント 公開資料 成果報告 お問い合わせ

HPSC-News
vol.04 解凍導入型ストラットのシミュレーション
研究者 | 比江島 俊彦
所属 | 大阪府立大学 大学院工学研究科 航空宇宙海洋専攻 航空宇宙工学助教

研究成果
高分子絶縁材料における電荷輸送機構の解明
著者 | 鈴木運堂, 嶋川康, 好永り佳, 佐藤工業
所属 | 東京大学工学系研究科電気系工学専攻

講習会/セミナー/イベント
GPUプログラミング実践 (OpenACC)
開催日 | 12月8日(水) 13:00 - 16:00
今更聞けない数値計算アルゴリズム: 常微分方程式編
開催日 | 12月9日(金) 13:30 - 15:30

新着情報
2022年11月29日
2023年度学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点(HPCN)共同研究課題募集のご案内(受付期間 12/8 - 1/6)
2022年11月29日
年末年始休業のお知らせ(12/27 - 1/3)
2022年11月21日
第3回HPCIフォーラム スーパーコンピュータ「富岳」産業利用の広場のご案内
2022年11月04日
サイバーメディアセンターはSC22に出展します



CALL FOR SUPERCOMPUTER USERS

大規模計算機システム 2022年度 新規利用者受付中

大阪大学サイバーメディアセンターの大規模計算機システムは、学内外を問わず本センターの利用資格を満たす皆様にご利用いただけます。理系の方はもちろん、大規模な統計処理を必要とする人文社会系の方や経済・金融関係の方、企業で研究をされている方まで、多様な目的でご利用いただけます。お気軽にご相談ください。

CHECK 提供するスーパーコンピュータ
ご希望・ご用途に応じて、利用するスーパーコンピュータを自由に選択いただけます。

<p>SQUID (16,591 PFLOPS)</p> <p>クラウド連動型 HPC・HPDA 用スーパーコンピュータ</p> <p>搭載 CPU AMD EPYC 7001シリーズ、AMD EPYC 7002シリーズ、AMD EPYC 7003シリーズ、AMD EPYC 7004シリーズ</p> <p>搭載 GPU AMD Instinct MI250X</p> <p>16,591 PFLOPSの超高性能を実現するスーパーコンピュータです。</p>	<p>OCTOPUS (1,463 PFLOPS)</p> <p>ベタロブス級ハイブリッド型スーパーコンピュータ</p> <p>搭載 CPU Intel Xeon E5-2680 v4</p> <p>搭載 GPU NVIDIA Tesla V100</p> <p>1,463 PFLOPSの超高性能を実現するスーパーコンピュータです。</p>
---	--

大学・企業を問わず 利用可能!

研究データ管理 (RDM) 説明会2022 in 大阪 ~研究データポリシーと研究データ基盤の活用について~

【お問い合わせ お申し込み】
大阪大学 サイバーメディアセンター 応用情報システム研究部門
大阪大学 情報推進部情報基盤課 研究システム班
system@cmc.osaka-u.ac.jp, 06-6879-8813

申し込み方法 下記のWEB申込URL、もしくは右のQRコードをスマホで読み取ってください

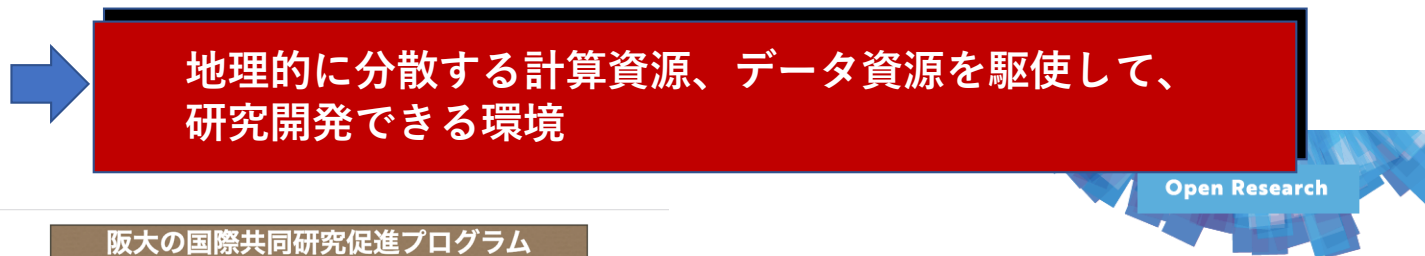
http://osku.jp/x0935 | サイバーメディアセンター 事務局 | 検索



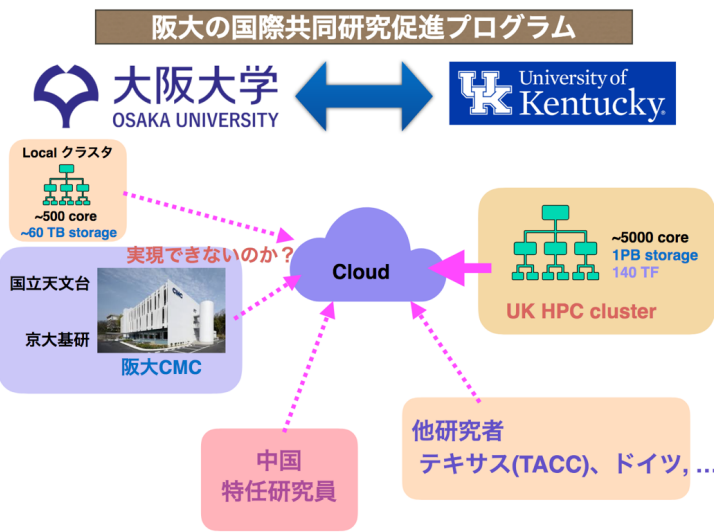
サイバーインフラ高度化への課題(1)



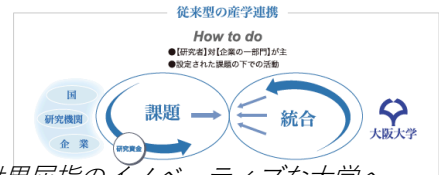
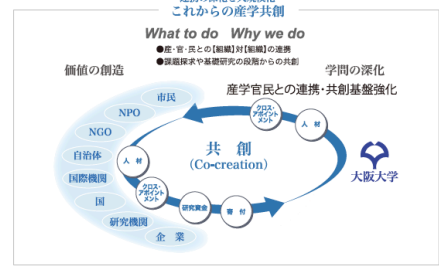
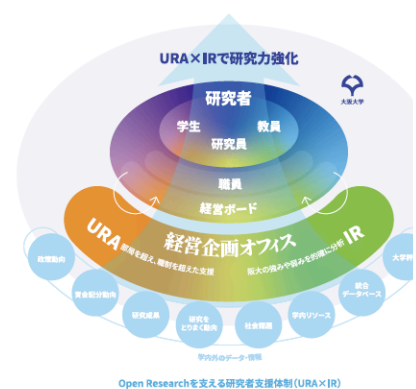
- **学術研究の広域化・グローバル化、産学共創への期待**
 - 共通の課題解決にむけて世界の研究者と協働する国際共同研究



「産学連携から産学共創へ」をコンセプトに掲げ、社会のニーズに基づく基礎研究の課題を発掘し、新たな社会的価値の創出につながる「Open Innovation」に挑戦します。



研究者のときめきと自由な発想による学術研究を基軸とし、専門分野を超え、広く世界と協働する新たな知の創出を目指す「Open Research」を推進します。



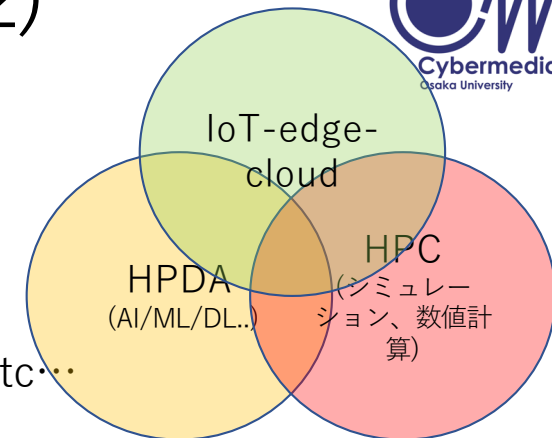
長峯健太郎, “理学研究とクラウド利用のニーズ:理論宇宙物理学の例”, Cyber HPC Symposium 2019, Mar. 2019. 発表スライドより。タポリシーと研究データ基盤の活用について
 OUVision 2021 - 社会変革に貢献する世界屈指のイノベティブな大学へ -
<https://www.osaka-u.ac.jp/ja/oumode/OUvision2021/y66s8j>

サイバーインフラ高度化への課題(2)



• HPDA分野の計算ニーズの急速な高まり

- AI/MLを活用するデータ駆動型サイエンス
- 各種IoTセンサを利活用したビッグデータ解析
- HPC for AI, AI for HPC
 - データ同化シミュレーション, AIによる計算結果の判定, etc...



多様なデータをスーパーコンピューティング環境に“集約”できるデータ基盤
= 学術研究のデータフローを妨げないデータ基盤
= 利用者のデスクトップ環境、クラウド、スパコン環境を問わず
データ（計測データ、計算結果、等）を簡易に移動・管理できる環境

サイバーインフラ高度化への課題(3)



• 研究データ保存, Reproducibilityに向けた動きの活発化

- 公正な研究活動の推進にむけて、研究活動に伴い作成・取得した研究データの保存期間および管理方法等についての基準を定めたガイドライン策定
- 様々な科学データ計測機器がキャンパス内に存在しており、そのデータ管理・移動が課題
- 大容量・大規模データを取り扱うSCセンターとしての役割・責任

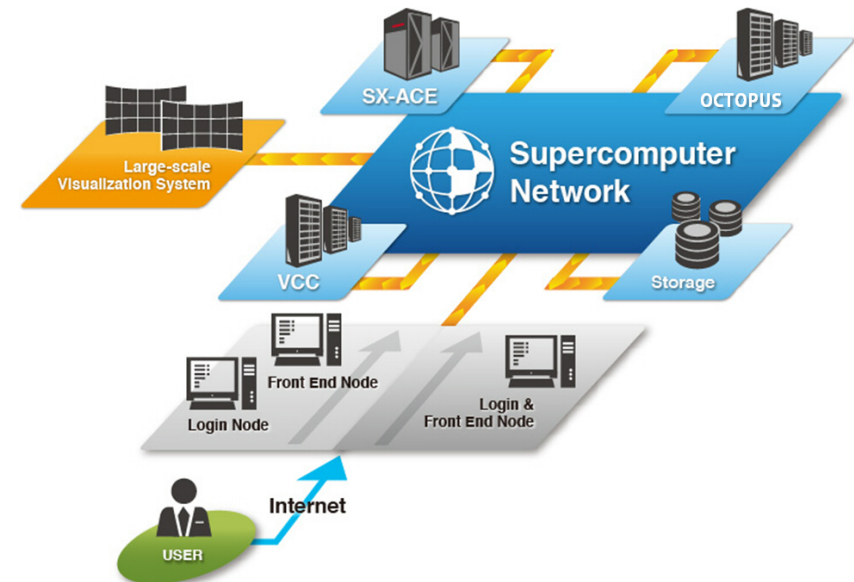


近い将来、SCセンターとしてデジタル化された研究データを適正に管理するためのデータ基盤を提供する必要がある？

これまでのCMCの計算環境： before SQUID

- 外部からIsolatedで independentな計算環境

- スーパーコンピュータ群はログインノード & フロントエンドノード経由でのみ利用
- SC環境へのデータ移動、SC環境からのデータ移動はscp, sftp経由が基本
※HPCI供用ストレージは利用可能
- SX-ACE(NEC ScateFS) – OCTOPUS(Lustre) 間はNFSでデータ移動可能



従来までのHPC分野からだけでなく、AI/ML/DLなどのHPDA分野の新しい計算ニーズの登場により、SCP, SFTPだけでなく、データ移動を自動化・遠隔利用化できる仕組みへの要望が急拡大

- 科学計測機器で計測されたデータを簡易に学内外の研究者と共有できる
- 多様なデータアクセスプロトコルを隠蔽したGUIでデータ操作できる
- クラウドストレージと連動できる。
- etc

SQUID+ONION 5つのチャレンジ



データ集約基盤ONION

- Osaka university Next-generation Infrastructure for Open research and open InnovatioN

- 世界最高水準の基礎的、基盤的研究や学際融合研究が生み出す多様な知の創出と深化に寄与すべく、**総合大学である大阪大学内で創出された「利用可能な超大量データを将来に渡る持続可能性を保持しつつ責任をもって活用」可能にする**とともに、**新たな社会的価値の創出を目指した「産学共創」「国際共同研究」のための学内外でのデータ利活用を支援する**データ集約基盤

- スーパーコンピュータSQUIDの調達に合わせてPoC (Proof-of Concept)実装として**試験的に導入**

- 本格的に大規模なONIONを整備してしまうと、調達主目的のスーパーコンピュータの規模を大幅に縮減してしまう。
- 構想したONIONが有用でなく、利用されない場合もありえる

クラウドノード群

特徴2. クラウド連動・連携機能

高負荷状態時にオフロード
新製品の早期実戦配備

民間クラウド(IaaS)事業者

ODINS網を活用した
学内部局からのデータ集約



クラウドストレージを活用した
海外研究拠点とのデータ共有

データ集約ストレージ 500TB

特徴4. データ集約環境

民間クラウド(ストレージ)事業者

データ集約基盤 ONION

大容量高速ストレージ
20+1 PB (HDD+SSD)

ONIONに向けた要求要件

1. キャンパス内に存在する科学計測機器、IoTセンサ機器等の各種データ生成源からのデータを収容可能であること

← このようなデータ源から生成されるデータを活用するHPC・HPDAへの期待・関心

2. スーパーコンピュータ利用者以外の研究者がONION上の研究データにアクセスできること

← 国際共同研究、産学共創活動では、必ずしもすべての研究者がスーパーコンピュータのアカウントを持っているとは限らない。

3. 研究グループ代表者にストレージ管理権限を委譲でき、スーパーコンピュータを利用しない研究者にもアカウントを発行できること

← 例えば、ストレージ容量を切り分け、学内部局、あるいは研究代表者に、その管理権限を委譲したい。ストレージのみを利用する利用者のアカウント管理負荷増大は避けたい。

ONIONに向けた要求要件

4. 利用者個別に利用者のストレージをONIONと連携可能であること

← 研究室で管理するストレージ、クラウドストレージなどと連携させ、ONIONとの間のデータのやりとりの負荷を最小限にしたい。

5. ONION、および、ONIONと連携する各種ストレージ群のシングルディスクイメージビューを利用者に直感的に提供できること

← ストレージ構成に詳しくない利用者に対して、それらストレージへのアクセス情報等を意識させることなく、利用者が直感的なデータ操作を行える必要がある。

ONIONに向けた要求要件

6. 高性能：高性能計算および高性能データ分析で要求される高いI/O性能を提供できること

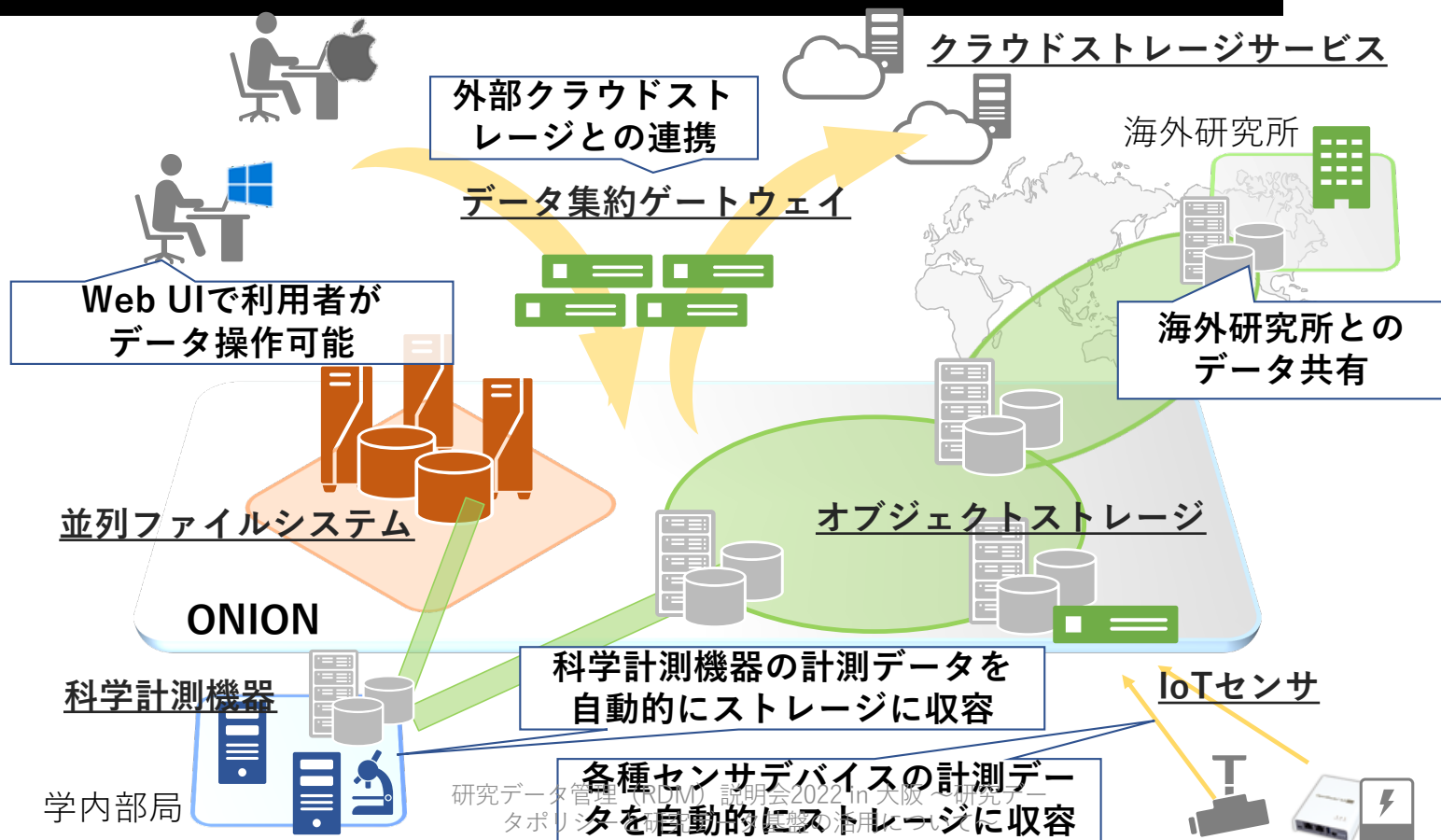
← 従来のスーパーコンピュータシステム同様に、高いI/O性能は必要不可欠

7. 将来計画との親和性：NIIの運用する研究データ管理基盤GakuNinRDMとの接続性を有すること

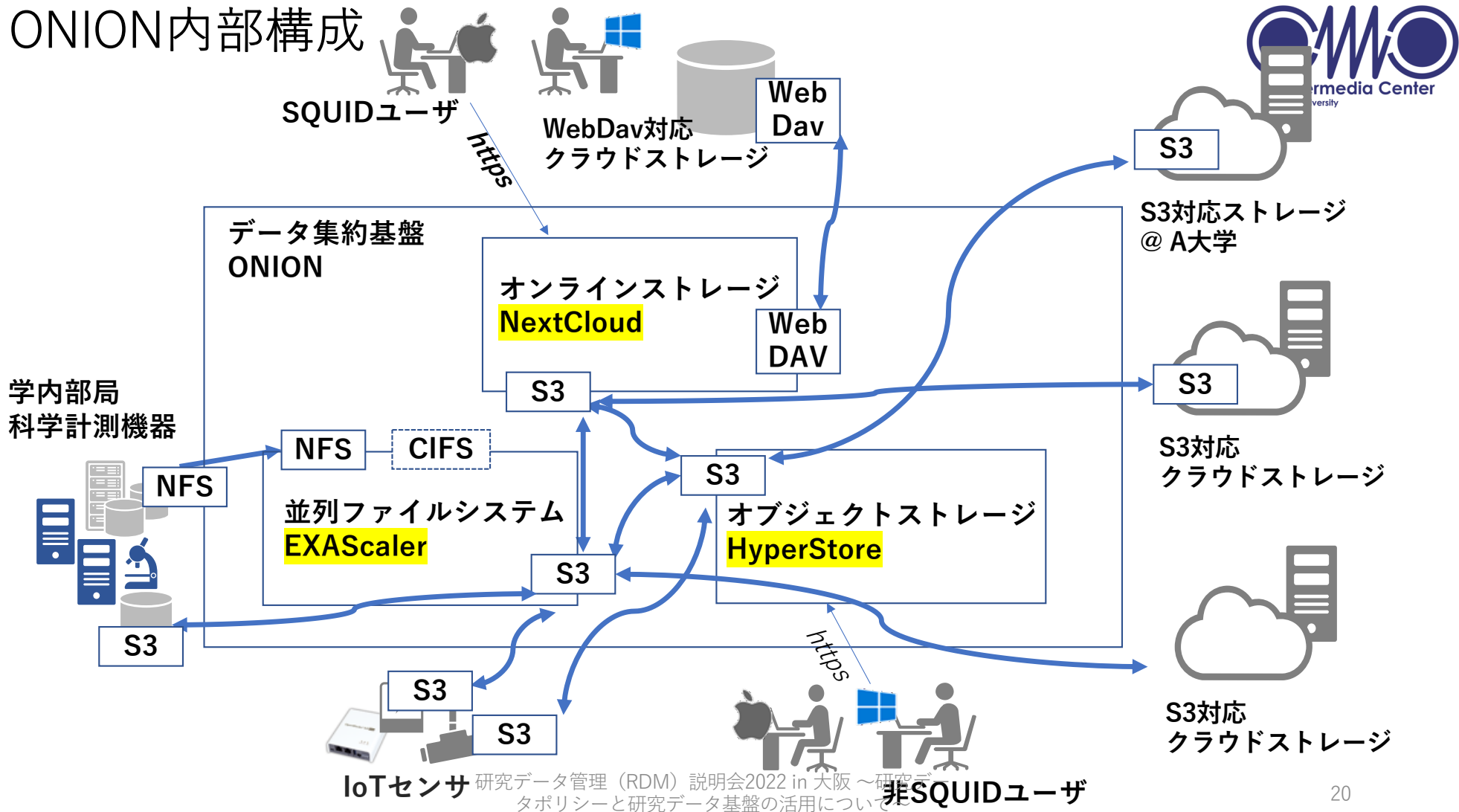
← 研究データを適正に保存し、研究のReproducibilityを目指し、近い将来の可能性を担保しておきたい。

ONIONの概要

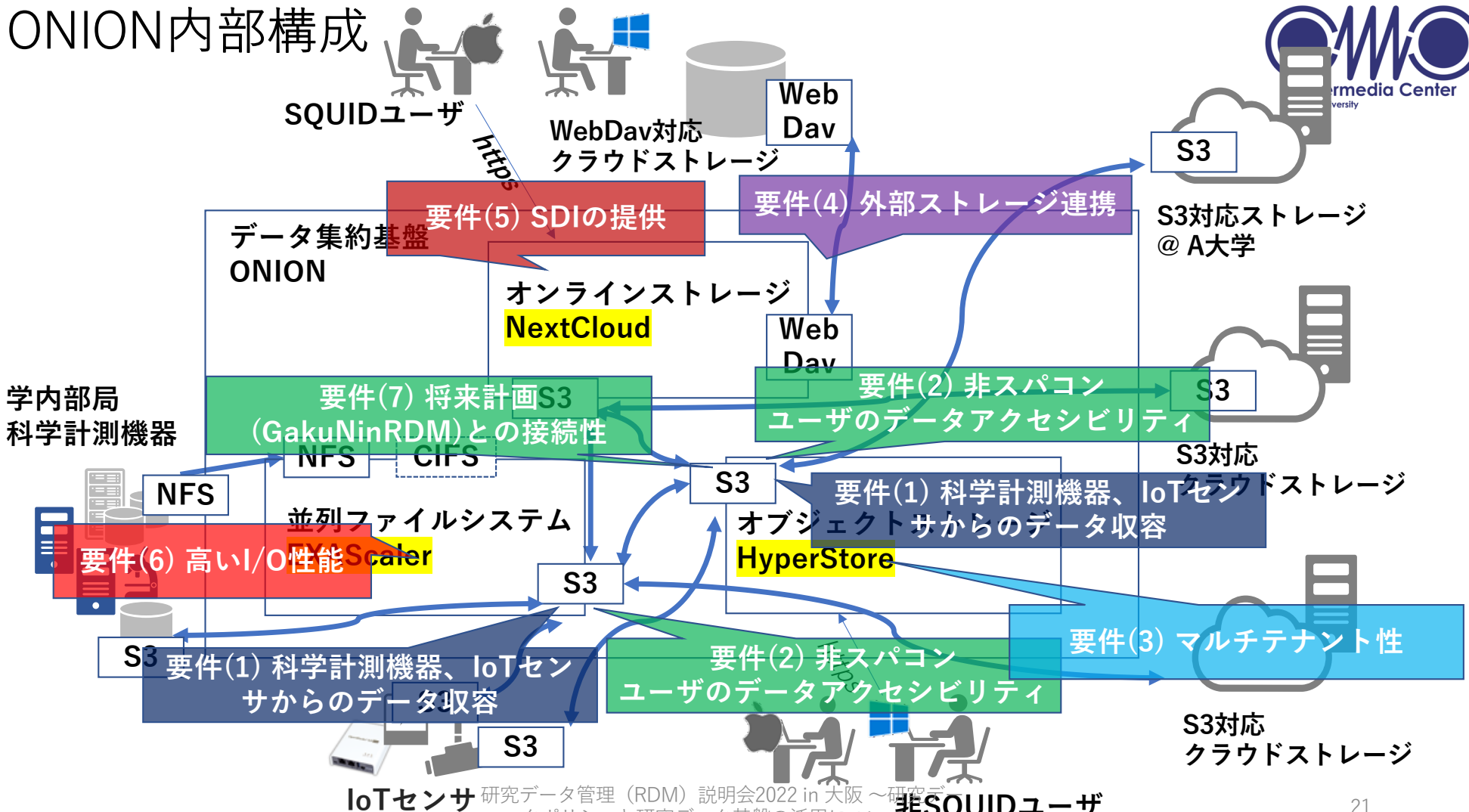
3種ストレージソリューションを相補完的に連動



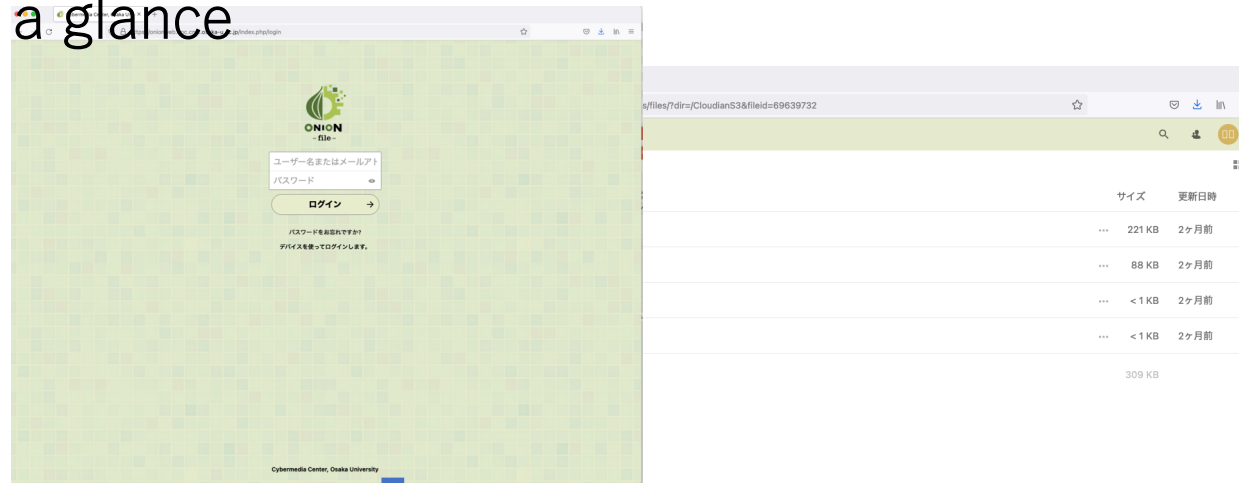
ONION内部構成



ONION内部構成



ONION at a glance



DDN EXAScaler

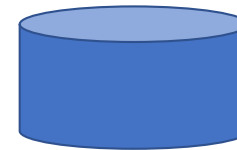


Cloudian HyperStore Appliance 1610



研究データ管理 (RDM) 説明会2022 in 大阪 ~研究データポリシーと研究データ基盤の活用について~

研究室 webdav



研究所 S3

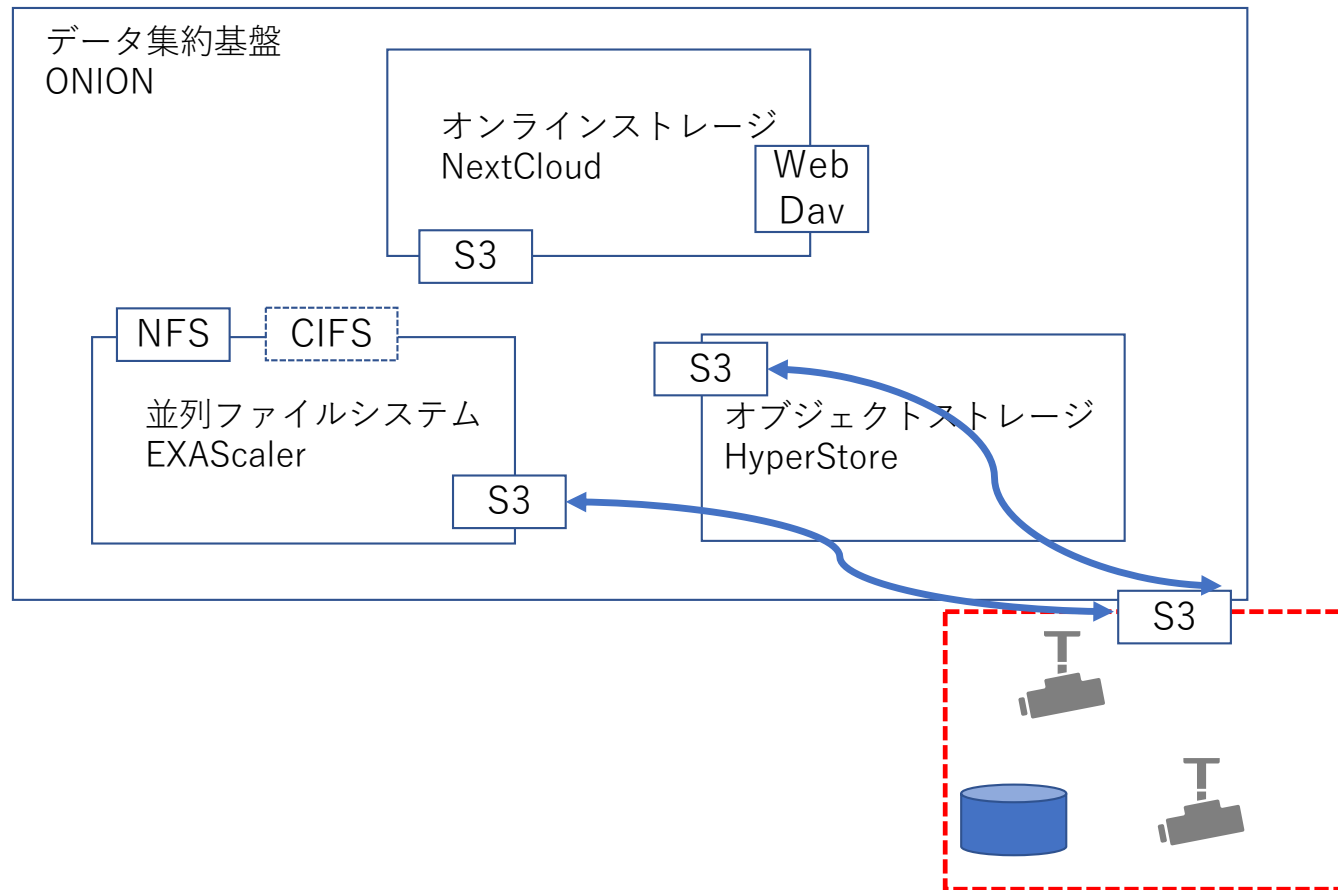


[Usecase 1] SQUIDを利用していない研究者とのデータ共有

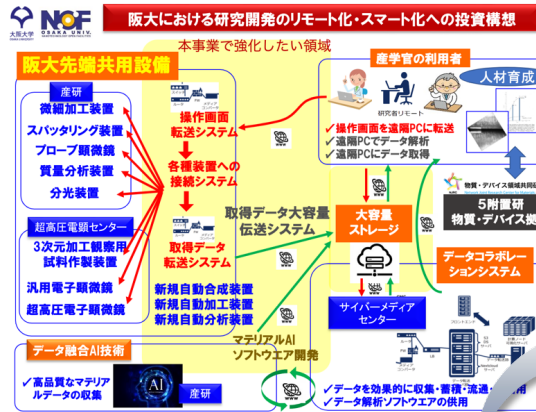
- ジョブ終了後に計算結果をスマホで確認し、即座に共同研究者と共有



[Usecase (2)] S3対応データ源からHyperStore/EXAScalerへのデータ移動



大阪大学から世界に広がるONION Ring



マテリアルDX

パワーレーザーDXプラットフォーム
 研究者の所属を問わずに新共創プラットフォームへの
 アジフルトランスフォーメーション

国際パワーレーザーのプラットフォーム構築と国際ネットワークへの拡大

大阪大学
 国際パワーレーザーのプラットフォーム構築と国際ネットワークへの拡大

国際パワーレーザーのプラットフォーム構築と国際ネットワークへの拡大

国際パワーレーザーのプラットフォーム構築と国際ネットワークへの拡大

	R3	R4	R5	R6	R7	R8
ワンストップサービスの提供	運用体制構築/システム運用	代表機関・実施機関/フォーラムへのナビゲーション	→	→	→	→
国際ネットワーク化	→	→	→	→	→	→
オープンサイエンス	ポータル版更新	ポータル版更新	ポータル版更新	ポータル版更新	ポータル版更新	ポータル版更新
コミュニケーションの活用	リモート化、スマート化	デジタルデータ処理技術に関する技術連携の活用	→	→	→	→
研究のリモート化	→	→	→	→	→	→
デジタルパワーレーザー	→	→	→	→	→	→

GakuNin RDM

ONION ring

データ集約
 ストレージ
 500TB

ODINS網を活用した
 学内内部局からのデータ集約

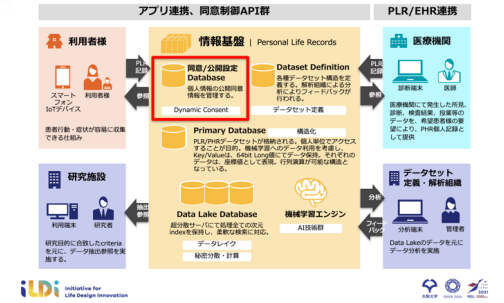
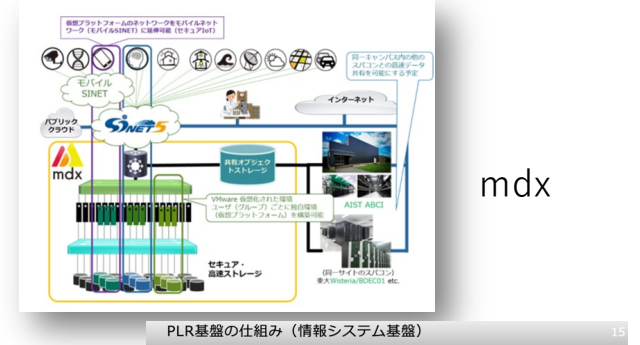
ODINS

SINET5

クラウドストレージを
 活用した海外研究拠点
 とのデータ共有

民間クラウド
 (ストレージ)
 事業者

大容量高速ストレージ
 20+ PB (HDD)



大阪大学コアファシリティ構想

(1) 5年後の達成目標とその姿

研究スタイルの革新により世界屈指のイノベティブな
 大学として、新しい社会創造に貢献

コアファシリティ構想(後発)を中心に
 強化、拡大された全学共用体制
 → 研究力強化、
 効率化に寄与
 推進ネットワークの拡大
 → 技術連携の場向上と推進促進

(2) これまでの取組と解決すべき課題

① 機能的なコアファシリティ構築
 設備投資/システム構築
 設備投資/システム構築
 設備投資/システム構築

② 人材育成
 人材育成
 人材育成

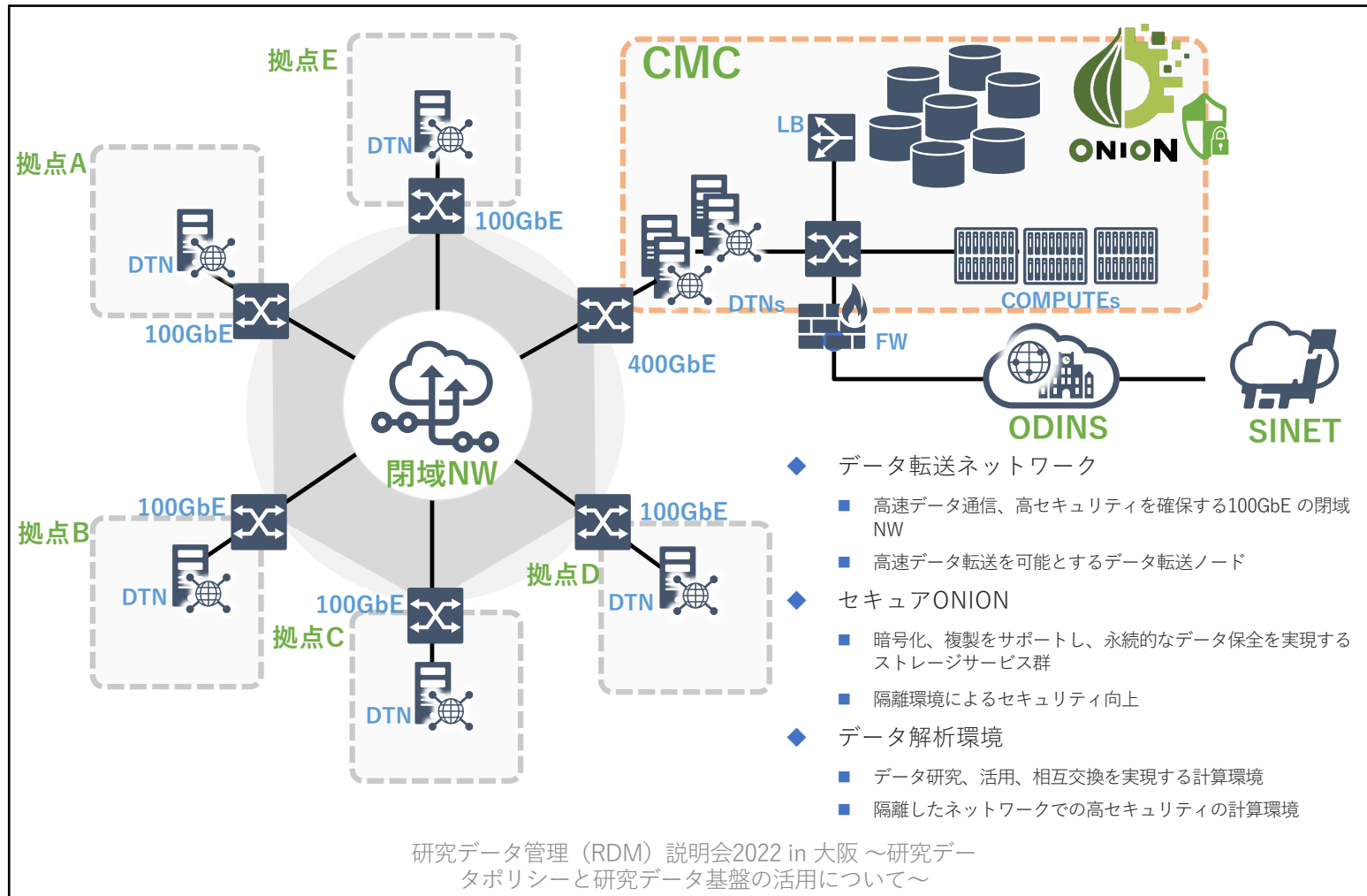
③ 目標達成に向けた視座

研究力の向上と
 研究の成果を
 社会に還元

研究力の向上と
 研究の成果を
 社会に還元

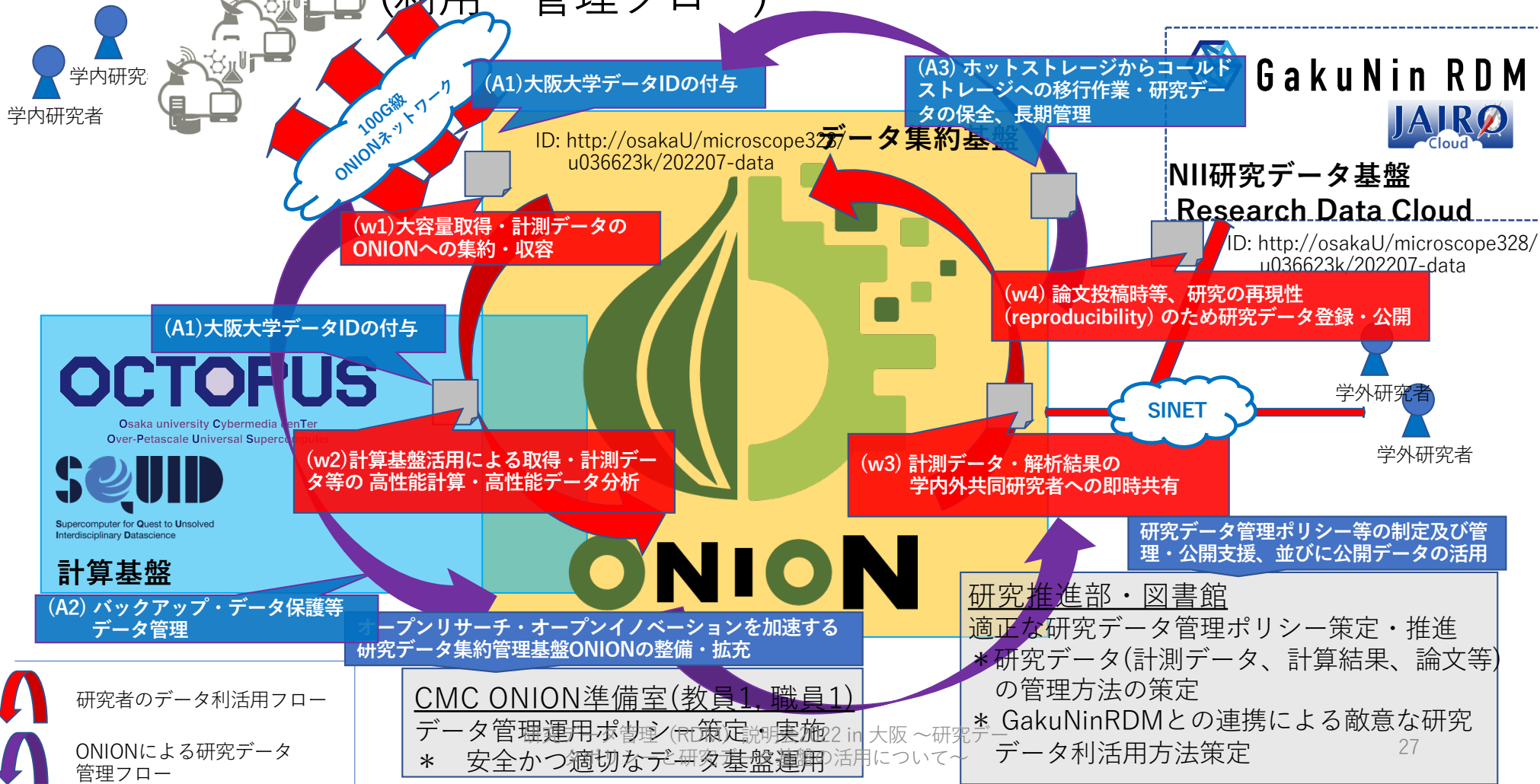
研究力の向上と
 研究の成果を
 社会に還元

ONION強化：大容量研究データの収容



データ源：キャンパス内
科学計測機器・センサー

公正な研究活動のための大阪大学の研究データ管理基盤 (利用・管理フロー)



まとめ



- 大阪大学サイバーメディアセンターでは、**学術研究の広域化・グローバル化、HPDA分野の計算ニーズの高まり、研究のReproducibilityに向けた動きの活発化**を背景に、**データ集約基盤ONIONを試験導入・運用**している。
- ONIONは 3種の異なるストレージソリューション(高性能並列ファイルシステムEXAScaler, オブジェクトストレージHyperStore, オンラインストレージNextCloud)をS3プロトコルを中核として連動・連携し、以下の7要件を満たすデータ集約基盤である。
 1. 科学計測機器、IoT機器からのデータ収容（接続性）
 2. 非スパコンユーザのデータアクセシビリティ
 3. マルチテナント性
 4. 外部のストレージとの連携
 5. シングルディスクイメージの直感的な提供
 6. 高いI/O性能
 7. 将来計画(GakuNinRDM)との接続性



計算基盤(SQUID & OCTOPUS)とデータ基盤ONIONのシナジー効果に対する、広域環境で行われる学術研究からの高い期待と関心がある。大赤大学では研究データの生成から公開までを一元管理しつつ、学術研究の大幅な生産性向上・データ管理に向けた基盤・体制整備を進めている

今後の課題



- 実際に利用者にONIONを利用して頂き、利便性向上に向けた技術課題を抽出
 - 現在のONIONはスパコン調達での試験導入であるため、**非スパコン利用者に向けた機能強化**が必要
- データの取り扱いに関する方針、ルール・体制整備
 - 現状では、スーパーコンピュータのストレージ管理方針に準ずるが、特性の異なる研究データをどのように取り扱うかについては今後の議論・検討が必要不可欠
 - 現在のONIONは大規模計算機システム事業の延長として行っているため、データを適切に管理するための人員が決定的に不足している。
- 他大学や研究機関との連携・協調
 - 他大学や研究機関と情報交換をしながら、相互に研究データを適切に管理できるよう連携・協調が必要
- 学内の一貫した連携体制