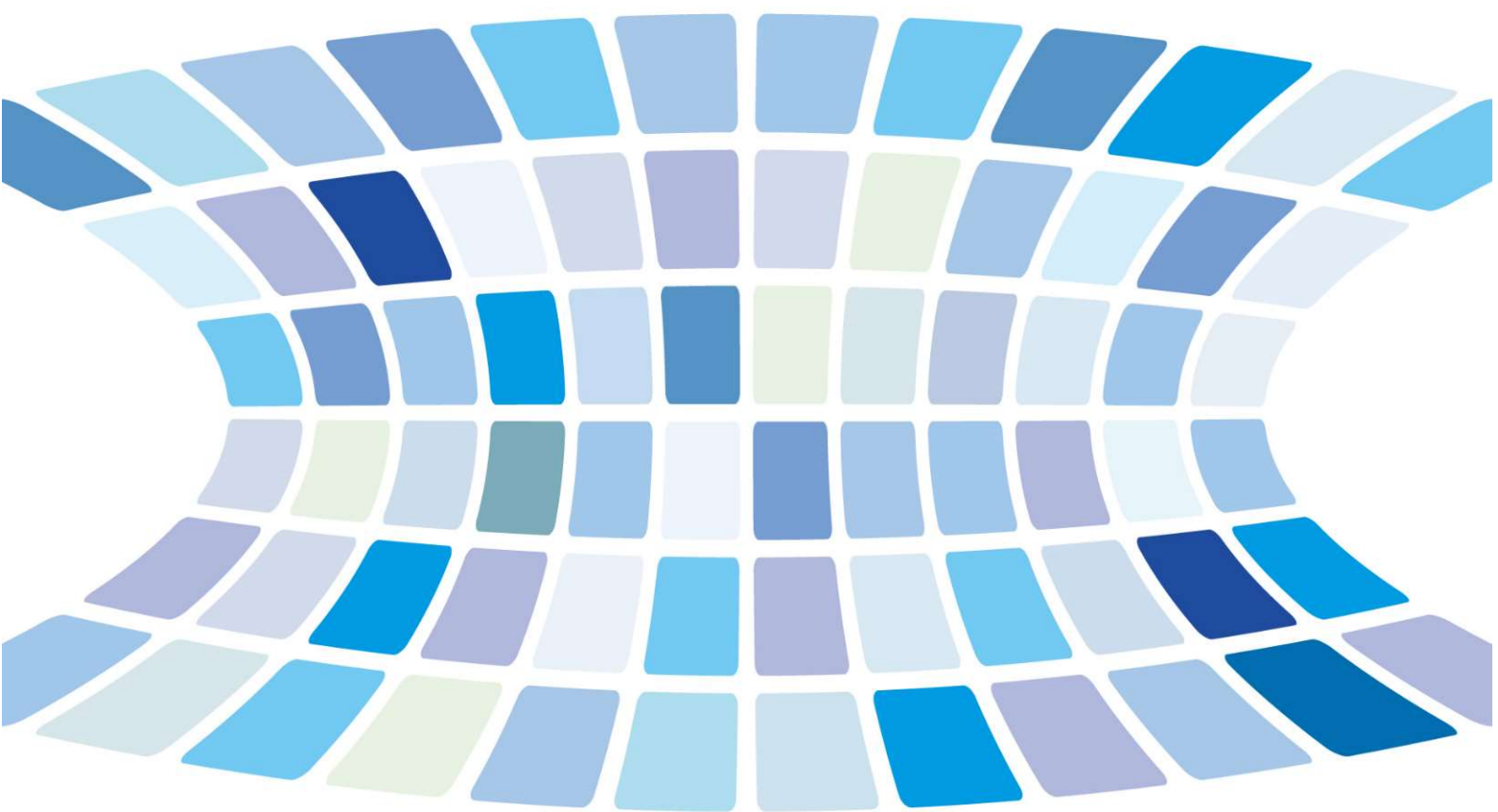


# SS研ニューズレター選集

Vol. 21





# SS 研 ニ ュ ー ス レ タ ー 選 集 Vol. 21 目 次

「SS 研ニュースレター選集」は、サイエンティフィック・システム研究会(SS 研)の活動報告として、1 年間の講演資料から代表的なものを選出して冊子としたものです。  
毎年 5 月の SS 研通常総会に合わせて発行しています。

(敬称略)

◆巻頭言	サイエンティフィック・システム研究会 会長 岡村 耕二(九州大学)	1
------	-----------------------------------	---

## I. システム技術分科会 選出

■ 教育のデジタル化の法的課題	3
湯浅 壘道(情報セキュリティ大学院大学)	

## II. 教育環境分科会 選出

■ 未来の教育へ向けて ―コロナでただでコロべるか!―	17
喜多 一(京都大学)	
■ 米国: 相互運用性のある LER の最新動向 学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準	43
田中 恵子(京都情報大学院大学)	

## III. 科学技術計算分科会 選出

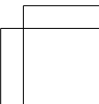
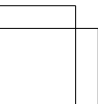
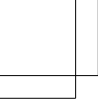
■ 富岳: 「アプリケーション・ファースト」の共同研究開発の重要性と Society5.0 に向けた発展	55
松岡 聡(理化学研究所)	
■ スーパーコンピュータ「富岳」の開発経緯	97
石川 裕(理化学研究所)	

## IV. 合同分科会 選出

■ オンラインにおける合理的配慮について ―これからの教育はようになる?―	103
坂井 聡(香川大学)	

◆ご参考 2020 年度活動一覧	115
------------------	-----

□当冊子に記載された機関名、所属名、役職名および原稿の内容は、発表/執筆当時のものです。  
□登録商標について  
会社名、機関名、製品名は各社、各機関の商標または登録商標です。



## 巻頭言

---

サイエンティフィック・システム研究会  
会長 岡村 耕二  
(九州大学情報基盤研究開発センター)

サイエンティフィック・システム研究会(SS研)は、大学や研究所などの科学技術分野におけるコンピュータ利用機関を主体とした研究会として1978年に設立されました。以来40年以上に渡り、会員間の相互利益を図ることを目的に、各種の分科会やWGなどの活動を通じて、コンピュータのシステム技術、応用技術、利用技術に関する質の高い情報共有・情報交換の場、ユーザとベンダー間の高度な議論の場としての役割を果たしてきています。これらのうち、分科会活動の内容は『ニュースレター』で随時ご紹介しているところです。

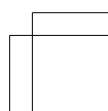
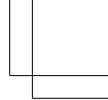
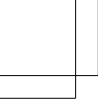
この1年間のSS研の活動を振り返ってみますと、本冊子の巻末の活動一覧にあります通り、分科会、WG、タスクフォースともいずれも時宜を得た企画であり、有益な講演やディスカッションを行うことができたと思います。その中でも特に会員の皆様のご参考となると考えられる講演資料を、皆様からのアンケート結果を参考にしながら選り出したのが、この『ニュースレター選集』です。

これからの教育について COVID19 の教訓またオンラインにおける合理的配慮の洞察、富岳の開発ならびに富岳を中心とした共同研究開発と Society5.0 に向けた発展、教育のデジタル化の法的課題、学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準に関する話題等々、正に旬なテーマを反映した選集になっているかと存じます。

永きに渡り『ニュースレター選集』を発刊できたこと、今年度も、皆様にお届けできることは大きな喜びでございます。この『ニュースレター選集』は、2009年発刊の第9巻からは、会員以外の方にも広くご覧頂けるようになりました。SS研の活動成果を会員が活用されるのと同様に、会員外へも積極的に情報発信することによって広く社会に役立てるという方針の一環です。これもひとえに、活動に熱心にご参加頂いている会員の皆様および関係者の方々のご理解・ご協力によるものであります。ここに厚く感謝するとともに、この選集が広く活用されることを願って止みません。

2021年5月





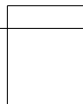
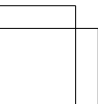
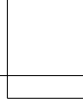
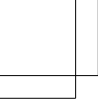


シ	ス	テ	ム	技	術	分	科	会		選	出
SS 研システム技術分科会 2020 年度会合 より											

教育のデジタル化の法的課題

湯浅壱道(情報セキュリティ大学院大学)







# 教育のデジタル化の法的課題

湯浅 壘道

(情報セキュリティ大学院大学)

1

## 自己紹介

- 青山学院大学法学部公法学科卒業、同大学院法学研究科公法専攻博士前期課程修了、慶應義塾大学講師等をへて、2004年九州国際大学法学部専任講師、2005年助教授、2007年准教授、2008年教授、副学長・国際センター長、2011年情報セキュリティ大学院大学情報セキュリティ研究科教授、2012年学長補佐、2020年副学長
- 法務省法制審議会(民事訴訟IT化部会)委員、総務省AIネットワーク化推進会議開発原則分科会構成員、総務省情報通信政策研究所特別研究員、内閣サイバーセキュリティセンター普及啓発・人材育成専門調査会セキュリティマインドを持った企業経営ワーキンググループサイバーセキュリティ関係法令の調査検討等を目的としたサブワーキンググループ委員経済産業省産業サイバーセキュリティ研究会WG2委員ほか神奈川県情報公開・個人情報保護審議会副会長、川崎市情報公開運営審議会会長、日本サイバー犯罪対策センター(JC3)理事、日本データ通信協会電気通信個人情報保護推進センター諮問委員会委員長ベネッセホールディングス情報セキュリティ監視委員会委員長代理 ほか



# 教育法制の制約

3

- 学校教育法

## 第54条

高等学校には、全日制の課程又は定時制の課程のほか、通信制の課程を置くことができる。

(2～3項 略)

4 通信制の課程に関し必要な事項は、文部科学大臣が、これを定める。

## 第84条

大学は、通信による教育を行うことができる。

4



- 2001年大学設置基準改正

- 25条

授業は、講義、演習、実験、実習若しくは実技のいずれかにより又はこれらの併用により行うものとする。

2 大学は、文部科学大臣が別に定めるところにより、前項の授業を、多様なメディアを高度に利用して、当該授業を行う教室等以外の場所で履修させることができる。

- 双方向で対面講義した場合に相当する教育効果が得られる場合、卒業に必要な 124 単位のうち 60 単位までを遠隔講義で取得することが可能

- 大学通信教育設置基準

- すべてオンラインで単位取得可能

5



## オンライン教育と著作権

6

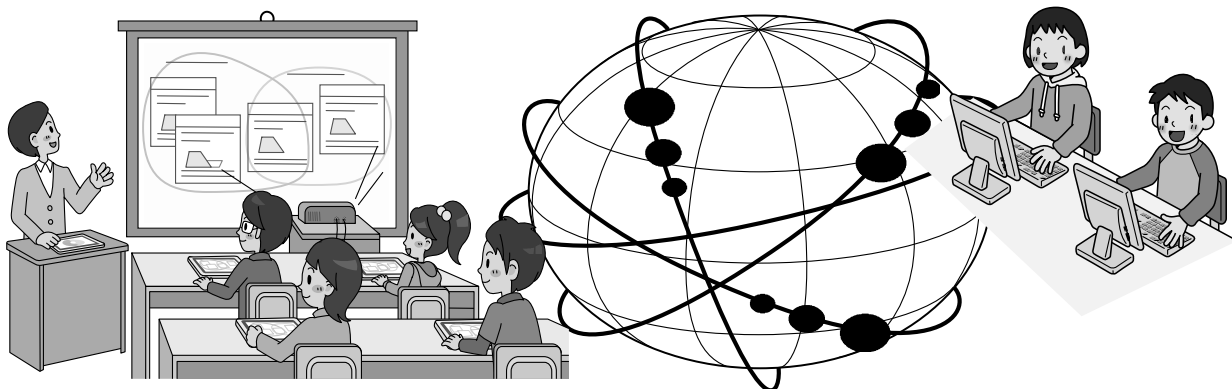


## 遠隔授業等の特例(従来)

- 当該授業を直接受ける者に対して著作物を利用する場合
- 当該授業が行われる場所以外の場所において当該授業を同時に受ける者に対して
- 公衆送信（自動公衆送信の場合にあつては、送信可能化を含む。）を行うことができる。

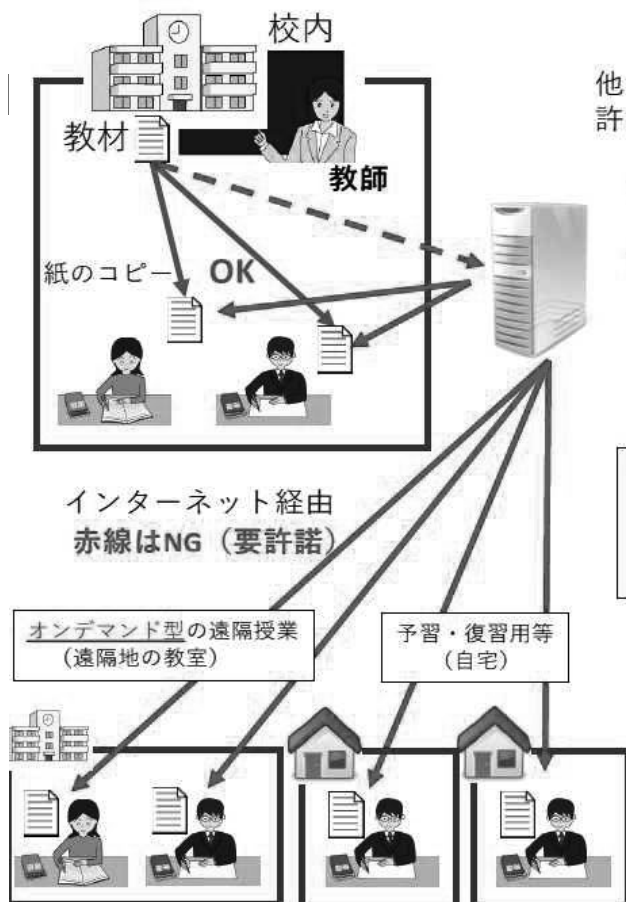
7

## 従来の著作権法での遠隔教育の特例



- 直接、対面で受講している生徒・学生がいる  
+
- 遠隔で同時に受講している
- ~~遠隔だけ~~
- ~~オンデマンド(異時)~~

8



他人の著作物は、著作権法35条の範囲内で（※）無許諾・無償で授業目的に利用することが可能です

▽他人の著作物を利用した教材を紙にコピーして、児童生徒、学生に配付するのはOK

▽インターネットを経由して提供するのは授業目的でも35条の範囲外なので原則NG（要許諾）

遠隔合同授業等（対面での授業を、インターネットで遠隔地の別教室等に同時中継）は、現在も無許諾・無償で利用できます

～教育現場での不満の声～

「他人の著作物を利用した教材の紙での配付は認められるのに、インターネット経由は認められないのでは、著作物の利用を控えてしまう」

教育現場の要望に応えるべく

2018年5月、改正著作権法が公布

（※）ただし、著作権者の利益を不当に害するものはNGです。その他、著作権法32条（引用）や著作権法38条（非営利無償の上映・演奏）など35条とは異なる条文が適用になってOKとなる場合があります。

<https://sartras.or.jp/wp-content/uploads/seidogaiyo.pdf>

9

## 著作権法改正

明日の情報を創ろう。  
情報セキュリティ大学院大学  
INSTITUTE of INFORMATION SECURITY

- 著作権法
- 第三十五条 学校その他の教育機関（営利を目的として設置されているものを除く。）において教育を担当する者及び授業を受ける者は、その授業の過程における利用に供することを目的とする場合には、その必要と認められる限度において、公表された著作物を複製し、若しくは公衆送信（自動公衆送信の場合にあつては、送信可能化を含む。以下この条において同じ。）を行い、又は公表された著作物であつて公衆送信されるものを受信装置を用いて公に伝達することができる。ただし、当該著作物の種類及び用途並びに当該複製の部数及び当該複製、公衆送信又は伝達の態様に照らし著作権者の利益を不当に害することとなる場合は、この限りでない。
- 2 前項の規定により公衆送信を行う場合には、同項の教育機関を設置する者は、相当な額の補償金を著作権者に支払わなければならない。
- 3 前項の規定は、公表された著作物について、第一項の教育機関における授業の過程において、当該授業を直接受ける者に対して当該著作物をその原作品若しくは複製物を提供し、若しくは提示して利用する場合又は当該著作物を第三十八条第一項の規定により上演し、演奏し、上映し、若しくは口述して利用する場合において、当該授業が行われる場所以外の場所において当該授業を同時に受ける者に対して公衆送信を行うときには、適用しない。

10





- 教育を担当する者および授業を受ける者
- 授業の過程における利用に供することを目的とする場合には、その必要と認められる限度
- 公表された著作物を複製し、若しくは公衆送信することができる
- 公衆送信については相当額の補償が必要
  - 次の場合は補償金不要
    - 授業の過程において、当該授業を直接受ける者に対して当該著作物をその原作品若しくは複製物を提供し、若しくは提示
    - 当該授業が行われる場所以外の場所において当該授業を同時に受ける者に対して公衆送信

11

- 補償金が必要となる場合
  - スタジオ型の同時一方向の遠隔授業
    - 教室での実際の授業が行われず、同時一方向で遠隔授業が行われている場合
    - 教員の自宅、研究室、教室などから同時一方向で遠隔授業が行われている場合
  - 異時で行われる遠隔授業
    - 録画やオンデマンド型で授業が行われている場合
  - 予習・復習のための著作物等の送信等が対象
    - 予習や復習用の教材が送信されている場合

12



## • 授業目的公衆送信補償金制度

### – 第百四条の十一

第三十五条第二項(第二条第一項において準用する場合を含む。第百四条の十三第二項及び第百四条の十四第二項において同じ。)の補償金(以下この節において「授業目的公衆送信補償金」という。)を受ける権利は、授業目的公衆送信補償金を受ける権利を有する者(次項及び次条第四号において「権利者」という。)のためにその権利を行使することを目的とする団体であつて、全国を通じて一個に限りその同意を得て文化庁長官が指定するもの(以下この節において「指定管理団体」という。)があるときは、当該指定管理団体によつてのみ行使することができる。

13

### – 授業目的公衆送信補償金の額

#### – 第百四条の十一

第一項の規定により指定管理団体が授業目的公衆送信補償金を受ける権利を行使する場合には、指定管理団体は、授業目的公衆送信補償金の額を定め、文化庁長官の認可を受けなければならない。これを変更しようとするときも、同様とする。

#### – 2 (略)

#### – 3 指定管理団体は、第一項の認可の申請に際し、あらかじめ、授業目的公衆送信が行われる第三十五条第一項の教育機関を設置する者の団体で同項の教育機関を設置する者の意見を代表すると認められるものの意見を聴かなければならない。

#### – 4 文化庁長官は、第一項の認可の申請に係る授業目的公衆送信補償金の額が、第三十五条第一項の規定の趣旨、公衆送信(自動公衆送信の場合にあつては、送信可能化を含む。)に係る通常の使用料の額その他の事情を考慮した適正な額であると認めるときでなければ、その認可をしてはならない。

#### – 5 (略)

14



## 留意すべき点

- 「授業の範囲」(規程案)
  - 講義、実習、演習、ゼミ等(名称は問わない)
  - 初等中等教育の特別活動(学級活動・ホームルーム活動、クラブ活動、見
  - 童・生徒会活動、学校行事、その他)や部活動、課外補習授業等
  - 教育センター、教職員研修センターが行う教員に対する教育活動
  - 教員の免許状更新講習
  - 通信教育での面接授業、通信授業、メディア授業等
  - 学校その他の教育機関が主催する公開講座(自らの事業として行うもの。収支予算の状況などに照らし、事業の規模等が相当程度になるものについては別途検討する)
  - 履修証明プログラム
  - 社会教育施設が主催する講座、講演会等(自らの事業として行うもの)

15

## • 「授業」に含まれないもの

- 入学志願者に対する学校説明会、オープンキャンパスでの模擬授業等
- 教職員会議
- 大学でのFD、SDとして実施される、教職員を対象としたセミナーや情報提供
- 高等教育での課外活動(サークル活動等)
- 自主的なボランティア活動(単位認定がされないもの)
- 保護者会
- 学校その他の教育機関の施設で行われる自治会主催の講演会、PTA主催の親子向け講座等

16



- 授業目的公衆送信補償金等管理協会 (SARTRAS)
  - 2020年4月～
  - 2020年度は、特定として補償金額を無料とする
  - 2021年度から課金開始
    - 「授業目的公衆送信補償金規程案」

17

種	1人当たりの補償金額(年額)
幼稚園	60 円
小学校	120 円
中学校	180 円
義務教育学校	1 学年～6 学年 120 円 7 学年～9 学年 180 円
高等学校	420 円 専攻科 720 円
中等教育学校	1 学年～3 学年 180 円 4 学年～6 学年 420 円 専攻科 720 円
高等専門学校	1 学年～3 学年 420 円 4 学年～5 学年 720 円 専攻科 720 円
大学	720 円

<https://sartras.or.jp/wp-content/uploads/hosyokinkitei.pdf>

18



# セキュリティに関するオンライン教育の法的問題

19

## enPit Pro Security (ProSec)



社会人を対象に、  
情報セキュリティリーダーとして活躍できる  
トップ層の人材を育成します。



<https://www.seccap.pro/>

20



## 概要

- セキュアシステム技術演習(基礎)―NW 攻撃とその防御および検知―
- ネットワーク経由の情報セキュリティ攻撃とその防御および検知をテーマとし、攻撃者がどのようなツールや手法を用いてネットワーク不正侵入行為を行うか、またどのような防御方法や検知方法が有効かについて、実習を通して理解を深めることを目指す
- 講義形式の解説と実習形式をミックス

21

## 受講生への注意喚起

### 演習開始にあたっての注意



#### 【法的責任を負う可能性に関する注意】



- 本演習のデモで実施する攻撃手法を他者の管理するサーバなどに対して許可無く実施した場合、「業務妨害」や「不正アクセス」とみなされ、犯罪行為として処罰される可能性がある
- このため、攻撃手法を悪用したり興味本位で試さないこと

22





- 主な問題点
  - 不正アクセス禁止法
  - マルウェアに関する罪
  - 外部への流出・漏洩
    - 故意
    - 注意義務
  - NISCサイバーセキュリティ関係法令の調査検討等を目的としたサブワーキンググループにおける議論

23



CA-02 12月22日(土) 13:00-14:30

行列のできるSECCON模擬法廷



**登壇者** 湯浅 聖道 (情報セキュリティ大学院大学)、北條 孝佳 (西村あさひ法律事務所)、小屋 晋吾 (株式会社豆蔵ホールディングス)

**概要** サイバーセキュリティの世界は、インターネット上での攻撃と防御の世界であり、SECCONの目的は防御に関わる人々の技術を高めることにあります。一方、IT技術というツールは使い方によっては、社会的に好ましくない影響を与える、つまりは、凶器にもなり得るものです。今まで、公の場では議論されてこなかったこれらのグレーな領域について、具体的なケーススタディの形で事例を挙げ、罪を罰する側と、弁護する側に立場を分けて議論する模擬裁判を行い、技術者の不安を軽減できる機会としたいと考えます。

**SECCON**  
SECURITY CONTEST 2018

<https://2018.seccon.jp/seccon/2018akihabara/>

24





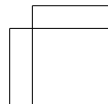
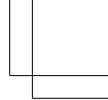
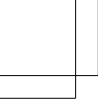
教	育	環	境	分	科	会		選	出
SS 研教育環境フォーラム 2020 より									

## 教育の未来に向けて

ーコロナでただでコロべるか！ー

喜多 一(京都大学)







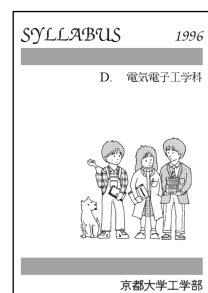
# 教育の未来に向けて ーコロナでただでコロべるか！ー

京都大学 喜多 一

1

## 自己紹介

- 京都大学 工学部、大学院 工学研究科で学ぶ
  - 電気工学科、電気工学専攻、工学博士
- 1987 京都大学 工学部 助手、
- 1997 東京工業大学 大学院総合理工学研究科 助教授、
- 2000 大学評価・学位授与機構 教授、
- 2003 京都大学 学術情報メディアセンター 教授
- 2013 年より京都大学 国際高等教育院 教授、
- 2016 年より京都大学 情報環境機構 機構長を兼務
- 専門はシステム工学
  - 社会シミュレーション、情報教育など研究



ここから  
裏方の  
仕事です

2



# コロナにコロぶ

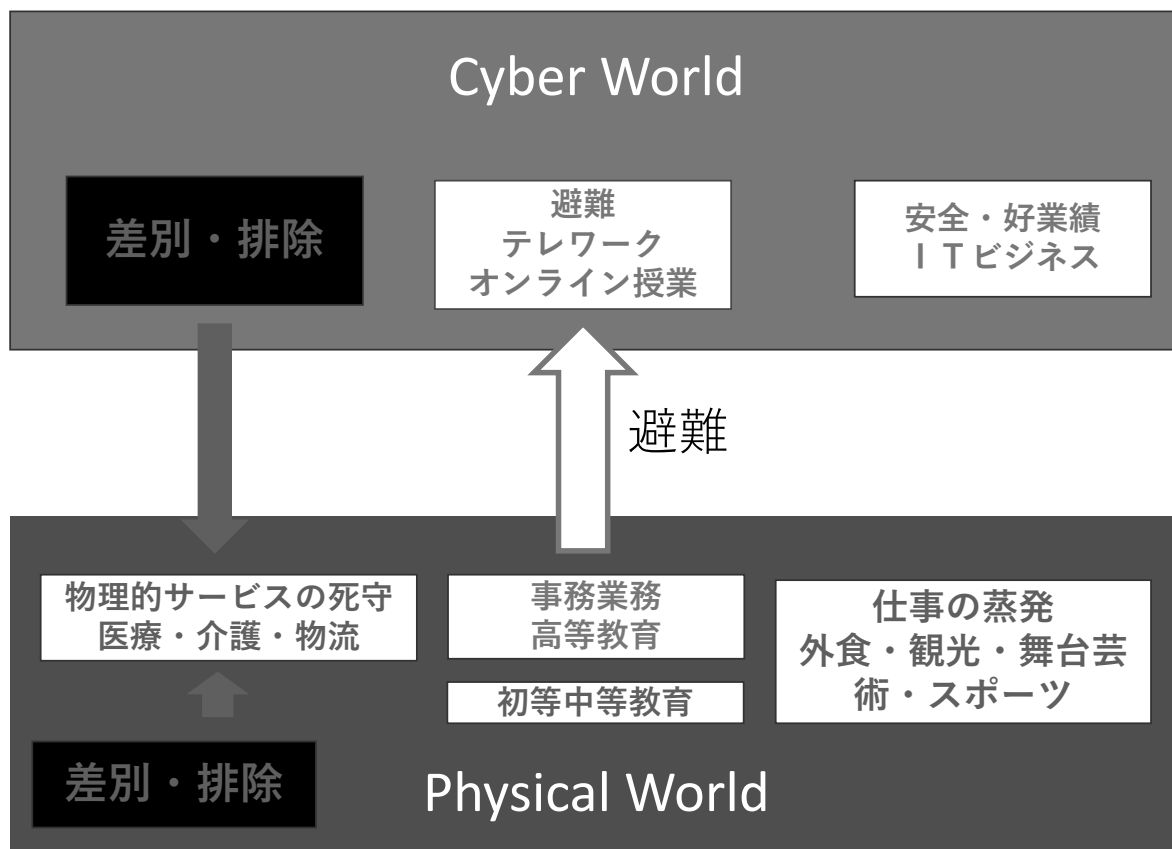
とりあえずのサイバー世界への避難状況

3

## 申し訳ないこと コロナ禍の社会で起きていること

- 授業のオンライン化：  
物理的社会からサイバー社会への避難
- IT産業は安全なサイバー社会で金儲け
- 避難できない業務（エッセンシャルワーカー、医療、介護、物流）は物理社会で感染症と戦ってくれている：感謝、尊敬
- 物理社会が主の仕事は蒸発（外食、観光、芸術、スポーツ）
  - 事業と雇用が存続の危機に
  - アリとギリギリス、現代社会は多くがギリギリス、冬にギリギリスに生き延びてもらうには？
- 横行する差別、排除
- 知恵と人が重要、教育頑張れ！

4



5

## 避難して、いいこともある

- 第二次大戦時に精工舎が諏訪に疎開、諏訪精工舎に発展
- 東京オリンピックの正式計時に採用、
- クォーツの腕時計を開発、
- プリンタ事業の展開 現在のエプソンに



セイコーホールディングス社の web より  
[https://www.seiko.co.jp/group/history/images/group\\_img\\_45.jpg](https://www.seiko.co.jp/group/history/images/group_img_45.jpg)

6



# もし SARS がパンデミックになったら

- **SARS: 2002-2003,**
  - 新型インフルエンザ 2009, MARS 2015
- テクノロジーの進歩と普及
  - 2000ごろ、第1次 e-Learning ブーム
  - LMS 導入はそこから徐々に
  - PC 必携化：2005 金沢大、2012 九大...
  - iPhone 2006 年デビュー
  - 携帯回線 4G は 2010 から、FTTH は2016年に普及率6割
  - Web 会議、ビデオ配信も 2000 年代半ば以降、ほかにもクラウドのさまざまなサービスは最近のこと
- 2002年ごろなら、我々はなすすべもなく、休校を余儀なくさせられていた
  - or クラシカルな通信教育的授業

7

# コロナ禍の大学で起きたこと

- 授業の全面オンライン実施
  - すべての教員、学生が経験していることに価値
  - 大規模にサイバー世界に避難できた稀有な例
  - **大学が底力を示した！**と言いたい
- 社会の支援
  - 著作権法 35 条の緊急施行
  - 携帯キャリアの容量制限緩和
  - Web会議サービスの無償提供
  - 電子書籍のアクセス緩和
  - 補正予算による支援

8

## 京都大学の場合：準備

- 2020 前期の開講を連休明けに延期
- 学生の通信環境調査、Wi-Fi ルータの貸し出し
- Web会議の選択、Zoom のサイト契約
- LMS (PandA) の増強、Zoom と LTI 連携
- 非常勤講師への LMS 用アカウントの払い出し
- 情報環境機構と高等教育研究開発推進センターが連携
  - オンライン授業支援サイト開設、
  - オンライン講習会、セミナー実施
- 部局ごとの実施方法の検討、講習
  - 同時双方向かオンデマンドか？
  - 配信するコンテンツの種類？
  - 学生の課題の提出方法
- オンラインで学生同士をつなぐ活動も草の根的に展開、Zoom が活躍



<https://www.highedu.kyoto-u.ac.jp/connect/teachingonline/>

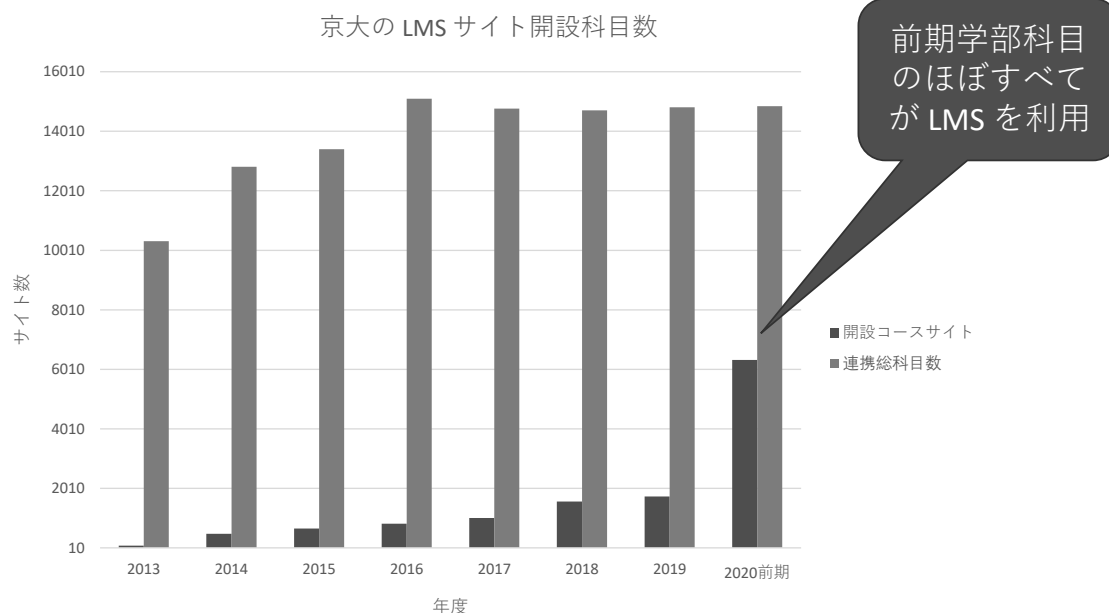
9

## 京都大学の場合：実施状況

- ほぼすべての科目が LMS を利用
- 7 割以上の教員が同時双方向（オンデマンドとの混合を含む）
  - 学生はほぼ時間割通りに科目を受講
  - タイムマネジメントがあまり問題にはならなかった。
- 一定数の教員が概ね毎週課題を課している
- 多くの教員が学習効果を実感、今後も何らかの形でオンライン授業を取り入れたいという意見
- 学生への調査でもオンライン授業を評価する意見とそうでない意見が拮抗。

10

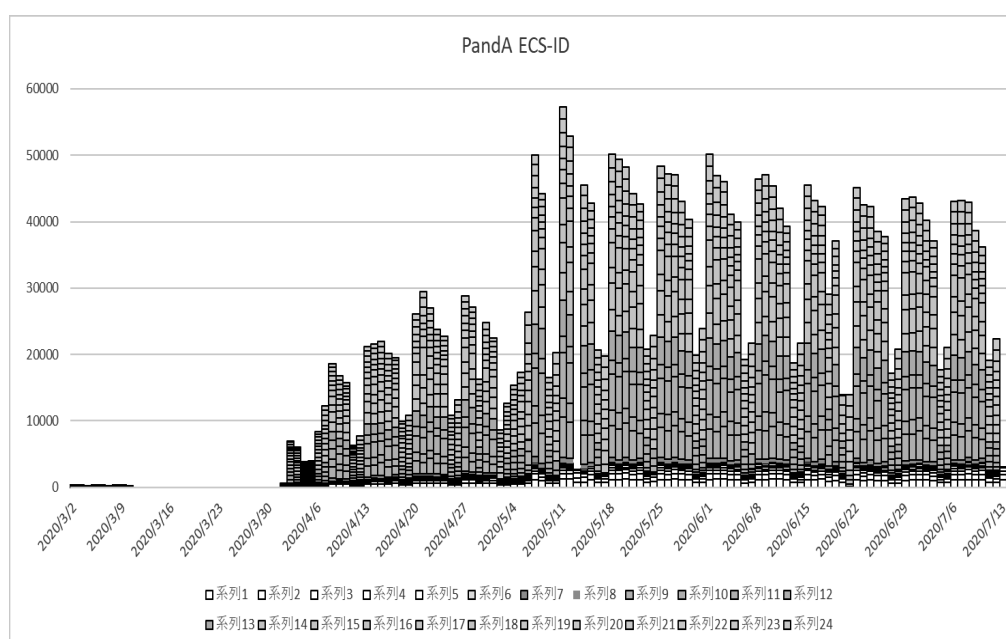
# LMS のサイト開設状況



11

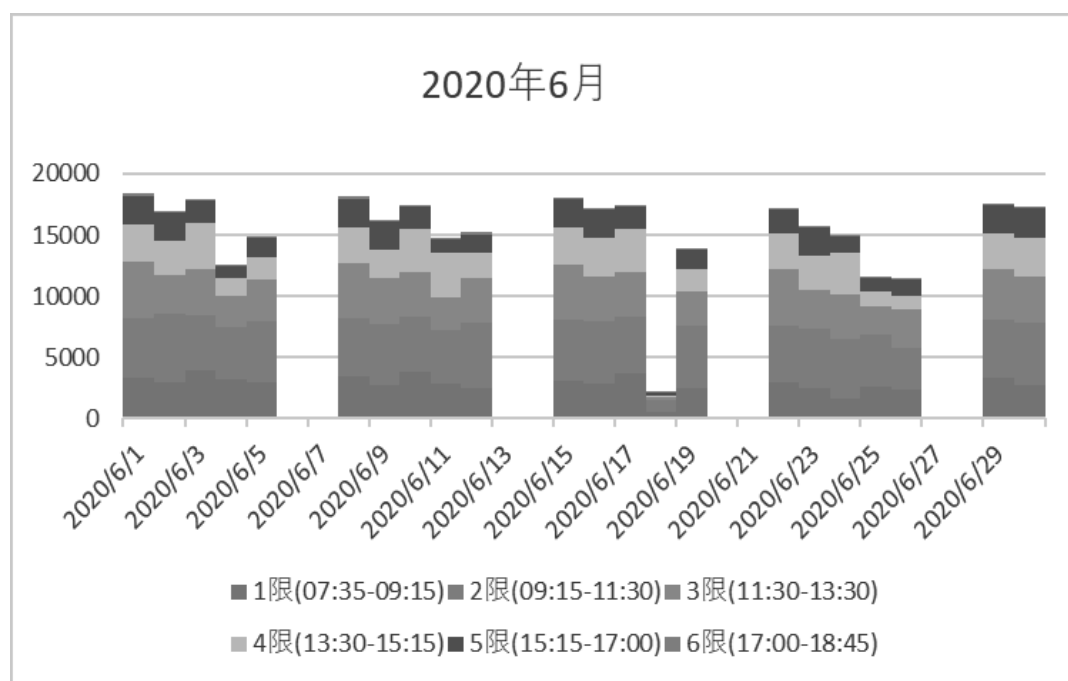
# LMS へのログイン状況

学生総数は学部約 1万3千人、大学院約 9500 人



12

## Zoom の利用状況



13

## スクリーンの向こうで

- スクリーンの向こうの学生の状況は？
- 機材
  - PC の必携化は多くの大学で実施。
  - ネット環境は辛い場合も。
  - プリンタは？
- ITリテラシーは？
  - ソーシャルメディアは強い
  - PC を使ったことがありますか？ ...ほぼ Yes
  - PC を自宅で使うようになったのはいつから？  
...かなりの率で「大学生になってから」
  - スマホを wi-fi につなぐことは知っていても、  
スマホでテザリングできることは知らない
  - PC-スマホ-クラウド連携など身に付けてもらえるか？
  - フォーマルなメールコミュニケーションは苦手

14





## スクリーンの向こうで

- 学習資源・情報リテラシーは？
    - 大学図書館へのアクセスが限られている。教科書は勉強できても、自身での調査は辛い。
    - 情報リテラシーは？調べ学習、google, wikipedia 頼みからの脱却
  - ノート作成はしているのか？
  - 学生同士はつながっているのか？
- 学生の学習の生産性を高めるには？

15

## オンライン授業の経験

- 大多数の学生、教員がオンライン授業を体験
  - 自発的にはとうてい実現できないレベル
  - 大量の経験値の蓄積、効果、可能性と課題の自覚
- 授業時間外学習が実質化
  - 平成30年間の大学改革で達成できなかった
- 大学の授業全体の実施状況の可視性が向上
  - 実施状況がデータとして残る

16



## とはいうものの

- にわか作りの緊急避難的授業であることは確か  
筆者が勤務する熊本大学大学院教授システム学専攻  
はこのコロナ有事にあっても平常通りでじつは何も  
変わっていなかった  
実践的遠隔授業報、鈴木克明、IDE、2020年8-9月号
- この経験を活かし、次の展開に向ける
  - 当面：**with** コロナ状況での柔軟な授業展開
  - 本格的には：経験を活かした未来の大学教育の創出

17

## さらに

- 学生をいかにキャンパスに戻すかの悩み
  - 大学での授業、大学生の生活は高校までと全然違う、感染症のリスクは高い、リスクにはバッシングも
  - 大学生をキャンパスに戻せ、という声も、オンラインに留まることへのバッシングも
- 3密を避けた授業、授業に出席できない学生への配慮
  - 教室が足りない
  - 対面とオンラインのハイブリッド（ハイフレックス）はオンラインより難しい
    - エコー、ハウリング
    - 学生どうしの対話
    - 板書とデータ量

18



# ただでコロべるか！

19

## イケてない日本の経済と高等教育

- 成長しない日本経済
  - 低い労働生産性／一人当たりのGDP
- 山積する社会的課題
  - 人口減少、高齢化、経済格差、環境問題、巨大災害
- 危機的状況の国家財政
- 解決策として高度人材が大事なはずだが
- 高いとは言えない大学進学率、大学院進学率
  - 社会の実態、人々は「学び続けている」
- 高等教育への公的支出は低く、家計負担は重い
- 相変わらずの護送船団方式的大学経営、  
自分ごととしての経営の欠如

表紙

広井  
「人生前半の社会保障」

20



## 平成の30年 = 大学改革の30年だったが

- 大学審議会の設置から
  - 設置基準の大綱化、
  - 第三者評価の導入、
  - 国立大学の法人化、と、いろいろ改革は行われたが
- 学生が勉強するようになったという話は聞こえてこなかった
  - 30年の改革より1度のパンデミック？

21

## ただでコロばない方略は？

- 全面オンライン授業の経験を活かし、
- お金のないことを直視し、
- 高等教育の役割を再認識し、
- ICTで教育を良くする

22

## 5つの論点

- システム思考
- 時間と場所
- デジタルコンテンツと費用回収
- アセスメント
- テクノロジー

23

## システム思考

24



# 教育をシステムとして考える

- 2002 年に英国、Open University を訪問調査
- インタビューで言われたこと
- OU には Faculty はいるが Teacher はいない、
  - Faculty な学ぶべき内容と学習成果の評価に責任をもつ。
  - 教材の提示は Editor の仕事、
  - 学習のペースづくりは Tutor の仕事、
  - 学習資料の整備は Library の仕事、
  - OU の Teacher は教科書そのもの

25

## 4 つの学習環境設計の視点

- 学習環境の設計
  - 学習者中心の学習環境
  - 知識中心の学習環境
  - アセスメント中心の学習環境
  - コミュニティ中心の学習環境

J. Bransford, E. Cocking eds.:  
How People Learn,  
National Academy Press (2000) より

表紙

26



# 時間と場所

27

いま・ここで vs いつでも・どこでも

- オンライン授業で時間と場所の拘束を緩和
  - 「いつでも・どこでも」は「今ではない、ここではない」につながり、「やらない」ことになる。
  - 通信教育やMOOCの課題
- どういう時間と場所の使い方がいいのかを明確にする。
  - レlevantな「いま・ここで」

28



## 学ぶのに最適な時間、例えば

- 反転授業
  - 学生と教員が時間を共有することの価値
- 完全習得学習
  - 学生ごとに時間の使い方を変えられる価値
    - 「伝統的な教育モデルでは、学習に割り振られる時間が固定され、中身の理解度はばらばらです。ウォッシュバーンはその逆をやろうとしました。固定すべきは高いレベルの理解度であり、ばらばらでよいのは理解に要する時間だということです。」
    - サルマン・カーン、世界はひとつの教室

表紙

29

## 学ぶのに最適な場所

- とともに学ぶ仲間、教える先生と場所を共有する
- 同じことを学ばせるなら集めたほうが効率的
  - 専門別の学習組織編制、年次進行でのカリキュラム
  - 金太郎飴的組織の論理
  - それだけではないはず
- 徒弟制度的学び
  - 知識を深化させる、研究室型、正統的周辺参加
- 教えを請いたい人を巻き込む
  - よりよいコミュニティ作り
- 学んだ知識を使う
  - 金太郎飴では知識は活性化しない
  - 知識を適用する状況で
  - 問題解決に必要な多様な仲間と学ぶべき

30



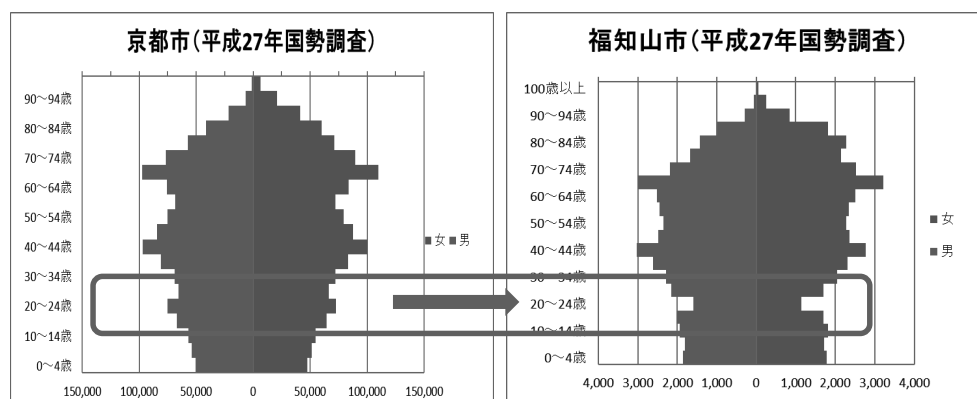
# なぜ大学は大都市にあるのか

- 小学校→中学校→高校→大学
  - 学校のサイズは大きく
  - 専門は細かく分化する、多様な教員が必要
  - 高度な設備、資料なども必要
    - 通学を前提とすれば大学は大都市に立地
  - 地方の進学率が下がるのは当然
    - 大都市より低い所得、より多い就学の家計負担
- 地域活性化のための大学設置
  - お金がかかりすぎる。
  - 就職先がなければ結局、人口流出
- オンライン授業で大都市立地の拘束を減らす

31

## 学びの場としての地方

- 地方は課題山積、高度人材不足
  - 大学生（と親の所得）を都会に抜かれている。
- 多様な知識を持つ学生が長期滞在し、協同して問題解決に参画。
- 学位プログラムでの学びはオンラインで継続



大都市に流出している学生の労働力と親の所得  
新しい学びのプログラムで反転させる

32



## 地方での取り組みが面白い



未来を変えた  
島の学校



進化する  
里山資本主義

33

## 長野県岡谷市で行った デザインワークショップ (2012)

- 地域のためのインテリア、  
エクステリアを考える  
ワークショップ(2泊3日)
- 街歩きからプロトタイピングまで



長野日報、2012/3/17

34



# デジタルコンテンツと 費用回収

35

## よい教材をより広く使う

- 改正著作権法 35 条が緊急施行された
  - **悪いことではないが、教材の本流ではない。**
  - **制限の制限の制限という複雑な制度**
    - 著作権：著作者の権利保護のために利用を制限
    - 権利制限：公的な目的のために著作権を制限
    - 権利制限の制限：利益を不当に害しない、などの制限
- よい教材のサステナブルな創出を工夫をすべし
  - **Web** の時代だからこそ、よい教材を安価に供給すべき。
  - 良貨で悪貨を駆逐する。

36



# デジタル著作物の費用構造

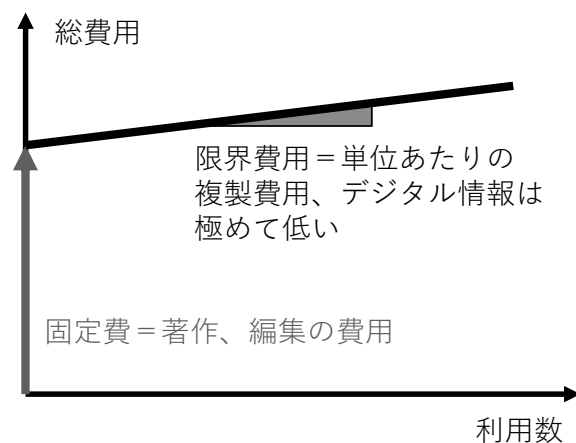
- デジタル著作物の限界費用は極めて低い

- 固定費の回収がポイント
- 有償での販売：  
利用を拡大して単価を下げる。
- 固定費の公的負担



表紙

リフキン著、柴田訳：  
限界費用ゼロ社会、NHK出版 (2015)



37

## 紙で出版するモデルって？

- 専門の教科書、出版社からのご提案
  - 例えば A5判、200 ページ、モノクロ、3000円以下、初版 1000 部
  - 全部売れたとしても回収できるお金は 3 百万円
    - 1 割は印税、2 割程度は流通マージン？
  - 編集や組版にかかる費用って、そんなに多くない。
- 著者となる先生方の反応
  - 言われないと教科書を書く気がしない
  - 編集、組版は人手を借りたい
  - 15回で話せる内容を書く、学生が 90 時間かけて学ぶ内容は価格の制約から書けない
  - 出版社から出版しないと業績にならない

38



## 広く薄くモデルの成功例

- 大学 ICT 推進協議会で作成
  - 内容は関係する先生方で企画
  - プロの俳優、監督などで撮影（費用がかかる）
  - 大学生協事業連合が採用
  - 大学にもサイトライセンス
- 1人あたり 100-200 円程度の負担
- 数年ごとに数クリップ差替え可能なサステナブルモデル

情報倫理デジタルビデオ小品集7



[https://www.datapacific.co.jp/common/images/u-assist/content/mrl010-7/mrl010-7\\_top.png](https://www.datapacific.co.jp/common/images/u-assist/content/mrl010-7/mrl010-7_top.png)

39

## オープン化も考える

- すでに学術論文はオープンアクセスの方向へ
  - 教科書なども教員（給与は払われている）の著作
    - 編集費用を公的に負担して公開することも可能なはず。
- 手前味噌ですが
  - Python の教科書を公開
  - 知人がツイート、バズった
  - 8か月で 26 万件のダウンロード
  - 編集はがんばったが辛い
  - 日本の GDP への直接貢献は 0



<http://hdl.handle.net/2433/245698>

40



# アセスメント

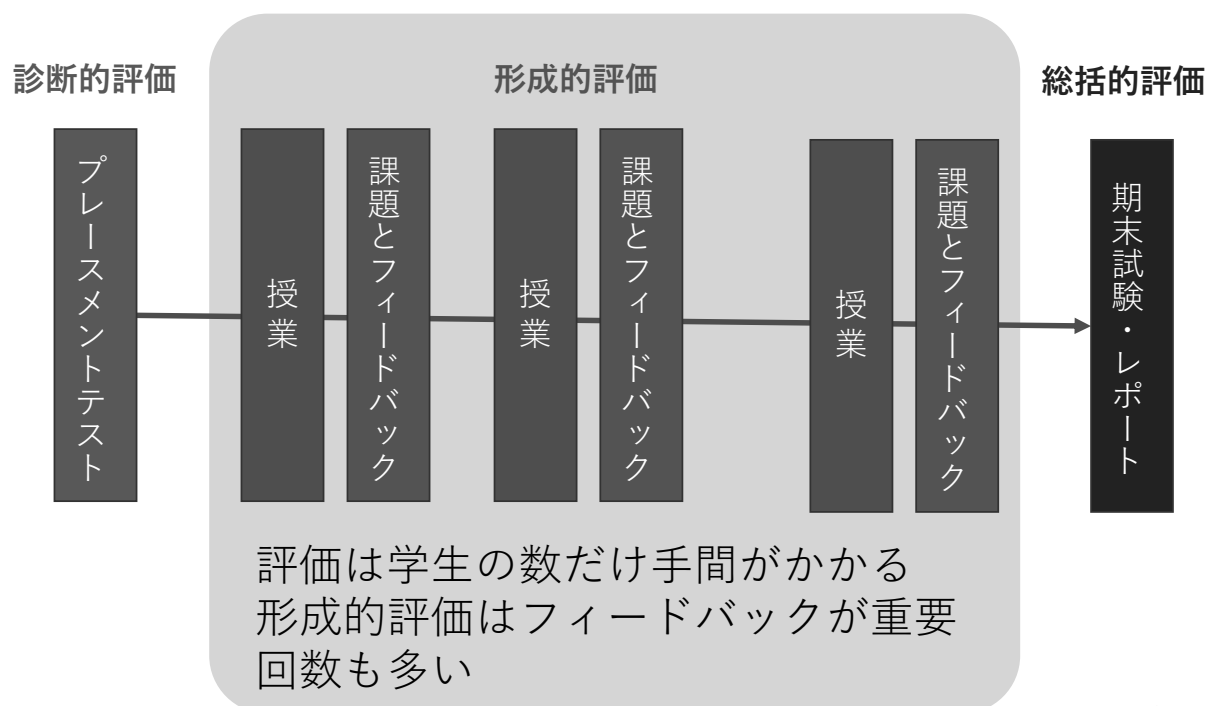
41

## アセスメント

- オンライン授業と試験
  - 不正は防ぎきれない
- 考え方を変えるきっかけに
  - そもそも期末試験で成績をつけるしかないのか？
  - 科目の達成目標ってなに？
  - 達成と評価をルーブリックなどにブレークダウン
  - 形成的評価を重視する
- 評価の手間をどうやって減らすのか
  - 自動採点
  - ピア評価
  - 無駄の削減

42

# 形成的評価の重視



43

## 無駄の削減

- LMS での採点はクリックとの闘い
  - 本質的な作業に注力することで省力化
- 手前味噌ですが
  - LMS に提出された課題を一覧してコメントし個別に返すツールを自作
  - 情報系の演習科目で週2回のフィードバック
    - 授業中の演習課題
    - 宿題
  - 仲間の先生にも使ってもらってます。



[https://www.highedu.kyoto-u.ac.jp/connect/topics/sakai\\_okamoto\\_kita.php](https://www.highedu.kyoto-u.ac.jp/connect/topics/sakai_okamoto_kita.php)

44



# テクノロジー

45

## 学びのためのテクノロジー

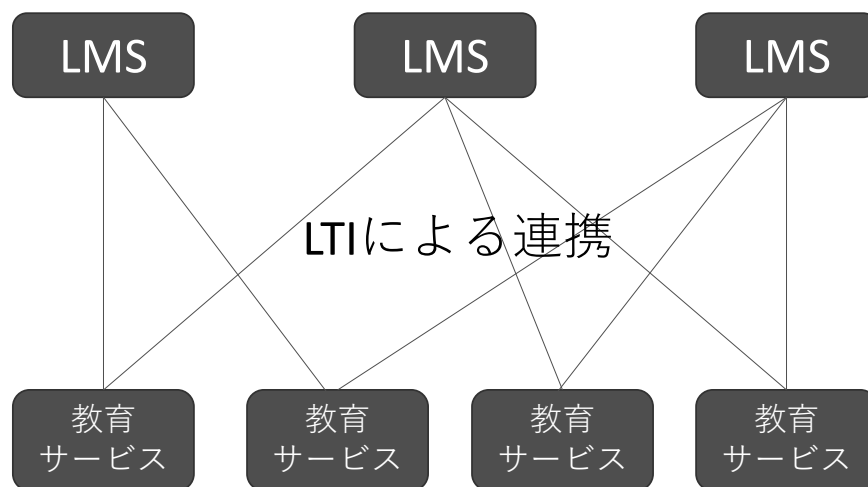
- ニーズはコロナ禍の大量の実践で見えてきた
- 研究開発できるのか？
  - IT人材の決定的不足
  - ユーザサイドのIT人材不足
  - まずはここを強化、必要なら育成も
- 学術研究ではなく教育の生産研究
  - 「プリウス」ではなく「トヨタ生産方式」
- トランスレーショナルな研究とエコシステム
  - 基礎研究から実利用、ビジネス化までできるエコシステムが必要
  - ロボット研究大国だったのに福島第一原発の初動は海外のロボットを入れざるを得なかった
- シーズとしての AI, AR/VR などもある
- 鍵としての標準化、例えば LTI は便利

46



## LTI での LMS とサービスの連携

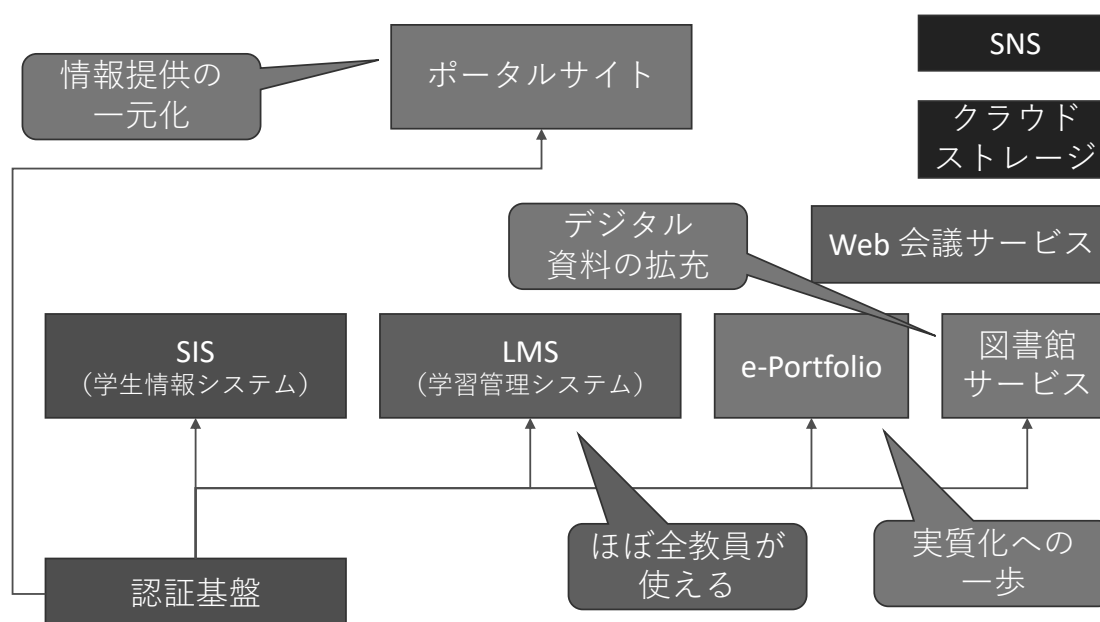
教育機関は必要なサービスを組み合わせる



教育サービス提供者は利用を集約して、開発費用を回収、技術を進化させる

47

## オンライン授業を支えるツール



48

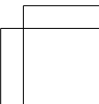
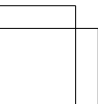
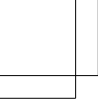


教	育	環	境	分	科	会		選	出
SS 研教育環境分科会 2020 年度会合 より									

## 米国：相互運用性のある LER の最新動向

学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準

田中恵子(京都情報大学院大学)



# 米国：相互運用性のあるLERの最新動向

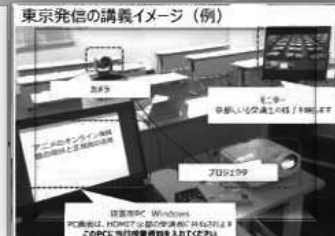
## 学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準

京都情報大学院大学  
田中恵子

2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国：相互運用性のあるLERの最新動向 ～学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準～」

kcg.edu

## 自己紹介



- ◆ 京都情報大学院大学 日本最初のIT専門職大学院
  - ・ 東京サテライト：遠隔講義の配信。約5年、サテライトでの遠隔講義の運用、支援を担当
  - ・ GLOCOM客員研究員（欧州のオープン教育政策の調査など）
  - ・ 一般社団法人日本IT団体連盟 IT教育・人材育成委員会 事務局長代理
  - ・ 日本IMS協会 デジタルバッジ関連標準国内導入検討部会メンバー

**オープン教育**

政策的な調査

**専門職業  
人材育成**

学習者支援の実務

**オープンバッジ  
技術標準**

IMS技術への関心

2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国：相互運用性のあるLERの最新動向 ～学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準～」

kcg.edu



## LERは、教育のオープン化、人材育成、技術標準の集合



オープン教育

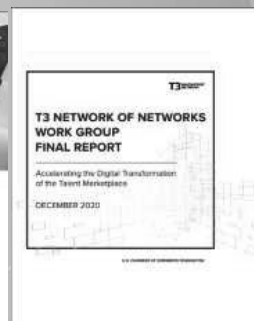
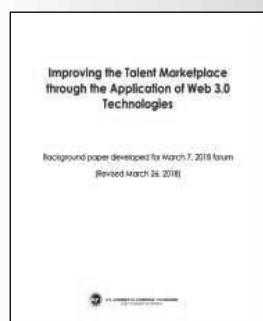
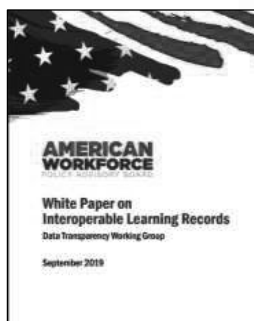
人材育成

技術標準

2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 〜学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準〜」

kcg.edu

## LER = Learning and Employment Records

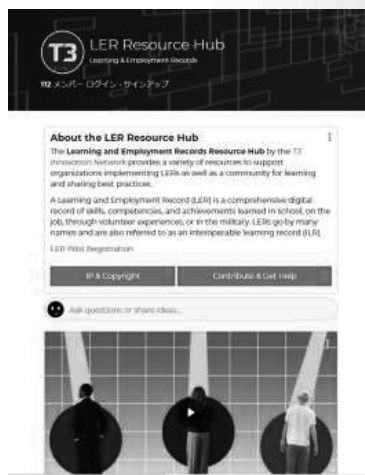


1. 文献調査
2. ミーティング、セミナー等へオンラインで参加 計6回  
(IEEE P1484.2 ILR WG/T3 Network Meeting・Seminar)

2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 〜学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準〜」

kcg.edu

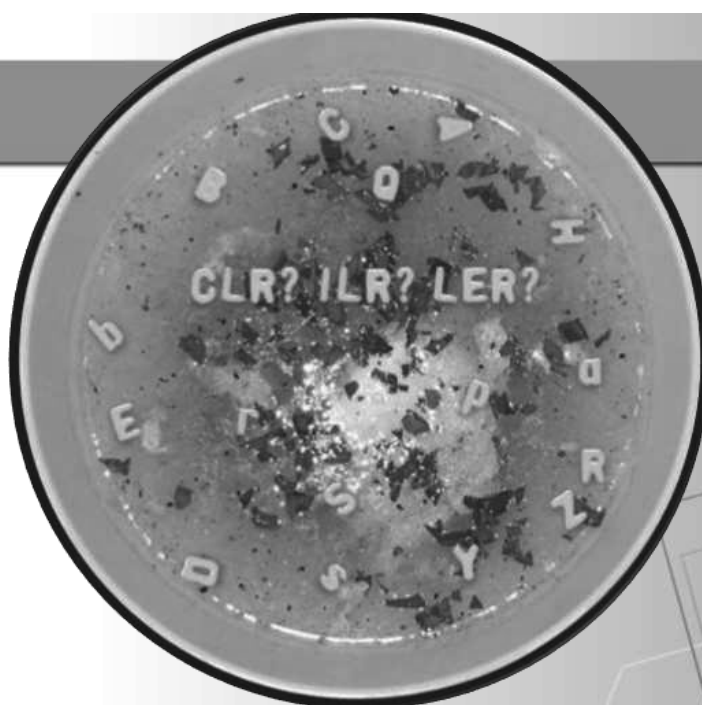
## LER = Learning and Employment Recordsとは



- ◆ **Learning and Employment Records (LER)**とは、「職場、教育プログラム、社会経験、軍隊教育などの学習が行われた場所を問わず、学習を包括的にデジタルに記録したもの」
- ◆ 米国商工会議所財団 (U.S. Chamber of Commerce Foundation)の教育・労働力センターが管掌するプロジェクト「T3Network Innovation」の一環としてLERhub.orgを昨年7月に公開
- ◆ **Interoperable Learning Records(ILR)**とも呼ばれる ※ここでは同義的に扱う

2021年 サイエントフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 ～学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準～」

kcg.edu



✓ CLR  
✓ ILR  
✓ LER

2021年 サイエントフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 ～学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準～」

kcg.edu

## 政策的背景～労働力政策諮問委員会のILR

<https://youtu.be/QPeW2c27zyM> 9/23



- イヴァンカ・トランプがウィルバー・ロス商務長官と共同で議長を務めるホワイトハウス米国労働力政策諮問委員会（American Workforce Policy Advisory Board）において  
**将来の雇用の在り方を支える技術インフラの構築の提唱**
- 個人が学習履歴データをブロックチェーン技術のウォレットにより管理することで、スキルや能力を重視する採用の合理化を目指す
- データ透明性ワーキンググループが2019年9月にILRに関する白書を公開

2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 ～学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準～」

kcg.edu

## 政策背景 ～4つの問題意識

- 採用企業側は、あるポストに一人を採用するのに平均で約41日、4129ドルのコスト
- 求職者は、自身のスキル・能力や業務経験を示すのに履歴書や職務経歴書に頼っているが、個人の学習成果や業績を適切に認知することは困難
- 記述されたスキルや資格について普遍的な共通理解が無く、またその真偽を検証する手段も無い
- 旧態依然の学位や資格では表現されにくい、新たなスキルを認定する体制が整備されていない

2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 ～学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準～」

kcg.edu



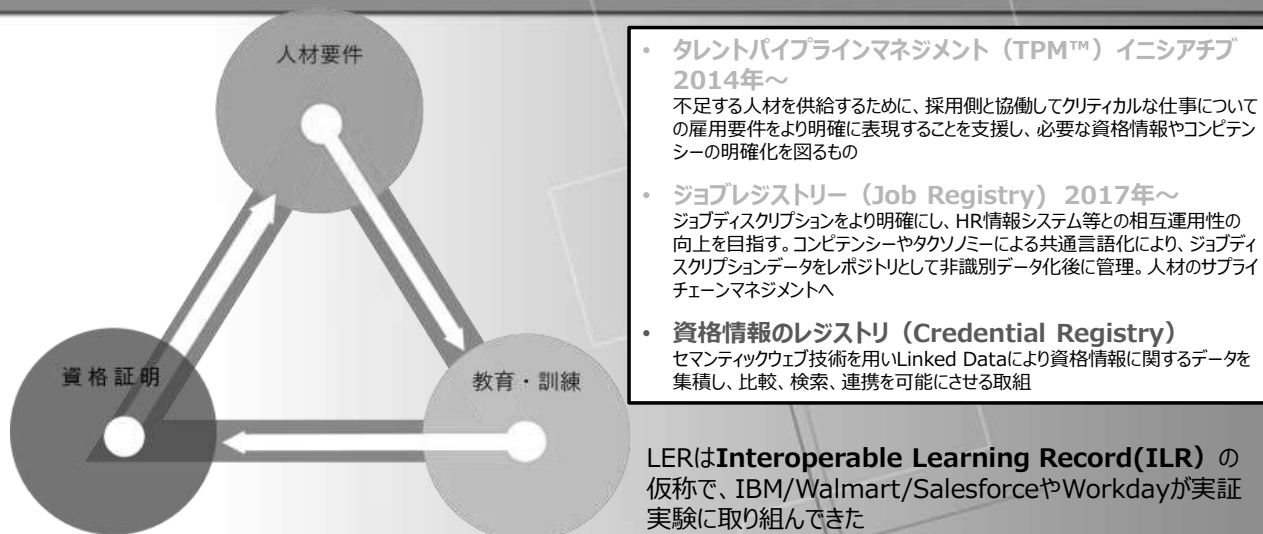
## Web3.0技術の組み合わせにより解消を目指す

- 採用コスト、時間の問題 → セマンティックウェブ技術により雇用条件、候補者をデータ化し発見しやすく
- 業績、学習成果を適切に認知できない → 学習者主権で学習記録をセキュアに共有
- 求職者の記述するスキルの信ぴょう性 → コンピテンシー、スキルフレームとのデータ連携による相互運用性の向上、電子証明書技術の応用による検証
- 旧態依然の学位や資格と新しいスキルの対応 → オープンバッジ等のマイクロ credenシャル

2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 〜学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準〜」

kcg.edu

## 1. 政策的背景～USCCのこれまでの展開

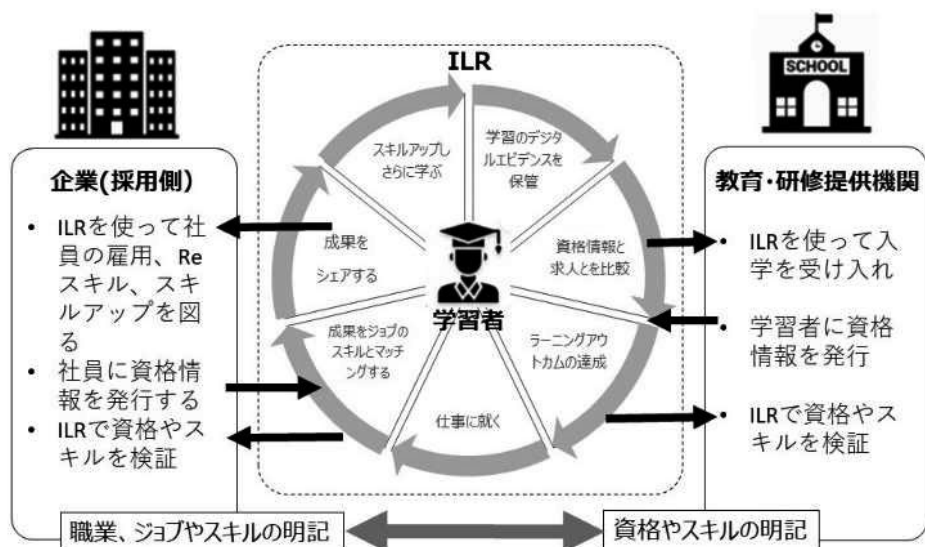


2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 〜学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準〜」

kcg.edu



## LER (ILR) のユースケース



kcg.edu



学校／研修事業者／採用企業

発行

共有

検証

JWT Signature



文A

階層名	説明	例
Wallet/ File Cabinet	クレデンシャルを保管する	Self-Sovereign ID
Wrapper/ Envelop	発行者、学習者、日時、種別など	blockcerts, MIT DC, W3C VC, PESC EdExchange
コンテンツ	単位、成績、コンピテンシーレベルなど	CLR, OpenBadges,
オントロジー	職業、スキル、資格	CASE Network, SOC, O*NET

クレデンシャル

2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 ～学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準～」



## ポイント

- ◆ 労働者 = 生涯学習者 という位置づけ
- ◆ 人事管理システム－教育－スキル・資格－人材要件の間のデータ連携
- ◆ 採用担当にとって信頼できる検証可能なスキル証明のニーズが高まりへの対応
- ◆ テクノロジー業界の学位の不必要なミドルクラス人材ニーズへの対応
- ◆ インフォーマル・ノンフォーマルな学習機会の増大
- ◆ パンデミックにより、よりスピード感を持ってコストをかけずに、いい仕事に就くための道筋がこれまで以上に必要に

2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 ～学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準～」

kcg.edu

## 学習成果を証明するデジタル学習記録への高まり

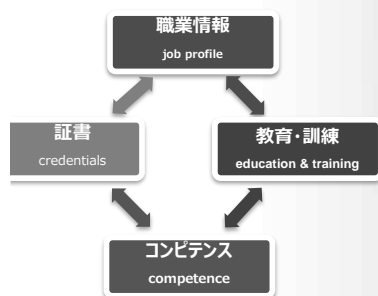
### 協調する取り組み

- ◆ IEEE P1484.2 ILR WG
- ◆ W3C Verifiable Credentials for Education Task Force
- ◆ Europass Learning Data Model  
(旧Europass Digital Credentials Infrastructure EDCI)

2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 ～学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準～」

kcg.edu

## まとめ



- ◆ 米国ではジョブ型雇用を前提に、雇用要件や資格情報のオープンデータ化が進んでいるところに、対応するスキルやコンピテンシーを構造データ化し明確にした教育やクレデンシャルを提供する土壌があって初めて人材の循環を展開できる
- ◆ 本質的にLERは学習した機関を問わず得た知識をオープンに評価する潮流である。このことは採用や学習に関わる教育のオープン化を産業界の需要が後押ししている
- ◆ 人材要件、教育、資格証明という3つのステージを断片的にデジタル化するのではなく、全体を包摂するデジタルトランスフォーメーションが望ましい

2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 〜学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準〜」

kcg.edu

## 参考文献

- ◆ T3 Innovation Network, "LER Resource Hub" <https://lerhub.org/> (2020年7月15日公開, 2020年8月11日閲覧)
- ◆ American Workforce Policy Advisory Board, Data Transparency Working Group, "White Paper on Interoperable Learning Records", [https://www.commerce.gov/sites/default/files/2019-09/ILR\\_White\\_Paper\\_FINAL\\_EBOOK.pdf](https://www.commerce.gov/sites/default/files/2019-09/ILR_White_Paper_FINAL_EBOOK.pdf) (2019年9月公開, 2020年8月24日閲覧)
- ◆ U.S. Chamber of Commerce Foundation, Center of Education and Workforce, "Improving the Talent Marketplace through the Application of Web 3.0 Technologies" [https://www.uschamberfoundation.org/sites/default/files/March%2007\\_Background%20Paper.pdf](https://www.uschamberfoundation.org/sites/default/files/March%2007_Background%20Paper.pdf) (2018年3月7日公開, 2020年8月24日閲覧)
- ◆ T3 Innovation Network, "Work Group 1 Report--Stakeholder Use Cases for Achieving Breakthrough Innovations--" [https://www.uschamberfoundation.org/sites/default/files/Work%20Group%201\\_Final%20Report\\_May%202018.pdf](https://www.uschamberfoundation.org/sites/default/files/Work%20Group%201_Final%20Report_May%202018.pdf) (2018年5月公開, 2020年8月24日閲覧)
- ◆ "About O\*NET at O\*NET Resource Center" <https://www.onetcenter.org/overview.html> (2020年8月11日閲覧)
- ◆ "LER Hub Skills Extraction Tool" <https://lerhub.org/s/curators/uLWRog5zQqTze7z7E/skills-extraction-tool-> (2020年8月11日閲覧)
- ◆ "Competency and Skills System (CaSS) | ADL Initiative" ; <https://adlnet.gov/projects/cass/> (2020年8月24日閲覧)
- ◆ Credential Engine, "Credential Transparency Description Language (CTDL) Handbook" <https://credreg.net/ctdl/handbook> (2020年8月11日閲覧)
- ◆ "LER Wrapper and Learner Wallet Specification." T3 Innovation Network (2020年7月公開) [https://drive.google.com/file/d/1RfdXAUNhp0kluD9htpb8c\\_Tg2dLm2QcJ/view](https://drive.google.com/file/d/1RfdXAUNhp0kluD9htpb8c_Tg2dLm2QcJ/view)

本発表資料は、2020年9月開催の教育システム情報学会 (JSiSE) 第3回研究会「ジョブ型雇用における学習履歴のオープンデータ連携に関する米国の動向」江見圭司(大阪経済法科大学, 羽衣国際大学), 田中恵子, 岡本敏雄(京都情報大学院大学)に基づきます。

2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 〜学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準〜」

kcg.edu



パネルディスカッション

## いただいた質問に対する補足資料

2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 〜学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準〜」

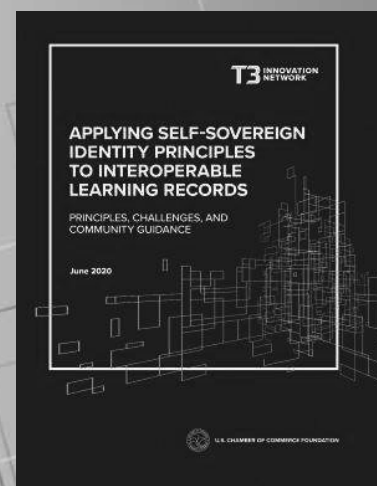
Q：個人情報、プライバシーは？

→LER運用の大前提：データの主権は学習者である

### ◆ Self Sovereign Identity (SSI)

- Decentralized Identifiers (DID)  
※この点がOpen Badgesから進化している
- Personal Data Storeへの言及も。  
情報銀行のような展開も考えられるかも

Applying Self-Sovereign Identity Principles to Interoperable Learning Records  
<https://www.uschamberfoundation.org/sites/default/files/media-uploads/Applying%20SSI%20Principles%20to%20ILRs%20Report.pdf>



2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 〜学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準〜」

kcg.edu



## Q:K12での導入は？普及するのか？

- ◆ LER Resource Hubには、いくつかのK12領域でのパイロットがある
  - ・ (参考) [パイロット参加リスト](#)
- ◆ 全米学籍登録担当・アドミッションオフィサー協会（AACRAO）はIMS GCのCLRを推奨しており、その取組はAWPABの白書にもILRに関係する事例として掲載されている。
- ◆ ナショナルスチューデントクリアリングハウス（学位・学籍登録管理を扱う民間の組織）が自身のプラットフォームにて[LERに対応するよう実証実験中](#)

2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 〜学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準〜」

kcg.edu

## Q：アメリカがやっていることはわかったが、ヨーロッパはどうなのか？→同等の取組がある

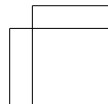
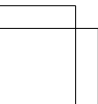
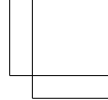
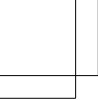
- ◆ 欧州は、2018年1月のDigital Education Action Planの中で、欧州共通履歴書（Europass）においてデジタル証書のフレームワークをつくる、と目標設定された
- ◆ W3CのVerifiable Credentials Data Modelを採用して、そのエクステンションとして共通のフレームワーク「[Europass Learning Model](#)（旧名称European Digital Credential Infrastructure）を作った（現在リリース前段階として3バージョン目がGithubで公開されている）

2021年 サイエнтиフィック・システム研究会 「米国:相互運用性のあるLERの最新動向 〜学びと仕事をつなぐ学習記録の技術標準〜」

kcg.edu

科	学	技	術	計	算	分	科	会		選	出
SS 研 HPG フォーラム 2020 より											

富岳：「アプリケーション・ファースト」の共同研究  
開発の重要性と、Society5.0に向けた発展  
松岡 聡（理化学研究所計算科学研究センター）





## 富岳：「アプリケーション・ファースト」の共同 研究開発の重要性と、Society5.0に向けた発展



理化学研究所 計算科学研究センター  
センター長 松岡 聡

2020年8月27日 SS研

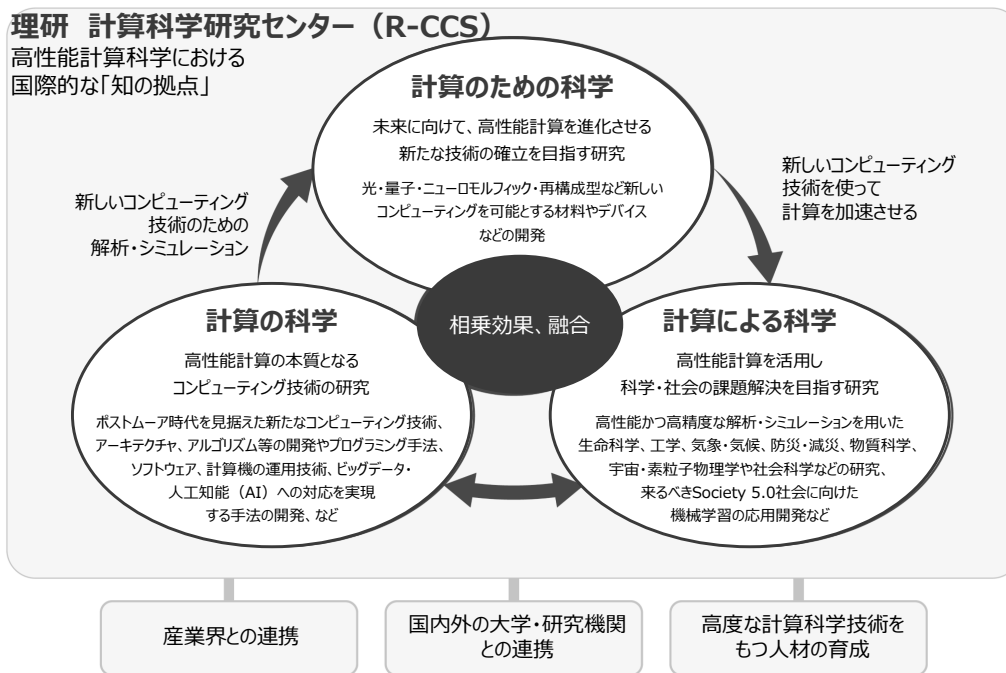


## 理研 計算科学研究センターの概要



2





3



システムソフトウェア  
研究チーム  
石川 裕



大規模並列  
数値計算技術  
研究チーム  
今村 俊幸



プログラミング環境  
研究チーム  
佐藤 三久



高性能ビッグデータ  
研究チーム  
佐藤 賢斗



プロセッサ研究チーム  
佐野 健太郎



次世代高性能  
アーキテクチャ  
研究チーム  
近藤 正章



高性能人工知能  
システム  
研究チーム  
松岡 聡



離散事象シミュ  
レーション  
研究チーム  
伊藤 伸泰



粒子系シミュレータ  
研究チーム  
牧野 淳一郎



総合防災・減災  
研究チーム  
大石 哲



量子系分子科学  
研究チーム  
中嶋 隆人



複合系気候科学  
研究チーム  
富田 浩文



データ同化  
研究チーム  
三好 建正



量子系物質科学  
研究チーム  
柚木 清司



複雑現象統一的解法  
研究チーム  
坪倉 誠



計算構造生物学  
研究チーム  
Florence TAMA



粒子系生物物理  
研究チーム  
杉田 有治



連続系場の理論  
研究チーム  
青木 保道



施設運転技術  
ユニット  
塚本 俊之



システム運転技術  
ユニット  
宇野 篤也



チューニング技術  
ユニット  
南 一生



利用環境技術  
ユニット  
庄司 文由



先端運用技術  
ユニット  
山本 啓二

5



## スーパーコンピュータ「富岳」



- スーパーコンピュータ「富岳」は、「アプリケーション・ファースト」のマシンとして2010年7月から検討をスタート。
- 2019年3月から富士通ITプロダクツ（石川県かほく市）にて製造を開始。2019年12月3日から理化学研究所 計算科学研究センター（神戸市）への搬入、設置・調整を始め、新型コロナウイルスの渦中、2020年5月13日に筐体の搬入を終了（大型10トン トラック 72台分）。
- 2020年6月に開催されたISC2020（International Supercomputing Conference）にて、史上初の4冠世界一を獲得。
- 現在、2021年度の共用開始に向けてシステムの調整中。なお、一部の計算資源（ノード）については、新型コロナウイルス対策等に計算資源を提供中。
- Society5.0に対応したAIやビッグデータ処理、クラウド利用に関するソフトウェア開発や環境整備を実施中。





## 世界のスーパーコンピュータを凌駕した「富岳」



### 「アプリケーション・ファースト」のマシン開発チャレンジ

- 新CPU A64FX等を理研・富士通が中心に全国のスパコン研究者も参加し、国家プロジェクトとして開発



- 従来の米国製トップCPUの3倍の性能
- スマホで用いられる汎用Arm CPUの上位互換、あらゆるソフトに対応(パワボも)
- シミュレーションと共にAI強化機能も

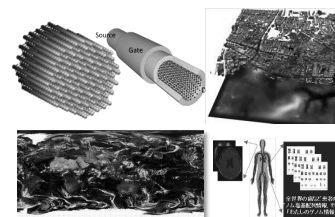
“Moonshot”的  
目標の達成

富岳



- 「富岳」2~3台で日本全体のITの一年分

	スマートフォン		サーバ(クラウド系)		富岳		参考：京
台数	2,000万台 (国内の年間出荷台数の約2/3)	=	30万台 (国内の年間出荷台数の約2/3)	=	1台 (15.9万ノード)		最大120台
消費電力	10W×2,000万台= 200MW	=	600-700W×30万台= 200MW (冷却含)	>	30MW (富岳の 1/10以下の効率)		15MW (富岳の 1/10以下の効率)



- コデザインで進められた「富岳」の開発  
「計算の科学」

Armエコシステム・オープンソース等  
による高性能・省電力・汎用化を推進。

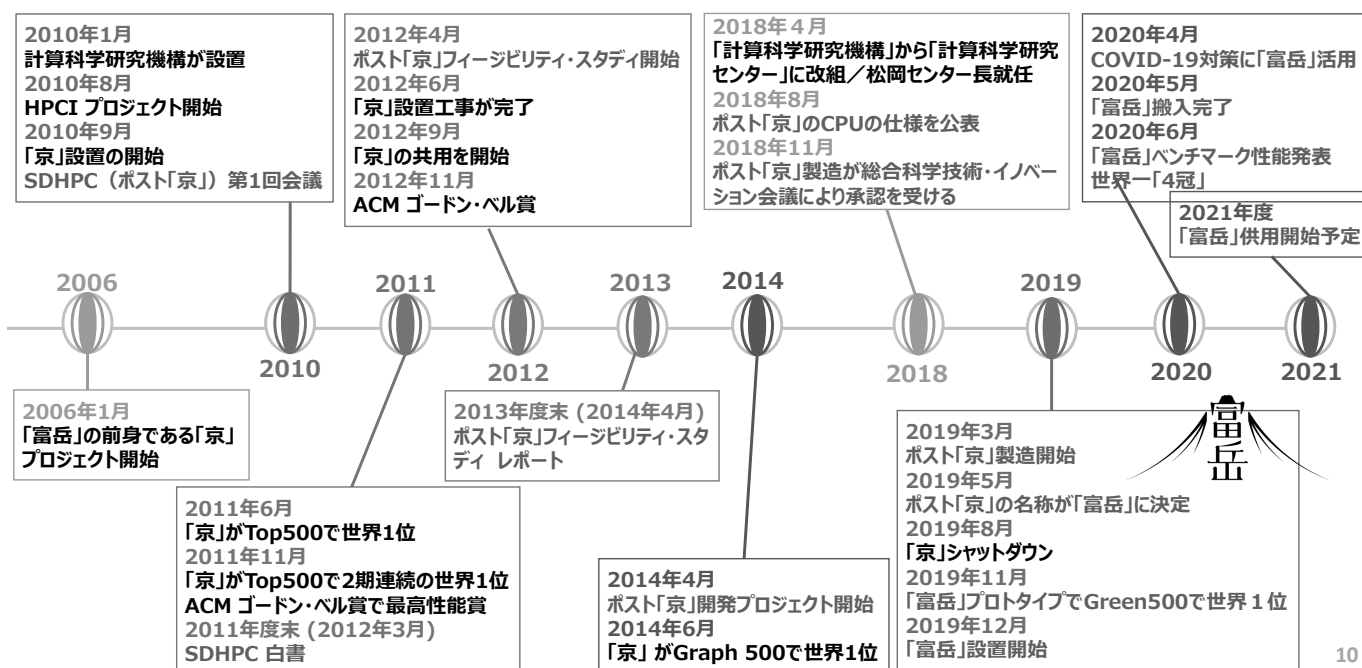


「計算による科学」

「富岳」を用いて重点的に取り組むべき、  
社会的・科学的課題（9重点課題）に向  
けたアプリケーション開発を実施。



## 理化学研究所における「富岳」開発のあゆみ





## アプリファーストのコデザインによる「富岳」の開発



### 「計算の科学」

「富岳」を用いて重点的に取り組むべき、社会的・科学的課題（9重点課題）に向けたアプリケーション開発を実施。



GENESIS	タンパク質の動きを計算
Genomon	ゲノム解析
GAMERA	地殻・都市の地震を計算
NICAM+LETKF	観測データを融合した地球大気のシミュレーション
NTChem	分子の構造を解明
ADVENTURE	大規模システムのシミュレーション
RSDFIT	物質の特性を解明
FrontFlow/blue	乱れのある流れや音響を計算
LQCD	素粒子の振る舞いを計算

<9つのターゲットアプリケーション>



「京」と比較して100倍以上の性能向上を目指した「ターゲットアプリケーション」を選定し、性能を最適化。

計算科学で使用するアプリケーションの特性を踏まえた上で、スパコン性能を最適化するシステム設計を実施。

### 「計算による科学」

Armエコシステム・オープンソース等による高性能・省電力・汎用化を推進。



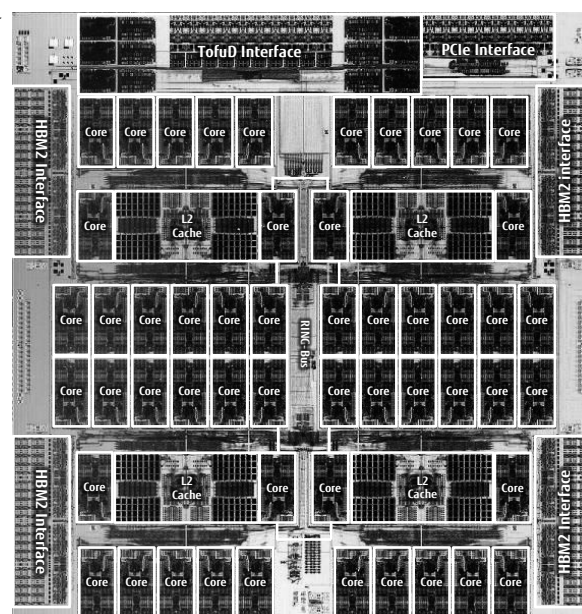
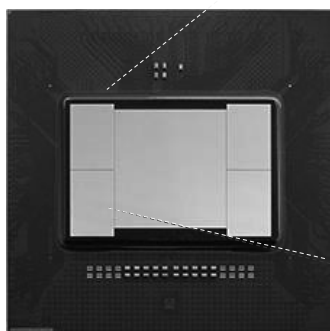
	Fugaku	K
CPU Architecture	A64FX (Armv8.2-A SVE + Fujitsu Extension)	SPARC64 VIIIfx
Cores	48	8
Peak DP performance	3.0720 TF (3.3792 TF)	0.128 TF
Main Memory	32 GiB	16 GiB
Peak Memory Bandwidth	1024 GB/s	64 GB/s
Peak Network Performance	40.8 GB/s	20 GB/s
Nodes	384	102
Peak DP performance	1.2/1.3 PF	< 0.013PF
Process Technology	7 nm FinFET	45 nm

11

## A64FX Leading-edge Si-technology

FUJITSU

- TSMC 7nm FinFET & CoWoS
- Broadcom SerDes, HBM I/O, and SRAMs
- 8.8 billion transistors
- 594 signal pins

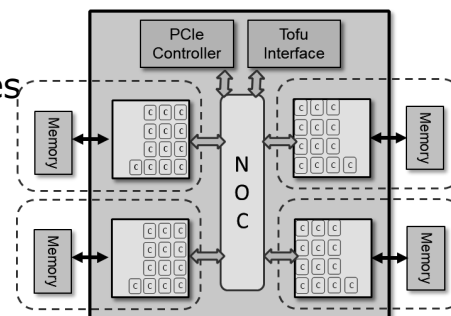




## Fugaku's FUJITSU A64fx Processor is...



- **an Many-Core ARM CPU...**
  - 48 compute cores + 2 or 4 assistant (OS) cores
  - Brand new core design
  - Near Xeon-Class Integer performance core
  - ARM V8 --- 64bit ARM ecosystem
  - Tofu-D + PCIe 3 external connection
- **...but also an accelerated GPU-like processor**
  - SVE 512 bit x 2 vector extensions (ARM & Fujitsu)
    - Integer (1, 2, 4, 8 bytes) + Float (16, 32, 64 bytes)
  - Cache + memory localization (sector cache)
  - HBM2 on package memory – Massive Mem BW (Bytes/DPF ~0.4)
    - Streaming memory access, strided access, scatter/gather etc.
  - Intra-chip barrier synch. and other memory enhancing features
- **GPU-like performance in real-world HPC especially CFD-- Weather & Climate (even w/traditional Fortran code) + AI/Big Data**



13



## 米国の最先端CPUを3倍凌駕した半導体設計（性能・効率）



スパコンの省エネ性能を示す「Green500」で 世界1位を獲得（2019年11月、プロトタイプ）

- TOP500内のHPCで電力効率の良い高性能計算の実現を評価するランキング（他の性質の違うアプリでも同様の結果を確認）
- Green500は、これまでGPU搭載や特殊マシンが上位を独占していたが、富岳は汎用CPU搭載で世界1位獲得
- 汎用CPUとして、同条件のIntel機と比べて3倍強の省電力性能
- チップあたりの絶対性能でも2～4倍の性能⇒AIでは更なる性能差

米HPE/Cray社は、「富岳」に実装されているArmA64FXプロセッサを自社スパコンに採用（米国製プロセッサ以外では史上初）

2020年度以降、世界市場で販売



<納入予定先>

- 米国ロスアラモス国立研究所
- 米国オークリッジ国立研究所
- 米国ストーンブルック大学
- 英国ブリストル大学 等



### 日本の半導体産業の復興へ

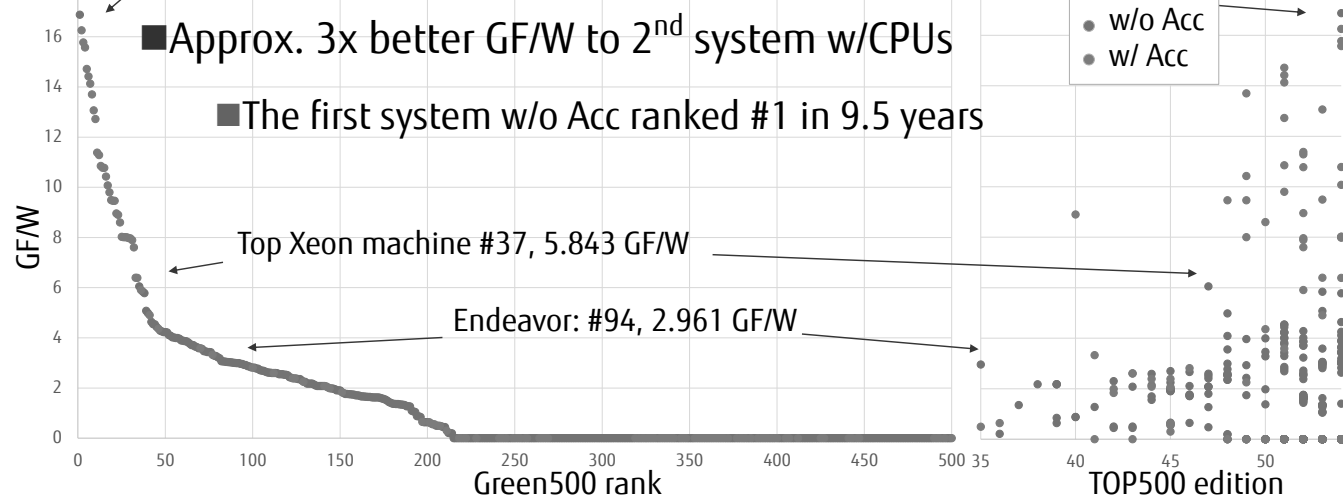
覇権維持のため開発を継続することが重要

国家プロジェクトならではの成果  
民間だけでは達成できなかった

14

## SC19 Green500 ranking and 1<sup>st</sup> appeared TOP500 edition FUJITSU

■ “A64FX prototype”, prototype of Supercomputer Fugaku, ranked #1, 16.876 GF/W



15

Copyright 2019 FUJITSU LIMITED



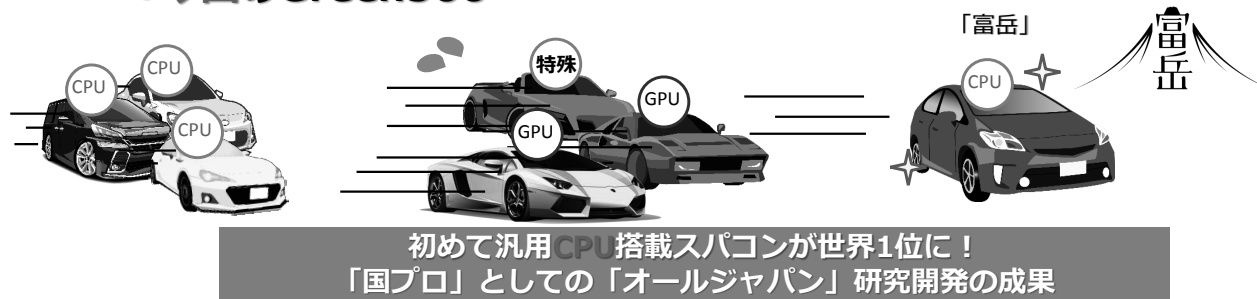
## Green500試作機1位獲得。何がすごいのか？



### ●これまでのGreen500



### ●今回のGreen500

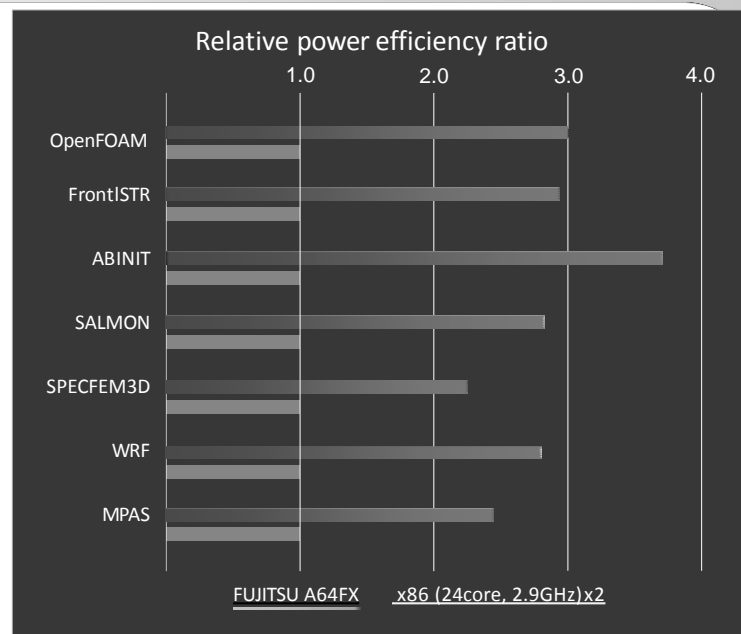


16

## A64FX CPU power efficiency for real apps

FUJITSU

- Performance /Energy consumption on an A64FX @ 2.2GHz
- Up to 3.7x more efficient over the latest x86 processor (24core, 2.9GHz) x2
- High efficiency is achieved by energy-conscious design and implementation

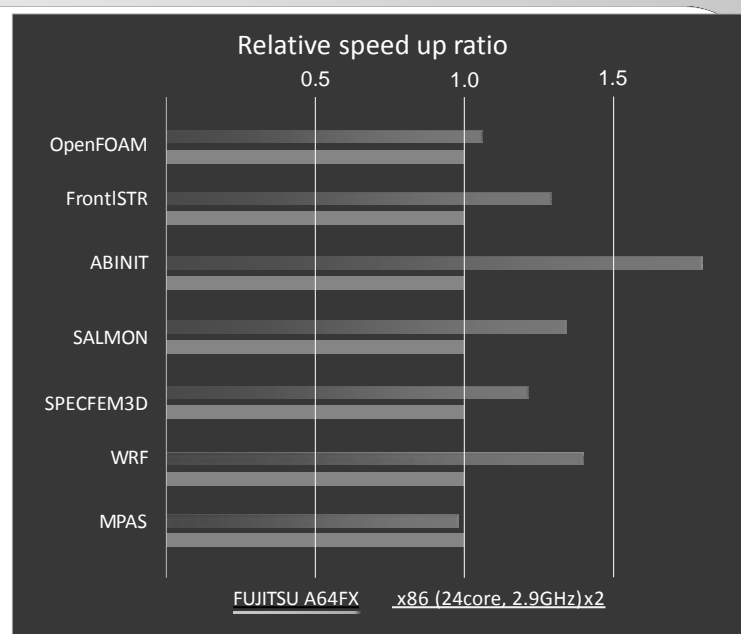


17

## A64FX CPU performance evaluation for real apps

FUJITSU

- Open source software, Real apps on an A64FX @ 2.2GHz
- Up to 1.8x faster over the latest x86 processor (24core, 2.9GHz) x 2, or 3.6x per socket
- High memory B/W and long SIMD length of A64FX work effectively with these applications



18

## The HPE/Cray CS500 - Fujitsu A64FX Arm-based Server

FUJITSU

- Cray Fujitsu Technology Agreement
- Supported in Cray CS500 infrastructure
- Full Cray Programming Environment (note: HPE product, support only by HPE)
- Leadership performance for many memory intensive HPC applications, e.g., weather
- GA in mid'2020
- A number of adoptions  
US: Stony Brook, DoE Labs, etc.  
Multiple yet-to-be-named EU centers



FUJITSU CONFIDENTIAL

119



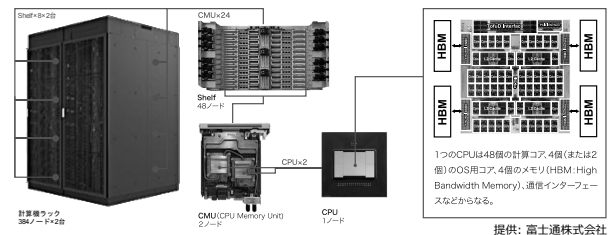
## スーパーコンピュータ「富岳」の基本性能



- 総ノード数 : 158,976ノード
  - 384 ノード x 396 ラック = 152,064
  - 192 ノード x 36 ラック = 6,912



- 通常モード (CPU動作クロック周波数 2GHz)
  - 倍精度理論最高値 (64bit) 488 ペタフロップス
  - 単精度理論最高値 (32bit) 977 ペタフロップス
  - 半精度 (AI学習) 理論最高値 (16bit) 1.95 エキサフロップス
  - 整数 (AI推論) 理論最高値 (8bit) 3.90 エキサOps
- ブーストモード (CPU動作クロック周波数 2.2GHz)
  - 倍精度理論最高値 (64bit) 537 ペタフロップス
  - 単精度理論最高値 (32bit) 1070 ペタフロップス
  - 半精度 (AI学習) 理論最高値 (16bit) 2.15 エキサフロップス
  - 整数 (AI推論) 理論最高値 (8bit) 4.30 エキサOps
- 理論総合メモリバンド幅 163ペタバイト/秒



提供: 富士通株式会社

### (参考) 単位

- ペタ(Peta)=10の15乗 エキサ(Exa)= 10の18乗
- フロップス(FLOPS: Floating Operations Per Second) 一秒あたりの(浮動)小数演算性能
- オプス (OPS: (Integer) Operations Per Second) 一秒あたりの整数演算性能

- (参考) 「京」との比較 (「富岳」ブーストモード)
  - 倍精度理論最高値 (64bit) 48倍
  - 単精度理論最高値 (32bit) 95倍
  - 半精度 (AI学習) 理論最高値 (16bit) 190倍
  - ※「京」は、いずれの精度でも11.28 ペタフロップス
  - 整数 (AI推論) 理論最高値 (8bit) 1,500倍以上
  - ※「京」は、2.82 ペタOps(64bit)
  - 理論総合メモリバンド幅 29倍 ※「京」は5.64ペタバイト/秒

注釈) ここで示した数値は理論最高値であり、実際の速度は各種ベンチマークや、実アプリケーションによって測定される。 20



## Fugaku Performance Estimate on 9 Co-Design Target Apps



### Performance target goal

- ✓ 100 times faster than K for some applications (tuning included)
- ✓ 30 to 40 MW power consumption

### Peak performance to be achieved

	PostK	K
Peak DP (double precision)	>400+ Pflops (34x +)	11.3 Pflops
Peak SP (single precision)	>800+ Pflops (70x +)	11.3 Pflops
Peak HP (half precision)	>1600+ Pflops (141x +)	--
Total memory bandwidth	>150+ PB/sec (29x +)	5,184TB/sec

- Geometric Mean of Performance Speedup of the 9 Target Applications over the K-Computer

**> 37x+**

As of 2019/05/14



Category	Priority Issue Area	Performance Speedup over K	Application	Brief description
Health and longevity	1. Innovative computing infrastructure for drug discovery	125x +	GENESIS	MD for proteins
	2. Personalized and preventive medicine using big data	8x +	Genomon	Genome processing (Genome alignment)
Disaster prevention and Environment	3. Integrated simulation systems induced by earthquake and tsunami	45x +	GAMERA	Earthquake simulator (FEM in unstructured & structured grid)
	4. Meteorological and global environmental prediction using big data	120x +	NICAM+ LETKF	Weather prediction system using Big data (structured grid stencil & ensemble Kalman filter)
Energy issue	5. New technologies for energy creation, conversion / storage, and use	40x +	NTChem	Molecular electronic simulation (structure calculation)
	6. Accelerated development of innovative clean energy systems	35x +	Adventure	Computational Mechanics System for Large Scale Analysis and Design (unstructured grid)
Industrial competitiveness enhancement	7. Creation of new functional devices and high-performance materials	30x +	RSDFT	Ab-initio simulation (density functional theory)
	8. Development of innovative design and production processes	25x +	FFB	Large Eddy Simulation (unstructured grid)
Basic science	9. Elucidation of the fundamental laws and evolution of the universe	25x +	LQCD	Lattice QCD simulation (structured grid Monte Carlo)

21

## 富岳をスマートフォンやサーバと比較すると…？



	スマートフォン		サーバ (クラウド含)		富岳 		参考：京
台数	2,000万台 (国内の年間出荷台数)	=	30万台 (国内の年間出荷台数)	=	1台		30~100台
消費電力	10W×2,000万台 = 200MW	=	600-700W×30万台 = 200MW (冷却含)	> >	30MW		15MW
CPU種別 基本ソフト	Arm iOS/ Android Linux		x86/Arm Linux (Red Hat等)/Win		Arm Linux (Red Hat等)		Sparc Linux(独自) 汎用性低い
AI 対応	アプリに応じた 独自回路 推論のみ		GPUなどの汎用加 速チップ、CPUの 加速命令		汎用CPU SVE 加速機能		なし

22



## 「富岳」 ベンチマークテストで 4 冠達成



- 設置・調整中の「富岳」がすべての大規模演算性能を示すベンチマークで圧倒的1位！
- ベンチマークテスト 4 部門で同時に 1 位を獲得するのは世界初めての快挙！
- 世界で初めてのエクサスケールコンピュータ（HPL-AI）！



ベンチマークテスト	1 位	スコア	単位	2 位	スコア	単位	富岳の優位性
TOP500 (LINPACK)	富岳	415.5	PFLOPS	Summit (米国)	148.6	PFLOPS	2.80倍
HPCG	富岳	13.4	PFLOPS	Summit (米国)	2.93	PFLOPS	4.57倍
HPL-AI	富岳	1.42	EFLOPS	Summit (米国)	0.55	EFLOPS	2.58倍
Graph500	富岳	70,980	GTEPS	Sunway TaihuLight (中国)	23,756	GTEPS	2.99倍

- ギガ (Giga) = 10の9乗 テラ (Tera) = 10の12乗 ペタ(Peta) = 10の15乗 エクサ(Exa) = 10の18乗
- フロップス(FLOPS: Floating Operations Per Second) 一秒あたりの(浮動)小数点演算性能
- テップス (TEPS : Traversed edges per second) グラフ処理の能力表す単位



## 「富岳」 が制覇した4部門の概要



- LINPACK（密行列の連立一次方程式の直接解法）は、科学技術計算性能のクラシックなスパコンベンチマーク。
- Top500リストは、LINPACKの実行性能を指標として、世界で最も高速なスーパーコンピュータの上位500位までを定期的にランク付けするベンチマークランキングの老舗。1993年に発足、ランキングを年2回（6月、11月）発表している。
- 近年、Top500の高ランク達成が自己目的化し、実際のアプリケーションの性能との乖離が指摘されている。
- 低精度混合演算を用いることを認めたHPL（High-Performance LINPACK）の性能を計測するベンチマーク。
- 低精度演算での演算能力を評価することで、ディープラーニングなどのAI処理の性能を評価することを目的とする。
- HPL-AIは2019年11月にルールが公表されたため、今回が初めてのベンチマークランキングの発表となる。



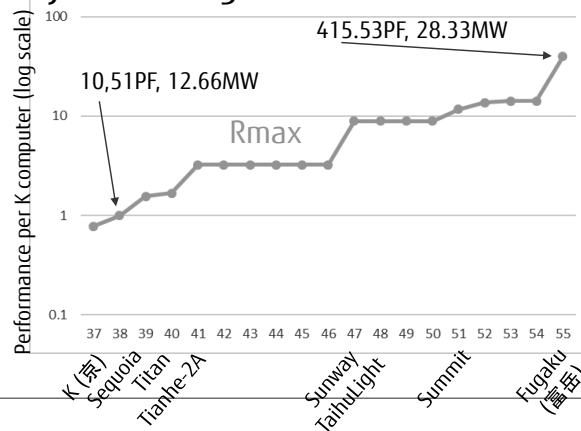
HPL-AI Graph500

- 疎行列の連立一次方程式の反復解法である共役勾配法（conjugate gradient method）を用いた新たなスパコンベンチマーク。
- LINPACKが要求する性能要件とアプリケーションで求められる性能要件との乖離から、産業利用など実際のアプリケーションでよく使われるCG法のプログラムで性能を評価するために提案された。
- 演算性能よりは、むしろメモリアクセス性能がベンチマークの結果を大きく左右する。
- 超大規模グラフの探索能力で計算機を評価するベンチマーク。
- ソーシャルネットワークなど、実社会における複雑な現象を表現するビッグデータである大規模グラフ（頂点と枝によりデータ間の関連性を示したものの）の解析力を評価する。
- 演算能力だけでなく、メモリ性能、ネットワーク性能が重要！
- 「京」は2014年6月 1位、2014年11月 2位、2015年6月から2019年6月まで 1位

## TOP500 #1 History from K computer to Fugaku

FUJITSU

- Performance improvement from K computer is about 40x while power consumption is only 2.2x => 12.66MW vs 28.33MW
- Good scalability and HPL execution efficiency of TofuD interconnect, MPI, job management software, and reliable hardware



Scalability & HPL execution efficiency

System	# of nodes	HPL eff	Interconnect
Fugaku (富岳)	152,064	80.87%	TofuD
Summit	4,356	74.01%	Infiniband
SunwayTaihuLight	40,960	74.15%	Custom
Tianhe-2	16,000	61.68%	Custom(Fat tree)
Titan	18,688	64.88%	Gemini
Sequoia	98,304	81.09%	Custom(5D torus)
K computer (京)	88,128	93.17%	Tofu

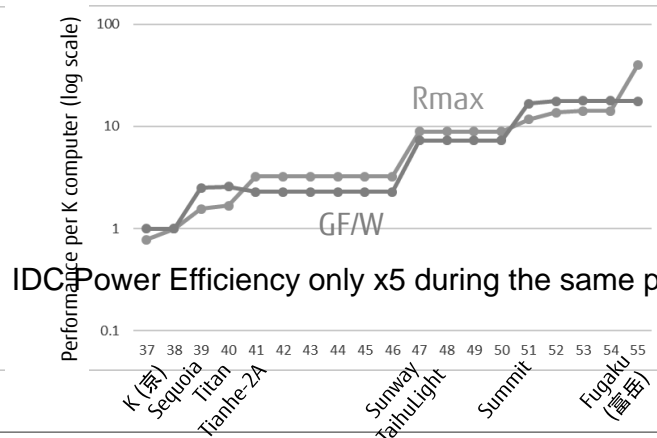
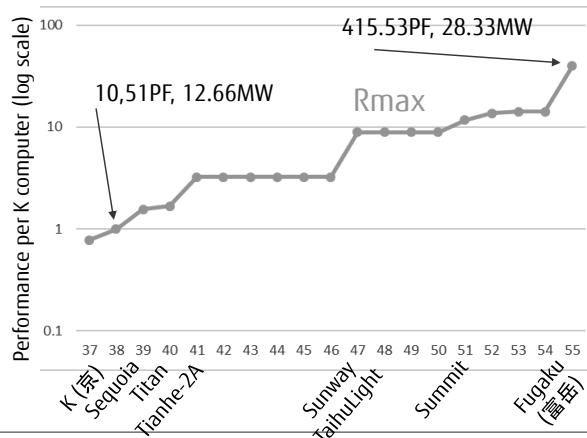
25

Copyright 2020 FUJITSU LIMITED

## TOP500 #1 History from K computer to Fugaku

FUJITSU

- Performance improvement from K computer is about 40x while power consumption is only 2.2x => 12.66MW vs 28.33MW
- Good scalability and HPL execution efficiency of Tofu interconnect, MPI, job management software, and reliable hardware
- Flagship machine power consumption (GF/W) is important due to societal demand on limiting power consumptions of facilities



IDC Power Efficiency only x5 during the same period

26

Copyright 2020 FUJITSU LIMITED

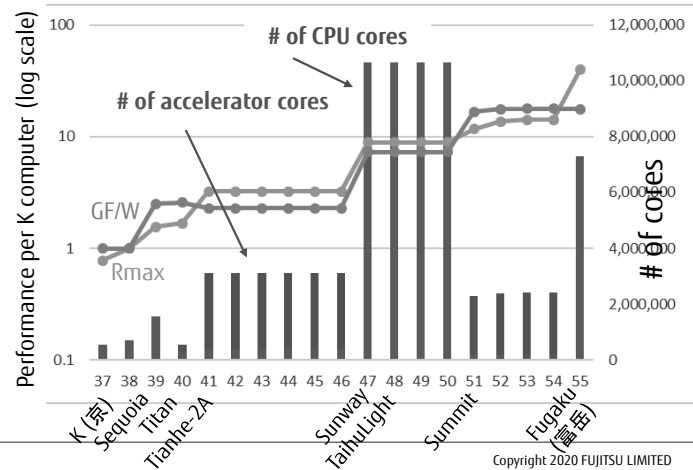
## TOP500 #1 History and Fugaku's Choice

FUJITSU

- Performance improvement from K computer is about 40x while power consumption is only 2.2x => 12.66MW vs 28.33MW
- Good scalability and HPL execution efficiency of Tofu interconnect, MPI, job management software, and reliable hardware
- Flagship machine power consumption (GF/W) is important due to societal demand on limiting power consumptions of facilities
- Fugaku improved CPU core performance, avoiding external accelerators for apps execution performance

Way for perf.	Accelerator core	CPU core
GF/W improvement	Easier	Not easy
Apps development	Not easy	Not easy
Apps domains	Narrow	Wider

Fugaku's choice



27

Copyright 2020 FUJITSU LIMITED

## TOP500 #1 History and Fugaku's Choice

FUJITSU

- Performance improvement from K computer is about 40x while power consumption is only 2.2x => 12.66MW vs 28.33MW
- Good scalability and HPL execution efficiency of Tofu interconnect, MPI, job management software, and reliable hardware
- Flagship machine power consumption (GF/W) is important due to societal demand on limiting power consumptions of facilities
- Fugaku improved CPU core performance, avoiding external accelerators for apps execution performance

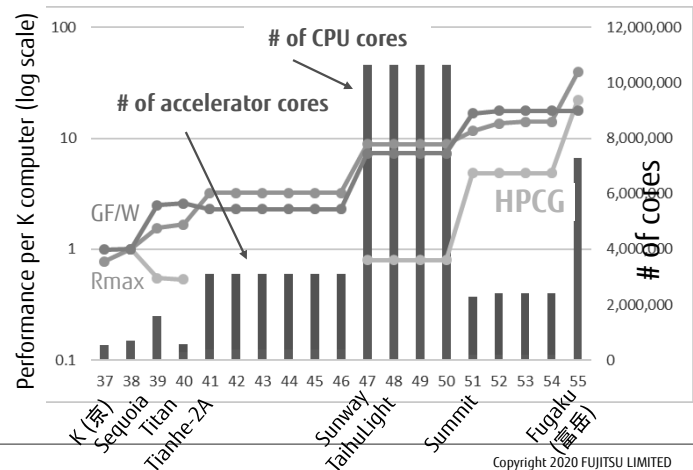
Way for perf.	Accelerator core	CPU core
GF/W improvement	Easier	Not easy
Apps development	Not easy	Not easy
Apps domains	Narrow	Wider

Fugaku's choice

—GOOD RESULTS IN OTHER BENCHMARKS

■ HPCG #1, HPL-AI #1, Graph500 #1

HPCG number of Tianhe-2A is not published



28

Copyright 2020 FUJITSU LIMITED

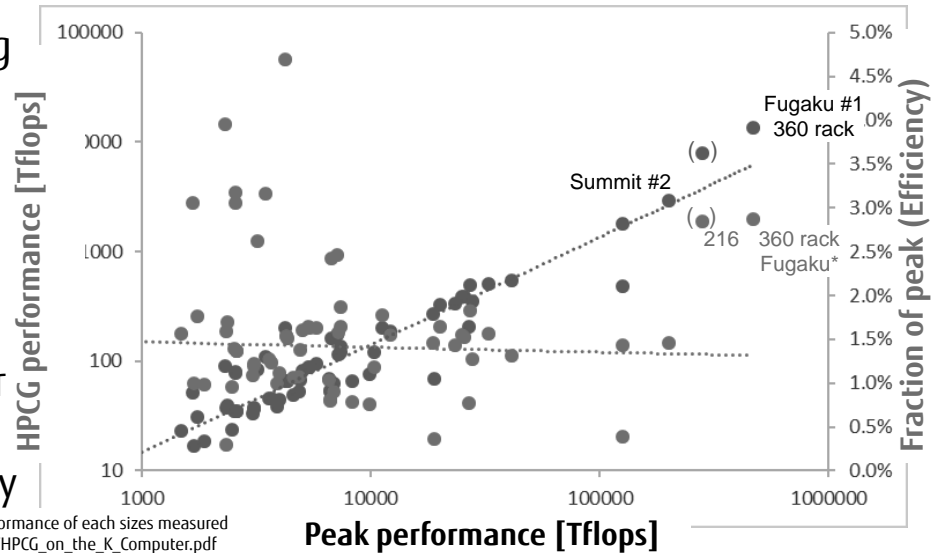
## HPCG Results of TOP500 + Fugaku's 216-rack Results

- Fugaku's efficiency is very high and the same in both system sizes ~3%

- Optimized by splitting Symmetric Gauss-Seidel loops[\*\*]

- Neighbor comm. using Tofu's 6-dir simultaneous comm.

- Tofu HW reduction for MPI\_allreduce is effective for scalability



29

Copyright 2020 FUJITSU LIMITED



## 今回の「世界一4冠」「早期コロナプログラム」達成の理由



### プロジェクト初期から「アプリケーション・ファースト」コ・デザイン

- アプリケーション群の性能&キャパシティ&使いやすさ=>開発容易性の達成のため、CPU性能(特にメモリ帯域)&マシンサイズ=>電力性能(GFlops/W) & 汎用CPU(Arm)に関し、Moonshot的な高い目標を設定
- 企業のみでは困難なターゲット->イノベーション達成のためリスクテイクでき、国家プロジェクトでのみ実現可能
  - => 日本の叡智が結集しオールジャパンで開発
- 理研・富士通が先導し、日本のHPCコミュニティ全体で10年にもわたるCo-design (コデザイン) により、「高いメモリバンド幅等による高アプリ性能」、「マシンサイズを確保する省電力」、「使い勝手の良さのArm CPUへの移行・HPC向けベクトル拡張」を同時達成
- ベンチの「世界一4冠」等は、「アプリファースト」の結果であり、その逆ではない

30

# 富岳の産業利用・Society5.0への取り組み

富岳



## CSTI中間評価:Society5.0におけるポスト京を含むスパコン技術



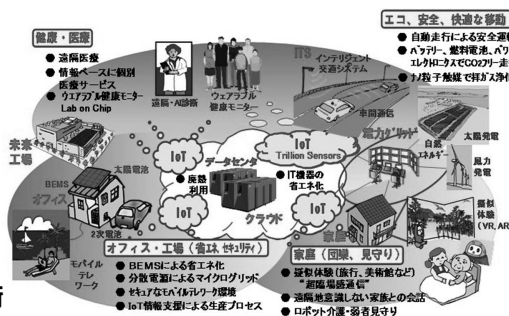
○ 全ての人とモノがつながり、今までにない新たな価値を生み出す超スマート社会の実現を目指す Society5.0において、シミュレーションによる社会的課題の解決や人工知能（AI）開発及び情報の流通・処理に関する技術開発を加速するためには、スーパーコンピュータ等の情報基盤技術が必要不可欠

・第5期科学技術基本計画（平成28年度～平成32年度）の柱である「超スマート社会」（Society5.0）を世界に先駆けて実現するためには、新たな価値創造の基盤としてのスーパーコンピュータが必要不可欠

（文部科学省 中間評価）

- ・〔1〕データ駆動型社会の共通インフラの整備
- ③研究生産性の向上
  - 産学官連携を支え、生産性の飛躍的向上の基盤となる高速電子計算機施設等の先端的な研究施設・設備の整備・共用やポスト「京」の開発を進める
  - （未来投資戦略2018（平成30年6月15日閣議決定））

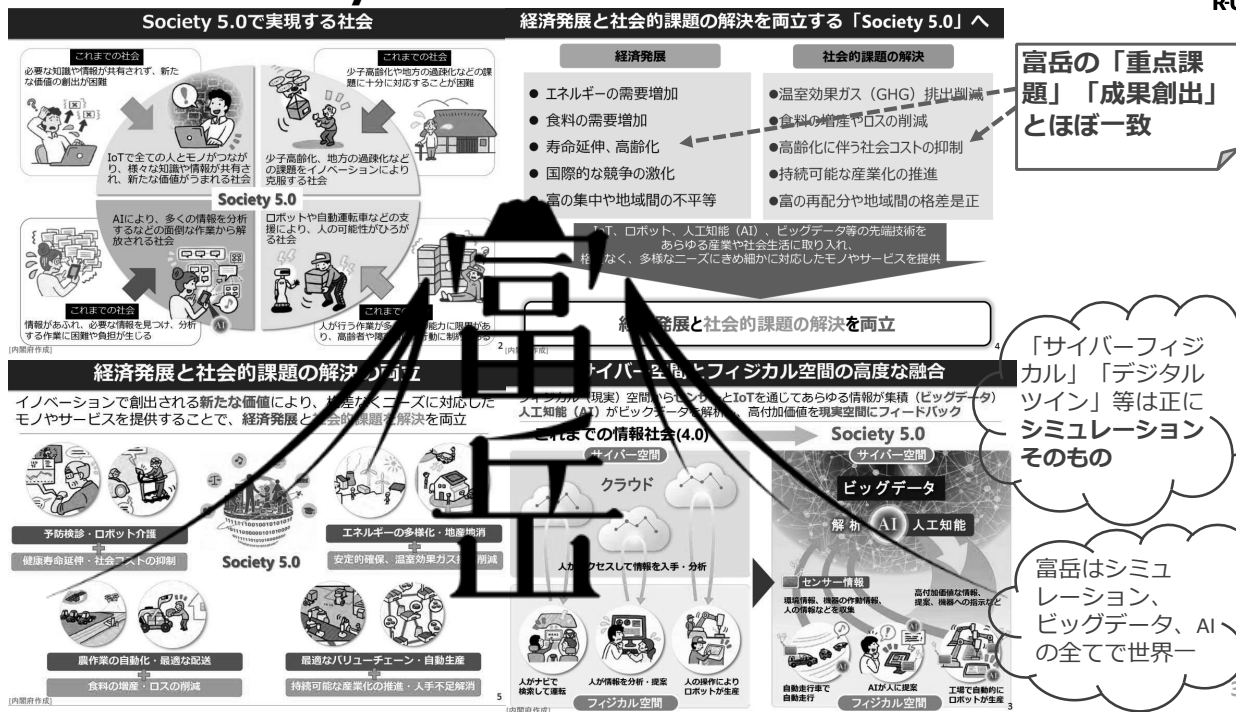
このためには富岳におけるA64fxやソフトウェア・アプリのHPC技術が、富岳に留まらず、クラウドにも大幅に波及し、エッジと接続してシミュレーション・AIを駆動することが重要



＜超スマート社会における人々の生活＞

（出典：JST/CRDS 曽根純一上席フェロー講演資料）

# Society5.0における富岳の中心的役割



## 富岳の経済・産業界、社会、IoT イノベーションへ活用

### 企業でのイノベーション、富岳でのプロジェクトの例

- 全固体電池（ポスト・リチウムイオン電池）⇒安全性向上、長寿命化、高出力化（トヨタ）
- 世界最高水準の高効率・大型ガスタービン⇒地球環境やエネルギー問題に貢献（三菱重工）
- タービン素材の合金比率
- 高圧力比圧縮機

### 国民の命を守り、長寿健康社会へ

#### ■ 防災・減災

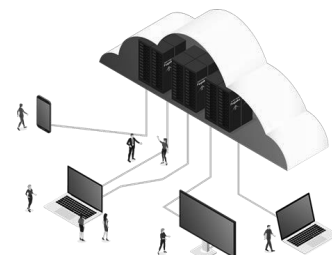
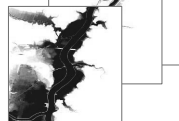
- AIとシミュレーションによる「全国規模の準リアルタイム災害状況把握」

⇒東京オリンピックで試験、富岳で全国展開へ

- 地震と津波の複合災害の「都市全体」シミュレーション
- 豪雨対策

#### ■ 医療

- 高速・高精度な革新的な創薬基盤
- 臓器や血流など人体の再現による早期診断



更に富岳の「クラウド利用」研究も民間と開始



## 「富岳」を舞台に本格的な産業界との連携



### 理研コンソーシアム



#### ■ HPCを活用した自動車用次世代CAEコンソーシアム



自動車空力音直接解析（協力：スズキ（株））

- ・ トヨタ自動車株式会社
- ・ 日産自動車株式会社
- ・ 日野自動車株式会社
- ・ 株式会社ブリヂストン
- ・ マツダ株式会社
- ・ アイシン精機株式会社
- ・ 株式会社小糸製作所
- ・ スズキ株式会社
- ・ 株式会社 SUBARU
- ・ 株式会社デンソー
- ・ TOYO TIRE 株式会社
- ・ マレリ株式会社
- ・ 三菱自動車工業株式会社
- ・ 宇宙航空研究開発機構
- ・ 神戸大学
- ・ 成蹊大学
- ・ 東京大学
- ・ 豊橋技術科学大学
- ・ 広島大学
- ・ 北海道大学
- ・ 山梨大学

#### ■ 燃焼システム用次世代CAEコンソーシアム



航空機用ガスタービン燃焼器燃焼流れの数値解析

- ・ 東芝エネルギーシステムズ株式会社
- ・ 株式会社豊田中央研究所
- ・ 株式会社本田技術研究所
- ・ 三菱重工株式会社
- ・ 株式会社 IHI
- ・ 株式会社 IHI エアロスペース
- ・ 川崎重工株式会社
- ・ 日本製鉄株式会社
- ・ 一般財団法人電力中央研究所
- ・ 東京ガス株式会社
- ・ 宇宙航空研究開発機構
- ・ 大阪大学
- ・ 九州大学
- ・ 京都大学
- ・ 神戸大学
- ・ 島根大学
- ・ 徳島大学
- ・ 北海道大学
- ・ 名城大学

他の産業分野のコンソーシアムも計画中  
(土木、創薬など)

35



## Society5.0に対するR-CCS・富岳の取り組み



- 「富岳Arm」IoT主流のArmエコシステム・オープンソース
  - ・ A64fx CPU：世界最速の汎用プロセッサ(x86, Arm含)
  - ・ HPC・クラウド・AI・IoT全て包括するオープンソース汎用ソフトウェアスタック
  - ・ VM, コンテナ、Spack Package Managerなど、各種管理、デプロイ
- 「富岳クラウド(FWS)」における複数のクラウドプロバイダとの連携
  - ・ 2020年度クラウドサービスの実験を公募、複数クラウドプロバイダ
  - ・ 2021年度本格運用へ
- 「富岳AI」の研究開発
  - ・ PyTorch, TensorFlow等の高速実装をDNNL for A64fx, Eigen等をベースに開発
  - ・ 富士通・理研・Arm社等との産学連携による開発体制
  - ・ その他各種HPCとAIの融合
- 「富岳ライブストリーム」で多数のIoTストリームデータのアプリケーションへの提供
  - ・ 種々の研究機関・企業と連携し、一定期間以上保存される観測データの格納・分析・学習・推論機構を提供

36





## 富岳におけるオープンソースソフトウェアの整備



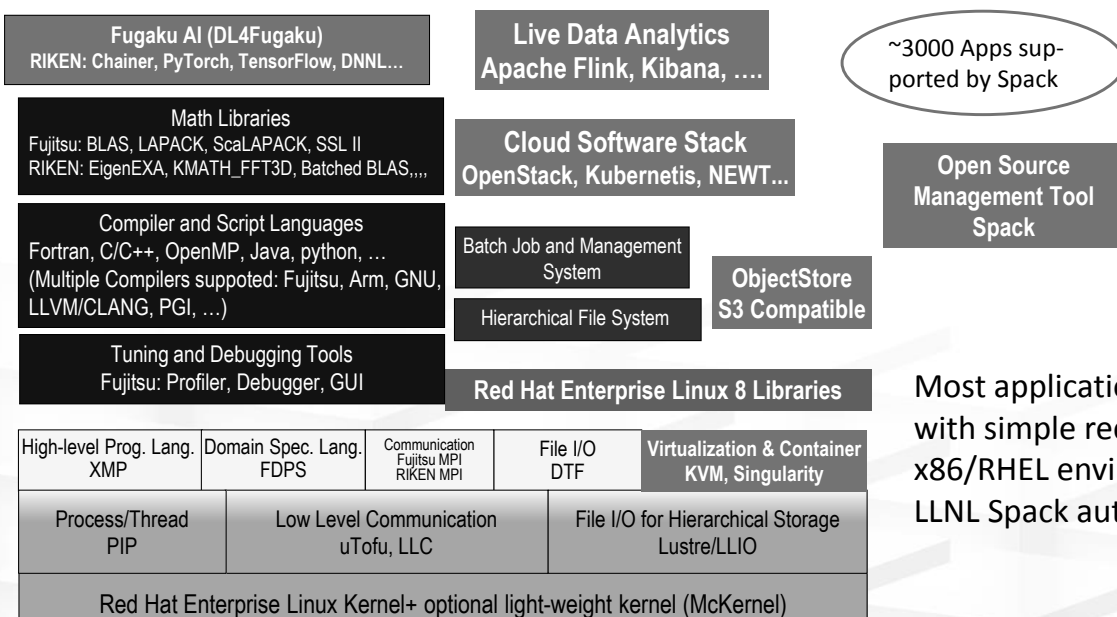
- 「京」コンピュータ
  - ・ 特殊なアーキテクチャのため、オープンソースソフトウェアの活用が困難・・・
- スーパーコンピュータ「富岳」
  - ・ 既存のArm向けオープンソースソフトウェア普及の取り組みに参画
    - ~ Arm HPC Users Group <https://arm-hpc.gitlab.io/>
    - ~ Linaro <https://www.linaro.org/>
    - ~ Spack: <https://spack.io/>  **Spack**
      - 米Exascale Computing Project公式ソフトウェアパッケージマネージャ
  - ・ R-CCS ソフトウェアセンター
    - ~ R-CCSにおけるソフトウェアの開発支援、及び公開、普及に向けた取り組みを推進
  - ・ DL4Fugaku
    - ~ 「富岳」向け深層学習フレームワークの整備を目的としたR-CCSと富士通等との産学連携プロジェクト
      - ターゲット: PyTorch, TensorFlow, Chainer, 等



37



## Fugaku / Fujitsu FX1000 System Software Stack



Most applications will work with simple recompile from x86/RHEL environment. LLNL Spack automates this.

20020/01/27

RIKEN Center for Computational Science

38



## Fugaku / FX1000 / FX700 Commercial Apps



Available soon

In a research & development phase

(as of June 2020)

Engineering (Structural analysis, Fluid dynamics and Electronics)

**LS-DYNA**

(by Ansys, Inc.)

**Poynting**

(by Fujitsu Limited)

**Chemistry\***

**Amber**

**Gaussian16**

(by Gaussian, Inc.)

\*Collaboration with Australian National University

**ADVENTURECluster**

(by Allied Engineering Co.)

**CONVERGE**  
CFD SOFTWARE

(by Convergent Science)

**Marc**

(by MSC Software Ltd.)

**VASP**

**Altair Radioss™**

(by Altair Engineering, Inc.)

**HELYX**

(by ENGYS Ltd. & VINAS Co., Ltd.)

**scFLOW**

(by Software Cradle Co., Ltd.)

**VPS (PAM-CRASH)**

(by ESI Group)

**Ansys FLUENT**

(by Ansys, Inc.)

**JMAG**

(by JSOL Corporation)

**Simcenter STAR-CCM+**

(by Siemens Industry Software Inc.)

\*\*All application names used in this slide are trademarks or registered trademarks of their respective vendors.

39



## 富岳におけるSociety5.0クラウド利用にむけて

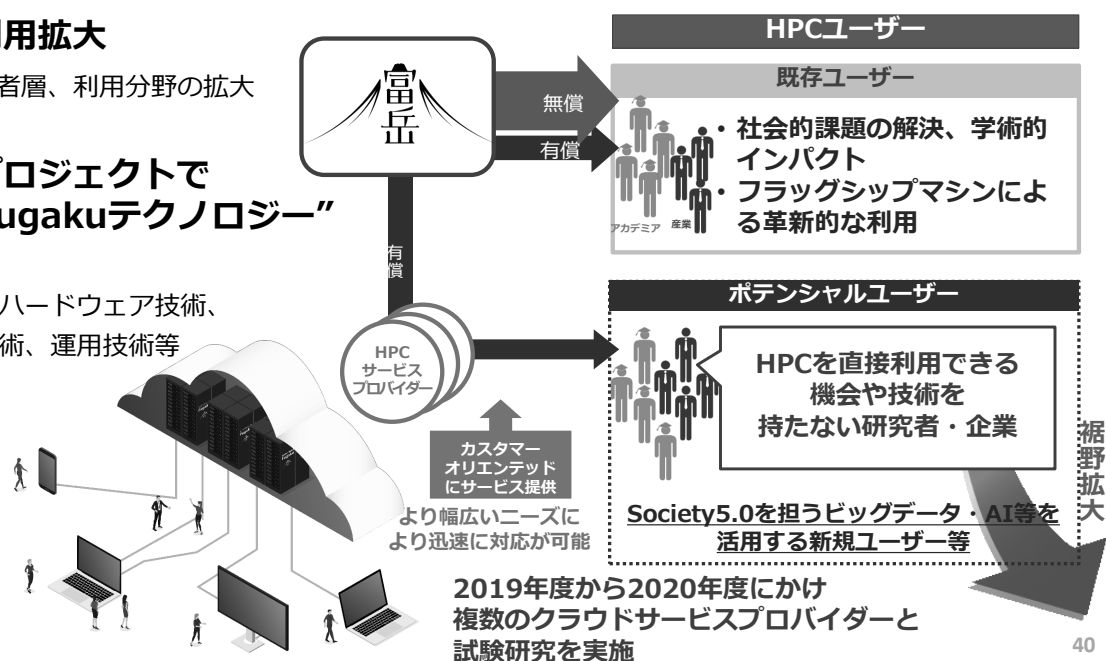


### ■「富岳」の利用拡大

利用者数、利用者層、利用分野の拡大

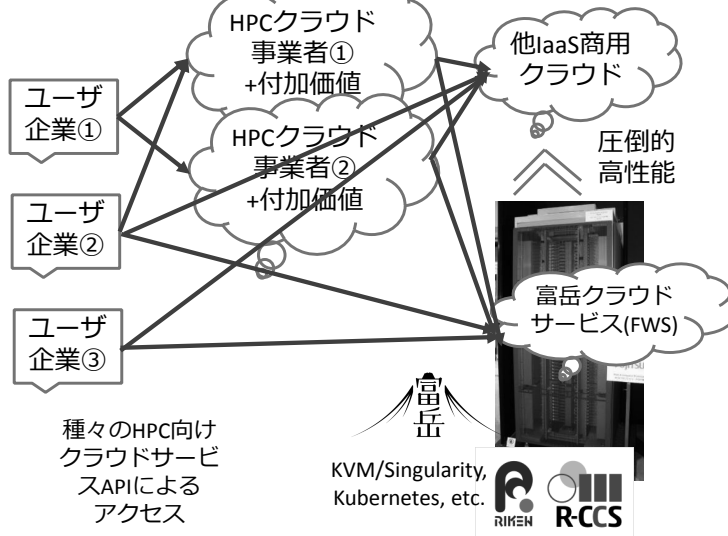
### ■「富岳」のプロジェクトで 培われた“Fugakuテクノロジー” の普及

HPCサービス、ハードウェア技術、  
ソフトウェア技術、運用技術等

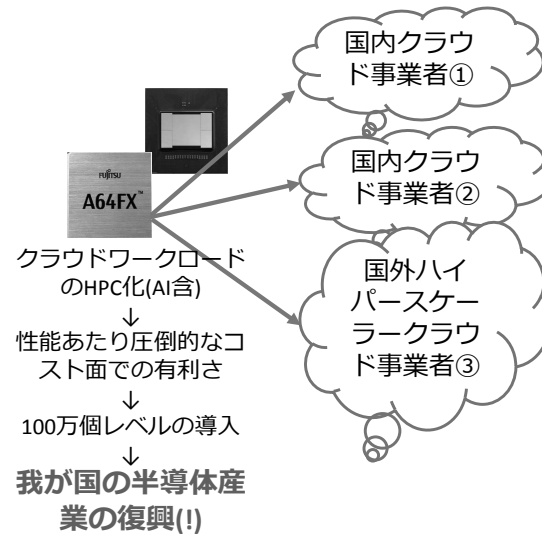


40

- HPCクラウド事業者と協業した富岳のIaaSとしてのクラウドAPIの整備、それを通じた企業等からの利用



- 富岳で研究開発されたA64fxおよびその派生Arm CPUのハイパースケールクラウドへの展開



41



<https://www.r-ccs.riken.jp/library/topics/200213.html>

## ミッション

- ・ プロジェクト名とロゴの策定
- ・ プロバイダーを通して「富岳」の計算資源をエンドユーザーへ提供する方法について幅広く試行
- ・ それぞれの効果を可能な限り定量的に評価することで有効性を検証するとともに課題を整理
- ・ 得られた知見は、「富岳」のクラウド的な利用形態」の制度設計に反映

42

日本がAIで劣勢を跳ね返すには

- 莫大な学習データの収集
  - ✓ 今後の日本の政策により、統計的に有意なサンプル数は収集可能
- 高性能AIインフラ
  - ✓ Deep learning世界トップレベルのABCIの15~20倍以上の性能
- 高度人材
  - ✓ 上記条件が揃えば世界から人材が集まる



**GAFGAに対抗し、追い越すことも可能**  
(ABCIでは既に富士通・ソニーが一部)

- ◆ 「富岳試作機評価環境の利用に関する覚書」を富士通と締結し、「富岳」上にAIフレームワークを創り上げ「富岳」を中心とした世界トップクラスのAI学習・推論・利活用の計算機環境基盤を構築する。
- ◆ 大規模AIベンチマーク「HPL-AI」(2020年6月創設) に向け研究開発を行い、世界一位を獲得。

超高速なAIソフトウェアを「富岳」、商用機、クラウド等に展開し **Society5.0 の中心的なインフラ**とする。

43

「富岳」の高いハードウェアスペック（高性能CPU/高メモリバンド幅/スケーラブルなTofuDインターコネクト）をフルに引き出し大規模深層学習ソフトウェアをチューニング

### ● 富士通と理研による覚書の締結

(2019年11月25日)

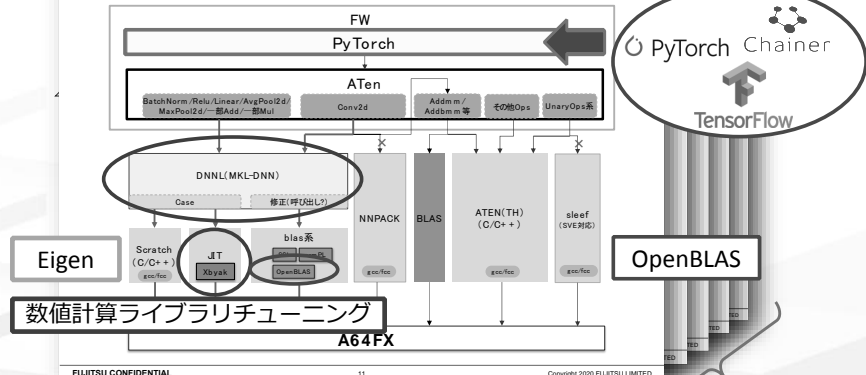


- Arm社を含め産学連携で推進
- AIのためのソフトウェア基盤の研究開発を行うことで、「富岳」を中心とした世界トップクラスのAI学習・推論・利活用の計算機環境基盤を構築
- あらゆるAIアプリケーションを加速することが期待

富岳-AI PyTorch 環境 状況報告(3/3)

フレームワークチューニング

#### ■ PyTorchソフトウェアスタック



Source: 富士通、富士通研究所、富岳AI連絡会資料  
(2020年3月12日)

並列学習チューニング

44



## 日本における公的大規模AI計算インフラ



推論  
838.5PF  
学習  
86.9 PF

米国  
Summit比  
推論1/4  
学習1/5

HPL-AIにて  
Summit比  
2.58倍  
(7万GPU相  
当)

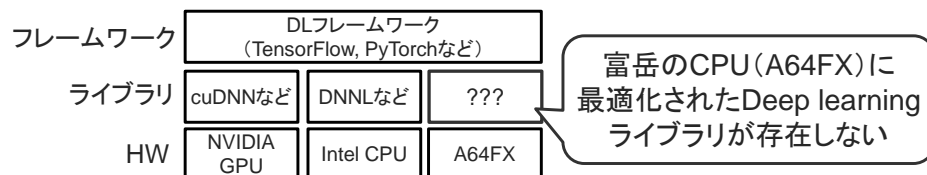
	Deployed	Purpose	AI Processor	Inference Peak Perf.	Training Peak Perf.	HPL-AI Perf	Top500 Perf/Rank	Green500 Perf/Rank
東工大 TSUBAME3	July 2017	HPC + AI Public	NVIDIA P100 x 2160	45.8 PF (FP16)	22.9 PF / 45.8PF (FP32/FP16)		8.125 PF #22	13.704 GF/W #8
東大 Reedbush-H/L	Apr. 2018 (update)	HPC + AI Public	NVIDIA P100 x 496	10.71 PF (FP16)	5.36 PF / 10.71PF (FP32/FP16)		(Unranked)	(unranked)
九大 ITO-B	Oct. 2017	HPC + AI Public	NVIDIA P100 x 512	11.1 PF (FP16)	5.53 PF/11.1 PF (FP32/FP16)		(Unranked)	(Unranked)
産総研 AICC	Oct. 2017	AI Lab Only	NVIDIA P100 x 400	8.64 PF (FP16)	4.32 PF / 8.64PF (FP32/FP16)		(Unranked)	(Unranked)
理研AIP Raiden	Apr. 2018 (update)	AI Lab Only	NVIDIA V100 x 432	54.0 PF (FP16)	6.40 PF/54.0 PF (FP32/FP16)		1.213 PF #462	(Unranked)
産総研 ABCI	Aug. 2018	AI Public	NVIDIA V100 x 4352	544.0 PF (FP16)	65.3 PF/544.0 PF (FP32/FP16)		19.88 PF #8	14.423 GF/W #6
情報通信研 & Sakura Internet	Summer 2019	AI Lab Only	NVIDIA V100 x 1700	~210 PF (FP16)	~26 PF/~210 PF (FP32/FP16)		4.128 #51 3.712 #58	(Unranked)
米国オーク リッジ研 Summit	Summer 2018	HPC + AI Public	NVIDIA V100 x 27,000	3,375 PF (FP16)	405 PF/3,375 PF (FP32/FP16)	550PF (FP16)	148.6 PF #2	14.719 GF/W #5
理研 R-CCS 富岳	2020 ~2021	HPC + AI Public	Fujitsu A64fx x 158,976	4,300 PO (Int8)	1070PF/2150PF (FP32/FP16)	1420PF (FP16)	415.5PF #1 Jun2020	16.876 GF/W #1 Nov2019 (proto) <sup>45</sup>

## 富岳のDeep Learningソフトウェアの構築

FUJITSU

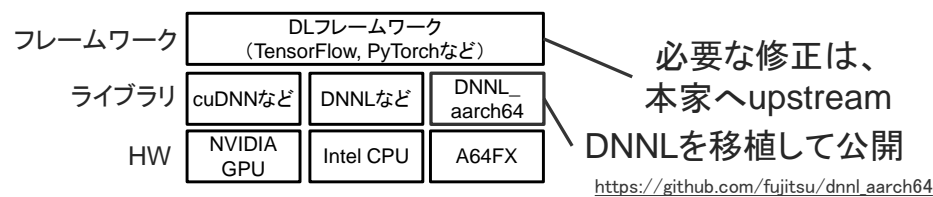
### ■ Deep learningのソフトウェアスタック

- 実行するHWに最適化されたDeep learningライブラリが必須



### ソフトウェア構築方針

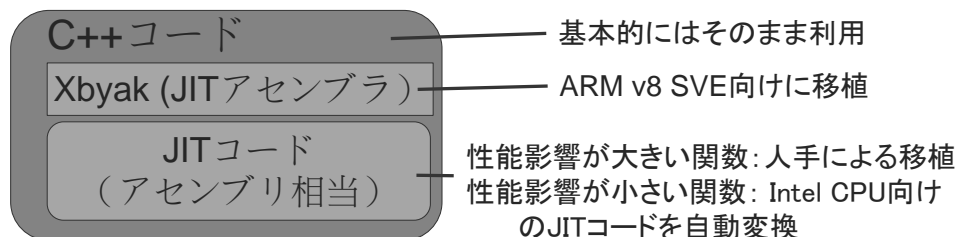
- 多くのDLフレームワークに対応したIntel社のDNNL (OneDNN)を移植・公開し、フレームワークの修正量抑えつつ、ソフトウェアを構築



## DNNL移植方針

FUJITSU

### DNNLの全体像



### 自動変換の流れ



x86のJITコードから等価なARMの機械語を生成  
x86の新命令実装時にはTranslatorのみ更新して対応可能

**DNNL移植と最新版への追従工数を抑えつつ、高性能化**

47

Copyright 2020 FUJITSU LABORATORIES LTD.

## 富岳AI ResNet50 性能評価 - PyTorch

FUJITSU

### ■ 評価環境 (1 ノード)

#### ■ ハードウェア

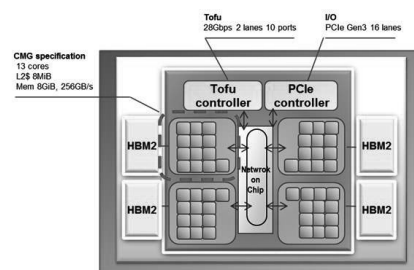
- A64FX 2.2GHz, 48cores
- HBM 32GB

#### ■ ソフトウェア

- **PyTorch v1.5.0**
- 富士通コンパイラ fcc
- 富士通数学ライブラリ SSL II

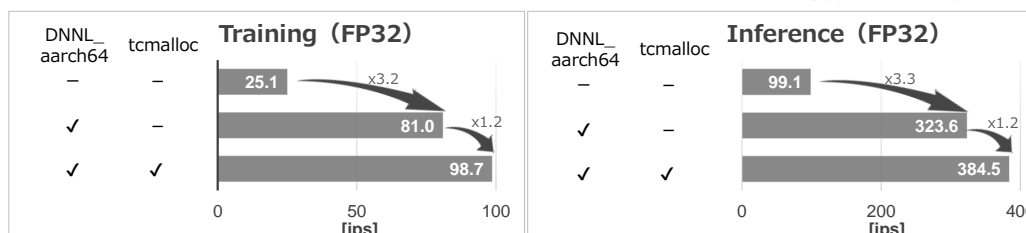
#### ■ ResNet50(FP32)性能測定

- DNNL\_aarch64の効果確認



A64FX ブロック図

チューニングメモ:  
 ・CMG毎のプロセス割り当てによるNuma制御  
 ・バッチサイズの最適化  
 ・マルチプロセス学習にはHorovodを使用



48

Copyright 2020 FUJITSU LIMITED

## 富岳AI ResNet50 性能評価 - TensorFlow

FUJITSU

### ■ 評価環境（1ノード）

#### ■ ハードウェア

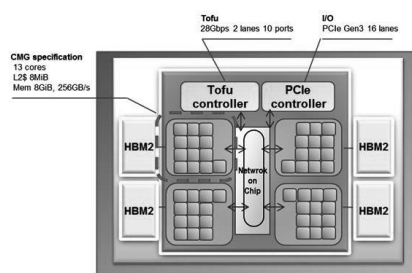
- A64FX 2.2GHz, 48cores
- HBM 32GB

#### ■ ソフトウェア

- **TensorFlow v2.1.0**
- 富士通コンパイラ fcc
- 富士通数学ライブラリ SSL II

#### ■ ResNet50(FP32)性能測定

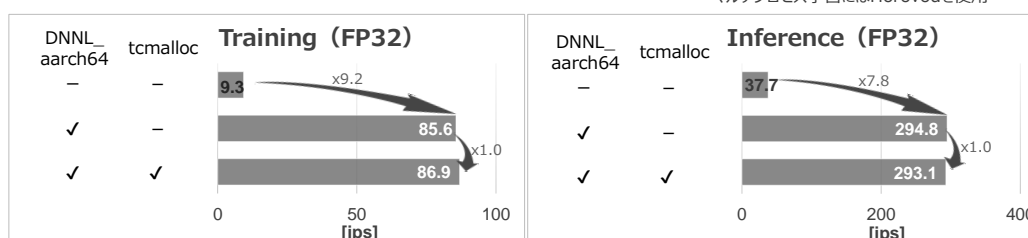
- DNNL\_aarch64の効果確認



A64FX ブロック図

チューニングメモ：

- ・CMG毎のプロセス割り当てによるNuma制御
- ・バッチサイズの最適化
- ・マルチプロセス学習にはHorovodを使用



49

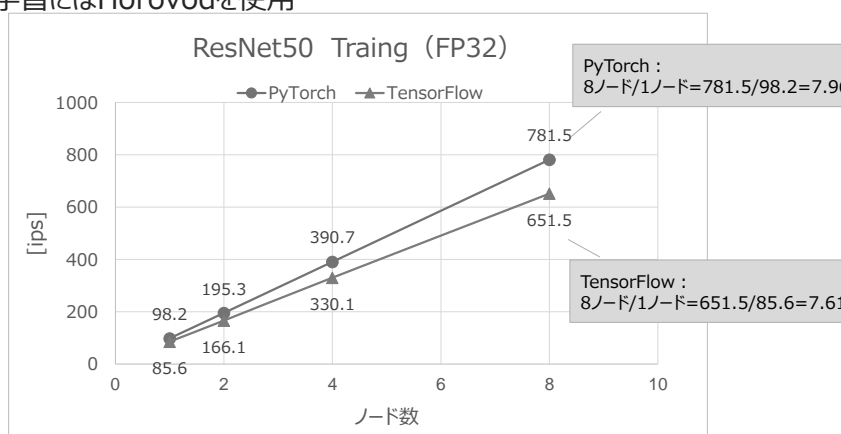
Copyright 2020 FUJITSU LIMITED

## 富岳AI ResNet50 性能評価 - マルチノード

FUJITSU

### ■ マルチノード(8ノード)におけるスケーラビリティ

- 評価環境は前頁と同じ
- ノード間通信にはTofuインターコネクトを使用
- 分散学習にはHorovodを使用



ノード数に比例しスケール

50

Copyright 2020 FUJITSU LIMITED

## Chainer on A64FX/富岳

### ● Introduction

近年、Deep Learningによる機械学習が盛んに行われるようになった。これらの計算ではGPUを用いた実用計算や研究が先行しているといえる。しかし富岳を代表とするMassive Parallel Computerでも、GPU同様そのCPU特性や並列性能を生かした多くの計算が可能と考える。

富岳では、AIの利用推進を目的にAIフレームワーク/ライブラリの導入・最適化を行っている。2019年に実施したR-CCS/AIP/AISTユーザの利用者アンケートによると、利用者が多いフレームワークはTensorFlow/Chainer/PyTorchの順であった。富岳ではこれら3つのフレームワーク利用を想定した環境を提供する予定である。ここでは、「京」から「富岳」に向けて機械学習の利活用促進のため実施した、代表的なフレームワークの1つであるChainerの性能チューニングを紹介する。

### ● Chainerの動作特徴

- cProfile+gprof2dotを使い、ChainerでMNISTサンプル問題を学習した時のprofile結果は [Fig.1][Table.1]の通りであった。
  - 10.311[sec]という膨大な実行時間は以下の様に分類できた：
    - Adam optimizer [adam.py]: 84%①。
    - numpy.dot [linear.py]: 11%②。
    - Other parts: 5%。

Table.1 Profiler (cProfile) result on the K computer.

・ Original Cheiner Ver.4.4.0 profile for MNIST sample (unit=1,000, epoch=20) on the K computer					
	ncalls	tottime	percall	cumtime	percall filename:lineno(function)
①	72000	8,466.67	0.118	8,484.62	0.118 optimizers/adam.py:91(update_core_cpu)
②	102000	1,137.19	0.011	1,137.19	0.011 {method 'dot' of 'numpy.ndarray' objects}
	28000	46.51	0.002	47.46	0.002 functions/activation/relu.py:29(forward_cpu)
	218000	36.27	0.000	1,442.64	0.007 function_node.py:201(apply)
	24000	30.91	0.001	31.99	0.001 functions/activation/relu.py:96(forward_cpu)

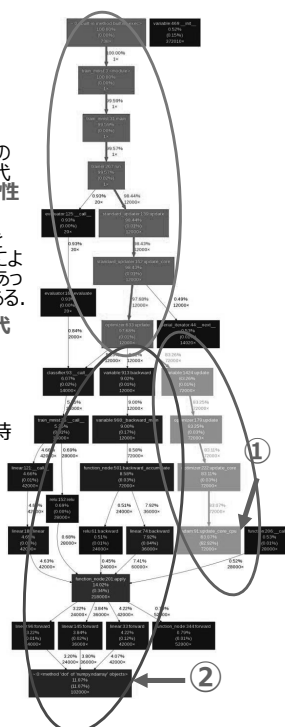


Fig.1 Call graph sample of Chainer on the K computer

51

## 富岳向けChainerの提供

### ● Chainerの提供

#### ● 制限事項

- Chainerはバージョン7をもって開発が終了する。将来的にはPyTorchへの移行は予想されるが、富岳では既存ユーザ向けにこれまでに最適化してきた環境を提供する。
- 提供可能なバージョン: Chainer-4.5.0, ChainerMN-1.3.1
- ImageNet, MNIST問題で使用される機能について単体チューニング済みである。
- 多並列でI/O性能が飽和する現象が見られる。回避策は個別に提示する。

#### ● 使い方

- 利用希望者は利用者窓口にお問い合わせの上、富岳での構築済み環境を御使用下さい。
- 準備が整い次第、富岳システムにインストールし、公開予定である。
- 動作異常などのトラブル、性能への要望などは、利用者窓口にお問い合わせ下さい。

#### ● 性能 (ImageNet Resnet-50)

- CPU性能: 57.0ips/CPU, 効率23.4% (I/O無)。
- システム性能: 177,444ips/sys (48racks, I/O込)。

### ● コンテナ環境

#### ● Singularity

- 現段階で公開について未定である。利用希望者はお問い合わせ下さい。

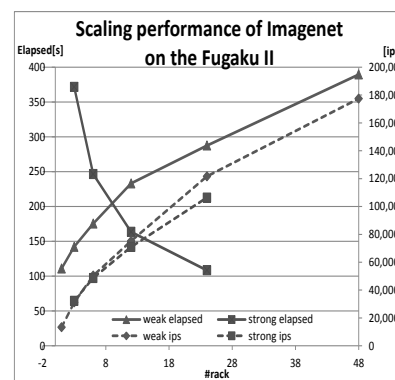


Fig.12 parallelization performance on the Fugaku system

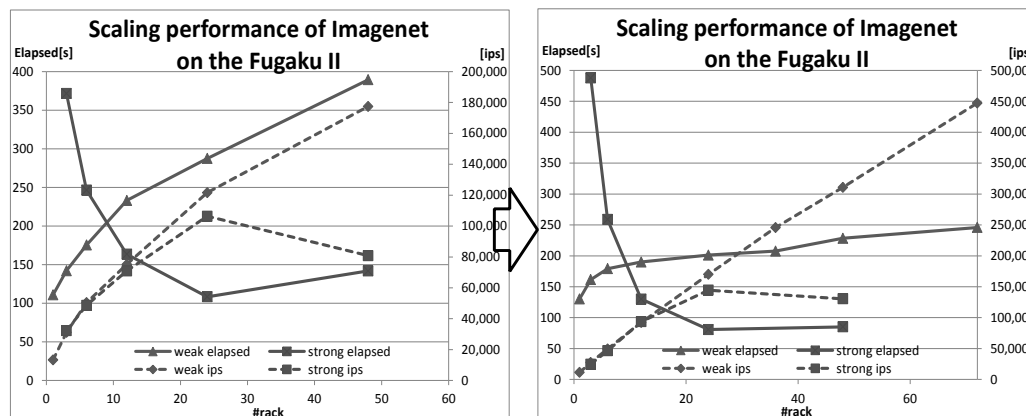
52



## 富岳Chainer: 環境III(4月)最終性能



- 結果
  - 448,048[ips]/72rackを達成した。JOB時間は910.0[s]，擬似スケーリング時間は997.0[s]\*であり，更に超並列で動く見込みが出来た。  
\*今回分散I/Oしていないため第2階層の帯域は1/4である。
  - main処理のスケーラビリティが大幅に向上した。

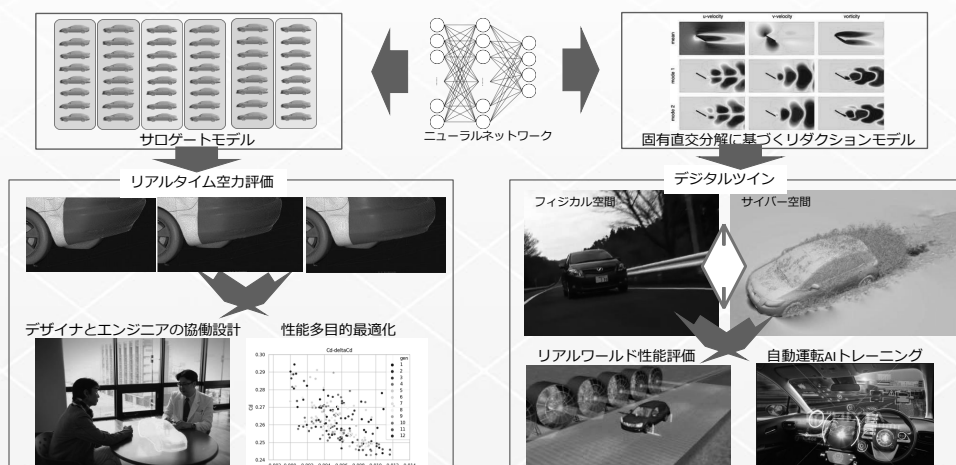


53

## データ科学とシミュレーションの融合による革新的ものづくり



- 機械学習、深層学習、データ同化、多目的最適化等のデータ科学とHPCシミュレーションとを融合させた新たなものづくり技術の研究開発
- 高精度HPCシミュレーション結果をビッグデータとして機械・深層学習によるAI構築
  - 様々な形状に対して瞬時に性能を評価するサロゲートモデルを構築する。これによりリアルタイム空力評価が可能となり、デザイナーとエンジニアの協働設計や、性能多目的最適化が可能となる
  - 複雑なシミュレーションを高速に行えるリダクションモデルを構築する。これによりデジタルツインを実現し、リアルワールド性能評価や、自動運転AIトレーニングの高速化が可能となる

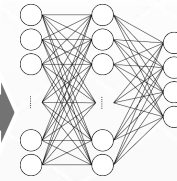
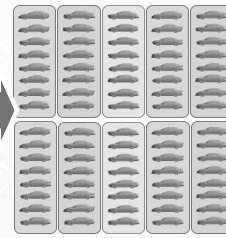
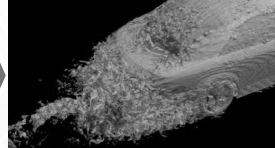
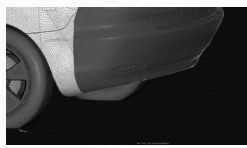


54

## AI技術を活用した自動車空力多目的最適化

### ● ニューラルネットワークによるサロゲートモデルの構築

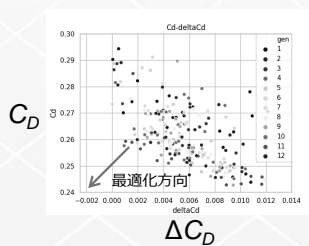
- 数百ケースの形状の異なる車体に対する高精度空力シミュレーションの実施
- 車体形状を入力、空力性能を出力とするニューラルネットワークの構築



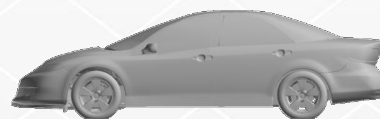
Max epoch	10000
Batch size	100

### ● 進化アルゴリズムを活用した多目的最適化

- 性能最適化エンジンにニューラルネットを組み込み低燃費車や高操安性能車を提案



低燃費車



横風安定車



55



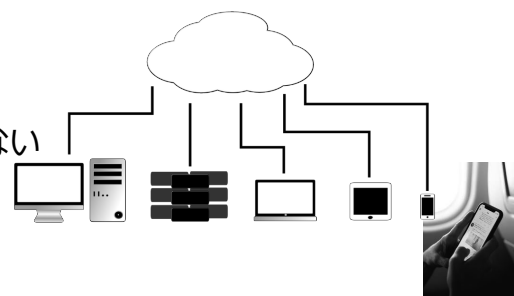
## Society5.0でインターネットは根本的に変わる



### ● 今までのインターネット：ビデオ配信ネットワーク

### ● データの向きはIDC=>端末

- 同じデータを多数回再利用=>記憶データ量は少ない
- データセンター内のネットワークはプア



### ● Society5.0、IoT時代のインターネット：IoTではデータ中心から計算中心の時代へ

### ● データの向きは端末=>IDC

- 同じデータは無い=>記憶データ量が今より遥かに爆発的に増大
- どこでも計算、IDC内はスパコンになる

IDC: Internet Data Center

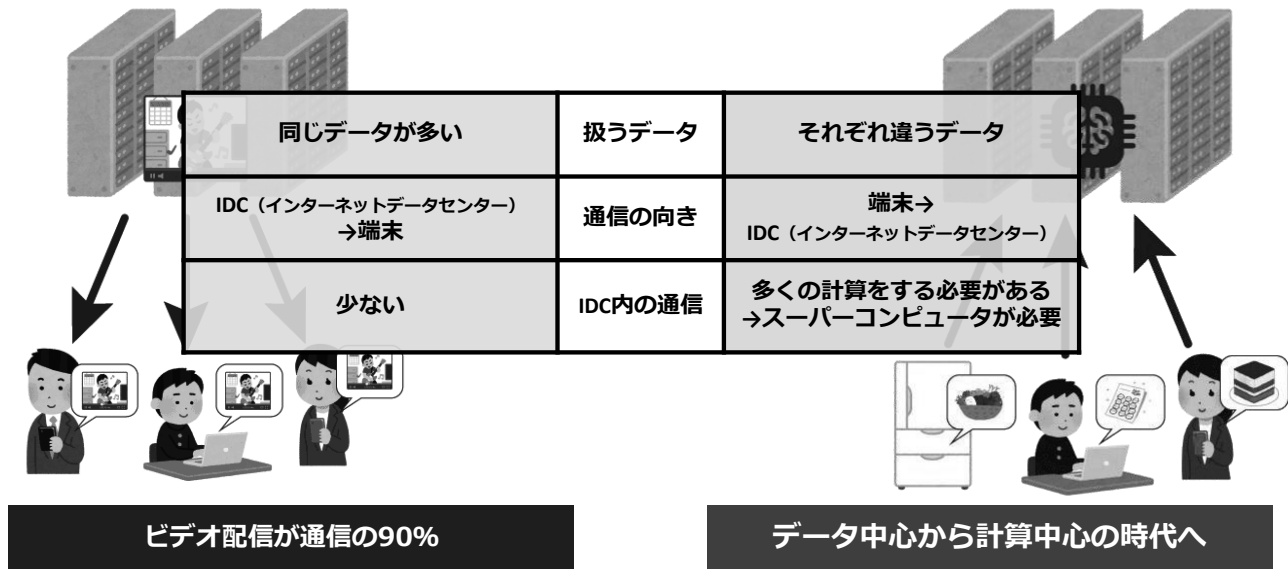


56

# Society5.0でインターネットはどう変わるのか？

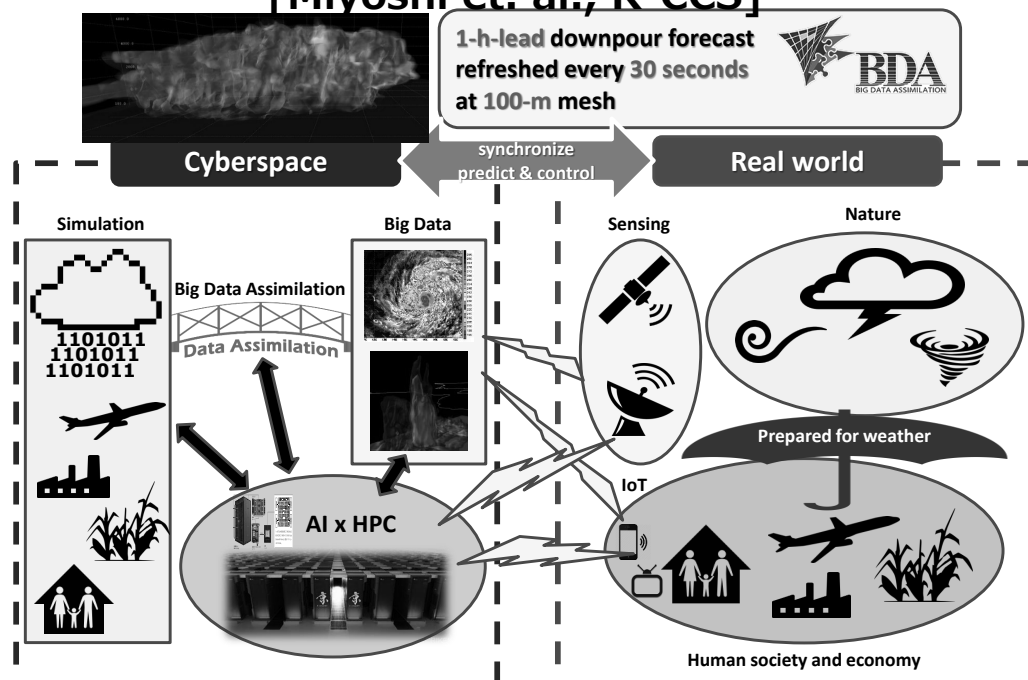
現在のインターネット

Society5.0時代のインターネット



57

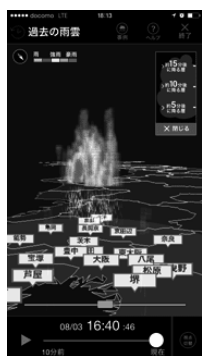
## Revolutionizing Weather Prediction for Tokyo Olympics [Miyoshi et. al., R-CCS]



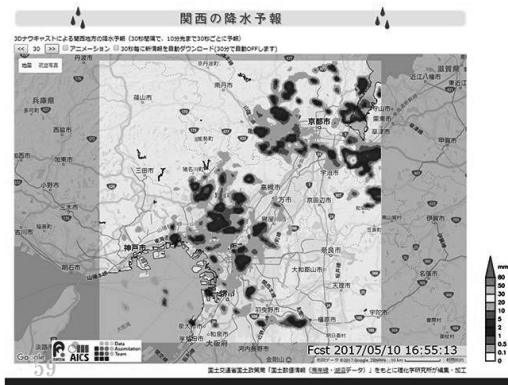
58

## R-CCS三好ら：AI、ビッグデータとシミュレーションが融合した、リアルタイム気象予報：東京オリンピックでの社会実装実験

- 大阪・神戸のフェーズドレイ気象レーダを用いた降水短時間予報について、2017年に予報業務許可を取得し、現在までリアルタイムで予報の公開を行っている
- 気象予報士が常駐し、予報を随時確認した上でWebサイト上で配信(平日9時~5時のみ)
- 共同研究契約を結んでいる株式会社エムティーアイが別に予報業務許可を取得し、スマートフォンアプリ「3D雨雲ウォッチ」(2019/9時点でダウンロード数247,000以上)により予報を配信
- 富岳は間に合わないが、東大のスパコンの1/4を用いて東京オリンピックのリアルタイム気象予報を行う予定



<https://www.mti.co.jp/?p=21823>



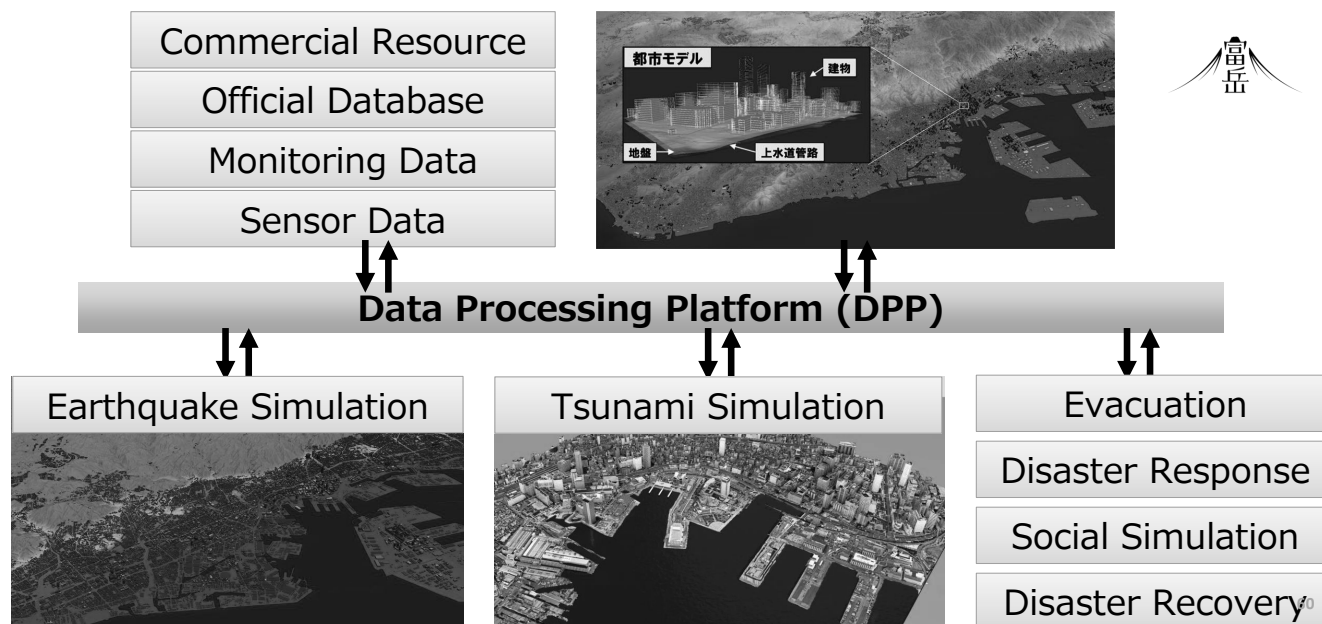
59

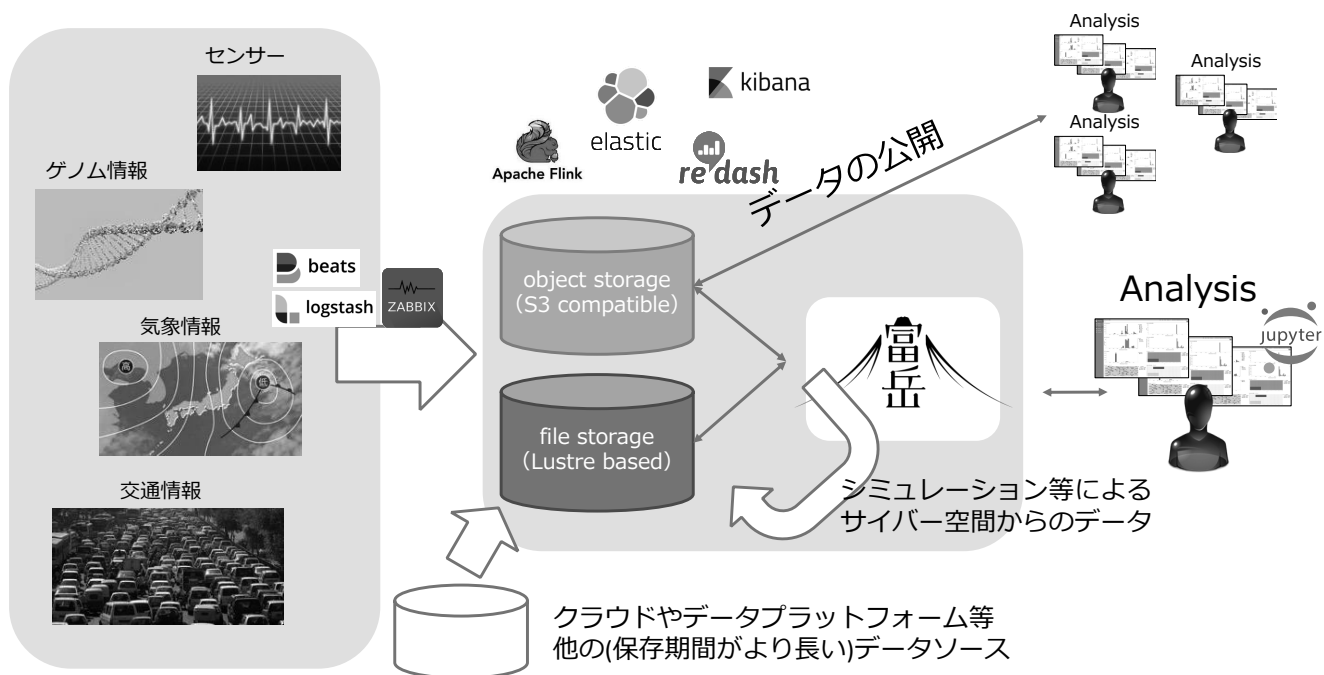


## Data Processing Platform for SmartCity (Oishi, R-CCS)



A variety of data and simulations will be connected by DPP and form a framework





61

＜政策的位置づけ＞ 総合科学技術・イノベーション会議から文部科学省への指示（2018年11月22日）  
 ・「富岳」を利用したSociety5.0実現のためには、ビッグデータの活用において国全体で進めていくことが重要。  
 ・関係府省・機関との連携を取りながら、「富岳」利用の仕組みをつくること。

理研の取り組み  
 ～内閣府、文科省の協力等をいただきつつ～

## 本格的な産学官協働体制

- 産学協働を産み出す機能を新設  
・潜在的ユーザーの掘り起こし  
・ユーザーが「富岳」を利活用できる環境整備の実施
- Society5.0への貢献に必須な経団連レベルでの協働構築（経団連、内閣府、文科省、理研にて相談開始）
- 個別研究者ネットワークに基づく産学官協働自動車用次世代CAEコンソーシアム（2017年設立）

科学的な成果に加え、Society5.0に貢献する成果創出を実現

## 戦略的国際連携

- 米国・エネルギー省（DOE）と、ポストムーア、AI、量子コンピュータに関する連携に向けて準備中
- 欧州と、富岳テクノロジーの汎用性を活かした連携等を強化中
- ASEANのHPCネットワーク構想と日本の富岳中核HPCIとの連携に向けた「Asia-Hub 構想」の実現に向け、シンガポールの研究機関 A\*STAR等と実務レベルでの協議を実施

世界的拠点化を目指す

## 人材育成など

- Society5.0を支える人材育成データ関連の創造的・高度人材の産業界を含めた育成に貢献
- 社会発信の強化  
・「富岳」のコロナ対策利用について、特設ページを設けた情報発信  
・記者勉強会を5月15日、6月17日に開催  
・6月22日開催のISC2020（バーチャル開催）におけるランキング発表について、国内メディアを通じて積極的に情報発信

イノベーションの基盤たる人材育成と、「富岳」時代の社会発信を目指す

62

# 「富岳」による新型コロナウイルスへの取り組み

富岳



## 新型コロナウイルス対策に関する貢献 - Society5.0的社會要求に対する迅速な対応 -

### 医学的側面からの研究

#### 「富岳」による 新型コロナウイルスの治療薬候補同定



分子動力学計算により、約2000種の既存医薬品の中から、新型コロナウイルスの標的タンパク質に高い親和性を示す治療薬候補を探索・同定する。

(課題代表者; 理化学研究所/京都大学 奥野 恭史)

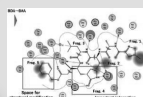
#### 「富岳」を用いた新型コロナウイルス 表面のタンパク質動的構造予測



クライオ電子顕微鏡によって解かれたウィルス表面タンパク質の立体構造を初期モデルとして、その立体構造の動きを「富岳」を用いた分子動力学計算で予測する。

(課題代表者; 理化学研究所 杉田 有治)

#### 新型コロナウイルス関連タンパク質に対する フラグメント分子軌道計算

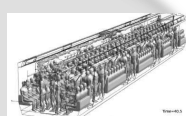


新型コロナウイルス関連タンパク質に対するフラグメント分子軌道計算を系統的に実施し、詳細な相互作用解析を行う。

(課題代表者; 立教大学 望月 祐志)

#### 室内環境におけるウイルス飛沫感染の 予測とその対策

通勤列車内、オフィス、教室、病室といった室内環境において、新型コロナウイルスの特性を考慮した飛沫の飛散シミュレーションを行い、感染リスク評価を行った上で、感染リスク低減対策の提案を行う。

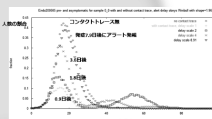


(課題代表者; 理化学研究所/神戸大学 坪倉 誠)

### 社会的側面からの研究

#### パンデミック現象および対策の シミュレーション解析

今後生じうる社会経済活動への影響を評価し、収束シナリオとその実現方法を探る。あわせてウィルスの変異などにより感染・発病の経過が変化した場合に起こりうる事象への対応を立案する。



(課題代表者; 理化学研究所 伊藤 伸亮)

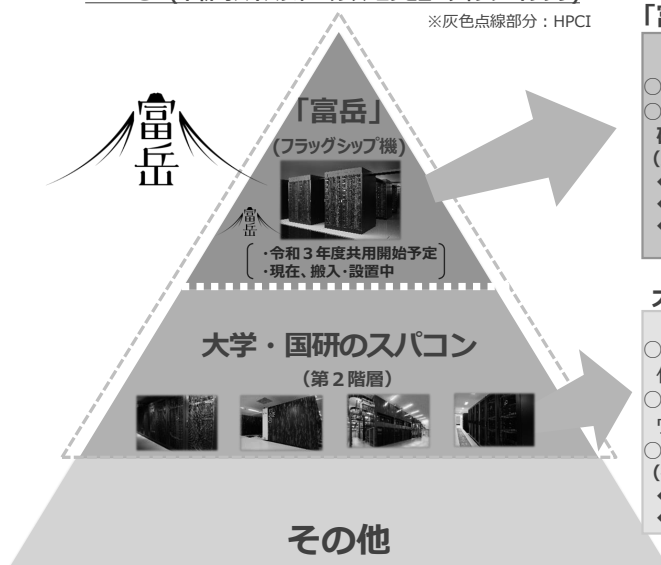
理化学研究所 計算科学研究センターは、スーパーコンピュータを用いた新型コロナウイルス対策研究のため本年3月に米国にて設立されたコンソーシアム (COVID-19 High Performance Computing Consortium) に参加

## 新型コロナウイルスに係る研究等へのスパコン利活用スキーム

- ・スパコンは我が国の科学技術イノベーションの発展を支える重要な計算基盤であり、新型コロナウイルスの研究・対策についても同様
- ・令和2年度から試行的利用を開始する「富岳」のほか、大学・国研が有する我が国の計算資源を同研究に対し、積極的に活用

### HPCI(革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ)

※灰色点線部分：HPCI



### 「富岳」

【4/7より課題実施】

- 現時点で提供可能な計算資源を活用
- 研究課題については、設置・運用法人である理化学研究所と連携のうえ、文部科学省にて決定  
(実施課題) ※課題追加に係る窓口を理研に設置
  - ◆ 新型コロナウイルス治療薬候補同定
  - ◆ 新型コロナウイルス表面のタンパク質動的構造予測
  - ◆ パンデミック現象及び対策のシミュレーション解析 等

### 大学・国研のスパコン(「富岳」以外)

【4/15から公募開始】

- HPCI構成機関(大学・国研)に対し、計算資源の協力を依頼
- 早急に臨時公募および迅速な審査を実施し、新型コロナウイルスに係る課題に対し、計算資源を活用
- 4/30、採択された課題(5課題)を発表  
(採択課題) ※公募は継続中
  - ◆ 新型コロナウイルスのRNA、タンパク質等に関する解析
  - ◆ 新型コロナウイルス増殖阻害化合物の探索 等

65



## 「富岳」による新型コロナウイルスの治療薬候補同定

理化学研究所 / 京都大学 奥野 恭史



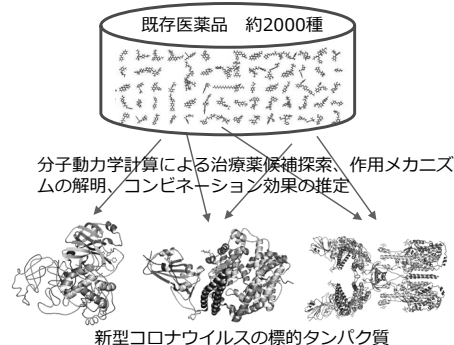
### 実施内容：

現在、既存治療薬の新型コロナウイルスへの効果を確認する臨床試験が国内外で進められている。これらの試験を通じて、一部、薬効を示したなどの報告もあるが、症例数が少ないなど、未だ効果的な治療薬を特定するに至っていない。また、試験されている薬剤も数種類であり、どの薬剤も明確な効果を示すことが見いだされない可能性もありうる。

そこで、本研究では、「富岳」を用いた分子動力学計算により、臨床試験で対象にされている既存の抗ウイルス薬に限定せず、約2000種の既存医薬品の中から、新型コロナウイルスの標的タンパク質(プロテアーゼなど)に高い親和性を示す治療薬候補を探索・同定する。

### 期待される成果：

- ・現在、国内外で実施されている臨床試験の抗ウイルス薬に限定せず、約2000種の既存医薬品の中から候補探索を行うため、新たな治療薬候補の発見が期待される。
- ・複数の薬剤のタンパク質への作用を同時に評価できるため、複数の薬剤のコンビネーション効果を推定できる可能性がある。
- ・分子動力学計算により、薬剤と標的タンパク質の作用が分子レベルで明らかになることから、現在、臨床試験がなされている抗ウイルス薬の作用メカニズムの知見を得られる。さらに、これらの知見により、既存医薬品を越える新規な薬剤開発の明確な方針が得られる。



66

理化学研究所 杉田有治

**実施内容：**

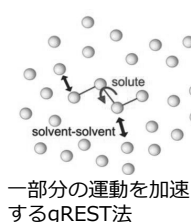
新型コロナウイルスが細胞に侵入する際に、ウイルス表面に存在するタンパク質が細胞表面にあるレセプタータンパク質に認識される。このウイルス侵入の初期過程を阻害する薬剤を開発することは、新型コロナウイルスの治療に役立つと期待される。本研究では、クライオ電子顕微鏡によって解かれたウイルス表面タンパク質の立体構造を初期モデルとして、その立体構造の動きを「富岳」を用いた分子動力学計算で予測する。特に、理研で開発している分子動力学ソフトウェアGENESISは、「富岳」に最適化されており、「京」と比較して125倍のアプリケーション性能を持つ。さらに、タンパク質内で注目すべき一部分の運動を加速する手法(gREST法)を「富岳」の利点である並列計算として使うことで、他の手法では実現できない大きな構造変化を予測する。

**期待される成果：**

- 実験的には得ることのできないウイルスの動的構造を予測することで、レセプタータンパク質との結合状態を理解する。
- 分子動力学計算で得られた立体構造を用いることで、レセプターとの結合を阻害する薬剤分子開発を促進すると期待される。



ウイルス表面のタンパク質

**GENESIS**  
Generalized-ensemble simulation system


一部分の運動を加速するgREST法

67

望月祐志 (立教大学)

**■実施体制と目的**

望月祐志(立教大学)が代表統括となり、理論創薬の専門家である田中成典(神戸大学)と福澤薫(星薬科大学)らと密接に連携する。自主開発してきたABINIT-MPプログラムを用い、新型コロナウイルス関連タンパク質に対するフラグメント分子軌道計算を系統的に実施し、詳細な相互作用解析を行い、得られたデータを公開する。

**■これまでのエビデンス**

ABINIT-MPは理論創薬分野で解析ツールとして十数年に渡って使われており、「京」の上では福澤が主催するFMO創薬コンソーシアム(FMODD)活動も展開された。今回の件でも、主要プロテアーゼと阻害剤N3のPDBでの構造[右図参照]公表直後から、名大FX100を用いた計算を行い、一連の解析とChemRxivでの論文公開を一ヶ月で達成した。知見として、阻害剤と相互作用する重要残基群の特定[右下図参照]、と阻害剤の改良指針が得られた。

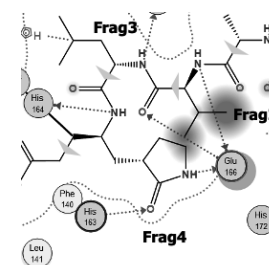
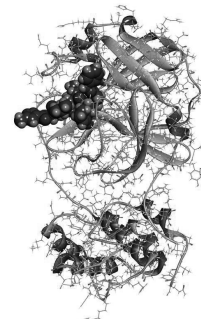
<[https://chemrxiv.org/articles/Fragment\\_Molecular\\_Orbital\\_Based\\_Interaction\\_Analyses\\_on\\_COVID-19\\_Main\\_Protease\\_-\\_Inhibitor\\_N3\\_Complex\\_PDB\\_ID\\_6LU7\\_/11988120/1](https://chemrxiv.org/articles/Fragment_Molecular_Orbital_Based_Interaction_Analyses_on_COVID-19_Main_Protease_-_Inhibitor_N3_Complex_PDB_ID_6LU7_/11988120/1)>

**■実施予定内容**

- ①上記のプロテアーゼ等、新型コロナウイルス(SARS-CoV-2/COVID-19)に関連するタンパク質と阻害剤候補群に対する探索的計算と解析(構造ゆらぎ等も考慮)。
- ②類縁のSARSウイルス関係のタンパク質に対する同計算・解析。
- ③重要な計算結果データのFMODB(FMOデータベース)での公開

**■期待される成果**

- ①阻害剤と残基群の相互作用情報に基づく候補選別に関する補助情報の取得、
- ②新規阻害剤開発に資する基礎情報の演繹、
- ③機械学習等のデータ科学的解析への情報提供



68



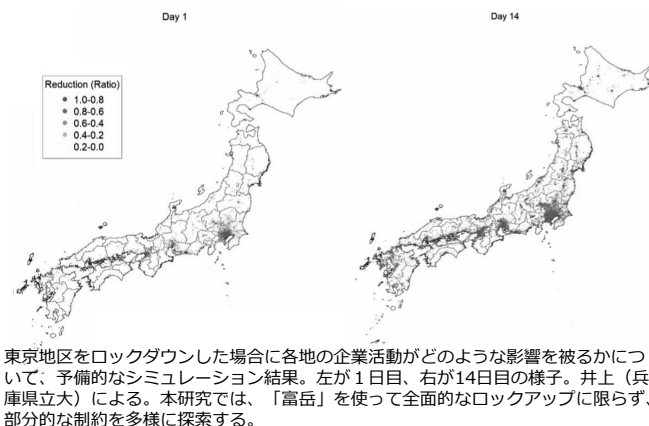
理化学研究所 伊藤 伸泰

**実施内容：**

今回の新型コロナウイルスの感染伝播に伴い、社会経済への影響が広がっている。その様子を可視化し、影響を分析するビッグデータマイニングが試みられている。これらに加えて本研究では、「富岳」はじめとするスーパーコンピュータを活用し、今後生じうる社会経済活動への影響を評価し、収束シナリオとその実現方法を探る。あわせてウイルスの変異などにより感染・発病の経過が変化した場合に起こりうる事象への対応を立案する。そのために、感染シミュレーション・SNSテキストマイニング・企業活動シミュレーションを、産業技術総合研究所・筑波大学・東京工業大学・京都大学・兵庫県立大学・琉球大学とともに進める。

**期待される成果：**

- ・今後の感染、社会・企業活動、マクロ経済への影響を左右する行動・施策を探り、悪化を招く因子および改善に導く因子の候補を明らかにすることが期待される。
- ・首都圏・関西圏など、地域ごとの感染・社会経済の状況を反映し、複合的な効果を考慮した施策の立案に助することが期待される。
- ・今回の新型コロナウイルスの感染伝播に限らず、大規模な災害・事故とその影響の伝搬を制御し、被害を抑える施策にもつながる。



69

理化学研究所/神戸大学 坪倉 誠

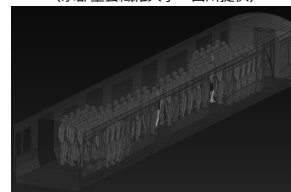
**実施内容：**

ウイルス感染の内、くしゃみ、せき、発話等で発生する飛沫による感染は、飛沫の飛散経路が感染者と非感染者の間の空気の流れや湿度、温度等に大きく依存する。また新型コロナウイルスについては、通常の飛沫感染に加えて飛沫が空気中で微小化したエアロゾルでの感染の可能性も示唆されている。微小飛沫であるエアロゾルはより長時間空気中を漂うことから、飛沫感染リスクの評価と感染予防対策の提言のためには、飛沫の飛散経路を正しく予測し、周囲流れの影響が感染にどのような影響を与えるのかを正しく推定する必要がある。本課題では、通勤列車内、オフィス、教室、病室といった室内環境において、新型コロナウイルスの特性を考慮した飛沫の飛散シミュレーションを行い、様々な条件下での感染リスク評価を行った上で、空調、換気、パーティション等を活用した感染リスク低減対策の提案を行う。

本課題は、理研、京都工芸繊維大、神戸大、大阪大、豊橋技科大、鹿島建設が連携する。理研が開発した「富岳」に実装を進めている超大規模熱流体解析ソフトCUBEを主に用いて、既存の飛沫計算では難しかった、高精度かつ大規模な系でのシミュレーションを行う。

**期待される成果：**

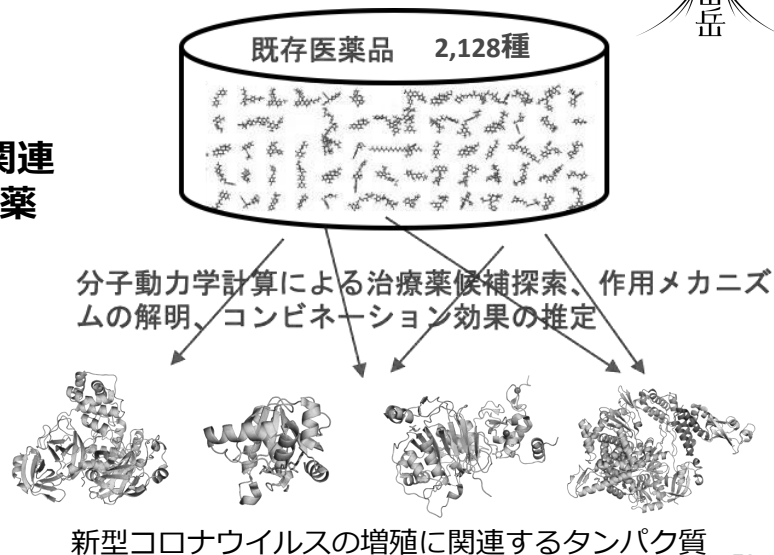
室内環境における感染リスクの定量的評価を行うと共に、窓の開閉や空調の効果的運転条件、さらにはパーティションの配置等による感染リスク低減策を具体的・定量的に示すことで、ウイルス飛沫感染に対してより安全・安心な生活環境を実現する。また、シミュレーション結果を動画とすることで、具体的に飛沫や飛沫核がどの程度の速度でどこまで飛散するのかを視覚的に理解することができ、感染防止に向けた認識や理解を広く普及させることができる。これをもって、我が国の社会経済活動の早期復活に寄与できると期待される。

教室における飛沫飛散シミュレーションの例  
(京都工芸繊維大学 山川提供)

通勤列車モデル

70

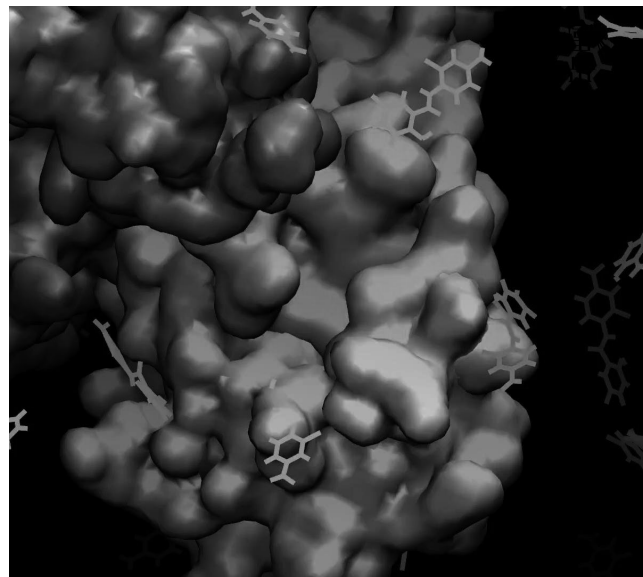
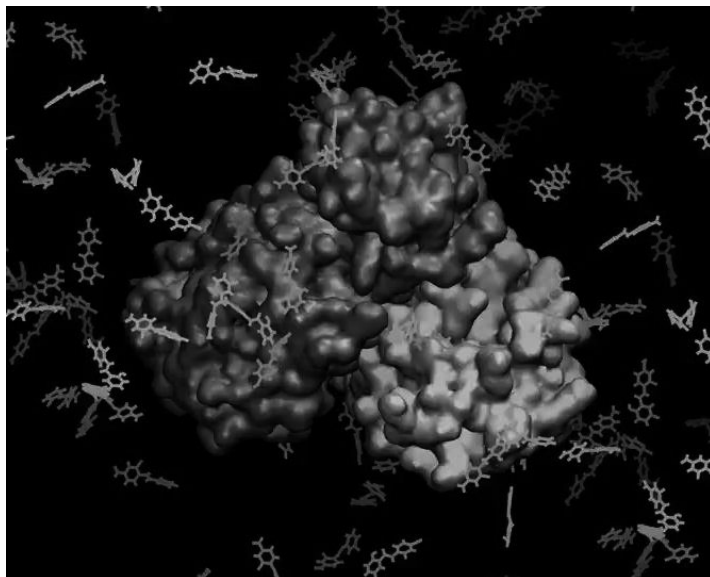
「富岳」を用いた分子シミュレーション  
(分子動力学計算)により、  
現場利用されている2,128種の  
既存医薬品の中から、  
新型コロナウイルスの増殖・感染に関連  
する標的タンパク質に作用する治療薬  
候補を探索する。



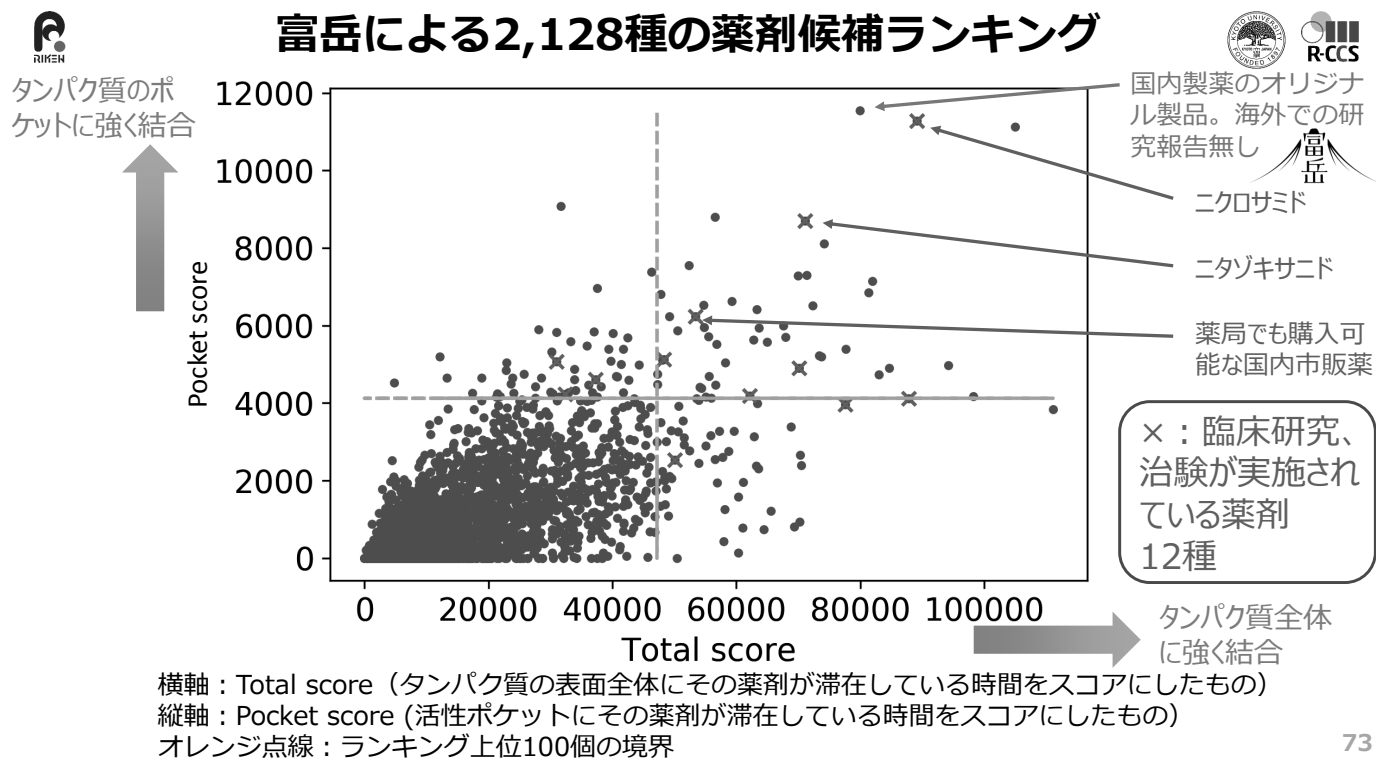
71

メインプロテアーゼ全体 (灰色+黄色) を表示

活性ポケット (黄色) を拡大表示



ピンク色 : ニクロサミド (富岳によって活性ランキング 2 位で選抜され、海外治験がされている薬剤)<sup>72</sup>



73



## まとめと今後：「富岳」による新型コロナウイルスの治療薬候補同定



- 新型コロナウイルスの増殖に関係するメインプロテアーゼに作用する薬剤候補が数10種類選択された。
- 選択された候補薬剤のうち、12種の薬剤については海外で臨床研究や治験が実施されており、今回の計算によって選択されてきた候補薬が、有望であることを示唆している。
- 海外で評価されている12薬剤のうち、ニクロサミド（1位）、ニタゾキサニド（2位）は国内未承認であるが、3位の薬剤は国内承認され薬局で販売される医薬品である。これらはレムデシビルよりも効果が高いとの報告もある。
- 富岳での計算結果ランキング1位のものは国内製薬企業のオリジナル製品であり、海外でも新型コロナとの関連性の報告がなく、承認されれば日本発の新型コロナ治療薬の可能性もある。
- 現在、候補薬剤について、国内医療機関と連携し、臨床研究・治験等を準備中。製薬会社との協議も開始。また、理研での細胞実験での検証を行い、適宜、公表する。
- 2128種の薬剤とメインプロテアーゼの結合シミュレーションを行うために、富岳で10日間要した。計算アプリを富岳用にチューンできれば2日程度で完了できると思われる。
- いずれにせよ、数千規模の化合物とタンパク質の作用過程を分子動力学計算レベルで計算した事例は世界で初めてであり、学術的にも高いインパクトがある。

74



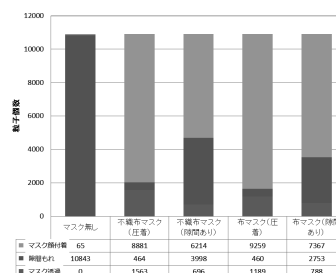
## 室内環境におけるウイルス飛沫感染の予測とその対策



### 概要:

- ウイルス飛沫・エアロゾル感染の予測とその対策提案をシミュレーションを用いて行う。
- 近距離感染の他、オフィス、病室、教室、通勤列車内といった室内環境を想定する。
- 目に見えない飛沫を可視化し、社会に発信することで、飛沫・エアロゾルに対する正しい理解とリスク認知、感染予防の啓発を行う。

### ～咳をした際のマスクの効果について～



- マスクを着用することで、外部に漏れる飛沫量は六分の一程度まで下げることができる
- 顔とマスクを密着させないと、飛沫をブロックする効果は半減してしまう
- 布マスクでも不織布マスクと同等の効果が期待できる
- 隙間からもれる飛沫の大部分は5ミクロン以下のエアロゾル
- エアロゾルに対しては換気等の別の対策が重要

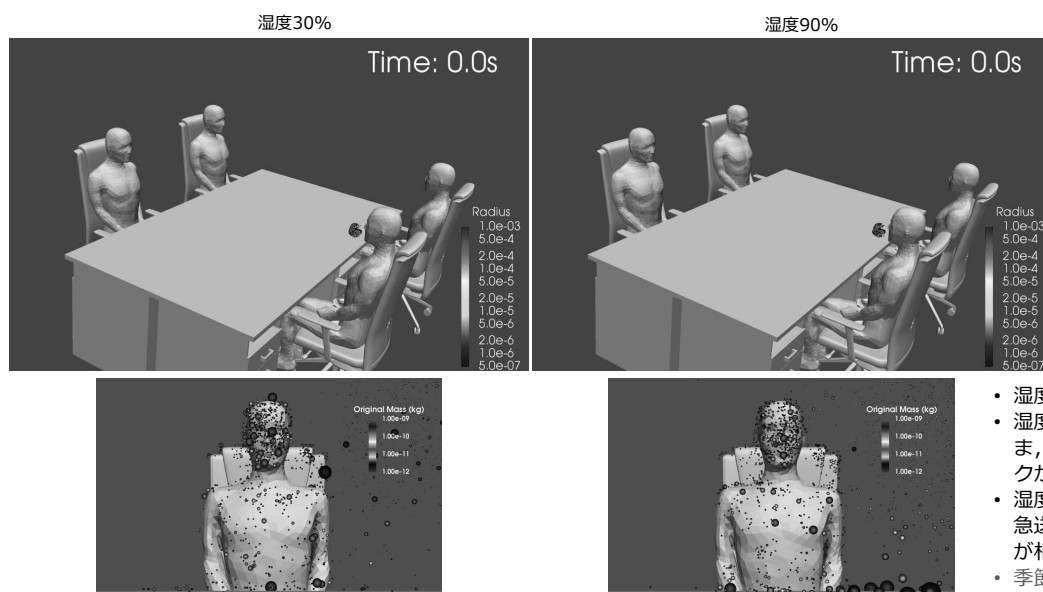
75



## 室内環境におけるウイルス飛沫感染の予測とその対策



### ～咳をした際の湿度の効果について～



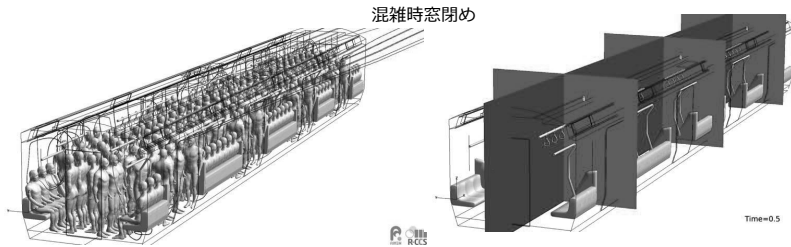
- 湿度は飛沫の蒸発に影響を与える。
- 湿度が高い状態では飛沫は大きいまま、机の上に落下し、接触感染リスクが相対的に高まる。
- 湿度が低い状態では飛沫の微小化が急速に進み、エアロゾル感染リスクが相対的に高まる。
- 季節に応じて様々な感染リスクの相対的重要性が変化する。

76

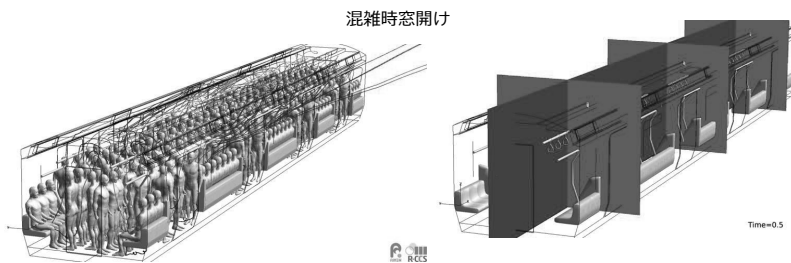


## 室内環境におけるウイルス飛沫感染の予測とその対策

### ～通勤列車内のエアロゾル感染リスク～



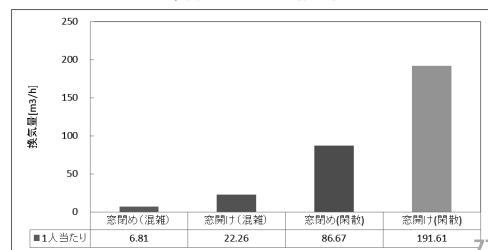
混雑時窓閉め



混雑時窓開け

- 乗車率150%程度の車内では、乗客一人当たりの換気量は一般オフィスの四分の一程度まで下がってしまう（エアロゾル感染リスク高）。
- 窓を開けて換気することで換気量は3倍程度まで改善する（一般オフィスとほぼ同じ）。
- 混雑した車内では換気に対するむらができ、場所により相対的リスクが変わる。感染リスクをできるだけ均等にするためには乗車率を下げる必要がある。

乗客1人当たりの推定換気量

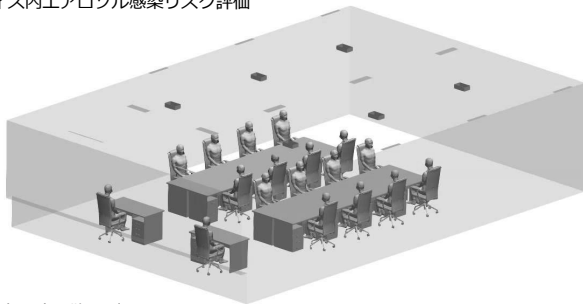


## 室内環境におけるウイルス飛沫感染の予測とその対策

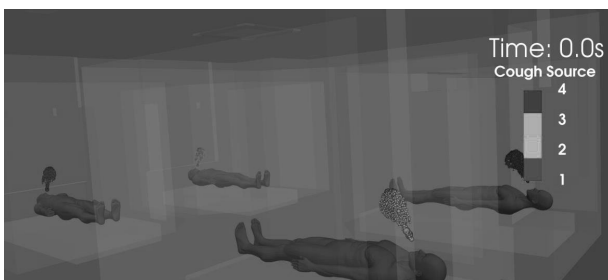
### ～状況に応じたリスク評価～



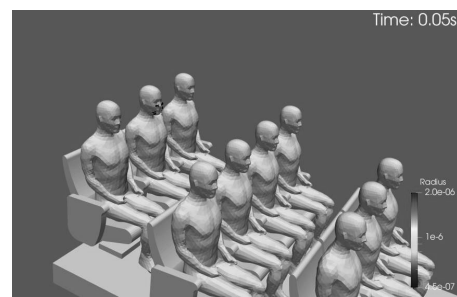
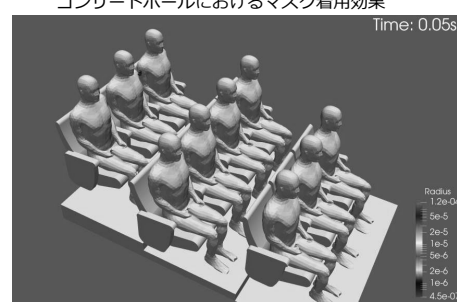
オフィス内エアロゾル感染リスク評価



病室内飛沫飛散予測



コンサートホールにおけるマスク着用効果





## 量子コンピュータ開発でのリーダーシップは富岳が不可欠



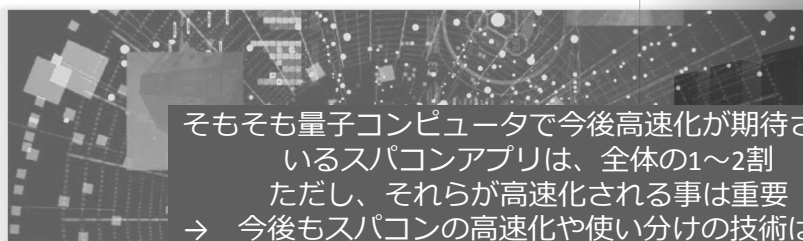
量子コンピュータに**スパコン（富岳）**は不可欠



- 量子ゲート素子開発のための物理シミュレーション
  - ✓ 多くの素子開発がスパコンのMaterial Informaticsをベースに実施中
- 量子アルゴリズムのシミュレーション
  - ✓ 米国、フランスで実際にスパコン上でシミュレーションを通じ研究中
- 量子超越性を比較・検証するためのHPCI
  - ✓ Google の量子超越性の主張根拠とIBMの反証もスパコンで行われている

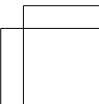
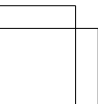
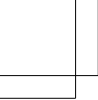


**量子コンピュータの実現には、トップスパコンの開発と利用が必要**



そもそも量子コンピュータで今後高速化が期待されているスパコンアプリは、全体の1~2割  
ただし、それらが高速化される事は重要  
→ 今後もスパコンの高速化や使い分けの技術は必須





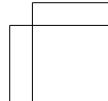
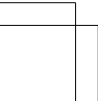
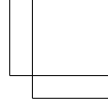
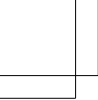
科学技術計算分科会 選出

SS 研科学技術計算分科会 2020 年度会合 より

スーパーコンピュータ「富岳」の開発経緯

石川 裕(理化学研究所計算科学研究センター)



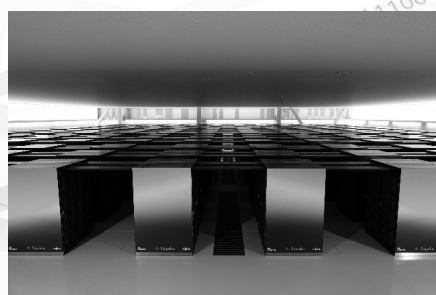


# スーパーコンピュータ「富岳」の開発経緯

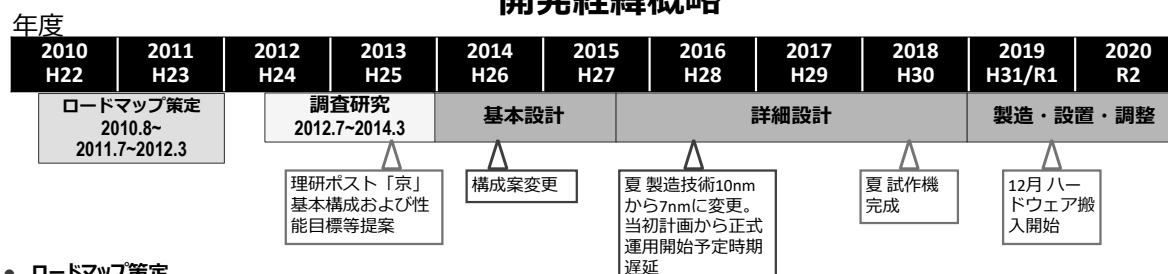
理化学研究所 計算科学研究センター  
フラッグシップ2020プロジェクトリーダー  
石川 裕



2021年1月21日（木） 13:55-14:45



## 開発経緯概略



### ● ロードマップ策定

- 2020年代に実現されるべきアプリケーションとそれを可能とするスパコンの将来像をまとめた以下の白書を策定。当初、草の根的に始まった
  - 計算科学研究ロードマップ白書
  - HPCI技術ロードマップ白書

### ● 調査研究

- 東北大、筑波大、東大の3代表機関が企業と共にそれぞれスパコン基本方式とその性能見積もり等の調査研究を行った
- 理研はアプリケーション開発者と共に将来の社会的・科学的課題とその解決のためのスパコンで動かすアプリケーションをまとめた

### ● 基本設計

- コンピュータハードウェアおよびソフトウェア、設置条件などの仕様（開発すべき項目等）を決めた

### ● 詳細設計

- 基本設計で確定した仕様を元に、具体的なハードウェア・ソフトウェア設計を行い試作機を制作し評価した

### ● 製造・設置・調整

- 富岳ハードウェアを製造・設置し、ハードウェアおよびソフトウェアの安定化および正式運用に向けた調整作業を行った



2021/01/21

2

## ポスト京（富岳）の開発



### ● 設計方針

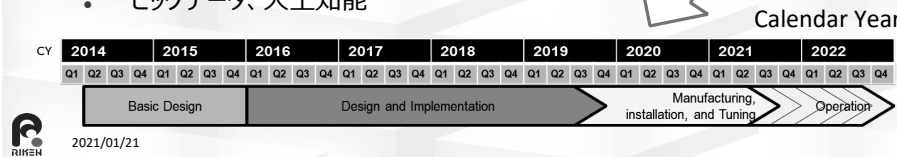
1. 課題解決型
  - ・ポスト京運用後に成果が期待されるアプリケーション群が必要とする性能要求に応える
2. 協調設計
  - ・アプリケーション開発者と計算機システム開発者の協調によりアプリケーションおよびシステムを協調設計(co-design)していく
3. 使い勝手の向上
  - ・より多くの利用者が容易に使えるようにする
4. Total Cost of Ownership
  - ・省エネ、製造・運用保守経費削減
5. 拡張性 & 社会が欲するニーズに即応
  - ・ビッグデータ、人工知能

基本設計：約2年間  
詳細設計：約3年間  
製造・設置・調整：約2年

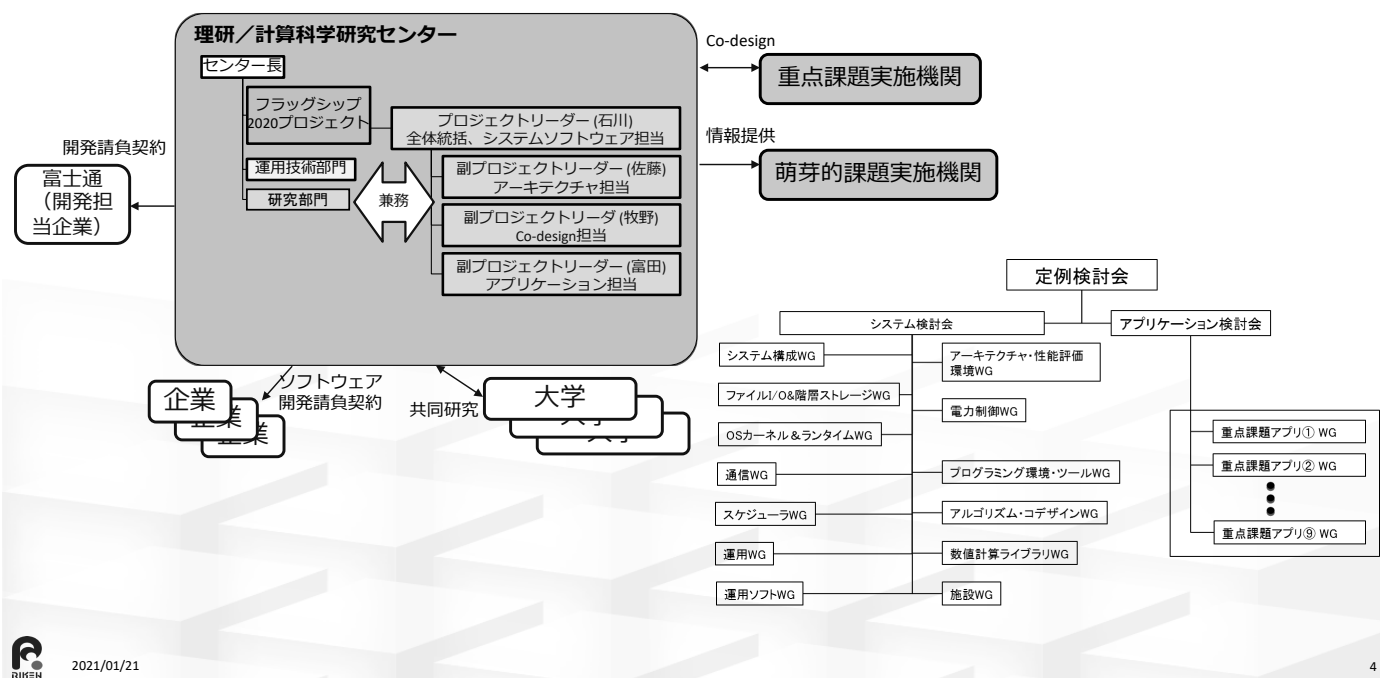
CSTI（総合科学技術・イノベーション会議）  
において示した目標性能（2014年10月）

アプリ名	目標性能
GENESIS	100 倍
GENOMON	15 倍
GAMERA	15 倍
NICAM+LETKF	75 倍
NTChem	40 倍
ADVENTURE	15 倍
RSDFT	35 倍
FFB	20 倍
LQCD	50 倍

Target Application		
	Program	Brief description
①	GENESIS	MD for proteins
②	Genomon	Genome processing (Genome alignment)
③	GAMERA	Earthquake simulator (FEM in unstructured & structured grid)
④	NICAM+LETKF	Weather prediction system using Big data (structured grid stencil & ensemble Kalman filter)
⑤	NTChem	molecular electronic (structure calculation)
⑥	FFB	Large Eddy Simulation (unstructured grid)
⑦	RSDFT	an ab-initio program (density functional theory)
⑧	Adventure	Computational Mechanics System for Large Scale Analysis and Design (unstructured grid)
⑨	CCS-QCD	Lattice QCD simulation (structured grid Monte Carlo)



## フラッグシップ2020開発体制



## スーパーコンピュータ「富岳」



CMU (CPU Memory Unit)  
2ノード x 8



BoB (Bunch of Blade)  
16ノード x 3



Shelf  
48ノード x 8



Rack  
384ノード 写真は2ラック分  
85cm x 140 cm x 2,000 cm



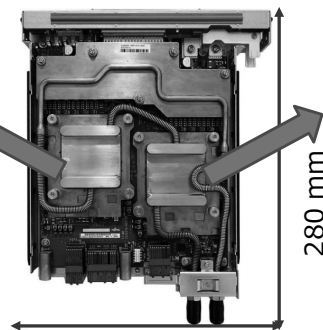
2021/01/21



Fujitsu  
A64FX™



Fujitsu  
A64FX™



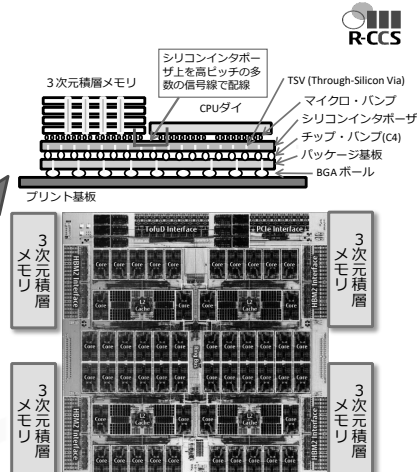
230 mm

A4判紙 (210x297mm)位の大きさ

280 mm

### storage system

- 1st Layer (1.6 TB/16CN)
  - Cache for global file system
  - Temporary file systems
  - Local file system for compute node
  - Shared file system for a job
- 2nd Layer
  - Fujitsu FEFS: Lustre-based global file system, about 150 PB



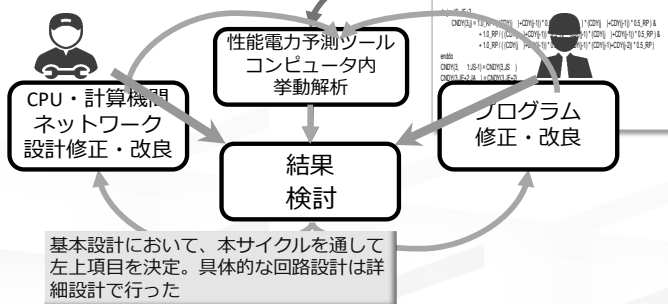
総演算性能	通常モード (CPU動作クロック周波数2.2GHz)	倍精度理論最高値 (64bit) 488 PFLOPS 単精度理論最高値 (32bit) 977 PFLOPS 半精度 (AI学習) 理論最高値 (16bit) 1.95 EFLOPS 整数 (AI推論) 理論最高値 (8bit) 3.90 EOPS
	ブーストモード (CPU動作クロック周波数2.2GHz)	倍精度理論最高値 (64bit) 537 PFLOPS 単精度理論最高値 (32bit) 1.07 EFLOPS 半精度 (AI学習) 理論最高値 (16bit) 2.15 EFLOPS 整数 (AI推論) 理論最高値 (8bit) 4.30 EOPS
総メモリ容量	4.85 PiB	
総メモリバンド幅	163 PB/s	
総ノード数	158,976 ノード	
総ラック数	432ラック (394 ノード x 396, 192 ノード x 36)	

5

## 計算機の性能を左右する項目

- ✓ コア数
- ✓ 演算回路数
- ✓ キャッシュ (高速メモリ) 容量
- ✓ データ転送性能
- ✓ メモリ容量
- ✓ コア・メモリ間接続方式
- ✓ 計算機間接続方式

\*写真: 富士通株式会社提供



### 性能電力予測ツール

- プロジェクト開始時富士通の最新商用スパコンFX100を用いてカーネルコード実行時の性能情報に基づき開発CPUの性能を予測する
- カーネルコードとはアプリケーションコード中実行時間の長いコード断片を切り出したもの



2021/01/21

## コデザイン



Target Application		
Program	Brief description	
① GENESIS	MD for proteins	
② Genomon	Genome processing (Genome alignment)	
③ GAMERA	Earthquake simulator (FEM in unstructured & structured grid)	
④ NICAM+LETK	Weather prediction system using Big data (structured grid stencil & ensemble Kalman filter)	
⑤ NTChem	molecular electronic (structure calculation)	
⑥ FFB	Large Eddy Simulation (unstructured grid)	
⑦ RSDFT	an ab-initio program (density functional theory)	
⑧ Adventure	Computational Mechanics System for Large Scale Analysis and Design (unstructured grid)	
⑨ CCS-QCD	Lattice QCD simulation (structured grid Monte Carlo)	

アプリ側改良		システムへの要請
件数	105件	68件
例	SIMD演算利用率向上	TofuDインターコネクト機能強化

- ✓ ファイルI/Oミドルウェア(LLIO)機能およびストレージ性能はアプリのファイルI/Oパターンに基づいて設計した

6

## 8~10年先の技術を予測した開発の困難さ



- 最先端半導体微細加工技術を用いた、消費電力に優れ、アプリケーションレベルで高い実効性能を有するCPUの開発

- 困難1：FS2020プロジェクトは、製造・設置完了8年前(2012年)の技術予測に基づいた開発
  - 2世代先の微細加工技術の性能予測に基づく目標性能設定の危険(想定は10nm技術だった)
  - 2015~2016年全世界の半導体製造メーカーの技術発展が鈍化した
  - 目標設定見直し vs. 開発遅延
    - 目標再設定：量産体制に入っている16nm技術を採用
    - 遅延：次の7nm技術を採用
      - 開発遅延を選択
      - 遅延期間を用いてAI(深層学習)実行性能を高められるCPU機能(半精度浮動小数点演算)を追加
      - メモリ技術も最先端技術に変更
- 困難2:ターゲット微細加工技術決定後の半導体性能(集積度、動作周波数、動作電圧)予測
  - チップ面積を固定した場合に左右されるパラメータ例
  - 消費電力を固定した場合に左右されるパラメータ例
  - ターゲットアプリケーション性能予測を通してこれらパラメータを決定

集積度	搭載コア数	コア内演算回路数	キャッシュ容量
チップ面積×集積度	動作周波数&電圧	計算ノード数	

昔と現在のロードマップを比較しても予測の難しさが分かる

Logic/Foundry Process Roadmaps (for Volume Production)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Intel		14nm FinFET	14nm+	14nm++	10nm	10nm+	
GlobalFoundries	28nm	14nm FinFET	22nm FDSOI	7nm 12nm	12nm FDSOI		
Samsung	28nm 20nm	14nm FinFET	28nm FDSOI	10nm	8nm	7nm EUV	3nm FDSOI
SMIC		28nm				14nm FinFET	
TSMC	20nm	16nm+ FinFET	10nm	7nm 12nm	7nm+ EUV		
UMC	28nm		14nm FinFET				

出典：https://www.icinsights.com/news/bulletins/Revenue-Per-Wafer-Rising-As-Demand-Grows-For-Sub7nm-IC-Processes/

Logic/Foundry Process Roadmaps (for Volume Prod

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Intel	14nm+	14nm+ (limited)	14nm+	10nm	10nm	10nm
Samsung	28nm FDSOI	10nm	8nm	7nm EUV	6nm	5nm
TSMC	16nm+ FinFET	10nm	12nm	7nm	7nm+ EUV	5nm
GlobalFoundries	14nm FinFET	22nm FDSOI	12nm FinFET	12nm FDSOI		
SMIC	28nm			14nm FinFET		
UMC		14nm FinFET			22nm FDSOI	

Note: What defines a process "generation" and the start of "volume" production varies from company, and may be influenced by marketing embellishments, so these points of transition are seen as very general guidelines.  
Sources: Companies, conference reports, IC Insights



2021/01/21

## 終わりに



- 10年後の要素技術進歩の予測に基づいた目標設定の難しさを経験した
  - 計画見直し、開発遅延、価値を高めるための機能(AI学習実行高速化)追加
- 当初計画では2020年度からの正式運用だったが1~2年遅れる可能性があった。2020年春には新型コロナ禍対策等の利用者に限定的ではあるが提供できた

### 2020年6月、11月ベンチマーク結果

		ノード数	周波数 (GHz)	測定値	6月からの性能向上	ピーク性能	効率	使用ノード数割合	第2位性能	2位との性能差 (倍率)
2020年11月	Top500	158,976	2.2	442.01 PF	6.4%	537.21 PF	82.3%	100%	148.60 PF	3.0
	HPCG	158,976	2.2	16.00 PF	19.8%	537.21 PF	3.0%	100%	2.92 PF	5.5
	HPL-AI	158,976	2.2	2.00 EF	40.8%	2.14 EF	93.2%	100%	0.55 EF	3.6
	Graph500	158,976	2.2	102.95 TTeps	45.0%			100%	23.75 TTeps	4.3
2020年6月	Top500	152,064	2.2	415.53 PF		513.85 PF	80.9%	96%	148.60 PF	2.8
	HPCG	138,240	2.2	13.36 PF		467.14 PF	2.9%	87%	2.92 PF	4.6
	HPL-AI	126,720	2.0	1.42 EF		1.55 EF	91.3%	80%	0.55 EF	2.5
	Graph500	92,160	2.2	70.98 TTeps				58%	23.75 TTeps	3.0

性能向上の要因はノード数が増えただけでなく前回に比べてシステムソフトウェアの調整が進んだ結果(OSノイズ削減、ユーザ利用可能メモリ容量増大)に加えて

- HPLは通信時間の削減や1ノード上の問題サイズを大きく出来た結果。
- HPCGは計算の高性能化を図っている。
- HPL-AIはさらなる計算・通信の高性能化を図っている。
- Graph500は、1ノードあたりの問題サイズを大きくしている。



2021/01/21

8



合	同	分	科	会		選	出
SS 研合同分科会 2020 年度会合 より							

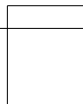
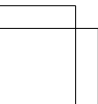
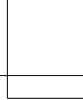
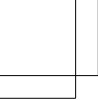
## オンラインにおける合理的配慮について

ーこれからの教育はどうなるー

坂井 聡(香川大学教育学部

香川大学バリアフリー支援室

香川大学教育学部附属坂出小学校附属幼稚園)





# オンラインにおける合理的配慮について

## ーこれからの教育はどうなるー

香川大学教育学部  
香川大学バリアフリー支援室  
教育学部附属坂出小学校 附属幼稚園  
**坂井 聡**

## 障害とは何？

- 障害？
- 障がい？
- 障碍？
- しょうがい？
  
- その他



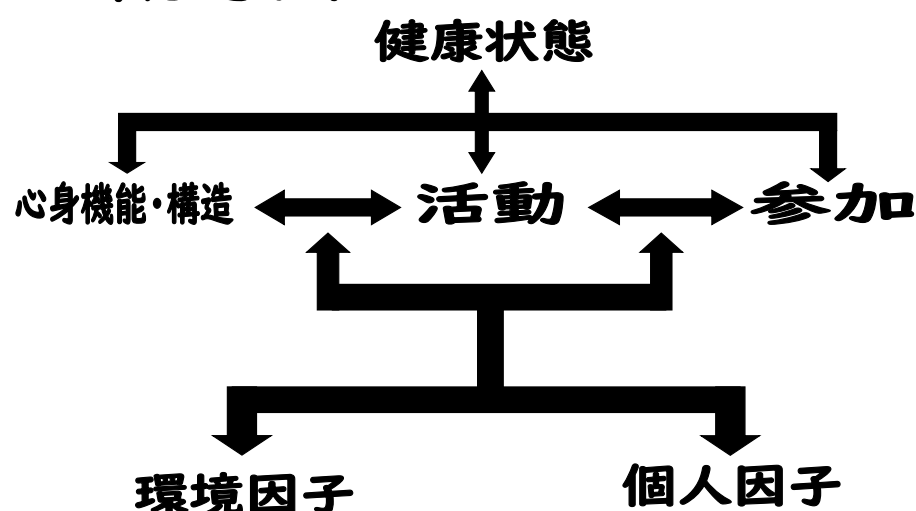


# ICIDHからICFへ

## －WHO(世界保健機関)の障害分類－

- 1980年に定められたICIDHでは
  - 機能障害→能力障害→社会的不利 の一方通行の流れ
  - 社会的な環境や物理的な環境の役割を反映していなかった
- 2001年に公表されたICFでは
  - 生活機能と障害は, 心身機能と構造, 個人レベルの活動, 社会への参加の次元を表す包括的用語として用いられる
  - 障害は健康状態と背景因子との相互作用ないしは複雑な関係と考える

## ICFの概念図





## もう一度確認します

特別なものから誰もがもつ状態としての障害へ  
障害を経験したことがありますか？  
活動や参加を制限しているものを障害ととらえるようになって  
きています

診断という枠を超えてみると支援のアイデアが浮かんでくる

例 視覚障害とTV電話  
知的障害とメモ

## 「合理的配慮」

「障害のある子どもが、他の子どもと平等に「教育を受ける権利」を享有・行使することを確保するために、学校の設置者及び学校が必要かつ適当な変更・調整を行うことであり、障害のある子どもに対し、その状況に応じて、学校教育を受ける場合に個別に必要とされるもの」

「学校の設置者及び学校に対して、体制面、財政面において、均衡を失した又は過度の負担を課さないもの」

(基礎的環境整備)

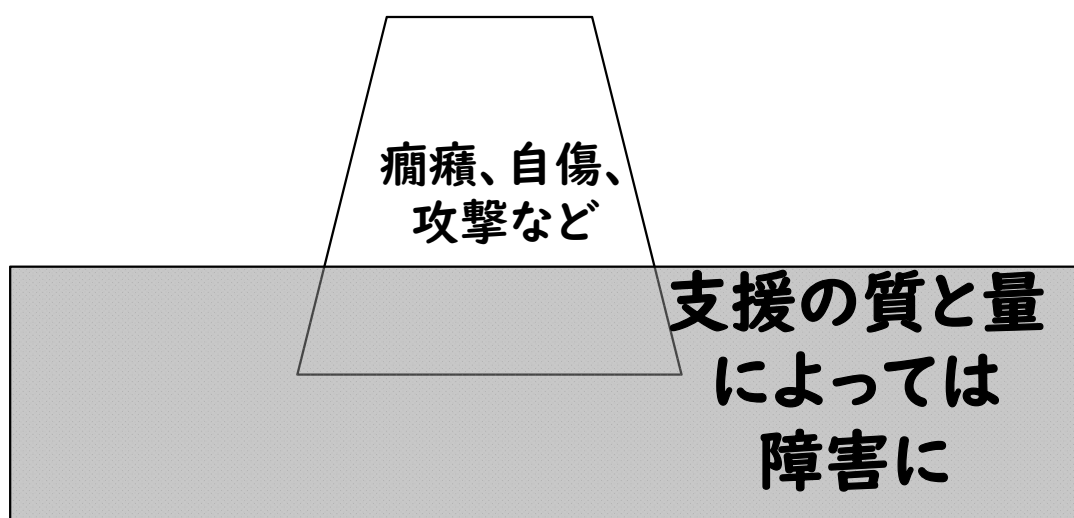
なお、障害者の権利に関する条約において、「合理的配慮」の否定は、障害を理由とする差別に含まれるとされていることに留意する必要がある。



## 新型コロナウイルス感染症対策のために小学校、中学校、高等学校等において臨時休業を行う場合の学習の保障等について(通知)

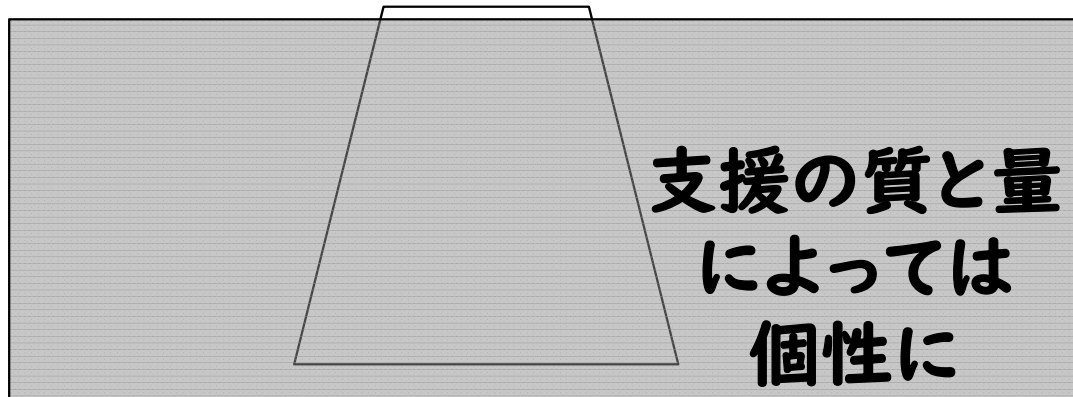
- ・児童生徒に家庭学習を課す際や学習状況の把握を行う際には、ICTを最大限活用して遠隔で対応することが極めて効果的である
- ・今回が緊急時であることにも鑑みると、学校設置者や各学校の平常時における一律の各種ICT活用ルールにとらわれることなく、家庭環境やセキュリティに留意しながらも、まずは家庭のパソコンやタブレット、スマートフォン等の活用、学校の端末の持ち帰りなど、ICT環境の積極的な活用に向け、あらゆる工夫をすること

## 新冰山モデル(門)





## 新冰山モデル(門)



## 何に困るだろうか？

- 児童・生徒によっては、授業に参加するうえで困っていることがある
  - 伝えられたことが理解できなくて
  - 伝えられたことを記憶しておくことで
  - 周囲の状況から判断することに
  - 周囲の情報を取捨選択することに
  - 適切な表現方法で伝えることに



## 苦手なことを解決できる

- メモができない
- きれいに書けない
- 憶えられない
- 字を思い出すことができない
- 動画だと理解できる
- スケジュールの管理もできる
- オンラインだと参加ができる

## 技術が必要なのです

- やる気や愛情ですか？それとも技術ですか？
- 技術をもつことはとても大切です
- やる気や愛情だけでは変えることができないことがある
- やる気と愛情とそして技術をもつこと
- 本質は何かを考えること
- みんな違って大変だから工夫するために



## 引き出される力を考えてみる

- 自分だけの力で生きているかというそうではない
- 支援によって引き出される力
- 周囲の理解によって引き出される力

## 診断があってもできること

- 何ができないのという視点
- 何ができるのかという視点
- できることで変わることがあるのでは
- 環境を整え活動を見直すことで・・・



## 具体的にどうする

- ・合理的な配慮は公平か？
- ・あの子だけずるいと言われないように

## 無気力は学習の成果

- ・学習性の無力感
  - ・自分から動かない方が無駄なエネルギーがいらないと学習
  - ・環境への適応の結果
  - ・汎化しやすい
- ・生まれつき無気力な子どもはいない
  - ・意欲はどこへ行ったのか？
- ・相対的な評価をすると
  - ・本来の位置は変わらない
  - ・他人以上にすることによって評価される仕組みになるということ



## 意欲が出る環境は

- 行動の結果がポジティブに反映される環境
  - できるかなモデル
  - 失敗で終わる環境では意欲はわからない
- 確率は同じでも
  - 自分でやった方が当たる確率が高くなる？
  - 自分でやる方が意欲的になる
  - 錯覚や幻想があれば意欲につながる
- できるようになるという考えの末路
  - 努力してもできないと
  - 自己肯定感の低下
  - 「がんばれ」といわれてももう無理
  - 自分のことを客観的に知ってしまうと無気力になる

## 視点を変えなきゃ

- その子はどう考えているのだろうか？
  - 技術をもてば見えるかも
- その子が何を苦手としていて、何に困っているのかを考える
  - 本質を見ているか
- 私が変わることから
  - その子を理解しているか
- 集団から個別へ





# 生まれてきてよかったといえる社会に

- 障害についてもう一度考える
- 教育が夢や希望を与えられるか
- 環境が障害を作り出していることに気づく





ご	参	考						
	2020	年	度	活	動	一	覧	

## ■分科会

- ・システム技術分科会
- ・教育環境分科会
- ・科学技術計算分科会
- ・合同分科会

## ■WG

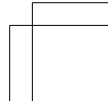
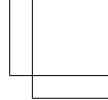
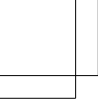
- ・大規模データ処理システム最適化 WG
- ・サイバーセキュリティ・情報倫理 e ラーニング教育の課題解決 WG
- ・A64FX システムアプリ性能検証 WG
- ・5G 時代の可視化技術研究 WG

## ■タスクフォース

- ・変革期の科学技術を支える大学の情報部門のミッションをデザインする
- ・学術機関における研究教育データの長期運用管理のあり方
- ・コロナ禍における大学と研究機関の情報部門の活動

## ■委員会

- ・活動推進委員会



## ■分科会活動

### システム技術分科会

[SS 研 ICT フォーラム 2020]		2020 年 9 月 7 日(月) 13:00-17:00 / オンライン開催	
「ビヨンドコロナ時代の〇〇」			
[講演]			
「ニューノーマルな社会へ シスコが考えるビヨンドコロナ時代のプラットフォーム」			
上野 温子 (Ashley Ueno) (シスコシステムズ)			
[講演]			
「対面授業とオンライン授業からみえたこと インストラクショナルデザインから考える」			
猪俣 敦夫 (大阪大学)			
[講演]			
「サイバーセキュリティ関連法令 Q&A ハンドブックと発信者情報開示の解説」			
北條 孝佳 (西村あさひ法律事務所)			
[パネルディスカッション]			
「ビヨンドコロナ時代の〇〇」			
モデレータ：			
南 弘征 (北海道大学)			
パネリスト：			
上野 温子 (シスコシステムズ)			
猪俣 敦夫 (大阪大学)			
北條 孝佳 (西村あさひ法律事務所)			
[システム技術分科会 2020 年度会合]		2021 年 1 月 20 日(水) 9:00-12:40 / オンライン開催	
「DX 時代の、真のデジタル化に向けて ～法律面を含む諸問題の検討～」			
[講演]		掲載	
「教育のデジタル化の法的課題」			
湯浅 壱道 (情報セキュリティ大学院大学)			
[講演]			
「プロバイダの責任」			
丸橋 透 (明治大学)			
[講演]			
「ブロックチェーンの活用可能性とその法的意義—今後のための問題点の提示—」			
原 謙一 (西南学院大学)			
[パネルディスカッション]			
「DX 時代の、真のデジタル化に向けて ～法律面を含む諸問題の検討～」			
モデレータ：			
上繁 義史 (長崎大学)			
パネリスト：			
湯浅 壱道 (情報セキュリティ大学院大学)			
丸橋 透 (明治大学)			
原 謙一 (西南学院大学)			

**掲載** は本冊子に原稿が掲載されています

## 教育環境分科会

[SS 研教育環境フォーラム 2020] 2020 年 9 月 14 日(月) 14:00-17:00 / オンライン開催 「オンライン活用で教育の未来を切り拓くーコロナ禍で変わった、学び・働く環境ー」	
[基調講演] 「未来の教育へ向けてーコロナでただでコロべるか！ー」 喜多 一 (京都大学)	掲載
[ライトニングトーク] 「学び・働く環境で何が起った？何が起る？ーコロナで拾った次の一手ー」 発表者： 丸山 恭司 (広島大学) 甲斐 晶子 (熊本大学) 立岩 礼子 (京都外国語大学) 井垣 宏 (大阪工業大学) 杉浦 真由美 (北海道大学) 田村 恭久 (上智大学) 貝塚 真樹 (株式会社インフォテックノ朝日) 三原 乙恵 (株式会社富士通ラーニングメディア)	
[教育環境分科会 2020 年度会合] 2021 年 1 月 21 日(木) 9:30-12:00 / オンライン開催 「ポストコロナの学びのデザイン」	
[特別講演] 「不便益システムをデザインする」 川上 浩司 (京都大学)	
[ライトニングトーク] 「ポストコロナの学びのデザイン」 安武 公一 (広島大学) 内田 弘樹 (富士通株式会社) 平岡 斉士 (熊本大学) 田中 恵子 (京都情報大学院大学)	掲載
[パネルディスカッション] 「ポストコロナの学びのデザイン」 ファシリテーター： 喜多 一 (京都大学) パネリスト： 川上 浩司 (京都大学) 安武 公一 (広島大学) 内田 弘樹 (富士通株式会社) 平岡 斉士 (熊本大学) 田中 恵子 (京都情報大学院大学)	

**掲載** は本冊子に原稿が掲載されています

## 科学技術計算分科会

[SS 研 HPC フォーラム 2020]		2020 年 8 月 27 日(木) 13:00-17:30 / オン
ライン開催		
「富岳スペシャル ～システムから応用～」		
[講演]	「富岳：「アプリケーション・ファースト」の共同研究開発の重要性と Society5.0 に向けた発展」 松岡 聡（理化学研究所）	掲載
[講演]	「富岳を用いた室内環境におけるウイルス飛沫・エアロゾル感染の予測とその対策提案」 坪倉 誠（神戸大学／理化学研究所）	
[講演]	「FUJITSU Supercomputer PRIMEHPC FX1000/FX700」 清水 俊幸（富士通株式会社）	
[講演]	「数値計算と AI を融合するスーパーコンピュータ「不老」」 片桐 孝洋（名古屋大学）	

[科学技術計算分科会 2020 年度会合]		2021 年 1 月 21 日(木) 13:00-17:00 / オンライン開催
「富岳スペシャル 2.0 ～より深く詳しく～」		
[講演]	「スーパーコンピュータ「富岳」が拓く創薬・医療の未来」 奥野 恭史（京都大学）	
[講演]	「スーパーコンピュータ「富岳」の開発経緯」 石川 裕（理化学研究所）	掲載
[講演]	「スーパーコンピュータ「富岳」を支えるコンパイラの技術」 千葉 修一（富士通株式会社）	
[講演]	「第 3 世代 JAXA スパコンが目指すもの” TOKI” 導入の目的と初期性能評価」 藤田 直行（宇宙航空研究開発機構）	

**掲載** は本冊子に原稿が掲載されています



## 合同分科会

[合同分科会 2020 年度会合] 2021 年 1 月 20 日 (水) 13:30-18:00 / オンライン開催 「ニュー・ノーマルが描く世界のリデザイン」	
[特別講演] 「オンラインにおける合理的配慮について ―これからの教育はどうか?―」 坂井 聡 (香川大学)	掲載
[特別講演] 「Society5.0 の実現に向けたまちづくり ～「スマートシティ会津若松」の取り組みとビジョン～」 鵜川 大 (会津若松市)	
[特別講演] 「宗教と現代社会」―東洋思想と Well-being― 川上 全龍 (春光院)	
[特別講演] 「瞬間移動サービス「アバターイン」が描く未来」 深堀 昂 (avatarin 株式会社)	

**掲載** は本冊子に原稿が掲載されています

## ■WG 活動(発足時の活動方針)

深く掘り下げて検討を行う必要があるテーマについて、期間を定め、限定メンバーで研究活動を行い、成果物を会員にフィードバックする活動体

### 大規模データ処理システム最適化 WG

【活動期間:2018/09-2021/02】

近年の基礎科学プロジェクトの大規模化に伴い、実験・観測装置から産出されるデータ量は加速度的に増えている。国際研究の枠組みにおいては、PB クラスに及ぶ大量データを結果の品質保証を含め短期間に処理しなければ、競争力を持つ科学的成果を上げることは難しい。しかし各研究機関では、限られた予算と時間の中で構築した必ずしも最適ではない計算機システムにおいて苦心して解析処理を行っている実情がある。また、手作業によるリソース割り当てや結果確認など、計算機の効率の問題に加えて人が介在する作業のオーバーヘッドも無視できない。

大規模データ処理を伴う研究が発展を遂げる中で、高速なデータ処理を実現するためには、必要とされる処理とそれに伴うデータ入出力に応じた計算機システムの構成を最適化するとともに、与えられたシステムのリソースを効率的に使い切るためのプロセス割り当ての最適化の双方が必要である。また、機械学習などの技術を用い、プロセス実行や解析処理の異常検知、品質評価などの科学的スキルを要する作業を、トレーサビリティを確保した上で自動化・効率化することも有効と考えらる。

こうした現状を鑑みて、本 WG ではいくつかの分野において、大規模データ処理のシステムおよび処理手順の最適化に対する要求や技術上の課題を整理し、最新の HPC・ファイルシステム技術、また機械学習等の作業支援技術を調査した上で、それぞれの要請に適した技術の提案を行い、既存技術の課題や今後の方向性について議論を行う。

### サイバーセキュリティ・情報倫理 e ラーニング教育の課題解決 WG

【活動期間:2019/01-2020/12】

現在、大学ではサイバーセキュリティ・情報倫理 e ラーニング教育が実用的に行われている反面、その実施のための課題も多い。例えば、受講率を向上させる方法、コンテンツの最新化、国際化、多様性の対応は多くの組織で抱えている課題で、また、e ラーニング教育と他の ICT システムの連携といった新しい取り組みが模索されている。本 WG では、これらの課題に対して e ラーニング実施者の立場から取り組み、組織で持続的にサイバーセキュリティ・情報倫理 e ラーニング教育を実施できるための提言を行う。

### A64FX システムアプリ性能検討 WG

【活動期間:2020/11-2022/10】

スーパーコンピュータ「富岳」が本格運用に迫り、多種のスーパーコンピュータがメニーコア CPU を採用しメニーコア時代に突入している。アプリ研究開発者にとっては、いまだに大規模コアの有効利用には様々な困難が伴う。その問題解決のためには、コンパイラ等のシステムソフトウェアと協調して性能最適化を行う知識と技術が利用者に求められるほか、システムソフトウェア自体の自動性能チューニングも必要である。そこで本 WG では、A64FX の ARM プロセッサ環境、及びポスト FX1000 を視野に入れた環境を対象に、コンパイラ、メッセージ通信ライブラリ、性能解析ツール等の改善点について議論し、そのノウハウの集約と共有を行う。

### 5G 時代の可視化技術研究 WG

【活動期間:2020/12-2022/11】

2020 年 3 月まで活動した汎用 VR システムの活用研究 WG では、ゲーム開発エンジンやヘッドマウントディスプレイなどのゲーム業界で先行する可視化技術が幅広く科学技術・教育分野に活用できる可能性を秘めていると考え、それら入力/出力デバイスやプログラム開発基盤を、科学・工学や生物学、医療、防災を含む人間社会科学など、様々な科学技術分野や教育現場などで活用するために、インフラとする技術情報、および、活用ノウハウを調査した。その結果、データ可視化の開発技術の現状、ゲーム開発エンジン Unity を用いた標準的なワークフローやデータのインポート・マッピング法、現状のデバイスの紹介、さらに新しい可視化手法や活用方法、コンテンツ開発の際の具体的な課題及びその解決方法例、WG 参加研究者による可視化事例を報告書としてまとめた。

先の WG で行った Unity の調査・研究の成果をもとに、本 WG 「5G 時代の可視化技術研究 WG」では、Unity を用いた具体的なアプリケーションの作成を行い、公開する。さらには、5G のような高速ネットワークは可視化の活用環境を大きく変えると考え、それら高速ネットワークを可視化技術に応用するための調査及び研究を行う。シミュレーションなどのデータ解析に応用するためのアプリケーション開発と、高速ネットワークを活用するため調査研究を通じて、先進的な可視化研究開発の基盤について、インフラとする技術情報、および、活用ノウハウ、俯瞰的な情報の提供も行う。

Unity や Unreal Engine に代表されるゲーム用の開発エンジンを使った可視化アプリケーション開発のための関連書籍やインターネット上の情報はゲーム開発用の情報ばかりであり、ゲーム開発以外の分野に適用するための情報は不十分である。具体的なデータの読み込み方法など、ゲーム分野以外で実際の開発に必要なノウハウ（特に、解説書では見過ごされがちな Tip や失敗談など）をまとめながら、具体的なアプリケーションの開発を進め、公開を行う。

また、これまでもレンダリングと表示をリモートとローカルに分けて可視化を行うアプリケーションが開発されてきたが、リモートとローカルを接続するネットワークがボトルネックとなり、実用に耐えるものではなかった。しかし、5G では低いレイテンシー、高速で大容量のデータ転送、多地点での接続が可能とされ、これまでの



ボトルネックが解消されることが期待される。本WGでは、5Gと既存のネットワーク技術との比較やVR装置の無線化での利用など、可視化技術に5Gを応用するための調査・研究をする。5Gを活用した大容量データの可視化が科学分野以外へ波及するための提言を行いたい。

## ■タスクフォース活動(発足時の活動方針)

SS研の今後の方向性、他組織との連携、新たな活動機能など従来の枠組みを越えたテーマについて検討し、施策・計画の策定、および必要な施策を講ずる活動体

### **変革期の科学技術を支える大学の情報部門のミッションをデザインする**[活動期間:2018/06-2020/08]

これからの大学には、日本の成長を牽引し、世界で戦えるグローバル人材、経済成長の種となるイノベーション創出を担う人材に加え、成熟社会の安定を支え地域に活力を生み出す人材の育成だけでなく、働き方改革における社会人の学びなおしの拠点など、様々な役割が期待されている。

IoTやビッグデータ、人工知能などに代表される技術の進化は、人々の働き方を少しずつ変えており、今後20年で総雇用者の約半数の職種が自動化される可能性があるというレポートも存在する。一方、これまで職業として定義されていない新しい職種が生まれる可能性も指摘されており、これは大学にとっても例外ではない。デジタルトランスフォーメーションが進むことにより、大学も新たな価値を創造していくことが求められ、そこには非ICT領域に対してもICTに関する知恵や知識が必要不可欠になる。

本TF「変革期の科学技術を支える大学の情報部門のミッションをデザインする」では、2022年～2026年時点の大学のミッション(教育、研究、事務、インフラ、大学経営 他を含む)を情報技術や情報サービスの観点でデザインし、そのミッションに関わる組織の在り方について制約なしに検討し、大学経営層への提言としてまとめることを目標とする。

### **学術機関における研究教育データの長期運用管理のあり方**

[活動期間:2020/07-2022/06]

オープンサイエンスの国際的な活動が急速に進展している。日本においても重要な政策と位置付けられており、データ管理計画(DMP:Data Management Plan)の義務化や研究データ管理(RDM:Research Data Management)に適したインフラ整備が現実迫ってきている。このような背景の中、様々な検討会や研究会が設立し、ガイドラインなども提供されつつある。一方で、求められる情報インフラの導入・運用・管理が限られた予算と時間、そして人材不足により十分にできていないのが現状である。

これからの学術機関は、学位証明、教育データ、研究データなど膨大かつ増加し続ける研究教育データを組織的に長期間かつ安全に管理し、ユーザの要望に応じて柔軟かつ迅速に保存・公開・共有・非公開ができることが必要不可欠になる。

本タスクフォース「学術機関における研究教育データの長期運用管理のあり方」では、増加し続ける研究教育データと高度化・複雑化する社会連携に貢献し続けるべく、十年以上に渡って研究教育データを管理する際に学術機関として達成すべきミッションを情報技術やシステム運用管理の観点でデザインする。そして、その要件を満たす情報インフラの仕様、運用管理の在り方、関わる組織・人材について制約なしに検討し、学術機関の経営層に向けた提言としてまとめることを目標とする。

### **コロナ禍における大学と研究機関の情報部門の活動**

[活動期間:2020/12-2021/05]

新型コロナウイルス感染症拡大により、オンライン教育の推進や大学事務のテレワーク/リモートワーク化に代表される大学のデジタル化は、教育・研究活動の継続性を確保するうえで必要不可欠な取り組みである。また、学術集会がオンライン開催され、研究成果の発表の場も、これまでとは大きく変貌している。

これに伴い、この半年ほどの間、大学や研究機関の情報部門に対して、様々な要求が求められてきた。それらの要求は、これまでの延長線上での機能強化もあれば、これまで求められていなかった機能・役割も存在する。また、いずれの大学・研究機関でも共通しているものもあれば、独自固有のものも存在すると思われる。

本タスクフォースでは、現在進行形である、with コロナの中で、高等教育機関や研究機関の情報部門に求められている機能・役割、そして、その活動を、忘れ去れることのない記録として集積する。その集積は、単なる羅列ではなく、機能・役割・活動の背景となる目的、また、その効果、影響という、上流と下流についての検証を伴うものである。

その成果は、「with コロナの時代」における情報部門のミッションの構築における起点となるであろう。

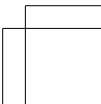
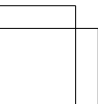
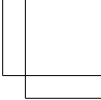
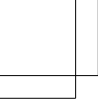


## ■委員会活動（発足時の活動方針）

SS 研活動を支援するために必要な事項を検討する活動体

### 活動推進委員会

SS 研に期待されるミッションとあるべき姿について議論し、これからの活動の方向性を示していく。また、活動の制度設計から実際の活動企画、トライアル実施、評価までを行うことで、新しい SS 研活動をインキュベートする役割を担う。





---

---

## SS 研ニュースレター選集 vol. 21 2021 年 5 月 28 日発行

発行 サイエンティフィック・システム研究会

---

お問い合わせ サイエンティフィック・システム研究会 事務局

〒105-7123 東京都港区東新橋 1-5-2

E-mail : [ssken-office@ml.cssfujitsu.com](mailto:ssken-office@ml.cssfujitsu.com)

Website : <http://www.ssken.gr.jp/>

Facebook : <http://www.facebook.com/ssken>

---

---

※著作権は各原稿の著者または所属機関に帰属します。無断転載、引用を禁じます。