

(別紙様式10)

2021年度 北極域研究共同推進拠点 共同研究等報告書

【申請区分】: 萌芽的異分野連携共同研究 共同推進研究
 産学官連携フュージビリティ・スタディ
 共同研究集会 産学官連携課題設定集会

【研究課題名】: 北方圏における次世代データセンターの国際的な研究教育交流拠点の形成

【研究期間】:2021 年度

【共同研究員】

共同研究員	氏名	所属・職名	専門分野	区分
研究代表者 (拠点内)	森 太郎	北海道大学大学院工学研究 院(北極域研究センタ ー)・准教授	建築環境・設備	
研究分担者 (拠点外)	羽山広文	北海道大学大学院工学研究 院(北極域研究センタ ー)・名誉教授	建築環境・設備	
研究分担者 (拠点外)	熊尾伊織	北海道大学大学院工学研究 院・大学院生	建築環境・設備	
研究分担者 (拠点内)	Juha Saunavara	北極域研究センター	Humanities & social sciences	
研究分担者 (拠点外)	Sanna Syri	Aalto University, Professor; Energy Efficiency and Systems Department of Mechanical Engineering, School of Engineering	Mechanical Engineering	
研究分担者 (拠点外)	Johan Lilius	Åbo Akademi University, Professor; Information Technology, Faculty of Science and Engineering	Science and Engineering	
研究分担者 (拠点外)	Antti Laine	Åbo Akademi University (also CTS Enteg), Ph.D. candidate; Information Technology, Faculty of Science and Engineering.	Information Technology	
研究分担者 (拠点外)	Juha Röning	University of Oulu, Professor; Embedded	Information Technology	

		systems, Faculty of Information Technology and Electrical Engineering		
研究分担者 (拠点外)	Joona Tolonen	Kajaani University of Applied Sciences, Senior lecturer; School of Information Systems, Data center studies	Information Systems	
研究分担者 (拠点外)	Timo Partanen;	Kajaani University of Applied Sciences, Teacher; School of Information Systems, Data center studies	Information Systems	

【研究の内容】

(1) 概要を 400 字以内(文字のみ)で記載してください。

近年, 5G, IOT, ビッグデータといったデジタル基盤技術の発展に伴い, 情報ネットワークを流れる通信量は急激に増加している. そのため, 情報通信ネットワークを構成する IT 機器を収容し, 適正に運用する施設であるデータセンターの需要は世界的に続伸しており, ささまざまな地域でデータセンタークラスターが開発されている. 本研究では, 現在予定されている, 北極海光通信ケーブルの敷設を念頭におき, 北海道とフィンランドのデータセンターに関する研究者の研究交流を行った. 当初は, 実際にフィンランドを訪問し研究交流を行う予定であったが, 新型コロナウイルスの感染拡大により, web でのワークショップとなった. しかし, 日本側から 3 題, フィンランド側から 4 題の話題提供ののち活発な議論が行われた. また, 終了後にもメール等でディスカッションを継続し, 日本の環境下でのデータセンター排熱の利用について共同で研究を行うディスカッションを継続的におこなっている.

(2) 図表や写真も交えて, 研究の内容や成果等を 2000 字程度でまとめてください。

1. 研究の背景と目的

近年, 5G, IoT, ビッグデータなどのデジタルインフラ技術の発展に伴い, 情報ネットワークを流れる通信量が急増している. 情報通信ネットワークを構成する IT 機器を収容し, 適切に運用する施設であるデータセンターの需要は世界的に拡大し続けており, 新型コロナ感染拡大以降のテレビ会議の増加により, 2020 年には 40%増加すると言われている. こうしたデータセンターの需要に伴い, 各地域でデータセンター集積が進んでいる. 一方で, データセンターのエネルギー消費量が問題になっている. 現在, データセンターが消費するエネルギーは世界全体の 1%を占めており(Jeklin, 2016). この傾向は 2010 年頃から大きく変わっていない. Fig.1 に示すように, 過去 10 年間でインターネット

トラフィックは17倍、データセンターのワークロードは10倍になっている。一方で、エネルギー消費量はそれほど変化していないことから、データ通信のエネルギー効率は大きく向上していることがわかる。

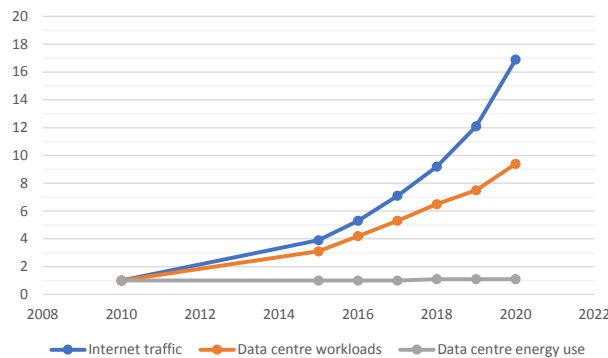


Fig. 1 IEA, Global trends in internet traffic, data centres workloads and data centre energy use, 2010-2020 (IEA, 2022)

データセンターで消費されるエネルギーは、データセンター内に設置される情報通信機器が消費するエネルギーと、それ以外の機器が消費するエネルギーに分類される。情報通信機器は処理能力の向上に伴い、発熱量が増加している。その他の機器が消費するエネルギーは、そのほとんどが機器の冷却に消費されている。(Zbin et al., 2019). そのため、データセンターのエネルギー効率を向上させるためには、空調効率の向上が必要である。空調効率向上には、シミュレーションを利用した高効率空調計画の立案、部分負荷効率の高い高効率空調システムの採用、ホット/コールドアイル、液冷(サーバ機器の冷却に液体を使用)、グリーンクーリング(直接・間接の自然換気の利用)などがある。これらの方法は、データセンターのPUE(Power Usage Effectiveness)を向上させる効果がある。PUEはデータセンターの総消費電力量が、データセンターの主業務である情報通信に使用するエネルギーの何倍かを評価している(39, 2016)。現在、PUEは1.5以下とすることが効率的とされる指標であるが、さらなるPUEの向上に寒冷地でのデータセンター立地は大きなメリットがある。寒冷地では、低温の期間が長く、冷房に必要な空調設備を効率的に運用することができ、先進国である日本(特に北海道)やフィンランドでは、その環境を生かした設計、運用、メンテナンスを実現できる人材が確保しやすいメリットもある。

そこで、本研究では、データセンターに関する北海道とフィンランドの研究者間の研究交流を実施した。気候の共通性を生かしたデータセンターの持続可能性やエネルギー効率に関する話題や北極横断海底光ファイバーケーブルの話題についてディスカッションを行った。

2.ワークショップの内容

本研究では2021/12/2に”Japan – Finland Online workshop on Datacenter in cold climate area”を実施した。日本側から3名、フィンランド側から4名の話題提供があり、活発な議論が行われた。

1) Connectivity through Arctic and possibility for data center-related cooperation between Finland and Japan: Juha Saunavaara, Hokkaido University

北極横断海底光ファイバーケーブルに関して話題提供とディスカッションを行った。当初、ロシアの企業が海底ケーブルの敷設に積極的であったが、現在はアメリカ、ヨーロッパ、日本の企業がケーブ

ルの敷設を検討していることが紹介された。

2) DC heat re-use – Finnish Perspectives: Sanna Syri, Aalto University

フィンランドにおけるデータセンター廃熱のリユースについて話題提供とディスカッションが行われた。Forum が実施している事例やシミュレーションによるエスポー市のケーススタディについて紹介があった。

3) High-efficiency operation in Sakura Internet Ishikari Data Center with indirect outdoor air cooling system: Iori Kumao, Hokkaido University

さくらインターネット石狩データセンターで実施しているホットアイル・コールドアイルコンテインメントの天井開口の制御による最適運用手法の検討について話題提供とディスカッションを行った。天井開口をサーバーの負荷によって適正に運用することで更なる省エネルギー効果が見込めることが紹介された。

4) UPS/energy storage utilization in smart grid solutions, Aurora DC: Petri Hyypä, Aurora DC

Aurora DC による 100%グリーンデータセンターについて紹介とディスカッションが行われた。データセンターの運用のためには高品質な電力が必要であり、再生可能エネルギーを導入した際に生じやすい周波数変動を防ぐ UPS や energy storage utilization が重要であることが紹介された。

5) Operation for reducing energy consumption in data centers: Naoki Futawatari, NTT Facilities

日本のデータセンターにおける省エネルギー手法とその手法を寒冷地に適用した場合の効果について紹介とディスカッションが行われた。低温期に高効率で運用ができるエコマイザーサイクルを通常の空調システムに併設することが有効であり、特に寒冷地域で大きな効果があることが紹介された。

6) Data center and renewable energy: Antti Laine, Fimpec/Åbo Akademi University

データセンターに再生可能エネルギーを導入する際の問題点についてディスカッションが行われた。特に、フィンランドでは地域熱供給網が発達しているので、そのネットワークに廃熱をながすことが有効であるが、そのほかにもスパや温室での利用等が紹介された。

7) Data center design and energy efficiency: PUE and ERF targets and how to achieve them?: Mikko Aho, Rittal

データセンターの EE のデザインを行う際に重要である、PUE と ERF (Energy Reuse Factor) の現状について紹介とディスカッションが行われた。PUE はヨーロッパではすでに 1.5 程度まで下がってきているが、特にアジア地域ではまだそれほど低くない(おそらく、気候が問題である)ことが紹介され、また、フィンランドのデータセンターにおける ERF の実態について紹介があった。

3.まとめと今後の課題

本研究では、フィンランドと日本の研究者のワークショップを行い、データセンターの持続可能性とエネルギー効率に対する日本とフィンランド(ヨーロッパ)の異なるアプローチを明らかにすることができた。日本側は、空調システムの効率と空調管理に重点を置いていたが、フィンランド側は、再生可能エネルギーの利用やデータセンター廃熱の活用に重点をおいていた。日本では夏が長く、暑いため、冷房対策に重点をおかざるを得ないことに加え、フィンランドのように地域暖房ネットワークが存在しないことが(存在しても利用期間が短い)、データセンター廃熱利用の関心につながっていない

と考えられる。しかし、エネルギー供給の不安や価格の高騰のなかでデータセンター用のエネルギーへの再生可能エネルギーの導入は喫緊の課題である。今後の活動としては、以下の2点が挙げられる。

1)共同研究プログラムの立案

フィンランドと北海道は日本の北部に位置し、郊外の地価が安く、再生可能エネルギーが豊富なため、高効率な次世代データセンターの立地に適している。一方、夏場の高温、降雪、地域熱供給の有無、災害リスクなど、異なるアプローチも必要であり、高効率システムだけでなく、地域振興やバンカビリティを考慮した複合的な研究の可能性もある。また、コロナウイルス感染拡大のなかでテレビ会議が急激に普及し、リモートワークのスタイルも確立されてきた結果、一般のオフィスビルや集合住宅に小型のデータセンター(サーバールーム)が必要な状況が生じてきている。このような状況下では地域熱供給のない日本においてもデータセンター廃熱が利用できる可能性があり、共同研究の可能性もある。

2)データセンターにおける教育プログラムの企画

データセンターや北極海光ケーブルは、社会科学、建設、海洋、政治、気象等、多くの分野横断の課題であり、日本、ヨーロッパの学生にとって、非常によい教育機会となると考えられる。北海道大学でのデータセンターに関するサマーインスティテュートやアールト大学でのラーニングサテライトを視野に入れた教育プログラムを開発する予定である。

(3) 本共同研究に関する活動・実績等を下表に記入してください。

①研究打合せ、学会参加・集会(注4)、調査等

(注4) 研究代表者、共同研究分担者、研究協力者、招へい者によるもの

新型コロナウイルスの感染拡大の状況下で対面での打ち合わせはできなかったが、メール等を利用して多くの打ち合わせを行った。

②研究論文

論文1

項目	記入要項	回答
(1)著者名(共著者名含む)、 発行年、論文タイトル、掲載 誌名、巻・号、ページ数、 DOI、出版年月日	Juha Saunavaara, Antti Laine and Matti Salo, "The Nordic societies and the development of the data centre industry: Digital transformation meets infrastructural and industrial inheritance", Technology in Society, Vol. 69, 2022, 101931. DOI: https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101931	

③研究書等著書

なし

④特許等出願

なし

⑤研究発表(資料添付も可)

発表年月日 2022.3.17	発表者名(共著者を含む) 熊尾伊織, 森太郎他	発表タイトル 発熱量に対応したデータセンター天井開口調整による省エネルギー効果	発表学会等名称 空気調和衛生工学会北海道支部 研究発表会	発表地 札幌 (web)	招待 講演
2021.9.15	Juha Saunavaara	Japanese data center industry, green society and digitalization: connections and cooperation with Finland	Future Data Summit 2021 Arctic	(web)	
2021.9.11	Juha Saunavaara	The Development of the Northern Data Centre Industry”, in 2nd World Congress of Business History - Business History a Changing World	2nd World Congress of Business History - Business History a Changing World	(web)	

⑥国際シンポジウム等(資料添付も可)

参加をした主な国際シンポジウム等		
開催時期(年月)	国際シンポジウム等名称	招待講演/議長の有無
2022.2.11-2.28	北方圏国際シンポジウム	

⑦本共同研究に関し実施(主催、共催、後援等)したシンポジウム・集会(注6)等(資料添付も可)

(注 6) 研究代表者、共同研究分担者、研究協力者、招へい者以外を含む参加募集によるもの

開催日	実施地 (国、県、市など)	形態 (注 7)	シンポジウム・集会等名称	目的及び概要	対象者 (注 7)	参加人数 (海外(注 8))
2021.12.2	札幌 (web)	ワークショップ	北極問題研究会	寒冷地のデータセンター技術に関する情報共有	研究者・実務者	50(20)

対象: 一般、地域、学生、研究者

(注 8) 海外機関に所属するもの

⑧本拠点共同研究に係る成果が科学研究費などの外部資金の応募(予定を含む)やプロジェクトに発展した例があればご記入ください。

なし

⑨研究成果が一般社会産業界などに還元(応用)された事例や新しい研究分野の開拓や教育活動に反映された事例(資料添付も可)

なし

⑩その他国際研究協力活動事例

なし

⑪学会賞等受賞、アウトリーチ、取材、その他

なし

⑫コロナ禍の影響と対策

本共同研究へのコロナ禍の影響と対策(改善・代替策、計画変更、工夫等)、助成金執行率(%)について記述してください。

影響の事象	対策の有無と内容 (計画変更・中止、改善・代替策、工夫等)
本研究ではフィンランドでのワークショップを予定していたが新型コロナウイルスの感染拡大のため実施できなかった。	現地でのワークショップではなく、web を利用したワークショップとした。現地への渡航旅費は資料購入や同時通訳に利用した。