

[JHPCN]

## JHPCN 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 第 11 回シンポジウム報告

江川 隆輔

東北大学サイバーサイエンスセンター スーパーコンピューティング研究部

### 【報告記事】

令和元年 7 月 11, 12 日, 第 11 回 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 (JHPCN) シンポジウムが, 東京品川 The Grand Hall において開催されました. 今年度のシンポジウムでは昨年度採択された 51 課題に関する講演と今年度採択された課題 58 件のポスター発表に加えて, 各構成拠点から推薦された萌芽課題 30 件のポスター発表があり, 活発な議論が展開されました.

学際大規模情報基盤共同利用・共同研究は, 東北大学, 北海道大学, 東京大学, 東京工業大学, 名古屋大学, 京都大学, 大阪大学, 九州大学にそれぞれ附置するスーパーコンピュータを持つ 8 つの共同利用の施設を構成拠点とする「学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点」が, 超大規模数値計算系応用分野, 超大規模データ処理系応用分野, 超大容量ネットワーク技術分野, およびこれらの技術分野を統合した大規模情報システム関連研究分野, 更には分野間に亘る複合分野の研究者らと取り組む学際的な共同利用・共同研究です.

平成 22 年度から令和元年度の 8 年間に於いて約 350 件を超える課題が学際大規模情報基盤共同利用・共同研究として採択されており, そのうち当センターとの共同研究課題は約 50 件となっております. 今年度は, 7 件が当センターとの共同研究課題として採択されております. 本年度採択された課題のポスターに関しましては, 本報告末尾にポスターを再掲しております. 是非, 高性能計算を用いた多岐にわたる共同研究活動をご覧頂ければと存じます. その他, これまでの採択課題に関する情報は以下の URL で公開されておりますので, 併せてご参考にして頂ければ幸いです. (JHPCN URL : <https://jhpcn-kyoten.itc.u-tokyo.ac.jp/dg/sympo/11th/>)

来年度の学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点の研究公募は 10 月頃に公開予定です. ご興味のあるかたは奮ってご応募ください. また, 応募に際しまして当センターの計算機科学を専門とする教員との共同研究の可能性を検討したい, 手続き方法が分からない等, 本応募に関して不明な点があります場合は, お気軽に当センターまでお問い合わせください.

**【平成 31 年度学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠における当センターとの共同研究課題】**

熱中症リスク評価シミュレータの開発と応用

研究代表者 平田晃正 (名古屋工業大学)

日本全土の洪水氾濫被害推定の高精度化

研究代表者 風間聡 (東北大学)

大規模津波浸水被害推計シミュレーションのマルチプラットフォーム向け最適化手法の研究

研究代表者 撫佐昭裕 (東北大学)

Investigation of Sound-Flow Interaction of Acoustic Liner using CFD/CAA Hybrid Approach

研究代表者 佐々木大輔 (金沢工業大学)

気液二相デトネーションに対する大規模数値解析

研究代表者 松尾亜紀子 (慶應義塾大学)

GW space-time コードの大規模な有機-金属界面への適用に向けた高効率化

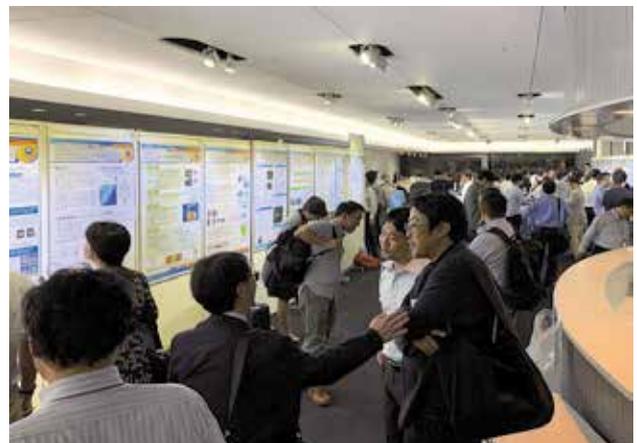
研究代表者 柳澤将 (琉球大学)

HPC と高速通信技術の融合による大規模データの拠点間転送技術開発と実データを用いたシステム  
実証試験

研究代表者 村田健史 (情報通信研究機構)



シンポジウム会場



パネル展示会場

## 熱中症リスク評価シミュレータの開発と応用

江川 隆輔 (東北大学サイバーサイエンスセンター) 柏 達也、田口 健治(北見工業大学)  
堀江 祐圭(日本気象協会) 小寺 紗千子、神谷 俊樹、西村 卓(名古屋工業大学)

### 研究背景と目的

- 熱中症による死亡者数は増加傾向。死亡例も報告。
- 本研究グループでは日本の夏場などの環境において、熱中症の主な要因である体温上昇、発汗量の解析を実施。
- 解析結果から熱中症のリスク評価を行い、**熱中症予防の普及啓発活動**に寄与することが目的。

### 解析手法

- 計算機上にて、様々な環境を模擬した仮想空間に人体モデルを配置、図1に示したフローチャートに従って体温変化や発汗量を計算。
- 温度上昇解析は**生体熱輸送方程式**を用いる。組織間の**熱伝導**や体表面から外気への**熱伝達**に加え、体温上昇に伴う**発汗**、**血流量変化**による熱輸送などの**熱調整機能(システムバイオロジー)**、**太陽光**吸収による熱発生を考慮し、時間領域有限差分法で逐次計算。

### 動脈血・静脈血のモデル化

- 血液温度計算高精度化のため、人体モデルを5分割→**14分割**とし、交流係数を用いて動脈温度および静脈温度を考慮した血液モデルを実装、**全身の血液温度の細分化**を行った。細分化コード部分についてベクトル化、並列化を行い、成人モデルにおける3時間暑熱ばく露の計算時間は**29秒**であった。
- これらのコードを用い、Dufourらの実験条件(外気温:4分間で28°C~40°Cまで線形に上昇→86分間40°Cを維持、湿度:42%、図2)および、Hardyらの実験条件(外気温:28°Cから34°Cの範囲の計7条件(1°C刻み)、60分間、湿度:60%、図3)を模擬した。
- 向流係数を調整することにより、優れた非蒸散性熱放散能力をもった、**熱帯生育者**の長期暑熱順化モデルを開発した。これにより、**四肢における体温は低く、頭部・胴体では高い状態**の模擬が可能となった。

### 今後の展望

- 前日および前々日の気温変化を考慮に入れた**短期暑熱順化**の模擬
- 幼児、成人女性、妊娠女性、前期高齢者、後期高齢者モデルにおいて、様々な気象環境における解析試算
- **冷帯、温帯、熱帯出身者**の長期暑熱順化モデルの確立

### 解析結果・グラフ

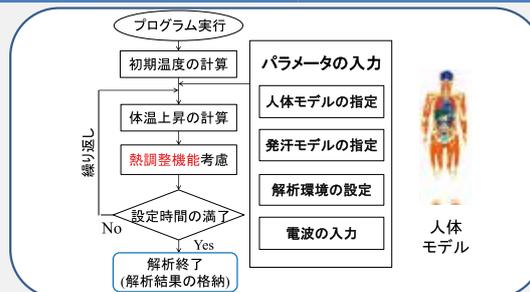


図1. 解析のフローチャート

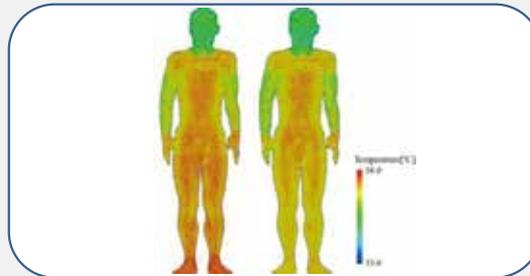


図2. 体表面温度分布  
(左:従来手法, 右:提案手法)

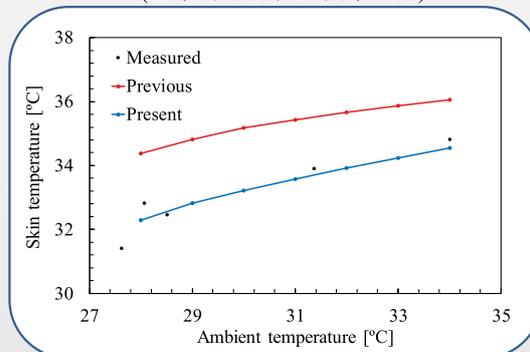


図3. 外気温による足の皮膚温度の変化

- 下半身の皮膚温度分布が大きく異なる(図2参照)。従来の計算手法では、胴体と四肢の血液温度のみ定義されており、足全体を同一の血液温度として扱っていた。提案手法では、**14部位の血液温度を向流係数により定義しているため**、四肢に輸送する熱量がより大きくなり、温度上昇値が小さくなった。
- **足の皮膚温度**は、従来方法と比較して**2.7%**精度が向上した(図3参照)。これは、血液温度が末端に向かうにつれて下がるという、**実際の人体に近い血液温度分布が模擬できたため**である。

### 日本全土の洪水氾濫被害推定の高精度化



#### 背景・目的

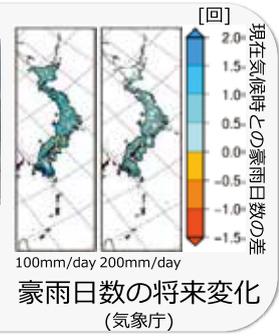
近年、日本各地で洪水被害が多発しており、気候変動の影響で豪雨の増加が見込まれる

全国で氾濫の危険度が高い地域はどこか  
⇒ 危険性の発信・効率的な治水投資

適応策の議論には1km未満の解像度が必須



西日本豪雨 (2018年)

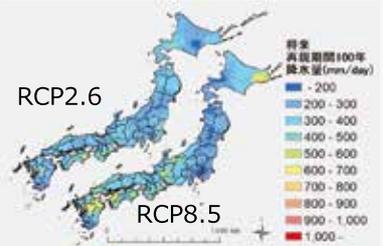


現在気候時との豪雨日数の差  
豪雨日数の将来変化 (気象庁)

研究目的：日本全国での高解像度洪水氾濫解析による気候変動影響評価と適応策の定量的検討

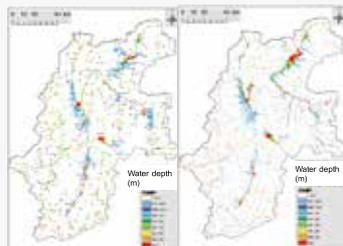
#### 洪水氾濫解析

将来の降水量：全球気候モデル



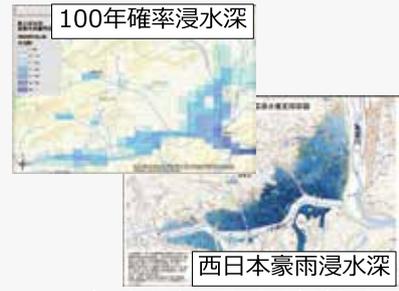
日本各域で再現期間100年洪水を生じさせる日降水量 (2050年時)

高解像度洪水氾濫解析



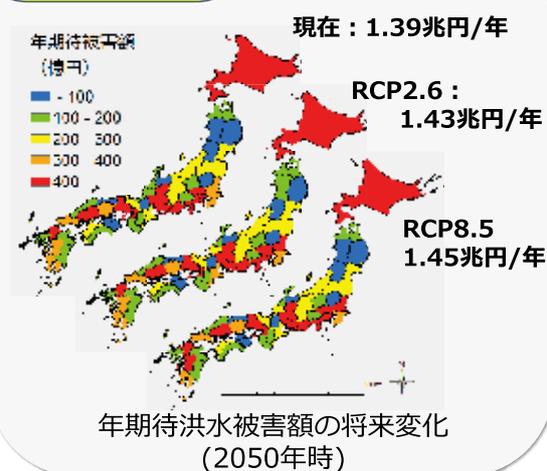
100年確率降雨時の浸水深分布

西日本豪雨事例の浸水深比較



100年確率豪雨(西日本豪雨)とのモデル比較

#### 推定洪水被害額



現在：1.39兆円/年  
RCP2.6：1.43兆円/年  
RCP8.5：1.45兆円/年

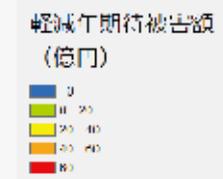
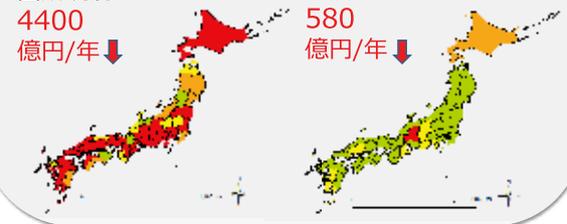
年期待洪水被害額の将来変化 (2050年時)

#### 適応策の検討

一定浸水深以上の地域を土地利用規制した時の被害額の変化を推定

3m以上浸水箇所規制  
4400 億円/年 ↓

10m以上浸水箇所規制  
580 億円/年 ↓



学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 公募型共同研究 平成31年度採択課題

11th Symposium

jh190030-NAH

Joint Usage / Research Center for Interdisciplinary Large-scale Information Infrastructures

撫佐 昭裕 (東北大学サイバーサイエンスセンター)

## 大規模津波浸水被害推計シミュレーションのマルチプラットフォーム向け最適化手法の研究



共同研究者: 越村俊一, 阿部孝志(東北大学災害科学国際研究所), 小林広明, 佐藤雅之, 岸谷拓海(東北大学大学院情報科学研究科), 伊達進(大阪大学サイバーメディアセンター), 小松一彦, 下村陽一(東北大学サイバーサイエンスセンター)

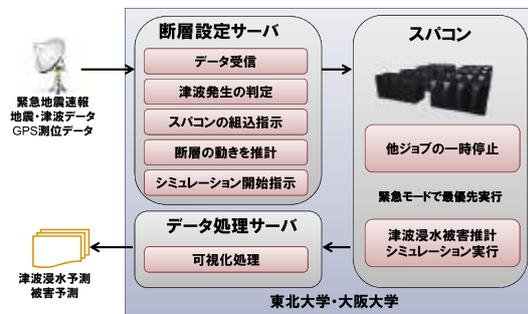
### 研究目的

大規模な津波発生時に津波被害を20分以内に推計するシステムをスーパーコンピュータSX-ACEを用いて開発した。大規模な地震では建屋の被害や停電が広域にわたることが多い。津波被害推計を安定的に行うためには、大規模な地震がどの地域で発生しても、被災を免れたスーパーコンピュータを用いて被害推計を行うことが必要である。また、現在、南海トラフ領域の被害推計を行っているが、日本全国へ対象範囲を広げることも必要である。本研究では、

- 複数の異なるアーキテクチャのスーパーコンピュータ上で高速に実行できるモデルを開発する。
- 全国規模の津波浸水被害シミュレーションを実現するため、並列処理の効率化とモデルサイズの最適化を行い、さらに全国規模のシミュレーションを行うためのスーパーコンピュータ資源量を明らかにする。

### 背景

- 東日本大震災では、津波災害は広域災害であり、被害把握に時間がかかり、初期対応の遅延が発生
- 津波災害発生時には被害状況の早期把握が必要  
・シミュレーションを活用して被害状況を早期把握



津波浸水被害推計システム概念図

※内閣府総合防災システムの一機能として採用され、南海トラフ地震をターゲットに稼働中。

- 迅速な救援計画や体制の確立  
・被災地近隣地域からの迅速な支援

### 津波浸水被害シミュレーションの概要

- 非線形長波理論

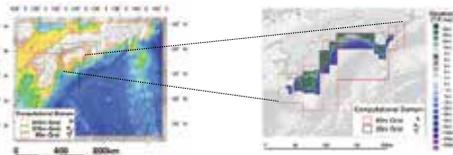
$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} M \sqrt{M^2 + N^2} = 0$$

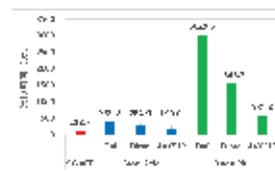
$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} N \sqrt{M^2 + N^2} = 0$$

$$M = \int_{-h}^{\eta} u dz = \bar{u}(\eta + h), N = \int_{-h}^{\eta} v dz = \bar{v}(\eta + h)$$

- 階層型グリッド(多角形格子を採用)

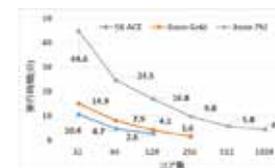


- 現在の処理時間(昨年度の研究成果)  
高知県沿岸を10m格子で6時間の津波浸水を計算



SX-ACE, Xeon Gold, Xeon Phiのシングルコアでの実行時間

- ・Def.はコンパイラのデフォルトオプション
- ・Dirac.hはベクトル指示行を利用
- ・AVX512はAVX512命令を利用



SX-ACE, Xeon Gold, Xeon Phiのマルチコアでの実行時間

昨年度の研究により、本シミュレーションを数分で実行可能となった。

### 研究計画

- ターゲットするスーパーコンピュータ

- ・Intel Xeon Gold
- ・Intel Xeon Phi (KNL)
- ・NVIDIA Tesla P100
- ・SX-ACE
- ・SX-Aurora TSUBASA



- NVIDIA Tesla等のGPUでの高速化  
OpenACCを用いてGPUでの高速化を実現する。

- 大規模並列化  
大規模並列化へ向けた演算ロードインバランスと通信時間の改善を検討する。
- 全国規模のシミュレーションへの検討  
5分以内にシミュレーションを完了させるためのモデルサイズと各スーパーコンピュータにおける必要計算機資源量を明らかにする。また、耐障害性のための冗長化と分散配置の検討を行う。

## Investigation of Sound-Flow Interaction of Acoustic Liner using CFD/CAA Hybrid Approach

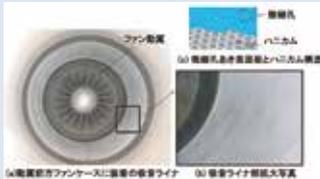


### Background and Objective

#### Background

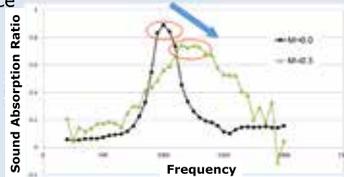
- Fan is one of major noise sources and further noise reduction for the future aircraft development is required
- Ultra High Bypass (UHB) turbofan for higher efficiency
- Acoustic liner is equipped to reduce fan noise
- Structural and weight limitation for acoustic liner

**Acoustic liner plays more important role in high sound absorption for wide frequency range**



Acoustic liner attached at intake [1]

- The characteristics of acoustic liners:
  - Sound absorption performance is changed due to the existence of grazing flow



JAXA experimental result of acoustic liner model

- Non-linear effect appears at high incident sound level and high Mach number grazing flow
- Interaction of sound and flow needs to be investigated for the understanding and design of a new liner

**Time-domain direct CFD analysis of acoustic liner model is useful**

### Research Institutes and Members

#### CFD/CAA Algorithm Development and Applications

- Kanazawa Institute of Technology (D. Sasaki)

#### 3D Extension of Solver

- Cyberscience Center, Tohoku University (R. Egawa, K. Komatsu)

#### Acoustic Liner Expertise (Analysis of Application Results)

- Institute of Sound and Vibration Research, University of Southampton (R. Sugimoto, P. Murray)

#### Planned computational resources at Tohoku university

- Vector supercomputer (SX-ACE)
- Scalar parallel computer (LX406Re2)
- 3D Visualization

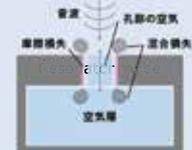


Project Representative: dsasaki@neptune.kanazawa-it.ac.jp

### Fundamental of Helmholtz Resonator

#### Sound absorption principle (without grazing flow)

- The air in the neck and the air in the cavity works as a mass-spring system (resonant frequency)
- Energy loss caused by a resonator results in sound absorption
- Loss occurs in viscous boundary layer at walls of resonator neck
- Acoustical energy dissipation at edge of resonator



Principle of Helmholtz resonator

### Objectives

#### Objectives

- CFD/CAA algorithm development and validation based on Cartesian mesh for acoustic liner model
- Application of direct CFD/CAA solver to investigate the influence of multiple resonators to sound and flows
- 3D extension of solver for more realistic geometry (multiple orifices, various shapes, etc.)

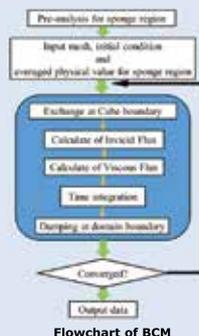
### Fundamental Model and Numerical Methods

#### Numerical Methods

- 2D Compressible BCM (planned for 3D extension)
- Direct Numerical Simulation (DNS)
- 4th-order Runge-Kutta method (time-marching)
- 5th-order WENO scheme (space)

#### Inflow Boundary Condition

- Mach Number: 0 / 0.088 (Re13123 based on opening width)
- Laminar Boundary Layer (Blasius solution)
- Incident sound wave: plane sine wave (120 dB)
- Acoustic sponge region



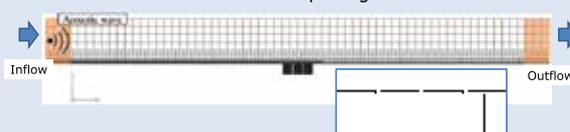
Flowchart of BCM

#### Outflow Boundary Condition

- Acoustic sponge region

#### Model Example

- Multiple-resonator case (3 resonators)
- 100 minimum-size cells for opening width



Computational model with Cube allocation (32<sup>2</sup> Cell in each Cube)

## 研究背景

デトネーションとは衝撃波を伴い予混合気中を超音速で伝播する燃焼波である。

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 衝撃波による高温下での燃焼</li> <li>• 衝撃波による断熱圧縮</li> <li>• 伝播速度が超音速</li> </ul> | ➔ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 理論熱効率の向上</li> <li>• 圧縮機の簡略化・省略</li> <li>• 小型化</li> </ul> |
|---|---|---|

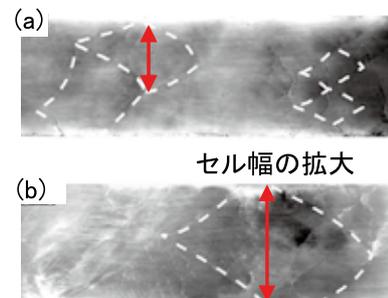
燃焼形態としてデトネーション燃焼器の開発が盛んに行われている。  
デトネーション燃焼器の実用化にはエネルギー密度の高い**液体燃料**の使用が必須となる。  
しかし、液滴を含む気液二相デトネーションに対する知見が不足している。

先行研究 (Jarsalé *et al.*, Shock Waves 2016)

- 水液滴を含むC<sub>2</sub>H<sub>4</sub>-air混合気を対象に実験を行なった。
- 水液滴の存在によって伝播速度低下とデトネーションの特性長であるセル幅の拡大を確認した。

μsオーダーかつμmオーダーの現象である事から  
詳細な伝播機構や水液滴の挙動について解明されていない。

➔ 大規模数値解析を実施する事で気液二相デトネーションの伝播機構と液滴の挙動を理解する。



Jarsalé *et al.*の実験で得られた煤幕模様  
(a)水液滴を含まない場合  
(b)水液滴を含む場合(水液滴質量分率0.07)

## 支配方程式 (Eulerian-Lagrangian) と数値計算手法

気相: 体積平均化された二次元圧縮性Navier-Stokes方程式

$$\frac{\partial}{\partial t} (\alpha_g \mathbf{U}_g) + \nabla \cdot (\alpha_g \mathbf{E}_g) + \mathbf{F}_g \alpha_g - \nabla \cdot (\alpha_g \mathbf{G}_{diffuse}) = \alpha_g \mathbf{S}_{chemical} + \mathbf{S}_{two-phase interaction}$$

水液滴: Newtonの運動方程式

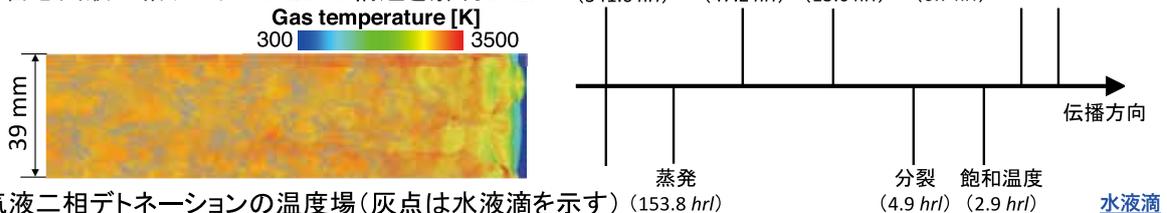
物理モデリング

- 発熱反応: 詳細化学反応モデル
- 水液滴の考慮する現象: 蒸発および分裂

## 結果

計算条件: 2H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>-2N<sub>2</sub>(初期圧10 kPa, 初期温度300 K). かさ密度5.5 g/m<sup>3</sup>の均一直径15.9 μmの水液滴

得られた計算結果に対して特性長を算出し、水液滴を含む気液二相デトネーションの構造を解明した。



気液二相デトネーションの温度場(灰点は水液滴を示す)

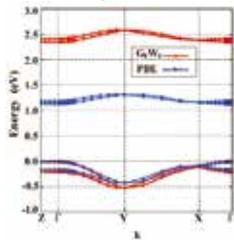


1. 研究背景・目的

有機エレクトロニクス材料物質の基礎電子物性の理解

- ・ バンドギャップ・バンド分散の精密予測

ルブレ単結晶のバンド計算 (GW近似; GW space-time プログラム)



S. Y., Y. Morikawa, and A. Schindlmayr, Phys. Rev. B **88**, 115438 (2013)

有効正孔質量( $m_h^*/m_e$ )

Method	[Γ-Y]	[Γ-X]
DFT	1.00	2.15
GW	0.90	1.65
Exp.	0.65±0.1	1.9±0.3

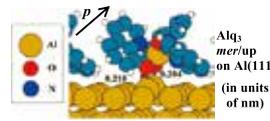


- ・ 有機層と電極金属の界面

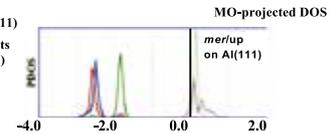
電荷 (正孔・電子) の電極からの注入障壁の形成要因  
 - 界面での電荷移動、化学結合  
 - 電子密度分布の再構成

H. Ishii et al., Adv. Mater. **11**, 605 (1999).

金属フェルミ準位と有機層の最高占有・最低非占有(HOMO・LUMO) 準位の並び



S. Y. and Y. Morikawa, J. Chem. Phys. **128**, 244704 (2008).



- ・ 結晶構造・分子配置とバンド構造の関係

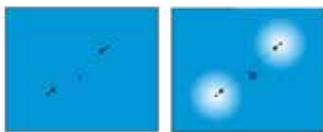
- S. Y., K. Yamauchi, T. Inaoka, T. Oguchi, and I. Hamada, Phys. Rev. B **90**, 245141 (2014)
- S. Y., K. Okuma, T. Inaoka, and I. Hamada, J. Electron. Spectrosc. Relat. Phenom. **204**, 159 (2015)
- S. Y. and I. Hamada, J. Appl. Phys. **121**, 045501 (2017).
- S. Y. and I. Hamada, A Chapter in *Theoretical Chemistry for Advanced Nanomaterials - Functional Analysis by Computation and Experiment* (Springer Nature, October 2019).

本研究の目的:

有機-金属界面での準位接続の予測の精密化のためにGW近似を適用できるように、プログラムを大規模並列計算向けに高度化。

2. 理論

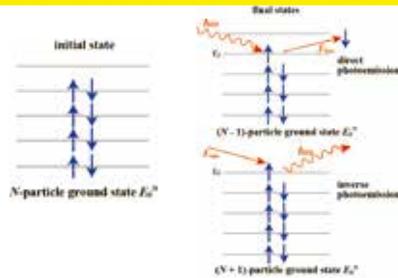
GW近似: 独立粒子模型・平均場近似に対し固体内のクーロン相互作用の遮蔽の効果を取り込む。



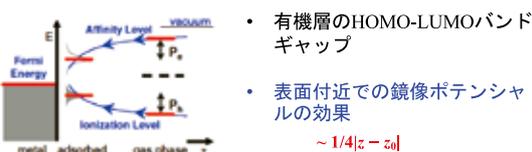
自己エネルギー  $\Sigma$   
 $\Sigma \approx GW$

G: 1体グリーン関数

「裸の」クーロン相互作用  $W$  遮蔽相互作用  $\tilde{W}$   
 光電子分光の実験での、準粒子の伝播に物理的に対応



有機層と電極金属の界面での準位接続の再現



J. B. Neaton et al., Phys. Rev. Lett/ **97**, 216405 (2006).

- ・ 有機層のHOMO-LUMOバンドギャップ

- ・ 表面付近での鏡像ポテンシャルの効果  
 $\sim 1/4|z - z_0|$

3. 計算方法、プログラムの現状、予定

GW space-time 法

- M. M. Rieger et al., Comput. Phys. Commun. **117**, 211 (1999).
- L. Steinbeck et al., Comput. Phys. Commun. **125**, 105 (2000).
- C. Freysoldt et al., Comput. Phys. Commun. **176**, 1 (2007).

$$W(\mathbf{G}, \mathbf{G}'; i\omega) = \epsilon^{-1}(\mathbf{G}, \mathbf{G}'; i\omega) v(\mathbf{G}, \mathbf{G}')$$

$$\Sigma(\mathbf{r}, \mathbf{r}'; i\tau) = iG(\mathbf{r}, \mathbf{r}'; i\tau)W(\mathbf{r}, \mathbf{r}'; i\tau)$$

$$P(\mathbf{r}, \mathbf{r}'; i\tau) = -2iG(\mathbf{r}, \mathbf{r}'; i\tau)G(\mathbf{r}, \mathbf{r}'; -i\tau)$$

$$\tilde{\epsilon}_k(\mathbf{G}, \mathbf{G}'; i\omega) = \delta_{\mathbf{G}\mathbf{G}'} - \frac{4\pi}{|\mathbf{k} + \mathbf{G}| |\mathbf{k} + \mathbf{G}'|} P_k(\mathbf{G}, \mathbf{G}'; i\omega)$$

$$W_k(\mathbf{G}, \mathbf{G}'; i\omega) = \frac{4\pi}{|\mathbf{k} + \mathbf{G}| |\mathbf{k} + \mathbf{G}'|} \tilde{\epsilon}_k^{-1}(\mathbf{G}, \mathbf{G}'; i\omega)$$

- ・ 高速フーリエ変換で( $\mathbf{r}, \mathbf{r}'$ )と( $\mathbf{G}, \mathbf{G}'$ ); ( $i\tau$ )と( $i\omega$ )を切替
- ・ 非局所な複素数の量を計算。必要メモリが大きい。

前年度までの実装の状況

- ・ 誘電行列 $\tilde{\epsilon}_{\mathbf{G}\mathbf{G}'}$ の逆行列化を、ScaLapackを使わず、 $\mathbf{k}$ と $i\omega$ のグリッドについて、ノードに分配
- ・ ノード内で逆行列化計算をタスク並列化 (OpenMP)

Lapackのlibrary (ZHETFZ/ZHETRI: Mathkeisan) の計測結果 (SX-ACE)。タスク並列化なし、またはタスク並列化 (2, 4スレッド) による20121次元の複素誘電行列のLU分解 (ZHETFZ) および逆行列化 (ZHETRI) での経過時間。

	ZHETFZ (秒)	ZHETRI (秒)
no OpenMP	181.3 (1.00)	361.1 (1.00)
OpenMP (2 threads)	99.2 (1.83)	234.5 (1.54)
OpenMP (4 threads)	57.5 (3.15)	194.9 (1.85)

- ・ 表面などの計算のための効率の計算法の実装: クーロンカットオフ [S. Ismail-Beigi, Phys. Rev. B **73**, 233103 (2006)]

今年度の予定

- ・ コードの総合的解析、全交換などの通信コストの軽減。
- ・ 有機半導体の表面準位や、金属表面に物理吸着した分子の電子準位の再現を試みる。

## Combination of HPC and high-speed data transfer technologies for big-data processing systems



### Overview

- Background  
With the rapid growth in the information and communication technologies, large volumes of data from computing resources in datacenters and Internet of Things (IoT) sensors are collected and processed in real time. High-speed infrastructure networks play an important role to support the real-time operations, and a high-speed file transfer tool is needed to fully utilize the network bandwidth. In addition, artificial intelligence (AI) enables to improve disaster mitigation applications by quickly processing large volumes of complex and fragmented data.
- Objective  
We conduct three case studies to demonstrate large-scale data processing and large-scale information systems. The first is extraction of meteorological information from Himawari-8 satellite data using AI and visualization on tiled display wall (TDW). The second is concurrent processing system for high-speed data transfer and visualization of genomic information. The third is information extraction of visual IoT data using deep learning.

### Extraction of Meteorological Information Using AI

- Himawari-8 real-time web
  - Provides Himawari-8 satellite sensed images in real time and with full resolution
  - Mirror sites: Thailand and Philippines

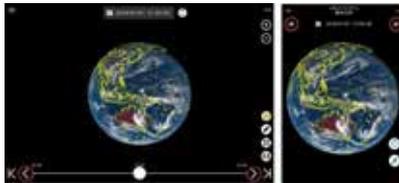


Fig. 1 Himawari-8 real-time web (<https://himawari.asia/>)

- Amaterass web
  - Provides ground weather data (e.g. solar radiation) in real time



Fig. 2 Amaterass web (<http://amaterass.nict.go.jp/>)

- Visualization on TDW
  - Data analytics using AI in NICT and Chiba University
  - Data transmission using high performance copy (HCP)
  - Data processing by supercomputer in Tohoku University and Nagoya University
  - Data visualization on TDW in Chiba University, RIKEN and Kyushu University using STARS by NICT and ChOWDER by Kyushu University

### Concurrent Processing System

- Genomic information collected from Illumina Novaseq 6000 in Kyushu University
- Data transmission from Kyushu University to Kyoto University using HCP

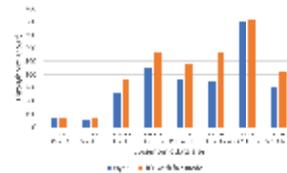


Fig. 3 Data transmission from Kyushu University to Kyoto University

- Visualization on web in real time

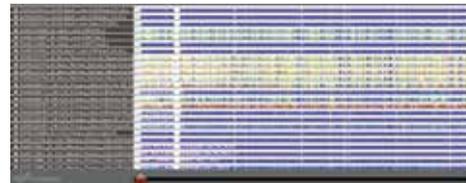


Fig. 4 Example of web application for viewing epigenomic data

### Extraction of Visual IoT Data using Deep Learning

- SmartSight camera
  - Visual IoT with video transmission system using Raspberry Pi
  - 20 locations:
    - 12 cameras for weather radar in Kochi prefecture
    - 2 cameras for aurora observation in Arctic region
    - 1 camera for river surveillance
    - 1 camera for landslide monitoring in Hiroasaki University
    - 10 cameras for observation in Chikuma
    - 2 cameras for surveillance in Tokyo
    - etc.
  - Video transmission with high resolution (full HD) and high frame rate (30 fps)
  - Data analytics and processing using deep learning with TensorFlow on supercomputer in Kyoto University
  - Data visualization on TDW in Kyoto University



(a) Visual IoT device (b) Example of real-time monitoring system

Fig. 5 SmartSight camera

### Collaborating Researchers

Praphan Pavarangkoon<sup>1</sup>, Kazunori Yamamoto<sup>1</sup>, Kazuya Muranaga<sup>2</sup>, Takamichi Mizuhara<sup>3</sup>, Ayahiro Takaki<sup>3</sup>, Eizen Kimura<sup>4</sup>, Keiichiro Fukazawa<sup>5</sup>, Ryusuke Egawa<sup>6</sup>, Takuo Suganuma<sup>6</sup>, Osamu Tatebe<sup>7</sup>, Atsushi Higuchi<sup>8</sup>, Takahiro Katagiri<sup>9</sup>, Masao Ogino<sup>9</sup>, Hajime Shimada<sup>9</sup>, Yasuo Okabe<sup>5</sup>, Yasuyuki Ohkawa<sup>10</sup>, Kazumitsu Machara<sup>10</sup>, Koji Okamura<sup>10</sup>, Yoshiaki Kasahara<sup>10</sup>, Takeshi Nanri<sup>10</sup>, Kenji Ono<sup>10</sup>, Tomoki Kimura<sup>8</sup>, Chihiro Tao<sup>1</sup>, Fuminori Tsuchiya<sup>8</sup>, Hajime Kita<sup>11</sup>, Goh Murakami<sup>11</sup>, Hideaki Takenaka<sup>11</sup>, Tomohiro Kawanabe<sup>12</sup>, Ryuho Kataoka<sup>13</sup>, and Hiroyuki Kusaka<sup>7</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Information and Communications Technology; <sup>2</sup>Systems Engineering Consultants Co., Ltd.; <sup>3</sup>CLEALINKTECHNOLOGY Co., Ltd.; <sup>4</sup>National Institute of Public Health,

<sup>5</sup>Kyoto University; <sup>6</sup>Tohoku University; <sup>7</sup>University of Tsukuba; <sup>8</sup>Chiba University; <sup>9</sup>Nagoya University; <sup>10</sup>Kyushu University; <sup>11</sup>Japan Aerospace Exploration Agency; <sup>12</sup>RIKEN;

<sup>13</sup>National Institute of Polar Research