

ナノスケール・サーマルマネージメント 基盤技術の創出(略称:熱制御)

領域事後評価

研究総括:丸山 茂夫

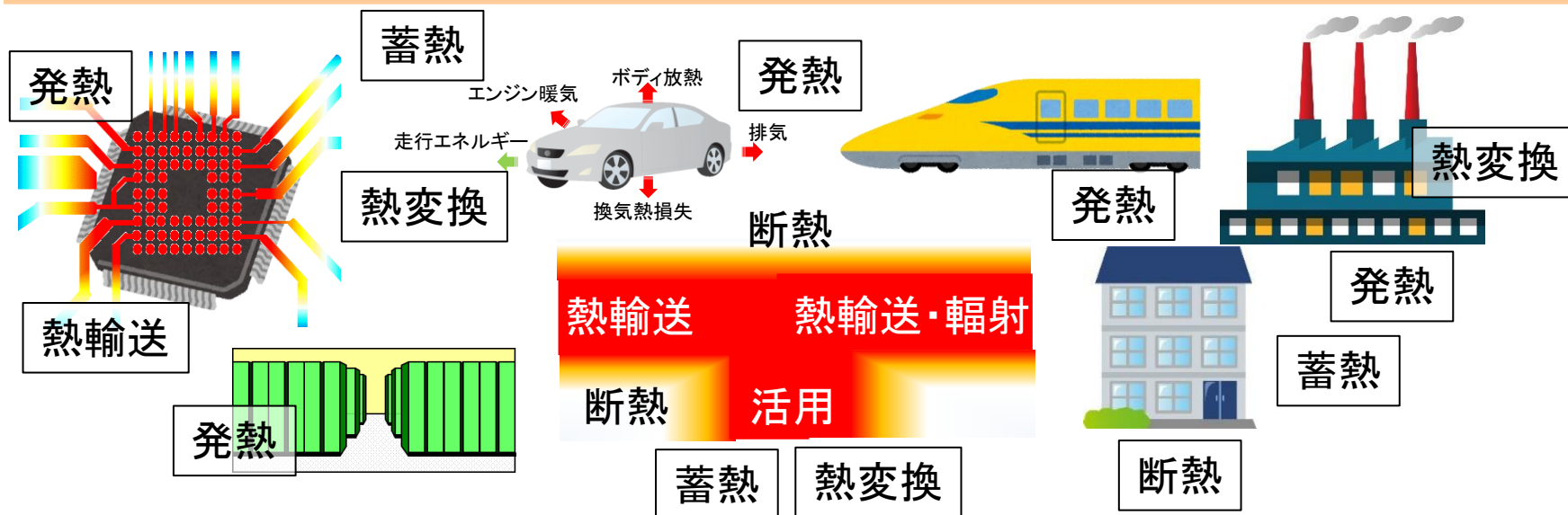
令和 7 年 2 月 26 日

1. 領域の目指す社会
2. 本研究領域のイメージ
3. 領域アドバイザー、領域運営アドバイザー
4. 選考の基本方針
5. 領域運営
6. 成果発表件数
7. 研究例
8. プレス発表例
9. 総合所見

1. 領域の目指す社会

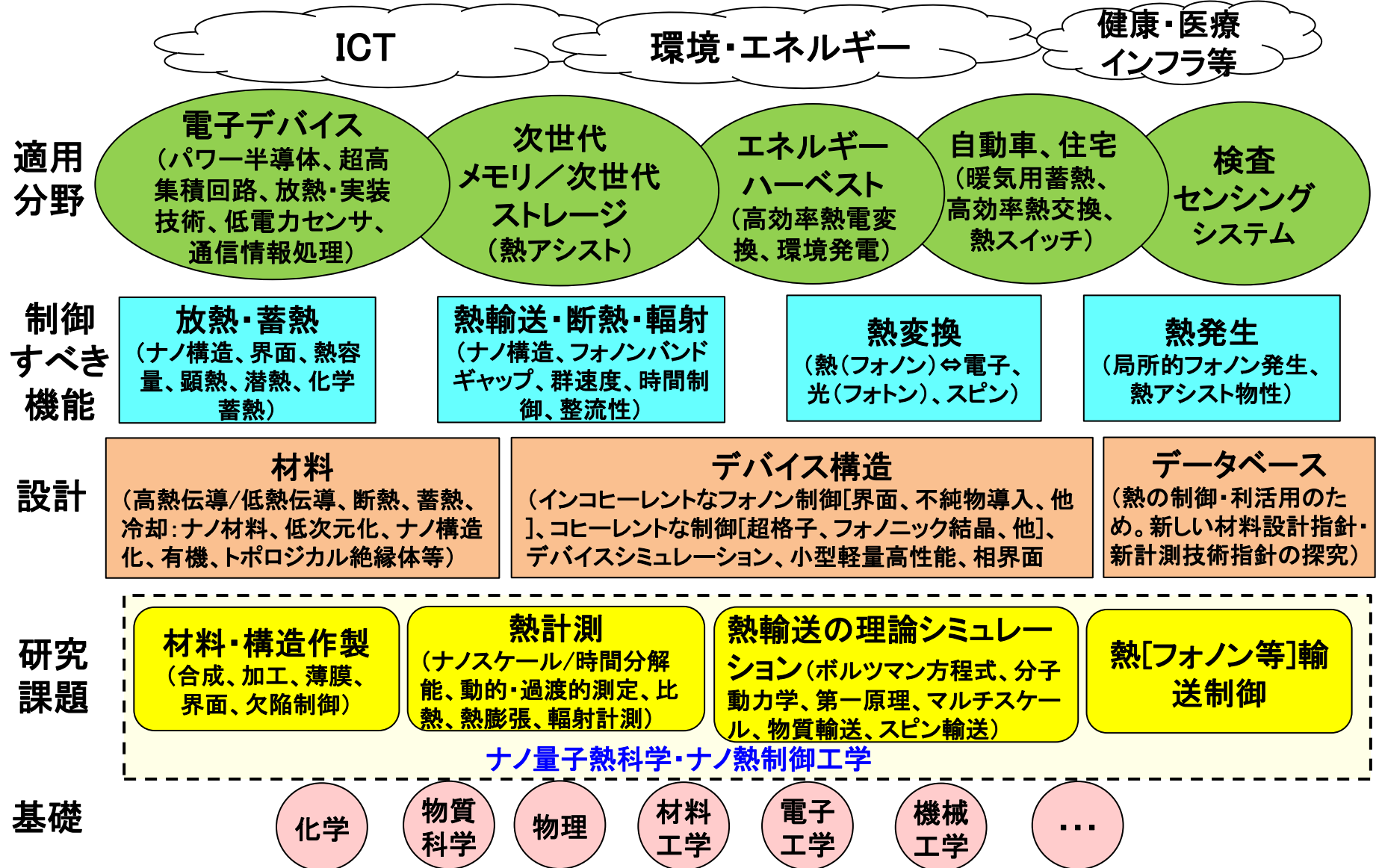
高度熱利用社会の実現

【目指す社会】 電子・光デバイス等の電子機器や、住宅や自動車等の構造物等の幅広い対象において、熱制御に関する制約を克服し、これまでになかった機能性やデザインの追求が可能になる社会。工場や自動車などにおいて、熱を時空間的に自在に制御し、無駄にしている熱エネルギーを有効に活用できる社会（戦略目標より）



【背景】 電子機器における発熱問題は、IoTの進展を阻害する恐れがある。また工場、自動車、住宅等において、未利用のまま排出される熱エネルギーの有効活用は省エネルギー社会の実現には不可欠。（戦略目標より）

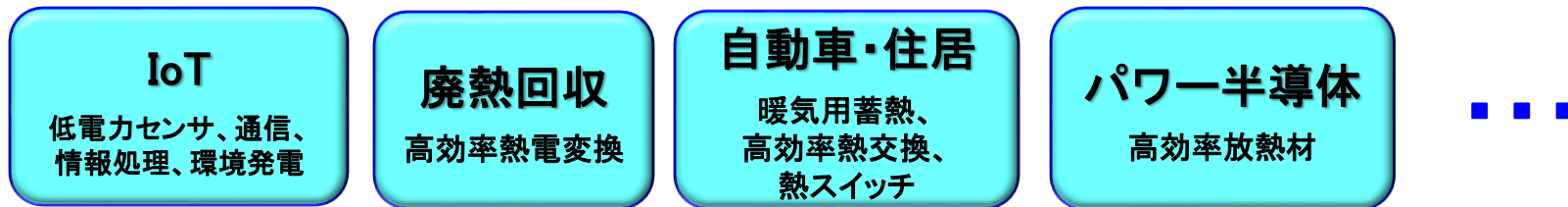
ナノスケール熱制御の全体像



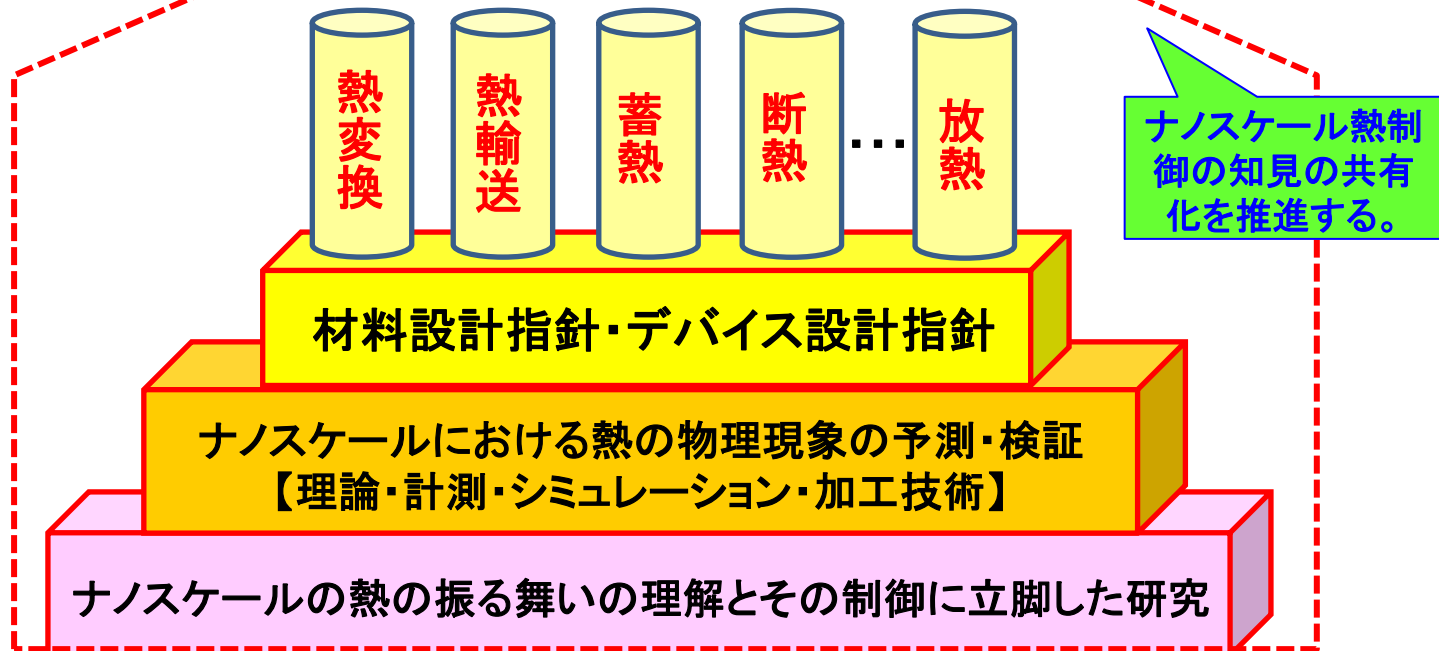
参考: CRDSワークショップ報告書(CRDS-FY2014-WR-15)

2. 本研究領域のイメージ

情報通信・環境・エネルギー・健康・医療・インフラ等の分野



◆熱制御(指向性、選択性)技術の獲得
◆マクロな熱とミクロな熱(マルチスケール)の学理体系の一体化



3. 領域アドバイザー

所属は領域発足時のもの

氏名	所属	専門
小原 春彦	産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 執行役員/領域長	熱電変換、超伝導
喜々津 哲	(株)東芝 研究開発センター シニアエキスパート	半導体プロセス
徐 一斌	物質・材料研究機構 統合型材料開発・情報基盤部門 データプラットフォーム長	情報科学、熱電材料
常行 真司	東京大学 大学院理学系研究科 教授	計算物質科学
鶴田 隆治	九州工業大学 工学研究院 理事・副学長	熱工学、エネルギー学
花村 克悟	東京工業大学 工学院 教授	熱工学、近接場光学
平山 祥郎	東北大学先端スピントロニクス研究開発センター 総長特命教授・センター長	スピントロニクス
藤田 博之	東京都市大学 総合研究所 教授	MEMS、センサ
森 孝雄	物質・材料研究機構 機能性材料研究拠点 グループリーダー	熱電材料
山内 崇史	(株)豊田中央研究所 エネルギーマネジメント研究領域 Leading Researcher	熱マネジメント
山根 常幸	(株)東レリサーチセンター研究部門 技術・特許調査研究 部 取締役・研究副部門長・部長	材料物性、熱計測
運営アドバイザー 馬場 寿夫	科学技術振興機構 研究開発戦略センター フェロー	材料物性

4. 選考の基本方針

【対象となる研究分野】

- 「放熱」「熱輸送」「熱発生」「断熱」「蓄熱」「熱変換」「輻射」等の熱制御技術において、斬新かつ挑戦的な提案。

【本領域における観点】

- ナノスケール(ミクロスケール)の熱の振る舞いの理解とその制御に立脚しているか。
- 研究の将来展望に関しての応用展開や企業連携のイメージはあるか。

2017年度	応募58件	採択5件
2018年度	応募48件	採択5件
2019年度	応募31件	採択3件

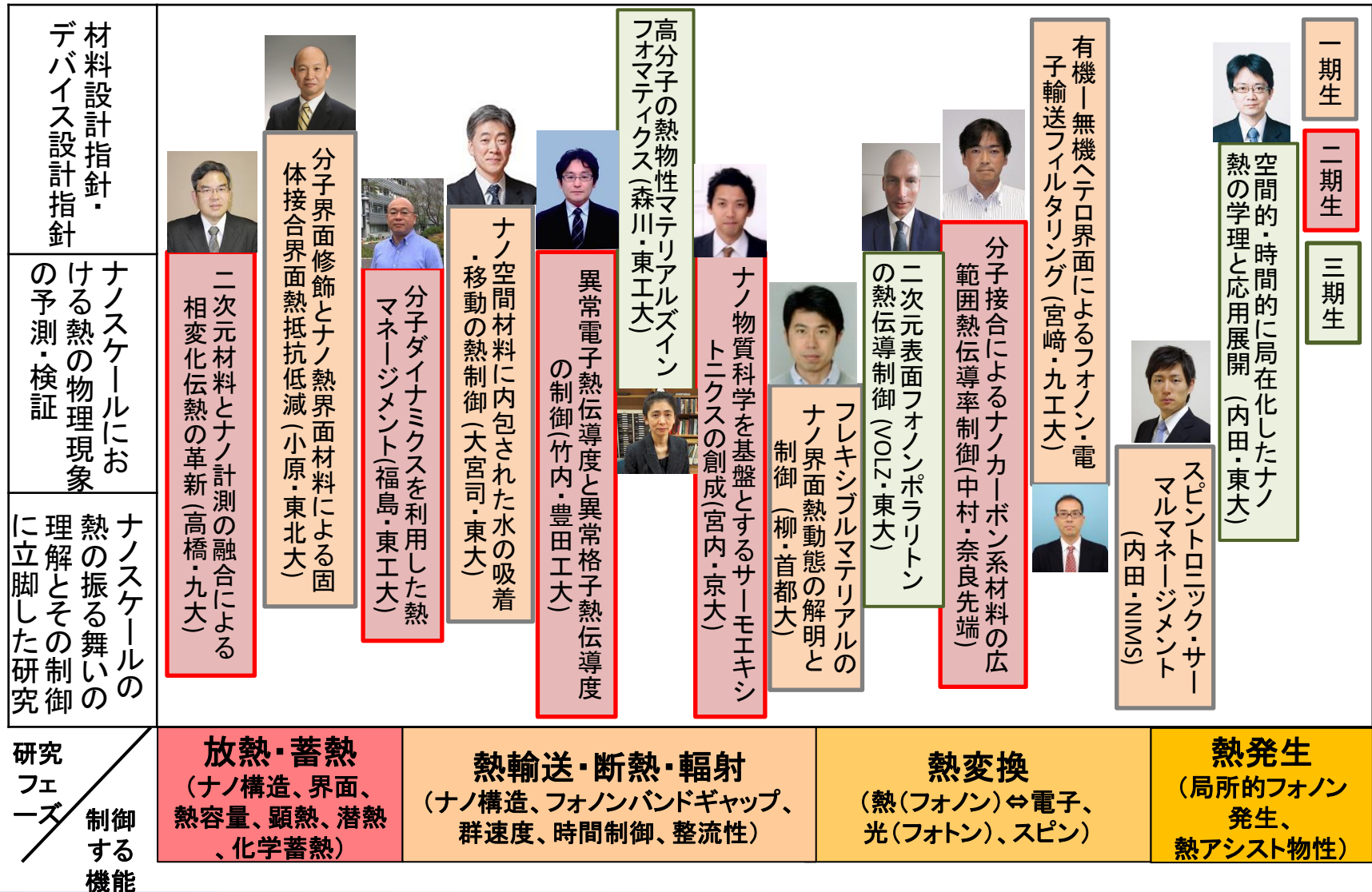


採択合計13研究チーム

採択課題一覧

年度	研究代表者	採択時所属・役職	研究課題	研究費 (百万円)
2017	内田 健一	物質・材料研究機構・グループリーダー	スピントロニック・サーマルマネジメント	278
1期生	小原 拓	東北大学・教授	分子界面修飾とナノ熱界面材料による固体接合界面熱抵抗低減	300
	大宮司 啓文	東京大学・教授	ナノ空間材料に内包された水の吸着・移動の熱制御	286
	宮崎 康次	九州工業大学・教授 (九州大学・教授)	有機－無機ヘテロ界面によるフォノン・電子輸送フィルタリング	243
	柳 和宏	首都大学東京・教授 (東京都立大学・教授)	フレキシブルマテリアルのナノ界面熱動態の解明と制御	290
2018	高橋 厚史	九州大学・教授	二次元材料とナノ計測の融合による相変化伝熱の革新	277
2期生	竹内 恒博	豊田工業大学・教授	異常電子熱伝導度と異常格子熱伝導度の制御	270
	中村 雅一	奈良先端科学技術大学院大学・教授	分子接合によるナノカーボン系材料の広範囲熱伝導率制御	262
	福島 孝典	東京工業大学・教授 (東京科学大学・教授)	分子ダイナミクスを利用した熱マネジメント	285
	宮内 雄平	京都大学・准教授 (京都大学・教授)	ナノ物質科学を基盤とするサーモエレクトロニクス創成	292
2019	Sebastian VOLZ	東京大学・LIMMS Director	Controlling Two-dimensional Surface Phonon Polariton Heat Transfer	257
3期生	内田 建	東京大学・教授	空間的・時間的に局在化したナノ熱の学理と応用展開	336
	森川 淳子	東京工業大学・教授 (東京科学大学・教授)	高分子の熱物性マテリアルズインフォマティクス	288
総研究費(2024年9月1日現在)				3,664

研究領域ポートフォリオ



5-1. [領域運営] 会議開催

年度	会議名	日時	場所	参加
2017	キックオフ会議	11/20 14:00～18:20	JST東京本部別館1階ホール	61名
	1期サイトビジット	12/12,14、1/15,23,26	代表所属機関	—
2018	CREST/さきがけ合同領域会議	6/21 13:00～18:20	JST東京本部別館2階会議室A-1、A-2	83名
	キックオフ会議	11/9 11:00～18:20	JST東京本部別館1階ホール	64名
	1,2期サイトビジット	10/15,25、11/11、 12/6,7,13,25、2/5	代表所属機関	—
2019	CREST/さきがけ合同領域会議	5/16 13:00～18:25 5/17 9:30～18:30 5/18 9:30～17:10	多摩永山情報教育センター	109名
	キックオフ会議	11/22 13:00～18:15	AP市ヶ谷8階	92名
	3期サイトビジット	10/4,18	代表所属機関	—
	1,2期個別面談	12/17,20,23,26 各2h	JST東京本部別館会議室	—
2020	Web領域会議	6/12 10:00～15:30 6/13 10:00～14:30	Zoomウェビナー	131名
	2,3期個別面談	1/25,26,29 各2h	Zoom会議	—
2021	Web領域会議	6/14 10:00～16:00 6/15 10:00～15:00	Zoomウェビナー	169名
2022	Web領域会議	7/8 10:00～16:00 7/9 10:00～15:00	Zoomウェビナー	158 名
2023	2期個別面談	7/10 10:00～17:10	Zoom会議	—
	領域会議	9/29 10:00～16:30 9/30 10:00～16:10	AP西新宿(ハイブリッド開催)	112 名
2024	領域会議	8/13 12:00～18:50 8/14 10:00～16:10	L stay & grow南砂町(ハイブリッド開催)	83 名

5-1. [領域運営] 会議開催

■キックオフ会議、領域会議

- ・新規採択直後にキックオフ会議を実施(3回:2017～2019年度)
- ・各年度の1Qに領域会議実施(4回:2018～2021年度)
全研究チームの進捗状況の報告と議論
- ・対面領域会議では**さきがけ「熱制御」と合同開催**(2回:2018～2019年度)
ポスター展示も併用して研究者間の交流を促進
- ・2020年度以降はWeb会議だが、**地方からの参加者が増加**
- ・**2023年度以降はハイブリッド開催**で、現地参加も再び可能とした
対面での研究に関する議論、意見交換は、各研究者にとって有意義なものとなった

■サイトビジット、個別面談

- ・全チームのサイトビジットにより研究環境を確認
- ・研究進捗を議論する個別チーム面談を必要に応じて実施



2024年度領域会議 会場の様子

5-2. [領域運営] 領域内の研究連携

■ワイヤ状試料の精密熱伝導率測定技術の確立

- ・領域内4チーム(中村チーム、小原チーム、宮崎チーム、高橋チーム)が同一試料によるラウンドロビンテストを実施して各測定法の精度を同定
- ・総括裁量経費で実験費用を支援

■CREST/さががけ「熱制御」の連携

- ・CREST高分子研究会(福島チーム、森川チーム、さががけ村上研究者、澤田研究者)
- ・福島チーム: 界面熱制御用に合成した有機材料を提供
- ・森川チーム: 材料熱特性の精密測定に協力
- ・領域内共著論文(柳チーム・福島チーム)

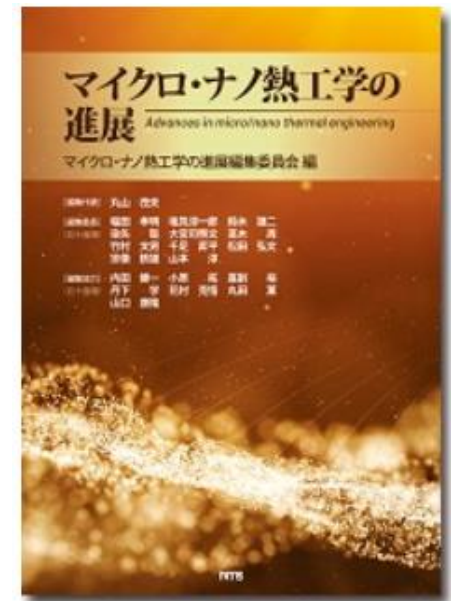
H. Tanaka et al., *Sci Adv*, 6, 7 (2020)

H. Ito et al., *Comput. Phys. Commun.*, 4, 8 (2021)

■「マイクロ・ナノ熱工学の進展」書籍発行

- ・研究総括が編集代表者となり、当領域の研究者が多数参加(内田健一、大宮司、山本、菊川、小原、宮内、山口、宮崎、竹内、福島、森川、八木、他)して、研究成果をまとめた書籍を発行

第1・2編では基礎編として、マイクロ・ナノ領域での熱物質移動現象の特性を明らかにするとともに、その理論的背景や解析手法、計測手法等を解説。第3～5編では応用編として、最近の研究進展が目覚しいナノ材料、デバイス、計測技術について解説。



5-3. [領域運営] 海外連携の促進

■シンポジウムやワークショップの開催促進

- ・国際強化支援制度の活用によるワークショップ等の開催支援
- ・国際学会等の開催案内周知による投稿促進
- ・コロナ禍でもWeb会議により海外連携を継続

実施年度	会議名	参加国	CREST講演者(延べ)
2017-2021	Workshop on Thermal and Charge Transport across Flexible Nano-interface(TCTFN)	シンガポール、中国、米国、欧州	12名
2018-2022	フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム	欧州、米国	14名
2019	トポロジカル物質とスピントロニクス研究分野の融合研究に向けた国際WS	米国(プリンストン大)	1名
2020	伝熱マテリアルズ・インフォマティクスに関する日米合同ワークショップ	米国、シンガポール	3名
2023	The 10th US-Japan Joint Seminar on Nanoscale Transport Phenomena	日本、米国	13名



JST・プリンストン大学共催ワークショップ

5-3. [領域運営] 海外連携の促進

◆Workshop on Thermal and Charge Transport across Flexible Nano-interface(TCTFN)

本ワークショップでは、分子、ポリマー、ナノ材料、ナノ構造システムなどのファンデルワールス接触等における柔軟なナノ界面における熱輸送と電荷輸送を取り扱う。シンガポール、中国、米国、欧州等から研究者が参加。

◆フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム(第54回～第67回)

フラーレン・ナノチューブ・グラフェンを中心としたナノカーボンと原子層のナノサイエンス・テクノロジーに関するワークショップ。2018年から、年2回のペースで国内開催。

◆JSTと米国プリンストン大学との共催ワークショップ(The Future of Topological Materials)

(2019年10月2日(水)～10月5日(土)、米プリンストン大学・プリンストン理論科学センター)

世界各国からトポロジカル材料、グラフェン、熱輸送、スピントロニクスなど分野の著名研究者を集め、JSTとプリンストン大学による共催ワークショップを開催。さががけ「トポロジー」領域、CREST「二次元」領域、CREST・さががけ「熱制御」領域も加え、計4領域の研究者14名が講演を行った。

◆NSF-JST共催シンポジウム(Thermal Transport, Materials Informatics and Quantum Computing)

(2020年3月22日(月)～3月25日(木)、米ノートルダム大)

最近の人工知能(AI)を活用して熱輸送をさらに進歩させ、望ましい特性を持つ熱材料を体系的に開発する「材料設計工学」を促進が目的。日、米、シンガポールから参加した17名が講演、CREST「熱制御」からは3名が講演

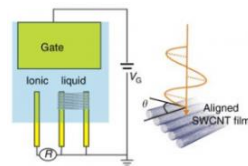
◆第10回日米ナノスケール輸送現象合同セミナー(The 10th US-Japan Joint Seminar on Nanoscale Transport Phenomena) (2023年7月16日(日)～7月19日(水)、米UCサンディエゴ)

熱伝導、熱輻射とフォトンクス、アプリケーション/デバイス、流体/相変化、磁性/フォノン、熱輸送など、ナノスケールの熱および物質輸送現象の分野における未解決の科学技術問題を図ることを目的として開催。米国から51名、日本から48名が参加。CREST「熱制御」からは13名が講演を行っている。

5-3. [領域運営] 海外連携の促進

■ 海外契約、海外研究参加者、派遣、招へいによる海外交流

- ・柳チーム: 米ライス大・河野教授との**主たる共同研究者契約**でCNT熱電性能向上へ



K. Yanagi *et al.*, “Intersubband Plasmons in the Quantum Limit in Gated and Aligned Carbon Nanotubes,” *Nature Communications* (2018)

- ・森川チーム: 豪スウィンバン工科大、独アーヘン工科大、米ノートルダム大等
海外の研究参加者により高分子データベース構築へ
- ・派遣、招へい: 国際強化支援制度だけでなく、期中に**総括裁量経費**でも支援

期間	担当研究者	招聘/派遣	国際強化支援
2019/11/1	宮崎 康次	招聘(WS)	Chris Dames UC Berkeley(米) Jeff Blackburn 国立再生エネルギー研(米)
2019/7/20-8/7	高橋 厚史	招聘	Xiulin Ruan Purdue大教授(米)
2021/2/21-3/18	高橋 厚史	招聘	Laurent Joly(リヨン第1大学)／大阪大学
2021/9/27-10/1	柳 和宏	派遣	ICFPE2021/特別セッション・招待講演(8名)
2022/6/4-8/12	塩見 淳一郎	招聘	Luo Tengfei(University of Notre Dame, 教授)

5-3. [領域運営] 若手研究者の育成

■若手研究者の海外研究期間への派遣

- ・海外研究機関での研究経験による研究活動の活発化、海外ネットワーク構築
- ・国際強化支援制度だけでなく、期中に総括裁量経費でも支援

期間	担当研究者	派遣者	派遣先
2018/8/20-9/30	柳 和宏	Nguyen Thah Cuong(研究員)	MIT(米)
2018/12/3-12/27	柳 和宏	田中久暁(助教)	Dongguk大学(韓国)
2019/5/7-11/1	高橋 厚史	手嶋 秀彰(博士学生)	Waterloo大学(カナダ)
2019/10/16-11/15	小原 拓	SURBLYS Donatas(助教)	ダルムシュタット工科大学(独)
2022/7-2022/12	森川 淳子	Felix Jiang(博士学生)	アーヘン工科大学(独)
2023/11/2-3/1	山口 康隆	楠戸宏城(研究員)	リヨン第1大学(仏)
2022/4/11-9/27 2023/2/14-3/10	柳 和宏	蓬田陽平(助教)	ハイデルベルグ大学(独)
2022/8/14-8/27 2023/2/20-2/27 2023/3/4-3/13	柳 和宏	細川裕矢(博士学生) 齋藤滋輝(博士学生) 大元幹人(博士学生)	ハイデルベルグ大学(独)

5-4. [領域運営] 予算配分

■採択時予算

- ・領域内のハブとなる、界面熱特性の数値計算法と実験計測法を研究課題に含む小原チームに**重点配分**

■総括裁量経費

- ・採択時に研究課題当たり2～3千万円程度の総括裁量予算枠を確保
- ・海外連携や領域内連携の促進に**優先的に配分**
- ・研究者雇用やシステム運用など、継続的な予算手当が必要な研究促進提案に対して、**複数年増額支援**で対応(全13件)

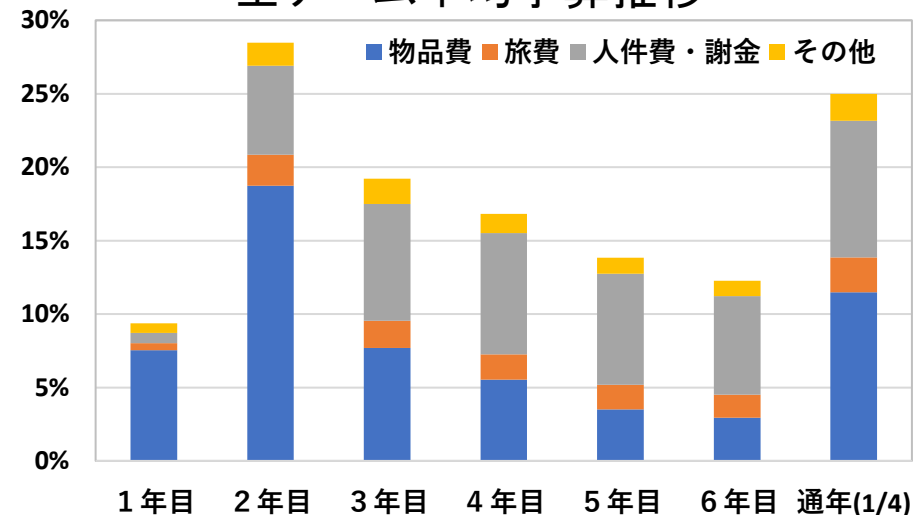
【内田健一、内田建、宮崎、VOLZチーム共同】第一原理熱伝導計算によるフォノン非調和物性データベースを構築と運営(4年間)

【柳チーム】理論解析研究グループを主たる共同研究者に追加(3年間)

【宮内チーム】太陽熱発電の研究テーマ拡充する為の費用(4年間)

他多数

全チーム平均予算推移



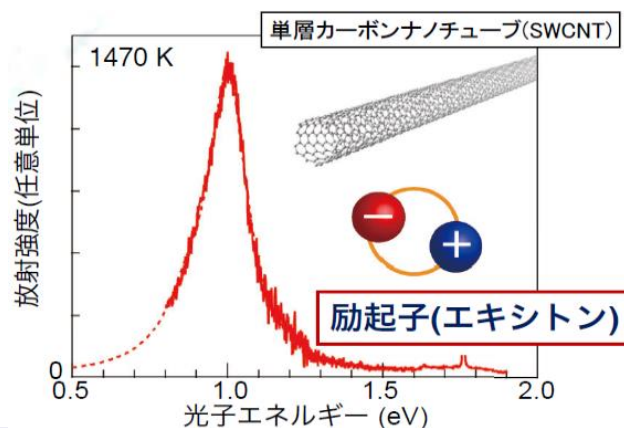
5-5. [領域運営] 特許化推進

■特許ネタ探し

- ・JST知財部門担当者が領域会議に参加して、研究活動報告より特許候補技術を抽出し、研究者にフィードバック

■特許化支援

- ・特許候補案件に対して、知財部門にて**先行技術調査を実施**して研究者に提示
中村チーム: CNTを用いた新規アプタマーの製作方法
竹内チーム: 熱スイッチ等非相反熱制御の特許マップ提示
- ・大学出願不可特許の**JSTよりの出願支援**
宮内チーム: CNT熱励起子による高効率な非平衡熱放射の利用



5-6. [領域運営] 研究進捗管理

■研究チーム体制の見直し

- ・小原チーム：研究開始当初は8グループで構成し、領域のハブとなる測定法等の課題も含まれるため委託研究費も重点配分を行った。しかし、2年次が経過した時点で、手がける研究内容が発散する傾向となったため、指導により熱界面材料(TIM)開発関係のテーマを集約し、2グループの活動を中止して6グループに再編した。
- ・柳チーム：研究開始当初は、実験や評価を中心とする4グループで構成したが、2年目から海外の材料開発研究者を加えて5チーム体制とした。その後、材料開発の進展により理論面の増強が必要となったので、総括裁量経費による予算増額支援で、4年目から宮内チームの共同研究者を新たなグループとして加え6チーム構成に再編した。

■個別チーム対応による管理

- ・目標に対して進捗のかんばしくない研究チームに対しては、個別チーム面談の場においてテーマの見直しや、今後の研究方針の議論を実施した。成果目標未達であっても、課題点や改善点については明確することを期待している。
- ・総括裁量経費による増額希望については、進捗・成果を加味して優先度を付けた配分を実施している。

6. 成果発表件数

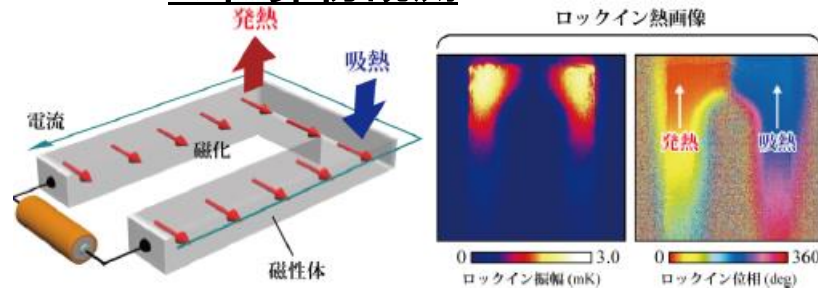
(招待講演数)

採択年度	研究代表者	論文		特許出願		口頭発表	
		国内	国際	国内	海外	国内	国際
2017年度	内田 健一	0	83	9	0	76(30)	35(26)
	小原 拓	0	40	3	1	94(12)	39(11)
	大宮司 啓文※	0	70	1	2	169(10)	83(20)
	宮崎 康次	0	15	2	0	59(11)	41(11)
	柳 和宏※	1	112	2	0	225(46)	252(63)
2018年度	高橋 厚史	3	64	1	0	192(37)	97(55)
	竹内 恒博	7	207	9	2	441(29)	181(37)
	中村 雅一	12	15	0	0	61(13)	24(10)
	福島 孝典※	8	169	3	1	505(77)	170(66)
	宮内 雄平	1	43	2	0	131(38)	70(29)
2019年度	Sebastian VOLZ	0	33	0	0	14(2)	34(18)
	内田 建	4	95	2	0	153(22)	34(11)
	森川 淳子	2	94	0	0	286(113)	86(39)
研究領域全体		38	1040	34	6	2406(440)	1146(396)

※ 1年延長課題

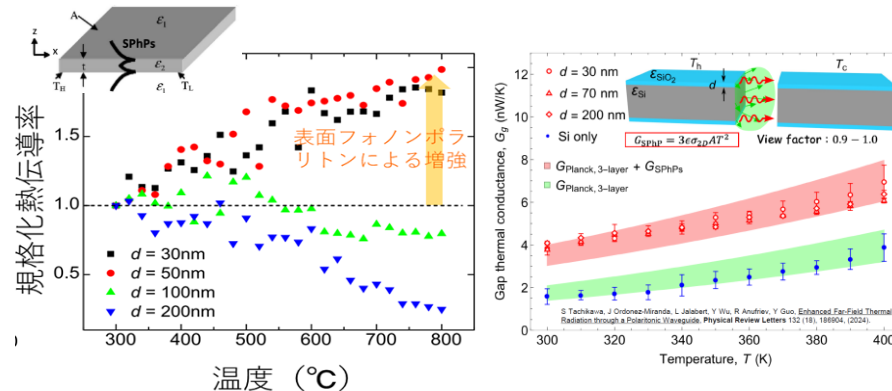
7-1. [研究例] バルクや固体表面の物理

内田健一チーム：異方性磁気ペルチェ効果 の世界初観測



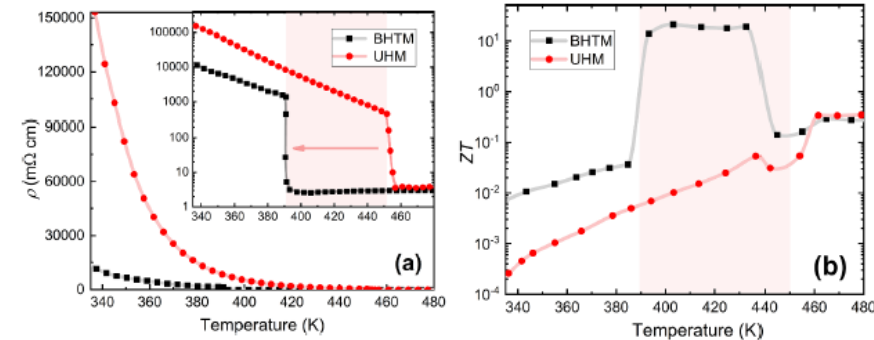
◆スピンによる熱制御(異方性ペルチェ効果、異常エッチングスハウゼン効果など)について、新しいコンセプトを実証

VOLZチーム：二次元表面フォノンポラリトン



◆表面フォノンポラリトンによる熱伝導増強効果の実証

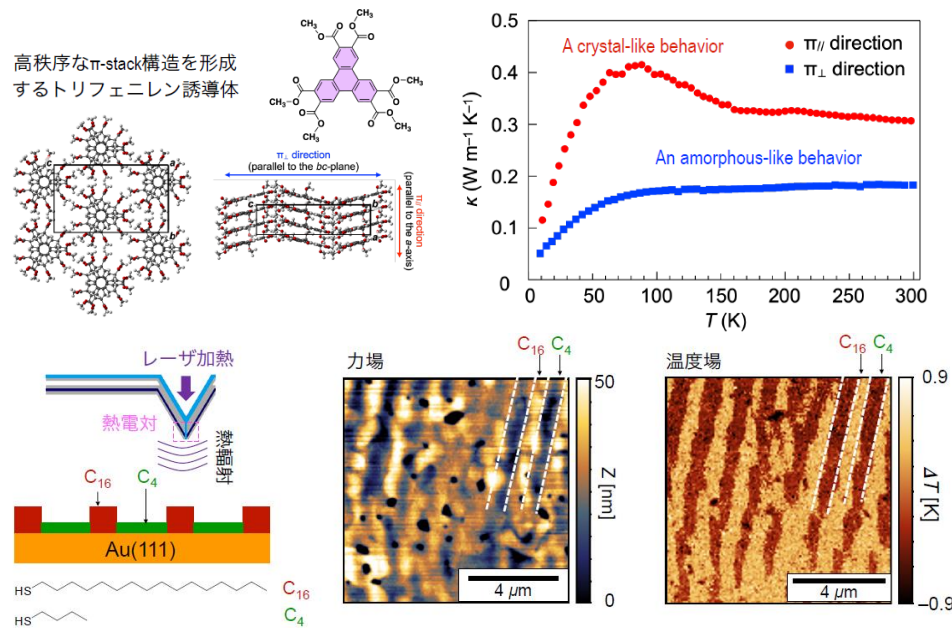
竹内チーム：高性能熱電材料の開発 (Ag, Cu)₂S



◆異常電子熱伝導度と異常格子熱伝導度の制御
◆バイアス電圧の印加により1000%以上の熱流変化を示すスイッチング素子
◆磁場により熱伝導度が約50%減少する材料
◆370~410 Kの範囲において巨大な無次元性能指数($ZT = 20$)を示す熱電材料の開発に成功

7-2. [研究例]有機材料や高分子材料の熱輸送

福島チーム: π -stack構造の熱伝導への寄与

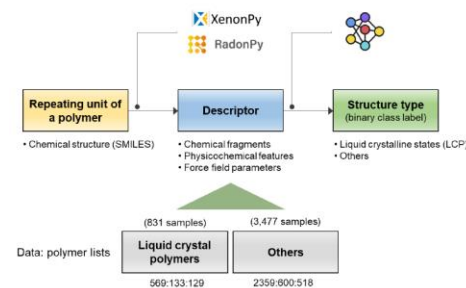


- ◆ π -stack構造の熱伝導への寄与メカニズムの明示
- ◆単分子接合の量子熱伝導予測手法の開発
- ◆SThM(Scanning Thermal Microscopy)による自己組織化単分子膜(SAM)熱伝導性イメージング

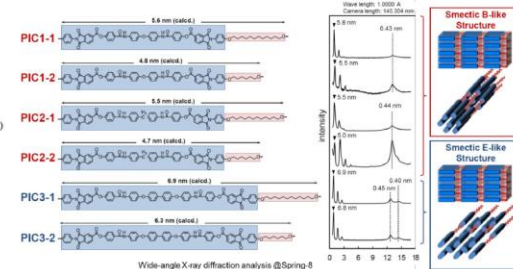
森川チーム:高分子の熱物性マテリアルズインフォマティクス



液晶高分子を設計する機械学習ワークフロー



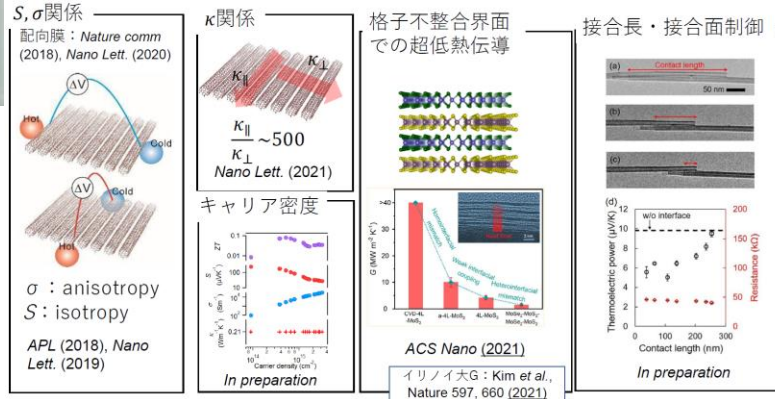
機械学習により発見された世界初の液晶高分子



- ◆全原子分子動力学・第一原理計算に基づく高分子材料系の計算機実験を完全に自動化するソフトウェアRadonPyを開発
- ◆XenonPyを構築、高分子設計アルゴリズムを設計・適用することで、高熱伝導高分子液晶や屈折率等の経験的限界性能を超える光学系高分子を発見
- ◆液晶性ポリイミドの化学構造を包括的に特定、6種類の新規ポリマーを合成、液晶性構造の形成、高熱伝導率($0.722 \sim 1.26 \text{ W m}^{-1} \text{K}^{-1}$)を実現

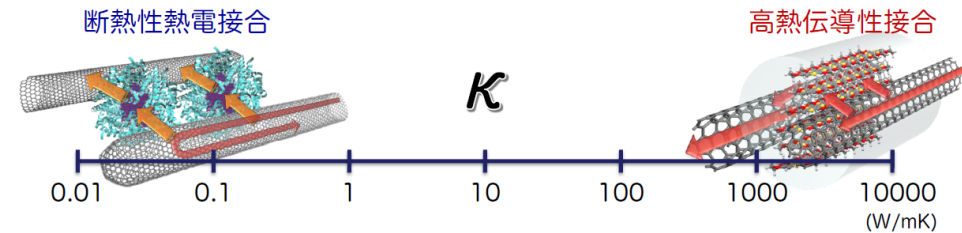
7-3. [研究例]低次元材料や低次元複合材料

柳チーム: フレキシブルマテリアル ナノ界面熱制御



- ◆フレキシブルマテリアルの電気伝導 σ および熱起電力 S の関係の系統的な解明や次元性の違いがもたらすトレードオフの破れの提案
- ◆電子顕微鏡内での熱輸送の可視化
- ◆1次元半導体型材料における熱電物性の次元性の発現の解明
- ◆単層カーボンナノチューブ薄膜の熱伝導率のキャリア注入依存性の解明とZT値の評価

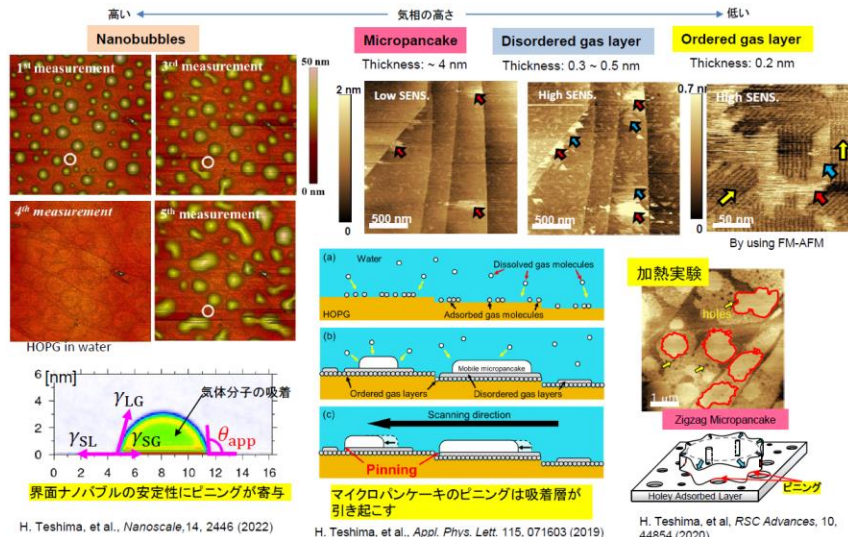
中村チーム: 分子接合によるナノカーボン系材料の広範囲熱伝導率制御



- ◆ナノカーボン系に有機あるいはハイブリッド分子による接合を形成し、高い電気伝導性を保ちつつ熱伝導率を5桁にわたって制御
- ◆タンパク質分子接合によってCNT紡績糸長手方向熱伝導率は約1/10に、薄膜厚さ方向では約1/100に熱伝導率が抑制されることを確認
- ◆自立CNTリボンの作製法を開発。薄膜化により世界最高レベルの熱伝導率と比熱伝導率が得られることを実証

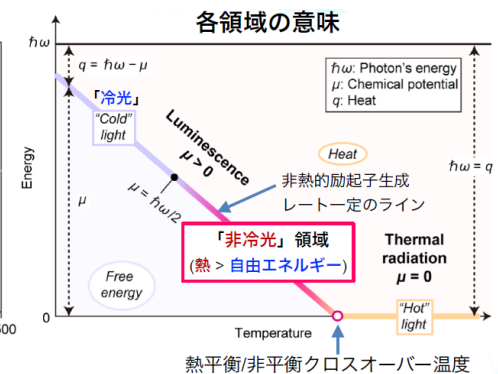
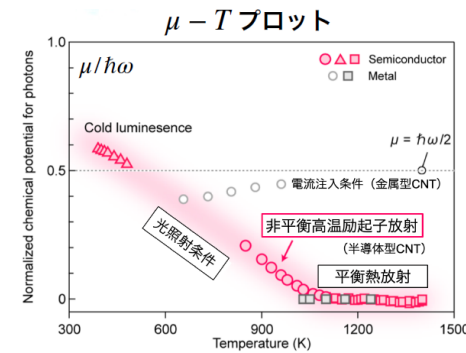
7-4. [研究例]相変化やふく射熱輸送制御

高橋チーム： 界面ナノバブルとピンング



- ◆ 固液界面や接触線近傍の物理機構の解明
- ◆ 2次元材料層内のウォーターポケットのTEM観察、液中AFM観察
- ◆ 化学的な欠陥に起因するピンング力を固液界面張力と関連付けて定量的に見積ることに成功

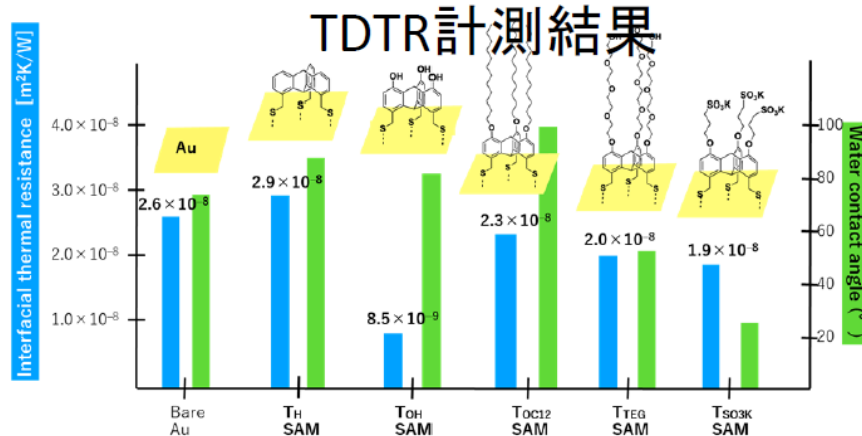
宮内チーム： 高温非平衡励起子放射現象の観測と解明



- ◆ サーマエレクトロニクス の提唱
- ◆ 単一架橋CNTにおける高温非平衡励起子放射現象の観測と解明
- ◆ 励起子効果を用いた太陽熱光起電力発電技術の発明 → 太陽光スペクトル変換素子への展開

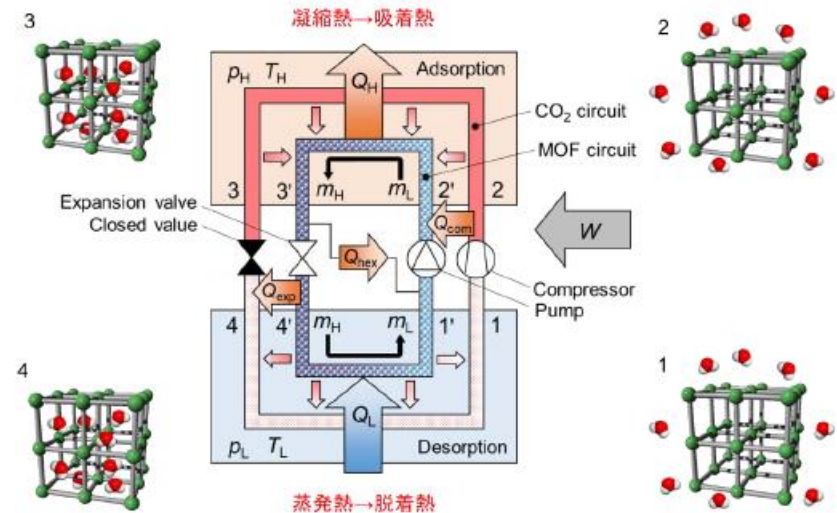
7-5. [研究例]熱界面材料と熱電変換デバイス

小原チーム：フォノン熱輸送計測



- ◆固液界面の熱輸送や、分子修飾界面の熱抵抗、凹凸面での濡れ性などに関する分子動力学法シミュレーションによる界面熱抵抗の物理モデル構築
- ◆TDTR(時間領域サーモリフレクタンス)法によるSAM界面における熱輸送特性の測定に成功

大宮司チーム：ナノ空間材料によるヒートポンプ

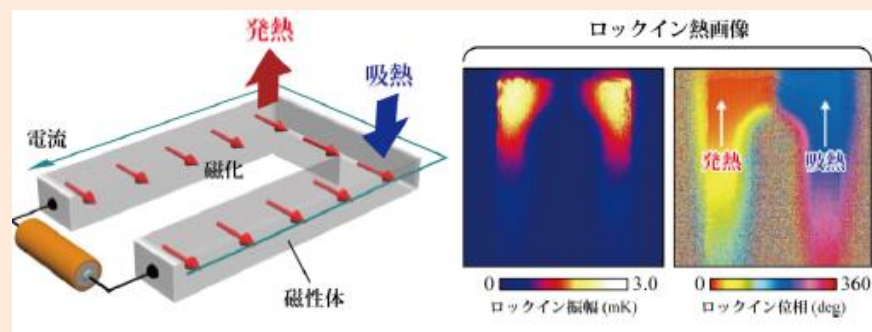


- ◆ナノポーラス金属錯体(MOF)が、親水性ナノ空間材料と比べ、毛細管凝縮・毛細管蒸発時の吸着・脱着速度が速いことを明らかにした
- ◆MOFへの吸着・脱着により動作する新しいヒートポンプを提案
- ◆MOFをコーティングしたフィンチューブ型熱交換器を民間企業と共に開発

8. プレス発表例

内田 健一チーム

異方性磁気ペルチェ効果の世界初の観測

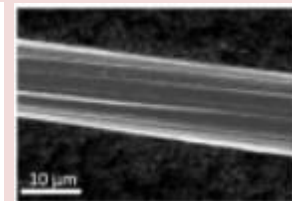
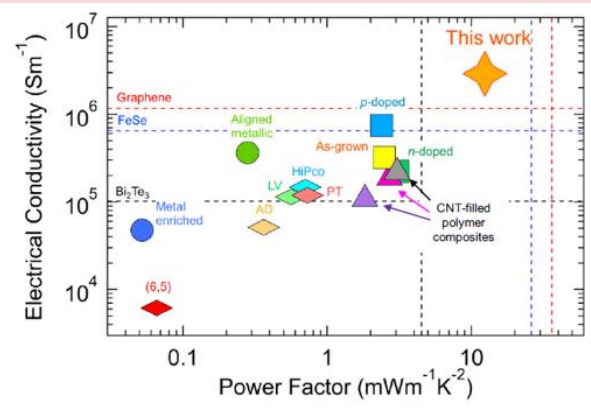


Nature **558**, 95–99 (2018)

NHKニュース、日本経済新聞等で報道

柳 和宏チーム

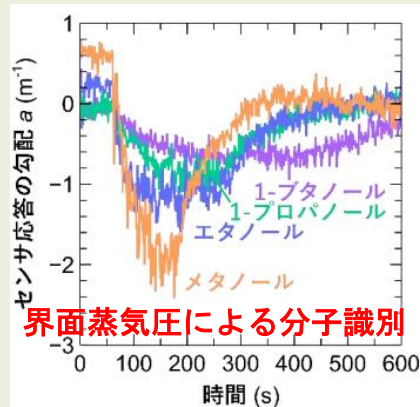
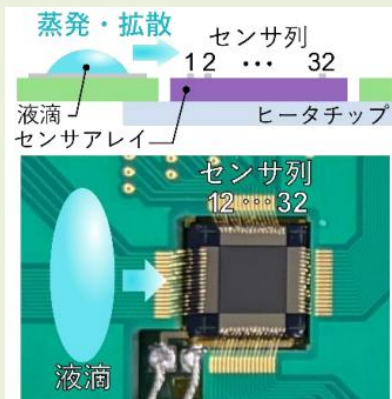
カーボンナノチューブで大きな熱電性能実現



Nature Communications **12**, 4931 (2021)

内田 建チーム

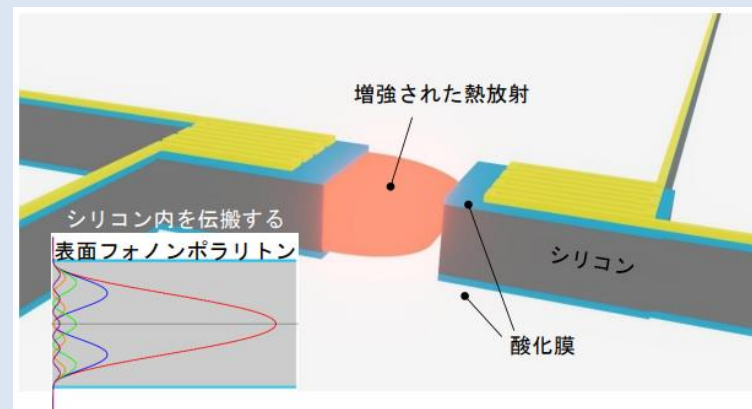
1024 個の堅牢な分子センサを 1 チップに集積化



ACS Sensors, **7**, 2 (2022)

S. VOLZチーム

シリコン膜からの熱放射の倍増に成功



Phys. Rev. Lett. **132**, 186904 (2024)

9. 総合所見

■ 科学技術イノベーション創出

- ・ナノスケール熱動態という研究領域で工学と理学分野との連携が格段に進み、熱移動の体系化と学理の構築が進んでいることは意義深い。
- ・学理構築を他分野の研究者がツールとして利用できる形までの一般化が今後の課題となる。

■ 所感

- ・分野融合や境界領域の研究を促進することは、想像以上に難しい。分野ごとの慣習の差異や、分野ごとに研究の評価基準にも配慮が必要。
- ・いくつかのサブピックに対する複数チームの連携というスタイルでの共同研究が進んでいる。ナノスケール熱動態をすこしシャープな材料系や物理に絞り込んだ戦略目標があっても良い。例えば、「低次元ヘテロ材料界面における熱動態の制御とデバイス開発」。

ご静聴ありがとうございました。