

平成30年度 学術研究助成金〔社会実装研究〕実績報告書

平成 31年 4月 18日

日 本 大 学 学 長 殿

氏 名 中 野 和 典



所属・資格 工学部・教授

下記のとおり報告いたします。

実施研究所 工学部 工学研究所

1 研究課題 小規模市町村の下水処理をグリーン化する「ロハスの花壇」の社会実装研究		
2 研究期間 ◎平成29年度～平成30年度 ◎平成30年度		
3 研究組織		
氏 名	所属部科校・資格	役割分担
○研究代表者 中野 和典	工学部・教授	モデルケース(1)～(4)の実証試験を遂行し、各評価項目に必要な水質分析等を担当するとともに、研究全体を統括する。
○研究分担者 橋本 純	工学部・教授	試験装置の設計を担当するとともに、モデルケース(1)～(4)の実証試験の遂行に伴う試験装置の運営を担当し、維持管理におけるノウハウや改善策の検討を担当する。
連携組織 組織名		役割分担
郡山市上下水道局		モデルケース(1)～(4)の実証試験用地を湖南浄化センターに確保し、下水や下水汚泥を提供するとともに、行政の立場より総合的な観点でのインフラとしての有効性や合理性の評価を担当する。

※ホームページ等での公開の(可)・否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい

実施研究所：工学部工学研究所

氏名：中野 和典

4 研究目的

研究の全体構想及び本研究の具体的な目的について記述してください。

本研究構想のゴールは、「ロハスの花壇」を多機能な代替下水道（または浄化槽）として、30年後の小規模市町村に普及させ、低炭素・循環型社会を実現することである。

国土交通省の長期展望によれば、現在1万人以下の人口の市町村の人口は2050年には半分以下になる。人口規模・密度の低下は住民一人あたりの行政コストを増加させるため、多くの小規模市町村において、浄化槽や下水道施設の維持・更新が難しくなることが懸念されている。一方で、気候変動の影響が顕在化しつつあり、今後のインフラの整備や維持管理には、地球温暖化の緩和と適応の両立が求められている。つまり人口減少社会に耐える費用対効果のみならず、低炭素かつ高いレジリエンス（災害に適応できる柔軟なしなやかさ）を有するインフラの導入が必要とされている。

このような気候変動と人口減少問題に直面する次世代の小規模市町村の下水処理に対する切り札となるのが、「ロハスの花壇」である。緑化施設や農地を活用して下水処理を行う「ロハスの花壇」では、緑化施設や農地に必要な水と肥料が下水によって賄われる。つまり水質浄化だけでなく、緑化の機能（景観形成・大気浄化・抗ヒートアイランド）や農業生産機能を併せ持つグリーンインフラとなる。運用に要する動力は下水を汲み上げる揚水ポンプだけであり、再生可能エネルギーだけで駆動するエネルギー自立インフラとなる。さらに、ユーザーである住民が維持管理可能な簡易システムであることから、高いレジリエンスを有する持続可能なインフラとなる。人口減少によって増加しつつある遊休地の有効利用の観点からも、「ロハスの花壇」の適用は極めて合理的である。

このように多機能なグリーンインフラとしての「ロハスの花壇」の有効性と合理性を国土交通省等の関係省庁や全国の小規模市町村の自治体にデモンストレーションすることが、本社会実装研究の目的であり、郡山市下水道部と連携して「ロハスの花壇」の実証試験を下水処理場で実施する。

5 現在までの達成度

当初の研究目的に対する達成度について、以下の区分より自己評価を行ってください。

<区分> ①当初の計画以上に進展している。②概ね順調に進展している。③やや遅れている。

(区分 ②) ・ (達成度 70%)

※研究期間全体（2年計画の場合は2年間）を100%としてください。

6 当該年度の実施状況の概要

次の点について、具体的かつ明確に記述してください。

- ①当初の研究計画、具体的なマイルストーンに対する進捗状況
②進捗上の問題点と今後の対策

① 当初の研究計画、具体的なマイルストーンに対する進捗状況

実証実験施設の設置について

本研究では、下水処理を行う人工湿地と緑化施設を組み合わせた「ロハスの花壇」の実証試験を実用規模で行うため、スケールアップした「ロハスの花壇」を湖南浄化センター（郡山市）に設置し、実際の下水や下水汚泥を投入する浄化処理を行い、その性能や多機能性を実証することを計画していた。2018年度に設置した3段のろ床で構成されるロハスの花壇（総ろ床面積108m²）に続き、今年度はモデルケース(4)「下水汚泥の肥料化に特化するケース」を実施する施設として温室を伴った1段のろ床で構成されるロハスの花壇（ろ床面積36cm²）を設置する工事を実施し、10月末に竣工した。

実証実験内容と進捗状況について

当初の研究計画では、条件が異なるロハスの花壇により、4つのモデルケースについて実証する予定であった。モデルケース(1)「下水処理に特に高度な処理水を求めないケース」では安価なる材（砂利、砂）のみで構成される処理区による検証を、モデルケース(2)「下水処理に特別に高度な処理水を求めるケース」では機能性ろ材（ゼオライト、ケイ酸カルシウム、活性炭）を組み合わせた処理区により検証を行う予定であった。これら2つのモデルケースの実証実験は2017年8月10日以降、当初計画の通り、毎月定期的に水質浄化性能を把握するための採水と水質測定を実施し、実証実験の目的を果たすことができた。一方、モデルケース(3)「排水ゼロのゼロエミッションを追求するケース」については、予算の制約によりモデルケース

を検証するための装備を備えたロハスの花壇を設置できなかったため、計画を変更し、実施しないこととした。モデルケース(4)「下水汚泥の肥料化に特化するケース」については、温室を伴ったロハスの花壇の竣工が遅れたため、今年度だけでは十分な検証期間を確保することができなかった。引き続き湖南浄化センターにおいて実証実験を継続する(湖南浄化センターの敷地を使用する)許可は郡山市上下水道局から得ており、今後も実証実験を継続することで、当初計画で目指した処理可能な下水汚泥量の限界量の検証、運用に必要な維持管理作業や動力の費用対効果の検証、生成する堆積物の肥料として有用性の検証を果たす予定である。

実証実験成果の社会発信について

2018年8月28日には郡山市役所で、9月18日には湖南町公民館で、本プロジェクトの成果や進捗状況について行政関係者や地元住民に説明する中間報告会を開催し、郡山市役所での中間報告会については地元地方紙である福島民報によって新聞報道された。2018年9月10日には、日本水環境学会東北支部人工湿地研究会が主催する人工湿地ワークショップの現地視察先として、本社会実装研究で設置した湖南浄化センターのロハスの花壇を開放し、50名を超える水処理の専門家が実証実験施設を視察した。地元住民による植栽活動は2018年11月14日に実施し、住民が楽しむ花壇としてチューリップの球根や菜の花の種を植え付けるイベントを開催した。さらに施設の更新時期を迎えつつある地方の小規模下水処理場(農業集落排水施設)の次世代システムとして本プロジェクトで提案するロハスの花壇の有効性を論じた論文が水処理技術の専門誌(用水と廃水)に掲載され、本社会実装研究の展望を社会に発信することができた。

以上のように、予算の都合によりモデルケース(3)「排水ゼロのゼロエミッションを追求するケース」の検証を中止したこと及びモデルケース(4)「下水汚泥の肥料化に特化するケース」の検証が遅れていることを除けば、当初計画に沿って実証実験を進めることができた。また、地元住民が参加した植栽活動や郡山市役所及び湖南町公民館で開催した中間報告会を通して、ロハスの花壇による下水処理の実証実験の地元自治体や地元住民への周知は出来たとと言える。1件ではあるが、水処理の専門家を集めた見学会が開催され、水処理の専門誌にも本社会実装研究の展望を述べた論文を掲載することができたことから、関連する学術分野の専門家への周知もある程度達成されたと言える。このように実証実験施設を設置し、実証データの蓄積を図るとともに自治体や社会へのデモンストレーションを進めることができおり、達成度は概ね順調に進展していると言える。

② 進捗上の問題点と今後の対策

ロハスの花壇の社会実装先は自治体が管理する下水処理場であり、行政関係者に受け入れてもらう必要がある。その障害は前例がないことであり、湖南浄化センターの実験施設を土台として社会実装の前例を創ることが求められる。有望な社会実装先として、30基の風力発電が並ぶ猪苗代湖が見下ろせる高原一面にヒマワリが咲き、ピーク時には1日3000人の観光客が押し寄せる布引高原(郡山市湖南町)を想定している。現在の布引高原のトイレは汲み取り式であり、このトイレ排水を浄化処理するロハスの花壇をヒマワリ畑を活用することで実現すれば、トイレの維持管理費の削減かつ資源循環の実現かつ廃棄物がなくなることによる低炭素化を両立する先導的なグリーンインフラとして布引高原の新たな名物となることが期待できる。社会実装を実現するためには、そのようなトイレシステムの設置を地元住民が希望し、地元住民から市長や市会議員への陳情などを通じて、郡山市が設置予算を計上することが必要である。そのような流れを実現することを目指し、引き続きロハスの花壇での実証実験を継続しながら以下の3点を念頭としたイベントを実施して行く予定である。

- ・下水を有効活用した緑化施設として地域住民が湖南浄化センターに親しみをおぼえるような参加型のイベント(花の植栽活動や収穫活動)を引き続き開催する
- ・郡山市の小中学校の環境教育やエコツーリズムの場として湖南浄化センターが多目的に利用されるようなきっかけを創造して行く
- ・湖南浄化センターでの取り組みが、グリーンインフラの先例として国・県・市町村の行政担当者や企業(汚水処理、造園、デベロッパー)の開発担当者の視察先となるように活動を継続する

実施研究所名：工学部工学研究所	氏名：中野 和典
-----------------	----------

7 学会発表等 当該年度における研究成果の発表状況（学会発表、成果物展示、プレス発表等）について記入してください。 要旨集の抜き刷り、発表原稿のコピー等及び発表したことがわかるものを添付してください。						
発表者名	学会、発表会名等	発表テーマ			発表年月	
中野和典	平成30年度グランドカバー・ガーデニング共同研究会講演会（公益財団法人都市緑化機構）	水を浄化する花壇の開発 ～自然の浄化機能とその活用～			2018年6月	
中野和典	第5回サステナブル地域づくりフォーラム 持続可能で自立した地域づくりを目指して	ロハスの花壇による汚水処理施設のグリーンインフラ化を目指して			2018年7月	
中野和典	下水道を考える ～郡山市と日本大学工学部との連携協定による実証実験「ロハスの花壇」中間報告会	ロハスの花壇の実証実験成果報告			2018年8月	
中野和典	第13回人工湿地ワークショップ 研究事例発表会	基調講演「生活排水を浄化処理する花壇型人工湿地の開発 ～ロハスの花壇による下水処理のグリーン化の推進～」			2018年9月	
中野和典	日本水処理生物学会第55回大会 排水・環境水研究集会	花壇型人工湿地による汚水処理のグリーンインフラ化を目指して			2018年11月	
吉田終平、中野和典	平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会	人工湿地のろ材の組み合わせが下水浄化性能に及ぼす影響			2019年3月	
鈴木 援、中野和典	平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会	重層型人工湿地の下水浄化性能の評価			2019年3月	
中野和典	「今後の社会実装を考える」シンポジウム	小規模市町村の下水処理をグリーン化する「ロハスの花壇」の社会実装研究			2019年3月	
8 著書・雑誌論文 当該年度における研究成果の発表状況（学会発表、成果物展示、プレス発表等）について記入してください。 著書・雑誌・抜き刷り等を添付してください。コピーの場合は掲載されたことが客観的にわかるものを添付してください。						
著者・執筆者	著書名・雑誌名／論文名	巻・号	年月	出版社・発行所		
中野和典	用水と廃水／重層型人工湿地の導入による既存汚水処理施設のグリーンインフラ化、	60巻 7号	2018年 7月	産業用水調査会		
9 本研究課題に関するその他の発表（新聞、一般雑誌掲載等）						
郡山市役所において開催したロハスの花壇の実証試験の中間報告会についての記事が、2018年8月31日の福島民報に掲載された						
10 その他の成果						
<ul style="list-style-type: none"> ・本プロジェクトの成果や進捗状況について行政関係者や地元住民に説明する中間報告会を2018年8月28日には郡山市役所で、9月18日には湖南町公民館で開催した。 ・本研究により湖南浄化センターに設置した実証試験施設であるロハスの花壇の見学会を第13回人工湿地ワークショップのテクニカルツアーとして開催した（2018年9月10日） ・近隣住民を参加対象者としたロハスの花壇へのチューリップおよび菜の花の植栽イベント実施した（2018年11月14日）。 						
11 本研究課題による知的財産権の出願・取得状況						
名称	知的財産の種類	発明者 (考案者・創作者)	権利者	出願・登録番号	出願年月日	取得年月日

実施研究所：工学部工学研究所

氏名：中野 和典

1.2 今後の計画

実用化までの今後の計画について、当初計画からの変更点をふまえて記載してください。

実証実験について

引き続き湖南浄化センターにおいて実証実験を継続する（湖南浄化センターの敷地を使用する）許可は郡山市上下水道局から得ており、モデルケース(1)「下水処理に特に高度な処理水を求めないケース」、モデルケース(2)「下水処理に特別に高度な処理水を求めるケース」、モデルケース(4)「下水汚泥の肥料化に特化するケース」について実証実験を継続し、特に当初計画で目指した処理可能な下水汚泥量の限界量の検証、運用に必要な維持管理作業や動力の費用対効果の検証、生成する堆積物の肥料として有用性の検証を果たす。

ロハスの花壇の社会実装先は自治体が管理する下水処理場であり、行政関係者に受け入れてもらう必要がある。その障害は前例がないことであり、湖南浄化センターの実験施設を前例に準じるケースとして視察先として公開し、行政関係者への周知を図る。そのような狙いにより、引き続きロハスの花壇での実証実験を継続しながら以下の3点を念頭としたイベントを実施して行く予定である。

- ・下水を有効活用した緑化施設として地域住民が湖南浄化センターに親しみをおぼえるような参加型のイベント（花の植栽活動や収穫活動）を引き続き開催する
- ・郡山市の小中学校の環境教育やエコツアーリズムの場として湖南浄化センターが多目的に利用されるようなきっかけを創造して行く
- ・湖南浄化センターでの取り組みが、グリーンインフラの先例として国・県・市町村の行政担当者や企業（汚水処理、造園、デベロッパー）の開発担当者の視察先となるように活動を継続する

社会実装への展望

本社会実装研究の成果を踏まえたロハスの花壇の社会実装先については、郡山市上下水道局と協議を継続している。猪苗代湖が見下ろせる高原に30基の風力発電が並び、ピーク時には1日3000人の観光客が押し寄せる布引高原（郡山市湖南町）に汲み取り式トイレを設置する予算が、平成30年度郡山市予算に計上された。この汲み取り式トイレの汚水をロハスの花壇で処理する施設が実現できれば、ロハスの花壇の実用化として理想的な社会実装となる。高原一面に咲き乱れるヒマワリ畑をロハスの花壇に転用し、トイレ排水をヒマワリを育てる液肥として活用すれば、トイレの維持管理費の削減かつ資源循環の実現かつ廃棄物がなくなることによる低炭素化を両立する先導的なグリーンインフラとして布引高原の新たな名物となることが期待できる。そのような構想を地元住民や郡山市の行政担当者に周知するとともに賛同してもらうための報告会や視察会を開催し、布引高原に設置された汲み取り式トイレの汚水を処理するロハスの花壇の設置要望書が地元から発せられることを目指す。

また、裏磐梯のキャンプ場関係者より、ロハスの花壇についての問い合わせを受けており、社会実装に至る可能性がある。水を汲み上げる最小限の動力だけで稼働し、自然の情景にも溶け込むロハスの花壇は、キャンプ場の汚水処理施設として適している。キャンプ場では炊事場で発生する排水が垂れ流し状態となっていることをヒヤリング済みであり、5月の連休明けにキャンプ場を視察し、ロハスの花壇の適用性や必要な規模を検討する予定である。

平成30年度 学術研究助成金〔社会実装研究〕実績報告書

平成 31 年 4 月 19 日

日 本 大 学 学 長 殿

氏 名 柿崎 隆夫



所属・資格 工学部・ (教授)

下記のとおり報告いたします。

実施研究所 工学部工学研究所

1 研究課題 一般住宅向け地中熱利用ヒートポンプシステムの蓄熱利用による高効率化技術の研究開発		
2 研究期間 ◎平成 29 年度～平成 30 年度 ◎平成 30 年度		
3 研究組織		
氏 名	所属部科校・資格	役割分担
○研究代表者名 柿崎 隆夫	工学部・教授 (平成 31 年 3 月 31 日退職)	システムダイナミクス設計, システム評価, 実用化戦略 研究開発統括
○研究分担者 小熊 正人	工学部・上席研究員	システム設計, 試験系設計, 試験評価, 実用化開発
連携組織 組織名		役割分担
株式会社サンポット 株式会社ワールド設計		ヒートポンプ制御 暖地システム運用

実施研究所：工学部工学研究所	氏名：柿崎 隆夫
----------------	----------

4 研究目的
研究の全体構想及び本研究の具体的な目的について記述してください。

(課題の背景)
再生可能エネルギーとして位置づけられている地中熱利用は、温熱と冷熱とを同時供給できるシステムであり、余剰となった熱は地下の土壌に蓄熱できる。従って熱需要に対し十分に適合するシステム設計を行えば、冷暖房、給湯、冷却および融雪など様々な熱需要が存在する一般住宅での利用に対応可能である。しかもこの点は競合機種であるエアコンと比べて省エネポテンシャルが高く、我が国の社会的課題である1次エネルギーの消費の抑制に寄与できると期待されている。

しかしながら一般住宅の熱需要量は変動が大きく、かつ負荷率も低いため、主に大型施設を志向した従来のシステムではヒートポンプが間欠運用とり、システム効率の低下が不可避である。一方、高冷房負荷地域では冷房ピーク負荷が大きく、これに対応する熱源機容量は過大傾向となる。そのため、初期ならびに契約電力コストが増加し、しかも年間設備稼働率が低いという課題がある。このような課題を解決する手段としてシステムへの蓄熱方式の導入が考えられる。

(期待される効果)
地中熱利用での蓄熱方式はこれまで主に事業向けシステムへ導入されているが、熱源機の効率向上を目的とした民生分野への適用事例はない。また技術課題としても、システム設計における熱需要パターンの考慮やヒートポンプ制御方式の新たな工夫が必須となる。すなわち実運用では蓄熱タンク規模決定法やヒートポンプ制御方式の調整技術が必須となる。以上の実用化技術を研究開発し、一般住宅向け地中熱利用(浅部地中熱利用)に当該蓄熱システムを実装させることにより、システムの運用コストや設備コスト上昇を抑制することが可能となる。これを社会実装することで、日本大学大発地中熱利用システムの普及拡大を狙うこと

5 現在までの達成度
当初の研究目的に対する達成度について、以下の区分より自己評価を行ってください。
<区分> ①当初の計画以上に進展している。②概ね順調に進展している。③やや遅れている。

(区分 ②) (達成度 90 %)

6 当該年度の実施状況の概要
次の点について、具体的かつ明確に記述してください。
①当初の研究計画、具体的なマイルストーンに対する進捗状況
②進捗上の問題点と今後の対策

1. 実施内容の概要
1) 完全混合型蓄熱装置による間欠運転抑制
実住宅の地中熱システムの部分負荷時において、蓄熱有無によるシステムの向上レベル、事業化に向けて修正すべき点を明らかにすることを目標とした。そのために山形県内および福島県内の個人住宅の浅部地中熱利用システムに完全混合型蓄熱装置を実装した。当初計画では山形県の住宅にのみ実装予定であったが、直接熱交換型ヘッダー (DHEX) による流量変動防止とそれに伴う間欠運転の抑制を狙い、その検証データ数を増やすために福島県の個人住宅も実装対象とした。

山形住宅の暖房時期初旬の低熱負荷時において、蓄熱有無に関わらずヒートポンプ回転数下限に達して間欠運転となった。熱負荷が大きい暖房中旬は蓄熱有無ともに連続運転となった。低熱負荷時の蓄熱有りのCOPが6.7であり、蓄熱無しのCOPが6.4であった。福島県の住宅においては、蓄熱装置実装前の通常ヘッダー方式のCOPは4.4であり、間欠運転であった。直接熱交換型ヘッダーの運用時、蓄熱有り試験でCOP 5.5、蓄熱無し試験でCOP 5.4となり、双方ともに連続運転となった。実装前と比較し、23%の効率向上となった。

実装試験の結果から以下の成果を得た。効率低下となる間欠運転の発生の有無は流量および熱負荷の変動速度、システム制御の方法に依存する。流量変動による間欠運転は直接熱交換型ヘッダーで防止することができる。熱負荷変動が大きい場合には別途で蓄熱装置の実装が必要である。

2) 温度成層型蓄熱装置によるピーク負荷熱供給

夏期冷房ピーク時において実住宅の地中熱システムで蓄熱装置がどの程度見かけの冷水供給能力を発揮できるのかを把握するとともに、事業化に向けて修正すべき点を明らかにすることを目標とした。

実住宅の地中熱ヒートポンプシステムのピーク負荷発生時に蓄熱装置から冷熱供給するための制御シーケンスを作成した。沖縄県内に新築予定の一般住宅の浅部地中熱利用システムに温度成層型蓄熱装置を実装する予定であったが、住宅の工期が大幅に遅れたため、蓄熱装置の実装が不可能となった。

今後の計画として、住宅の工期の遅れにより平成 30 年度に実施できなかった沖縄県内に新築予定の個人住宅の浅部地中熱利用システムに蓄熱装置の実装を再度試みる。実装後、上記目標を達成するための実機試験を行う予定である。

2. 実施内容の詳細

1) 完全混合型蓄熱装置による間欠運転抑制

(1). 山形県の実住宅 実装と運用評価

(a). 試験装置と試験方法

山形県の個人住宅の地中熱利用システムに蓄熱装置を設置した。その配管系統図と設置後の写真を図 1、図 2 に示す。ここでは、蓄熱装置の欠点である大きな設置スペースが必要であることを克服するため、ヒートポンプ及び室内機の流路の流量変動を防止することが可能かつ省スペース設置可能な直接熱交換型ヘッダーを合わせて実装した。直接熱交換型ヘッダーはヒートポンプと直接熱交換型ヘッダー間、各室内機と直接熱交換型ヘッダー間の流路が分離しており、室内機配管上の流量変動がヒートポンプに影響しない機構である。一般的なヘッダー方式の場合、流量確保のために室内機流路上に弁、別途ポンプを設けるため流量変動が生じる。

住人には地中熱システムを自由に使用していただき、その間に蓄熱装置有無の期間をそれぞれ設け、蓄熱有無による間欠運転防止と効率向上レベルを近似条件区間で比較した。

(b). 試験結果

暖房時期の蓄熱有無の熱出力、消費電力、流量、プライン温度の推移を図 3、図 4 に示す。蓄熱無し試験期間全体の 25%で間欠運転であり、COP は 5.2 であった。蓄熱有り試験期間全体の 15%で間欠運転であり、COP は 5.7 となった。また、間欠運転が生じている暖房時期初旬の No. 1 (蓄熱無し)、No. 2 (蓄熱有り) 区間の COP を表 1 に示す。また、その時の間欠運転割合、ヒートポンプ設定温度、ヒートポンプ地中側戻り温度、暖房出力を同時に示す。間欠運転割合は対象区間全体の時間を分母とし、1 時間以内にヒートポンプ運転、停止、再稼働を繰り返した時間の合計を分子として算出した。蓄熱無しは COP 6.4、地中側戻り温度 8.7℃、蓄熱有りは COP 6.7、地中側戻り温度 11.0℃となった。

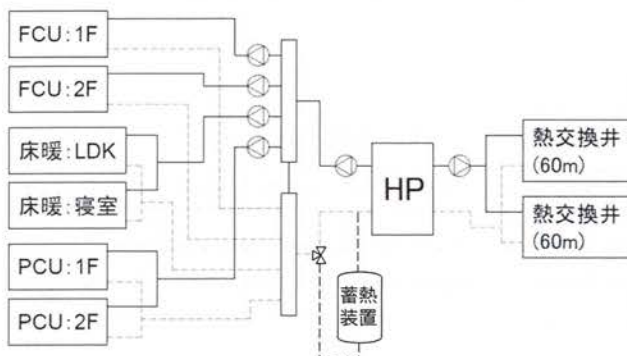


図1 山形住宅 配管系統図



図2 蓄熱装置設置写真

冷房時期の蓄熱有無試験の冷房出力、消費電力、流量、プライン温度の推移を図5、図6に示す。蓄熱無しの場合、間欠運転が試験期間中の50%で定期的に発生しており、その時間帯は主に夜間であった。この要因は夜間に室内機の電源を落とした後、ヒートポンプ自体の電源が落とされていないために熱負荷が無い状態でヒートポンプが稼働し、間欠運転を繰り返した。夜間の室内機OFFの時を除くとヒートポンプは連続運転であった。蓄熱有りの場合、間欠運転となっていないが、夜間に蓄熱装置、ヒートポンプ、直接熱交換型ヘッダー間の流路でポンプが稼働した。

(c). 考察

当初の想定では、蓄熱無し試験における暖房時期初旬および下旬の間欠運転を蓄熱装置設置により連続運転にすることで効率向上につながると考えていた。しかしながら、間欠運転は蓄熱有り試験の暖房時期初旬においても発生した。間欠運転した理由は、低熱負荷時にヒートポンプの圧縮機最低回転数を下回り、出力を下げるができなくなったためである。よって、室内側ヒートポンプ戻りプライン温度の変動がほとんど発生しない蓄熱有り試験においても間欠運転となった。

蓄熱無し試験の暖房時期中旬の熱負荷が大きい際、間欠運転が発生しなかった。その理由は熱負荷変動が小さく、ヒートポンプ部の流量が一定であったためだと考える。熱負荷変動、流量変動のどちらか、あるいは両方が発生するとヒートポンプ出口プライン温度は自身で加熱を続けているため上昇する。その後、ヒートポンプ設定温度に達して運転停止し、温度が下がると再稼働する。直接熱交換型ヘッダーがあることで流量は一定となり、間欠運転要因の一つが除外できる。ヒートポンプが停止するほど熱負荷変動が大きくない、もしくは変動が緩やかであったため連続運転を続けた。これは冷房運転時も同様である。

冷房期間の夜間の全ての室内機OFFの時、ヒートポンプと直接熱交換型ヘッダー間のポンプが稼働したことは無駄なエネルギー消費につながる。よって、直接熱交換型ヘッダーの運用において室内機、ポンプ、ヒートポンプを連動制御して改善する必要がある。

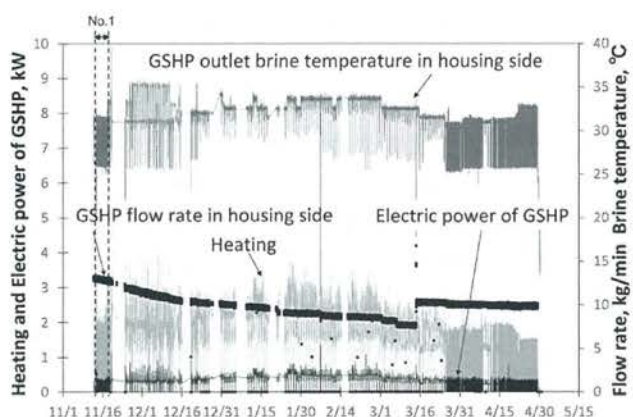


図3 蓄熱無し暖房試験 (2017/11/12~2018/4/30)

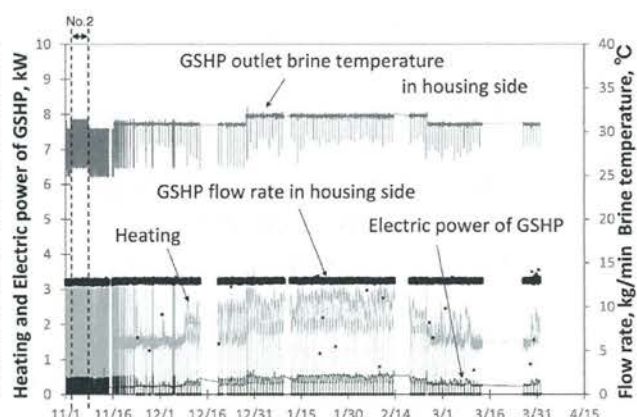


図4 蓄熱有り暖房試験 (2018/11/1~2019/3/31)

表1 蓄熱有無試験(暖房)の部分負荷条件におけるCOP, 温度, 暖房出力

No.	パターン	期間	間欠運転率	HP設定温度	地中側HP戻り温度	平均暖房出力	COP
			%	°C	°C		
1	蓄熱無し	2017/11/14 0:00~11/19 0:00	100	31	8.7	1.0	6.4
2	蓄熱有り	2018/11/3 0:00:00 ~ 11/8 0:00	100	31	11.0	0.9	6.7

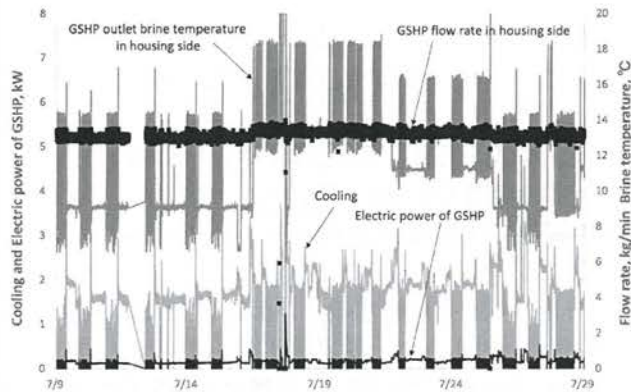


図5 蓄熱無し冷房試験 (2018/7/9~7/29)

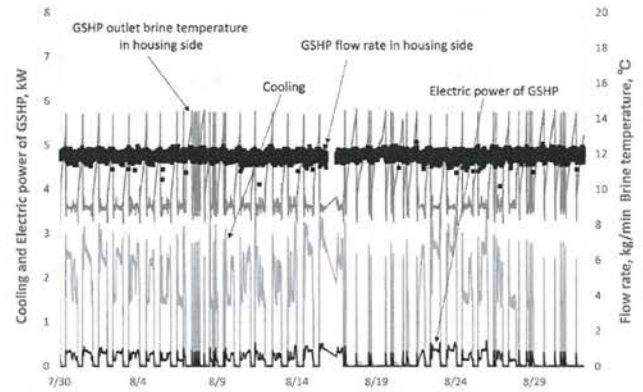


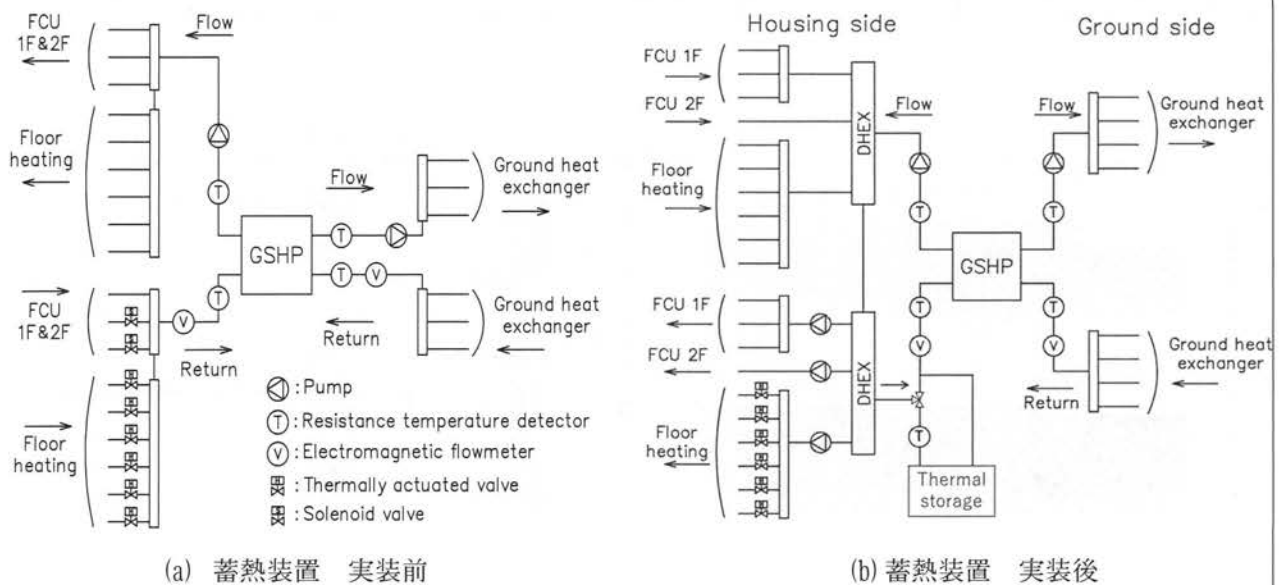
図6 蓄熱有り冷房試験 (2018/7/30~8/29)

(2). 福島県の実住宅 実装と運用評価 (追加実施)

(a). 試験装置と試験方法

過去にヒートポンプの間欠運転が確認できた福島県の個人住宅の既存の地中熱利用システムに直接熱交換式ヘッダー、蓄熱装置を実装した。実装前後の配管系統図を図7 (a), (b)に示す。山形の個人住宅との違いは、ヒートポンプシステム全体の制御が組まれている点、室内機配管上に室温制御のための熱動弁または電磁弁が組み込まれている点である。システム制御については、室内機の出力信号が全てOFFの場合にヒートポンプと直接熱交換式ヘッダー間のポンプを停止し、出力信号を発信している室内機がある場合は対応するポンプとヒートポンプが稼働する。

直接熱交換型ヘッダーの有無、蓄熱有無、出力制御方式の異なるFCU(ファンコイルユニット)運用有無の試験(No. 1~5)をそれぞれ実施した。各種試験の条件、期間を表2に示す。FCUの出力制御方式のパターンAは、FCUの電源がONかつ室内温度がFCU設定温度に達していない際に出力信号を発信し、それ以外は発信しない仕様のFCUを自由に使用していただいた。パターンBはFCUの電源がONの時に出力信号発信、OFFの時に発信しない仕様のFCUを常時ONにして使用していただいた。



(a) 蓄熱装置 実装前

(b) 蓄熱装置 実装後

図7 福島県住宅 地中熱システム配管系統図

(b). 試験結果

既存(実装前)システムである通常ヘッダー方式(No. 1)の暖房運転のグラフを図8(a)に、直接熱交換型ヘッダーおよび蓄熱装置実装後(No. 2~5)のグラフを図8(b)に示す。また、表2に各試験における間欠運転の割合とCOPを示す。

No. 1~No. 3では間欠運転が発生し、No. 4とNo. 5はほぼ発生しなかった。No. 1区間において、ヒートポンプの流量変動が期間全体で発生し、一部の時間で流量が0kg/minとなった。No. 2とNo. 3区間においても流量変動が発生し、一部の時間帯で0kg/minとなった。No. 2とNo. 3の流量変動の頻度はNo. 1より少ない。

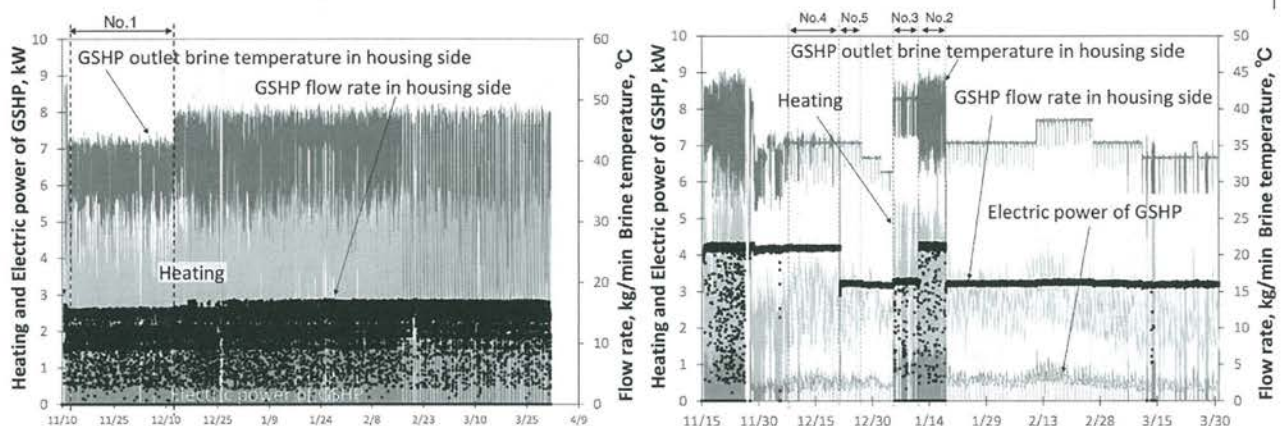
ヒートポンプの設定温度が41℃であったNo. 1~3のCOPを比較すると、No. 2とNo. 3は共に3.9であり、No. 1のCOP 4.4はNo. 2 COP 3.9よりも0.4(10%)高い。設定温度が35℃であったNo. 4とNo. 5のCOPはそれぞれ5.5、5.4であり、No. 4の方が0.1(2%)高い。蓄熱装置実装後に連続運転となったNo. 4のCOPはNo. 1よりも1.1(23%)高い結果となった。

(c). 考察

No. 1~3試験における間欠運転は以下の理由により発生したと推察する。No. 1は室内機配管上の弁の開閉による熱負荷変動、流量変動の発生および室内機連動システム制御によるヒートポンプとポンプ稼働停止による複合要因である。No. 2はシステム制御と熱負荷変動による複合要因、No. 3はシステム制御による単独要因である。流量変動は通常ヘッダー使用時(No. 1)に室内機配管上の弁の開閉によって生じている。熱負荷変動はヘッダー種類に関わらず、室内配管上の弁の開閉で発生する。しかし、蓄熱装置を有する(No. 3, No. 5)場合には蓄熱装置内で温度変動を緩衝するため、間欠運転の要因にはならない。システム制御は室内機の出力信号を受け、ヒートポンプ

表2 福島県 実住宅 暖房運転試験結果

No.	パターン			期間	間欠運転割合 %	設定温度 ℃	地中側HP戻り温度 ℃	平均暖房出力 kW	COP
	直接熱交換器	蓄熱	FCU信号						
1	無	無	A	2016/12/1 0:00 - 12/12 8:00	85	41	10.9	1.7	4.4
2	有	無	A	2019/1/11 10:00 - 1/18 10:00	90	41	6.3	2.6	3.9
3	有	有	A	2019/1/4 12:28 - 1/11 10:00	50	41	6.1	2.9	3.9
4	有	無	B	2018/12/7 12:50 - 12/21 10:50	5	35	8.3	2.7	5.5
5	有	有	B	2018/12/21 11:00 - 12/27 6:00	0	35	7.5	2.7	5.4



(a) 既存システム(2016/11/10~2017/3/31) (b) 蓄熱装置実装後 システム(2018/11/15~2019/3/31)
図8 福島県 実住宅暖房試験

並びに対応するポンプの稼働を行う。室内機の出力信号が室内温度または配管内温度によって発信/停止をする場合、複数の室内機の電源がONであっても出力信号が全て停止する場合がある。その時、システム制御によりヒートポンプとポンプは停止するため、流量が0kg/minとなり、その後再稼働することで間欠運転になったと考える。No. 4は熱負荷変動要因を含んでいるが、熱負荷変動が小さいまたは緩やかであったため連続運転となった。

No. 1とNo. 4でCOPに0.71(14%)の差が出た要因は送水温度の差と間欠運転防止によるヒートポンプの低熱出力運転によるものだと考える。出力信号パターンBのFCUを常時ONにしたことで室内への放熱量が過剰となり、住人がヒートポンプの設定温度を下げることで放熱量を調整した。ヒートポンプの設定温度を下げることはヒートポンプの冷媒蒸発温度と凝縮温度の差を狭めることになり効率が向上した。また、同じ熱量を供給するにあたり、連続運転をした方が間欠運転をするより低い熱出力で連続稼働する。ロータリーコンプレッサを用いたヒートポンプは低出力運転の方が高出力運転よりも高効率となる。この二つの要因によりCOP向上に繋がった。

(3). 成果

効率低下を及ぼす間欠運転の発生要因およびその対策方法について実装試験より以下の成果を得た。

- 流量および熱負荷の変動速度、システム制御の方法が発生の有無に影響する
- 流量変動による間欠運転は直接熱交換型ヘッダーで防止可能
- 熱負荷変動が大きい場合には蓄熱装置の実装が必要

上記を基にして地中熱システムの間欠運転を抑制するための対策分岐チャートを作成した(図9)。今後、直接熱交換型ヘッダー、蓄熱装置を設置の必要性の判断基準の指針として活用する。

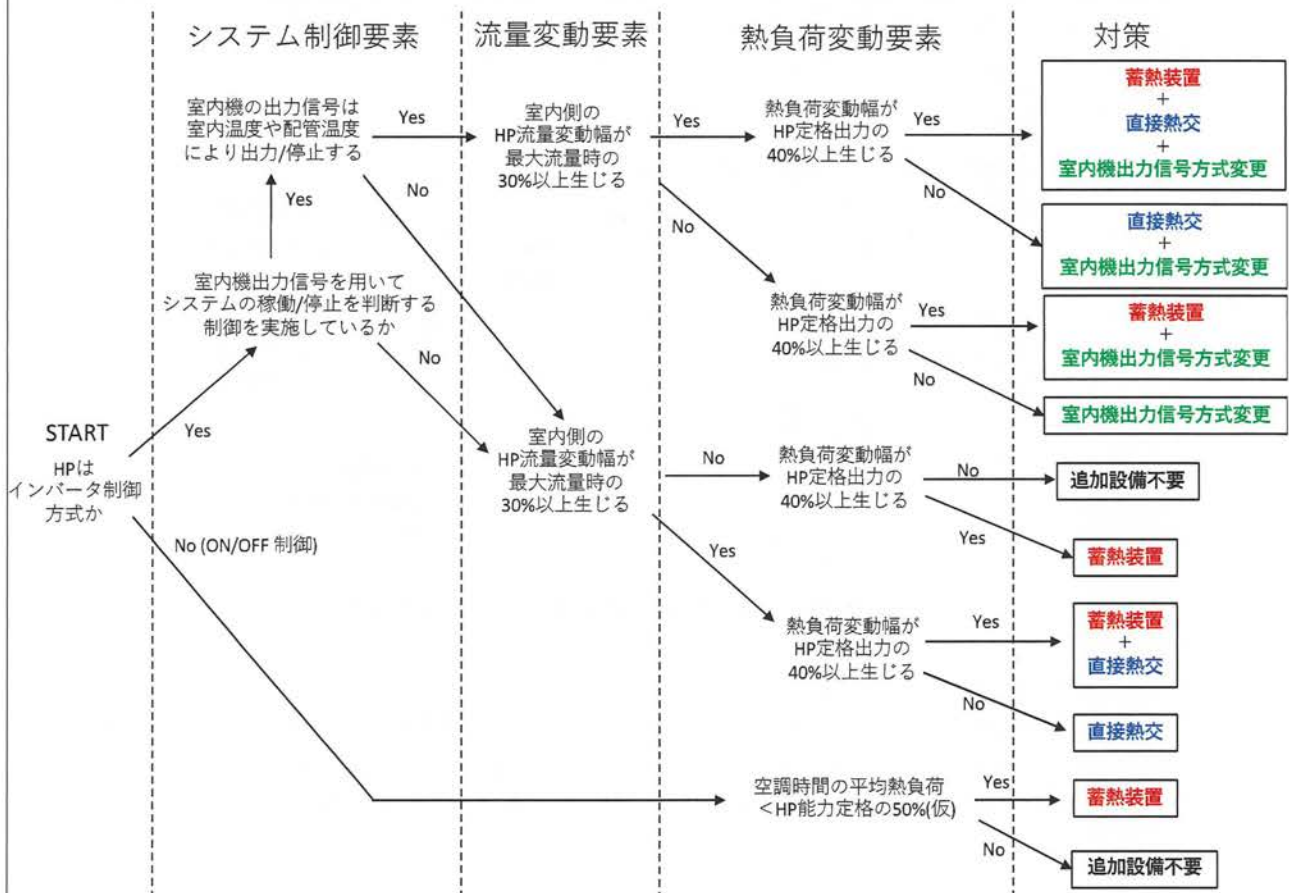


図9 地中熱ヒートポンプシステム 間欠運転対策チャート

(4). 進捗上の問題点と今後の対策 (実用化に向けて修正すべき点)

直接熱交換式ヘッダーは熱負荷変動の小さい山形や福島の実機システムで間欠運転の防止につながった。しかしながら、ヘッダーの施工は既存の配管継手を数十点用いて作成するため、事前組立が必要となる。また、部材は樹脂を用いるため、配管部材の接着、洗浄、漏れ確認により丸2日を要する。また、事前組立、現場でねじ込み式のバルブを複数個使用するため、施工性が悪いだけでなく漏れの配慮をすべき箇所が多くなる。以上のことを改善できれば、施工性、作業時間、部材費削減に繋がる。

2) 温度成層型蓄熱装置によるピーク負荷熱供給

(1). ピーク負荷供給用シーケンス制御

冷房需要が少ない時間帯に冷蓄熱運転を実施し、設置ヒートポンプの最大冷熱供給能力を超えた場合に出力される信号を受けて、蓄熱装置からも冷熱供給を行うシーケンス制御を作成した。ヒートポンプ電源がON、冷房運転の場合、蓄熱の動作の後に放熱の動作を繰り返す。冷熱出力が2.5kW以下の時に蓄熱シーケンスを実施し、ヒートポンプの冷熱出力が10分以上4.5kWを上回る際に放熱シーケンスを実施してヒートポンプの定格を上回る冷熱供給をする。蓄熱から72時間以上放熱が実施されない場合、蓄熱の動作に戻る。実運用を通して上記で設定した数値の調整が最適なピーク負荷の冷熱供給に必要となる。

(2). 進捗上の問題点と今後の対策

(a) 沖縄県個人住宅 蓄熱装置実装

沖縄県内に新築予定の個人住宅の浅部地中熱利用システムに図10に示す配管系統図の冷房ピーク負荷向け温度成層型蓄熱装置を実装する予定であった。しかし、施主の都合により住宅の工期が遅れて蓄熱装置の実装およびデータ取得が不可能となった。今後、実装を再度試み、作成したシーケンス制御を用いて運用を行い、データ取得と制御の改善を実施する。

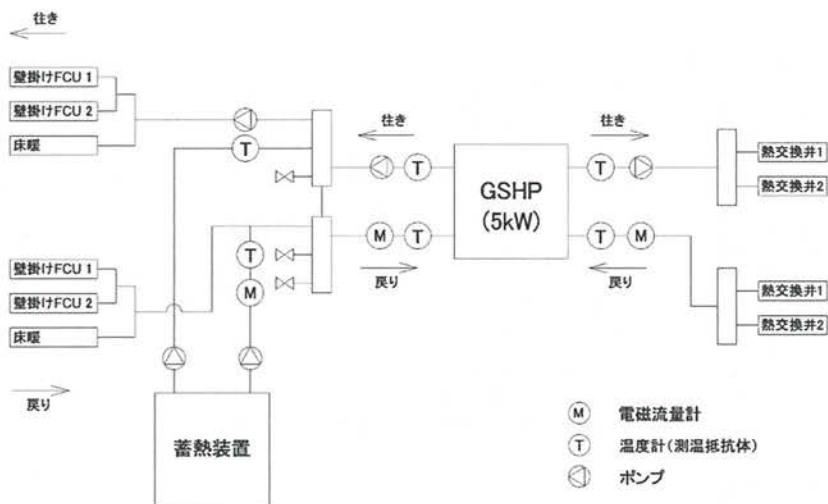


図10 沖縄県 蓄熱装置実装予定住宅 配管系統図

(b) エネルギー消費効率と運用コスト削減率の評価

実装試験結果を基にしてシステムとしてのエネルギー消費効率を評価するとともに、蓄熱装置設置コストと新規ヒートポンプ設置コストならびに契約電力を含めた運用コストについての削減率を評価する予定であったが、上記(2)と同様の理由により実施できていない。

実施研究所名：工学部工学研究所

氏名：柿崎 隆夫

7 学会発表等

当該年度における研究成果の発表状況（学会発表、成果物展示、プレス発表等）について記入してください。
要旨集の抜き刷り、発表原稿のコピー等及び発表したことがわかるものを添付してください。

発表者名	学会、発表会名等	発表テーマ	発表年月
平 博寿 柿崎 隆夫 小熊 正人	第52回 空気調和・冷凍 連合後援会	実運用におけるブライン式ヒートポンプ システムの効率向上の検討 (優秀講演賞受賞)	平成30年4月
平 博寿 柿崎 隆夫 小熊 正人	ASME 2018 Power and Energy Conference	ENHANCED GROUND SOURCE HEAT PUMP SYSTEM WITH THERMAL STORAGE SYSTEM (Best Paper Award)	平成30年6月
平 博寿 柿崎 隆夫 小熊 正人	日本冷凍空調学会年次大 会(2018)	蓄熱利用によるヒートポンプシステム効 率の向上	平成30年9月
平 博寿 柿崎 隆夫 小熊 正人	日本機械学会熱工学コン ファレンス(2018)	蓄熱装置を用いたブライン式ヒートポン プシステムにおける冷房ピーク負荷への 冷熱供給の検討	平成30年10月

8 著書・雑誌論文

当該年度における研究成果の発表状況（学会発表、成果物展示、プレス発表等）について記入してください。
著書・雑誌・抜き刷り等を添付してください。コピーの場合は掲載されたことが客観的にわかるものを添付してください。

著者・執筆者	著書名・雑誌名/論文名	巻・号	年月	出版社・発行所
Hirotoishi Taira Takashi Sato Takao Kakizaki Masahito Oguma	Journal of Energy Resources Technology, "Enhanced Ground Source Heat Pump System with Thermal Storage System"	Vol.141 Issue 6	June 2019	ASME

9 本研究課題に関するその他の発表（新聞、一般雑誌掲載等）

- 1) 柿崎, "日本大学工学部が推進する産学官連携活動", 校友会報第81号, 日本大学工学部校友会, 平成30年3月1日

10 その他の成果

- 1) ASME 2018 Power and Energy Conference Best Paper Award
2) 第52回 空気調和・冷凍連合後援会 優秀講演賞受賞

11 本研究課題による知的財産権の出願・取得状況

名 称	知的財産の種類	発 明 者 (考案者・創作者)	権 利 者	出願・登録番号	出願年月日	取得年月日
冷暖房供給装置	特許	柿崎 隆夫 平 博寿 小熊 正人	日本大学	出願手続き中	未定	

実施研究所：工学部工学研究所

氏名：柿崎 隆夫

1.2 今後の計画

実用化までの今後の計画について、当初計画からの変更点をふまえて記載してください。

1. 直接熱交換型ヘッダーの製品化

平成 30 年度の蓄熱装置と直接熱交換型ヘッダー実装試験により、直接熱交換型ヘッダーが設置スペースを抑えつつ間欠運転の抑制をして効率向上につなげることに有効である結果を得た。しかしながら、部材点数が多く、ねじ込み式の配管接続方法であることから製作と現場施工には時間と手間がかかり、施工性に課題がある。そこで、直接交換型ヘッダーの製品化を平成 31 年度から進める。

製品化にあたり達成すべき項目は 4 点である。製品の価格が従来の製作品よりも安価であること、流入するラインが完全混合すること、現場での配管の接続が容易であること、圧力損失が現行品と同程度以下であることを目指している。

2. 温度成層型蓄熱装置によるピーク負荷熱供給

住宅の工期の遅れにより平成 30 年度に実施できなかった沖縄県内に新築予定の個人住宅において、浅部地中熱利用システムに冷房ピーク負荷向け温度成層型蓄熱装置を実装する。夏期冷房ピーク時において、当該蓄熱装置がどの程度見かけの冷水供給能力を発揮できるのかを把握するとともに、事業化に向けて修正すべき点を明らかにする。

平成 30 年度に作成した制御シーケンスを用いて蓄熱装置を実運用することで、平成 29 年度に実験で得た冷水供給能力と同等の性能を発揮できるか試験により判断する。その試験結果を基にピーク負荷冷熱供給を行う上でより最適な制御システムに改良を実施する。

実装試験結果を基にしてシステムとしてのエネルギー消費効率を評価するとともに、蓄熱装置設置コストと新規ヒートポンプ設置コストならびに契約電力を含めた運用コストについての削減率を評価する。

課題番号	社 18-001
------	----------

平成30年度 学術研究助成金〔社会実装研究〕実績報告書

平成 31 年 4 月 18 日

日 本 大 学 学 長 殿

氏 名 関根 智子



所属・資格 文理学部・教授

下記のとおり報告いたします。

実施研究所 文理学部 情報科学研究所

1 研究課題 高齢化予測と高齢化問題の構造的実態解明による地域振興策立案に関する研究		
2 研究期間 ◎平成30年度～平成31年度 ◎平成 年度		
3 研究組織		
氏 名	所属部科校・資格	役割分担
○研究代表者名 関根智子	文理学部／教授	全体統括と GIS・統計データ分析
○研究分担者 加藤直人 粕谷元 古川隆久 松重充浩 須江隆 田中ゆかり 山口守 日吉秀松 松橋達矢 谷聖一 山岸郁子 林直樹	文理学部／教授 文理学部／教授 文理学部／教授 文理学部／教授 生物資源科学部／教授 文理学部／教授 文理学部／教授 スポーツ科学部／准教授 文理学部／准教授 文理学部／教授 経済学部／教授 経済学部／専任講師	多民族間文化摩擦問題の分析 多民族間文化摩擦問題の分析 近代都市発達の歴史分析 対外的歴史記憶の分析 対外的歴史記憶の分析 社会内言語空間の分析 社会内文学空間の分析 社会内政治構造の分析 都市内諸集団の社会学的分析 情報データ基盤システム構築 社会内言語・文学空間の分析 社会内言語・文学空間の分析
連携組織 組織名		役割分担
<ul style="list-style-type: none"> ・公益財団法人 統計情報研究開発センター（Sinfonica：シンフォニカ） ・特定非営利活動法人 地理情報技術研究所 ・倉島事業開発株式会社 ・千代田区 		データ提供、研究成果の評価 研究開発、組織の連携 社会・経済への摘要・普及 社会への適用

※ホームページ等での公開の (☑)・否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい

実施研究所：文理学部情報科学研究所

氏名：関根智子

4 研究目的

研究の全体構想及び本研究の具体的な目的について記述してください。

本研究では、日本の高齢化問題について、従来、不十分であると指摘されている人文・社会系の基礎研究成果を踏まえた学際的アプローチによる客観的な研究を行い、戦略的な提言を自治体や民間企業に行うことを目的としている。そのため、①地理情報システム（GIS）による地域の人口システムを構築し、②日本の高齢化社会に関連する諸問題を解決することを目指している。高齢化社会の諸問題の解決では、1）GISによる購買力の低下の予測システムの構築、2）外国人移住者がもたらす地域社会コミュニティの政治的・社会的実態の把握、3）地域コミュニティの衰退に伴う言語や文化の消滅の実態把握、4）伝承を含む史料や記憶の消滅の実態把握、5）GISとリンクしたWebサイト、Webアプリによる公開のための基盤システムの構築について、研究分担者と研究協力者がそれぞれ分担して研究を進める。本研究の成果としては、地方自治体が高齢化問題対応施策の推進優先順位や執行速度の決定を迅速に行えるようになることと、地域における歴史的に構造化してきた文化的諸要素が高齢化の中で衰退することに対して必要な施策を提案できるようになることを考えている。

5 現在までの達成度

当初の研究目的に対する達成度について、以下の区分より自己評価を行ってください。

<区分> ①当初の計画以上に進展している。②概ね順調に進展している。③やや遅れている。

(区分 ③) ・ (達成度 30%)

6 当該年度の実施状況の概要

次の点について、具体的かつ明確に記述してください。

- ①当初の研究計画、具体的なマイルストーンに対する進捗状況
- ②進捗上の問題点と今後の対策

平成30年度は、人口予測を分析した研究成果がある長野市において研究を進める計画であった。しかし、地方都市とは異なる大都市での人口予測を行う必要があること、歴史的に構造化してきた文化的諸要素について、研究分担者による多くの研究蓄積がある多言語・多民族社会の中国を事例に研究して今後の日本について考察することが重要であると考え、研究地域を変更して研究を実施した。平成30年度の実施状況は、次の通りである。なお、()内に主な担当者を示す。

①GISによる地域の人口システムの構築では、長野市で構築した人口システムを大都市東京の住宅地である世田谷区に対して行い、過去20年間の人口変化を把握するとともに人口予測を行った。研究結果については、世田谷区から貴重なご意見をいただいた。長野市と世田谷区では人口変化や予測が大きく異なり、大都市における問題が明らかになった。今後、人口システムを構築するにあたり、農村地域、地方都市、大都市のように分類して、それぞれに対応するシステムを構築する必要がある（関根・高阪：研究協力者）。

②日本の高齢化社会に関連する諸問題を解決では、次の五つの研究を実施した。

1) GISによる購買力の低下の予測システムの構築では、長野市においてカーディーラーの店舗の閉店過程を分析した。人口データよりも自動車登録台数で商圈を把握する方がよいとの指摘をカーディーラーからいただいたので、今後の研究に役立てる予定である（高阪：研究協力者）。

2) 外国人移住者がもたらす地域コミュニティの政治的・社会的実態の把握では、20世紀前半、ハルビンを中心拠点として形成された極東のタタール人コミュニティのネットワークが、東京をはじめとする日本の各都市にまで拡大したことに注目し、戦前・戦中期の在日タタール人コミュニティにかかわる資料を継続的に収集し、その分析を行い戦前・戦中期の在日ムスリムコミュニティに関する実態の一端が明らかにした（粕谷）。また、高齢化社会における日本での中国人社会実態の解明のために、横浜中華街、神戸南京街、そして新たな中華街になりつつある埼玉県の西川口の中国人を対象に、政治参加意識、共同体意識や日本社会への関心度などについて聞き取り調査を行い、次年度の研究調査のための基礎を構築した（日吉）。さらに、東

京圏における居住者層の変化に伴う地域コミュニティの影響を研究した。川口市鳩ヶ谷地域において、交通網再編に伴い同時期に集住を開始する社会層の流入と定着が既存の地域社会へもたらす葛藤と再秩序化に向けたプロセスの検討を行い、埼玉高速鉄道（SR）開通後に当該地域へと流入してきた居住者層を中心に成立する Accessibility の向上→Regionality 拡大の連鎖の存在や、SR 利用増加や SR 開通後の生活環境整備促進に伴い SR 開通前居住層に現れた（娯楽機会を中心とする）限定的効果の存在、それらと産業配置の変更等を前提とした東京圏との直接的接続とそれに伴い当該地域が「郊外」へと「代置」されるプロセスの成立を明らかにした。（松橋）。

3) 地域コミュニティの衰退に伴う言語や文化の消滅の実態把握では、国際化が進む中で多様な言語空間を形成するようになる地域社会を把握するために、清朝において作成・保存されてきた、社会集団としてはマイノリティでありながら、国家的中枢を掌握していた「満洲」と呼ばれた集団が使用した「満語」の史料が持つ歴史的諸特徴を明らかにした。それは同時に、国際化が急速に進む中で多様な言語空間を内包しつつある地域社会を検討する上での、資料利用に際しての前提的認識を獲得する一階梯に繋がる成果ともなっている（加藤）。多様な言語空間を持つ地域における言語実践については、移民・移住・翻訳をキーワードに、華語や日本語が現地社会でどのように受容され、またそこからどのような言語実践が展開されたか、個別事例に沿って研究を進め、文字と音声の機制が重要な研究課題であることが明らかになった（山口）。さらに、方言地理学における GIS の利用についての展望をまとめ、長野県の方言について、倉島事業開発株式会社にご協力いただき長野市と松本市において現地調査を実施した（関根）。

4) 伝承を含む史料や記憶の消滅の実態把握では、「満洲」移民を多数送出した長野県における、歴史的記憶を本研究プロジェクトテーマに則して利用する上での前提となる、日本大学所蔵「満蒙」関係デジタル・メディアのデータ整理と資料批判を実施し、次年度における本格的分析の前提的環境を整備・確保した（松重）。また、首都東京における国家的な政治活動の一端を検討や、おもに東京で作られ、全国各地で上演された大衆文化と国家の関係について考察し、合わせて地域振興の前提となる地域の歴史の多様性を明らかにした（古川）。さらに、対外的歴史記憶の分析に資するために、12 世紀以降の中国の地域社会において、如何なる逸話や言説が長期的に伝承され続けたのかを、筆記史料『夷堅志』や各種地方志・石刻史料を悉皆的に調査して蒐集・整理した。事例研究として、それらの逸話や言説が語り継がれた嘗ての中国社会の実態や背景を分析した（須江）。

5) GIS とリンクした Web サイト、Web アプリによる公開のための基盤システムの構築では、別途取得した競争的資金「千代田学」（代表：田中ゆかり）と連動して活動に取り組んだ。研究では、日本大学文理学部で平成 22～24 年度に実施した「東アジアにおける都市形成プロセスの実態解明とそのデジタル化をめぐる研究」プロジェクトの一環として公開している研究成果の一つである「江戸・東京 WebGIS」（www.chs.nihon-u.ac.jp/jp_dpt/nichigo-nichibun/web-edo-tokyo/）を用いた。「江戸・東京 WebGIS」は、Google Maps 上に古地図や文学テキストならびに言語資料を配置し、日本語日本文学の観点から近世・現代を透かし見ることで江戸・東京圏を再構築することを目指したものである。実装研究では、この「江戸・東京 WebGIS」の増補として、千代田区の歴史・文化財を一元的に地図上に表示し、区内を周る際に活用できる Web サイトの構築を行い、千代田区によって整備されている区全域にある標柱データを「江戸・東京 WebGIS」に搭載する資料として使用した（田中・林・古川・松重）。さらに「江戸・東京 WebGIS」に搭載する資料を追加するために、新井巖（2012）『番町麴町「幻の文人町」を歩く』（言視舎）を参考にして千代田区番町から麴町境界の文学・文化に関する名所・史跡や、千代田区編（2005）『千代田まち事典—江戸・東京の歴史をたずねて—』（千代田区民生生活部）に記載されている名所・史跡の写真撮影とデータ化を行った。これらの資料は、順次「江戸・東京 WebGIS」に追加、反映していく（山岸）。次に、プロトタイプアプリの開発として、「江戸・東京 WebGIS」の Web アプリのスマートフォンアプリ化を行った。これまで「江戸・東京 WebGIS」は、スマートフォンでも閲覧することができていたものの、データ量が多く、十分に動作が重いなどの問題があり、不便であった。そのため、スマートフォンでの使用に特化したプロトタイプアプリ「江戸・東京ものがたり」を作成し、これまでの成果を実地でも容易に活用できるようにするとともに、将来の一般公開のための準備作業を行った。「江戸・東京ものがたり」の開発には Monaca を使用した。データベース管理機能には二フクラ mobile backend、API は Google Maps API を用いた（谷）。また、実際に持ち運びできる地図で時空散歩を楽しんでもらうことも目指し、持ち運び地図ファイルの作成を行った。地図ファイルの作成にあたっては、ゼンリン（株）の「matimati」シリーズをもとにし、千代田区境界の名所をプロットしたファイルを作成した（関根・田中・林）。作成したプロトタイプアプリ「江戸・東京ものがたり」と持ち運び地図

ファイルの評価などのために、2019年3月7～13日の日程で、北米西海岸の重要な日本学研究教育拠点であるカリフォルニア大学バークレー校ならびにスタンフォード大学の教授・図書館司書・博士課程の大学院生らに本プロジェクトのプロモーションを実施し、「江戸・東京ものがたり」と持ち運び地図ファイルについて多くの意見をいただいた（田中・林）。

平成30年度の進捗状況は、研究の項目によっても異なるが、概ね研究計画の半分程度である。進捗上の問題点としては、それぞれの研究分担者と研究協力者の研究をどのようにまとめて社会実装していくのか、また、②-2)・3)・4)の研究については、日本の高齢化問題にどのように対応させて役立てていくのかなどの問題点がある。今後の対策としては、今後の計画にも記載してあるように、研究の社会実装に向けて一部の研究をほかの研究に比べて重点的に実施する予定である。

実施研究所名：文理学部情報科学研究所

氏名：関根智子

7 学会発表等				
当該年度における研究成果の発表状況（学会発表，成果物展示，プレス発表等）について記入してください。 要旨集の抜き刷り，発表原稿のコピー等及び発表したことがわかるものを添付してください。				
発表者名	学会，発表会名等	発表テーマ	発表年月	
加藤直人	中国人民大学清史研究所創立 40 周年系列講座	「清代的文献資料と満語」	2018 年 12 月	
古川隆久	歴史教育の未来を拓くⅣ－教科書・授業・入試が携えてすすむ改革	「歴史総合、教科書執筆者の立場から」	2019 年 3 月	
松重充浩	日本大学文理学部におけるビジュアル・メディアの収集と活用～事例から見る修復、保存、管理、公開における課題と未来～	「日本大学文理学部におけるビジュアル資料の収集について」	2018 年 10 月	
須江隆	二松學舎大学東アジア学術総合研究所・共同研究プロジェクト「南宋の士大夫・洪邁の学術」	「中国史研究者から見た洪邁と『夷堅志』」	2019 年 3 月	
田中ゆかり	平成 30 年度「山形学」どっこい方言は生きている講座第 5 回	「方言の未来と進化」	2018 年 10 月	
山口守	阿来作品国際研討会、中国：北京師範大学	「阿来的漢語文学」	2018 年 11 月	
松橋達矢	日本都市学会第 65 回大会（社会・交通部会）：自由報告	「東京 15-20 km 圏のブルーカラーベルト地帯における交通網再編に伴う集住地域形成プロセスの多系性——埼玉高速鉄道沿線地域を事例として」	2018 年 10 月	
谷聖一	IFIP-TC3 Open Conference on Computers in Education (OCCE) 2018	Multivocal Challenge toward Measuring Computational Thinking: Bebras Challenge vs Computer Programming.	2018 年 6 月	
関根智子	せたがや自治政策研究所政策研究塾	「データを活用した政策立案（実践編）5 地域における高齢化の進展の比較（世田谷区の人口予測と高齢化）」	2018 年 11 月	
8 著書・雑誌論文				
当該年度における研究成果の発表状況（学会発表，成果物展示，プレス発表等）について記入してください。 著書・雑誌・抜き刷り等を添付してください。コピーの場合は掲載されたことが客観的にわかるものを添付してください。				
著者・執筆者	著書名・雑誌名／論文名	巻・号	年月	出版社・発行所
粕谷元	「トルコ独立戦争とクルド人—「ムスリム同胞の兄弟民族」が戦った戦争」山口昭彦編著『クルド人を知るための 55 章』、pp. 82-86		2019 年 1 月	明石書店
古川隆久	「書評 安田常雄編著『国策紙芝居からみる日本の戦争』」『神奈川大学評論』	92 号	2019 年 3 月 刊行予定	神奈川大学
松重充浩	「日本大学文理学部における「満蒙」関係諸記録の収集と保存および公開の試み」『善隣』、pp. 10-19	500 号	2019 年 2 月	国際善隣協会
田中ゆかり	（共編著）『時代劇・歴史ドラマは台詞で決まる！—世界観を形づくる「ヴァーチャル時代語」—』pp. 001-135（執筆部分：「はじめに」 pp. 1-4、「方言ヒーロー／ヒロインは、幕末ものに咲く！」 pp. 21-41、「公開インタビュー 知りたい！ 時代劇・歴史ドラマの台詞の秘密」 pp. 72-119、「NHK 大河ドラマオープニングクレジットロールにみる「方言指導」とドラマ情報」 pp. 123-129、「おわりに」 pp. 132-135）		2018 年 12 月	笠間書院
田中ゆかり	「「方言コスプレ」と「ヴァーチャル方言」：用語・概念・課題」『方言の研究』、pp. 71-97	4 号	2018 年 9 月	日本方言研究会
田中ゆかり	「情報化時代の言語コミュニケーション—媒体・手段の特性と年代差—」『日本語学』、pp. 22-35	38 巻 1 号	2019 年 1 月	明治書院
田中ゆかり	（共著）「平成 29 年度 人文科学研究所総合研究 研究報告 話芸・映像メディアを中心とした社会・文化・言語ステレオタイプの多角的研究」『研究紀要』 pp. 235-255（執筆部分：pp. 235-236, 242-248）	97 号	2019 年 3 月	日本大学文理学部人文科学研究 所

山口守	「移民ネットワークと社会運動：三、アメリカ華人アナキストの社会運動」、田中ひかる編著『社会運動のグローバル・ヒストリー——共鳴する人と思想——』pp. 93-124		2018年5月	ミネルヴァ書房		
日吉秀松	共著(秋山和宏、他4名)「新編 現代政治過程」		2018年9月	三和書籍		
谷聖一	Creating the Original Bebras Tasks by High School Students, OLYMPIADS IN INFORMATICS, 2018, pp. 99 - 110 DOI: 10.15388	Vol. 12	2018年8月	Vilnius University		
山岸郁子	「文豪」イメージを消費するということ 「横光利一研究」pp. 75-83	17号	2019年3月	横光利一文学会		
林直樹	編集協力『時代劇・歴史ドラマは台詞で決まる！—世界観を形づくる「ヴァーチャル時代語」—』pp. 001-135		2018年12月	笠間書院		
関根智子	「地理情報システムを使用した方言地理学の展開」『方言の研究』、pp. 71-97	4号	2018年9月	日本方言研究会		
9 本研究課題に関するその他の発表(新聞, 一般雑誌掲載等)						
<ul style="list-style-type: none"> ・田中ゆかり、コラム「論点「そだねー」方言萌えの時代」読売新聞(2018年5月25日)解説面12版 ・田中ゆかり、「Web版! 読み解き方言キャラ 第1回「そだねー」と「記憶に残る」方言キャラ」研究社WEBマガジンLingua(2018年4月) http://www.kenkyusha.co.jp/uploads/lingua/prt/18/hougen1804.html ほか2019年3月の第12回まで11編 ・田中ゆかり、対談記事「〈役割語〉トークライブ! 第9回 V時代語@時代ならびに翻訳 新春特別対談編(金水敏×田中ゆかり)」研究社WEBマガジンLingua(2019年01月) http://www.kenkyusha.co.jp/uploads/lingua/prt/18/yakuwari1901.html ・田中ゆかり、インタビュー記事と紙面監修「日本語社会を映す方言の変遷」『図書館教育ニュース』1492号p1少年写真新聞社(2019年3月8日) ・田中ゆかり、報告書(編著)『銀座の言語景観8』(私家版)(2019年2月) ・田中ゆかり、報告書(編著)『平成30年度 千代田学研究成果報告書 WebGISを用いた千代田ヴァーチャル時空散歩アプリの構築』(私家版)(2019年3月) pp. 1-10 ・山口守、翻訳『我的日本:台湾作家が旅した日本』、甘耀明ほか著、共訳、白水社、2019年1月 						
10 その他の成果						
なし						
11 本研究課題による知的財産権の出願・取得状況						
名称	知的財産の種類	発明者 (考案者・創作者)	権利者	出願・登録番号	出願年月日	取得年月日

実施研究所：文理学部情報科学研究所

氏名：関根智子

1 2 今後の計画

実用化までの今後の計画について、当初計画からの変更点をふまえて記載してください。

平成 31 年度は、平成 30 年度の研究で収集・作成したデータや成果をもとに、明らかになった問題の解決に結びつく地域内資源の発掘とその調査可能性を探求しつつ、高齢化問題の政策的解決への結びつく支援手段としての WebGIS やアプリケーションの構築を柱とする、次の研究を実施する。

①GIS による地域の人口システムの構築では、農村、都市レベルごとに人口システムをあてはめて、さらに年齢別人口構成、高齢化の予測、単独・夫婦世帯の増加などの実態に関するデータ分析の成果を含めて、WebGIS の構築と公開を目指す。これにより、高齢化社会における諸問題の解決のための政策立案時における基盤的データをいつでも利用できることを可能にする。

②日本の高齢化社会に関連する諸問題の解決では、1) GIS による購買力の低下の予測システムを構築し、WebGIS の構築・公開を行う。さらに、2) 外国人移住者がもたらす地域社会コミュニティの政治的・社会的実態の把握、3) 地域コミュニティの衰退に伴う言語や文化の消滅の実態把握、4) 伝承を含む史料や記憶の消滅の実態把握では、地域コミュニティの変化の中で、住民が抱える問題とニーズ、そしてソーシャルキャピタルに代表される関係の豊かさや地域へのかかわりといった問題解決に資する資源の所在について、当該の自治体へのアンケート分析を通じて明らかにされた課題への対応策を提案する。5) GIS とリンクした Web サイト、Web アプリによる公開のための基盤システムの構築については、平成 30 年度と同様に競争的資金「千代田学」（代表：田中ゆかり）と連携して、平成 30 年度に開発したプロトタイプアプリ「江戸・東京ものがたり」の公開と利用方法、さらに改良を検討して社会実装を目指す。

当初の研究計画では、人口システムによる高齢化予測から各種施設の立地、統廃合の具体的な指針やコンパクトシティの可能性の提示、国際シンポジウムを計画していた。しかし、社会実装のためには、WebGIS での配信による研究成果の公開が重要であるとの認識から、研究計画を変更して、特に、人口システムと購買力の低下と予測システムの構築、「江戸・東京ものがたり」の公開利用について重点的に研究し、それらの社会実装に向けての連携を考えていくことにする。

平成30年度 学術研究助成金〔社会実装研究〕実績報告書

令和 元年 5 月 10 日

日 本 大 学 学 長 殿

氏 名 伊藤 玲子



所属・資格 医学部 ・ 助教

下記のとおり報告いたします。

実施研究所 医 学 部 総合医学 研究所

1 研究課題		
吸入療法支援のためのクラウド型在宅医療連携モデルに関する研究		
2 研究期間		
◎平成30年度～平成31年度 ◎平成 30 年度		
3 研究組織		
氏 名	所属部科校・資格	役割分担
○研究代表者名 伊藤玲子	医学部/助教	研究の統括と臨床研究実施
○研究分担者 権 寧博 丸岡秀一郎 肥田不二夫	医学部/教授 医学部/准教授 芸術学部/教授	通信型スパーサーの開発、クラウドシステムを用いた医療連携の構築 同上、臨床研究 通信型スパーサーのデザイン、制作
戸田 健	理工学部電気工学科/准教授	クラウドシステムの構築、AI、ビッグデータシステムの構築
中川一人 合計 6名	生産工学部創生デザイン学科/専任講師	通信型スパーサーの開発、制作。吸入流速設定に関する研究。 同上
連携組織 組織名		役割分担
一般社団法人 吸入療法アカデミー		吸入指導の病薬連携システムの運用
株式会社 VICENT		在宅吸入支援アプリケーション制作とクラウド制作、AI データ分析システムの構築

実施研究所：医学部総合医学研究所

氏名：伊藤 玲子

4 研究目的

研究の全体構想及び本研究の具体的な目的について記述してください。

- ① 本研究にて解決しようとするのは、呼吸器疾患患者の在宅治療継続に関する問題である。喘息や慢性閉塞性肺疾患（COPD）患者数は近年増加の一方であり、高齢患者の割合も増加している。認知機能の低下や身体機能の低下により、吸入器が正しく継続して使用できないことも多い。一方、医師や薬剤師、介護者が毎日患者を見守ることは難しく、患者が毎日、正しく吸入できているかをモニタリングする方法はない。これらの問題をセンサーやスマートフォン等の携帯端末を利用して解決することを目指す。達成すべき目標は以下の3点となる。
1. 患者の吸入を介助し、状態をモニタリングできる通信型スパーサーと症状を記録するアプリケーションを作成し、クラウド型医療連携システムのプロトタイプを医療現場に導入する。
 2. 吸入状況、吸入指導、症状モニタリングから得られたデータを医療者、介護者で共有し、医療と介護の連携における有用性や本システムの運用上の問題点を抽出することで、本システムが実用的に運用可能な連携システムに発展させるためのデータを取得する。
 3. 得られたデータを分析し、より良い治療方法の選択やアドヒアランスの向上のための情報を蓄積することである。

5 現在までの達成度

当初の研究目的に対する達成度について、以下の区分より自己評価を行ってください。

<区分> ①当初の計画以上に進展している。②概ね順調に進展している。③やや遅れている。

(区分 ③) ・ (達成度 40%)

6 当該年度の実施状況の概要

次の点について、具体的かつ明確に記述してください。

- ① 当初の研究計画、具体的なマイルストーンに対する進捗状況
- ② 進捗上の問題点と今後の対策

① 当初の研究計画、具体的なマイルストーンに対する進捗状況

- 通信型スパーサーの開発
初年度に加圧式定量噴霧吸入器（pMDI：pressurized metered dose inhaler）用通信型スパーサーの試作を計画していた。まず、スパーサーの開発に取り掛かり、新型のマルチ対応型 pMDI 吸入スパーサー（新 MA・pMDI スパーサー）のプロトタイプを I から VI までの試作・実験を通して吸入スパーサーのチャンバーの角度やレバーの適切な角度や大きさから使用者にとって負担が少ない形状が分かってきた。また吸入口を長くすることで唇の脇から薬剤が漏れにくくなることは大きな成果であった。更にチャンバー容量を変えた実験を行った結果、50ml 程度でも従来のスパーサーとほぼ同量の薬剤量を吸入できる事が確認できたことにより新 MA・pMDI スパーサーの小型軽量化に繋がり、薬剤吸入器として特許申請できた事は大きな進歩であった。本研究は HCD プロセス全 6 段階中、現在は 4 番目の「設計による解決案の策定」段階中である。
- 高齢者吸入指導の実態調査
高齢者における吸入指導、吸入手技習得の実態を医学部附属板橋病院において調査し、高齢者の吸入指導に対する意識と、効果に対する検討を行った。研究対象者は 3 つのクラスターに分類され、より年齢が高く、認知機能が低下しているクラスターにおいて、吸入手技が誤っているにも関わらず良好なアドヒアランスで治療を継続していることがわかった。このクラスターに属する患者においては、十分な吸入薬の効果が得られていない可能性があり、正確な吸入手技を習得できれば、投与薬剤を減らせることが期待される。従来の吸入指導では手技の誤りを認識できていない高齢患者へのアプローチが必要であることが判明した。そこで、吸入をより効果的に行うことが可能となる吸入介助を目的としたマウスピースをデザインし、3D プリンターによるテスト用マウスピースを製作した。
- 吸入療法支援のための吸入指導の病薬連携システム「吸入カルテ」
吸入指導に積極的に取り組んでいる診療所・保険薬局を対象に、医師・看護師・薬剤師全員が吸入指導を行うことを考慮し、新たな吸入指導支援システムを用いた病薬連携スキームが新しく検討された。

6 当該年度の実施状況の概要（つづき）

新しい病薬連携システム「吸入カルテ」の試作が行われ、その試験導入は2017年5月1日より岐阜県瑞浪市の東濃中央クリニックおよび、いきいき健康薬局（一般財団法人 吸入療法アカデミー会員施設）で開始されていた。本年度はシステム内に埋め込まれたログデータから情報システム工学上のデータ解析が行われた。得られた情報の解析については、「吸入カルテ」のアクセスログ解析によるユーザビリティ評価から、操作時間およびエラー率ともに実用的許容範囲に収まった。また、返信率は先行システム(56.3%)を大幅に改善した(92.2%)。これらのことから試作システムの有効性および効率性が示され、提案スキームの有用性が示された。一方ユーザインターフェース（webアプリケーション）は大手2社のスマートフォン iPhone および Android 端末実機で評価し正常動作を確認した。さらに病薬連携システム「吸入カルテ」において吸入指導報告書の予測を目的に、吸入指導報告書のデータに対し項目間の相関特性が求められ、相関が高い項目に対し機械学習方法として最もオーソドックスな方法 Decision tree, RandomForest, XGBoost の3手法を用いて予測が行われた。

● 加圧式定量噴霧吸入器の吸入タイミングのモニタリング

吸入状況の把握を含めた、介助の仕組みとして開発を進めている加圧式定量噴霧吸入器の吸入タイミングのモニタリングに関し、2つのフォトリフレクタを用いた簡易計測法が提案された。2つのフォトリフレクタ出力電圧波形のピーク差より薬剤噴霧速度を算出した結果の一例 23.4 m/s はレーザードップラー流速計による測定結果の一例 25.8 m/s。（Mrs. Baljinder, 2013）と比べ約9%の差となった。しかしながら被験者4人に6日間にわたり噴霧のみの流速の測定を行った結果、広がりがあることがわかった。吸入器のポンペの押し方の違いに起因する噴霧速度の違いと考えられるが、実際レーザードップラー流速計による測定結果においても同様の広がりが見られる。また噴霧のみ及び噴霧と吸引をした場合の噴霧速度の差をピーク時間差から算出した結果、吸入時の薬剤速度は噴霧薬剤のみの速度と比べ4.6 m/s 速いため、本システムにより吸入による薬剤の加速を観測することができた。

● 吸入支援アプリケーション「わたしの喘息カルテ（ゼンカル）」開発

初年度前半に完成を目指していた、在宅患者のモニタリングを兼ねた吸入支援アプリケーション「わたしの喘息カルテ（ゼンカル）」は連携組織である株式会社 VICENT によりプレスリリースを行い、開発を開始した。スマートフォンから症状とピークフロー値を1日2回入力すると、毎日と1週間後にコントロール状況を点数化したフィードバックが表示されるシステムとなっている。完成は予定より遅れており、初年度はそのユーザビリティの確認を行う段階まで到達している。

② 進捗上の問題点と今後の対策

● 通信型スパーサーの開発

スパーサーのセンサーユニットの開発が遅れている。吸入のタイミング測定は検証できていることから、実装に向けたセンサーの選定と、通信設備を備えたスパーサーの装着部のデザインを行って、プロトタイプを作成を行う。本研究で開発したスパーサーの金型作成、製品化にはもういくつかの段階と時間、費用がかかるため、スパーサー開発のゴールを特許の取得と、パートナー企業の決定までとする。一方、吸入を介助するマウスピースは舌を下に下げて、気道への薬剤の到達がより効果的になることが期待される。マウスピース単体での使用、製品化も視野に入れて研究を進める。まずはマウスピースの製品化を目指す。

● 吸入療法支援のための吸入指導の病薬連携システム「吸入カルテ」

「吸入カルテ」で得られたデータを用いた吸入指導に関する予測解析では、全ての解析方法で精度は7割以上だが、テストに用いたデータ数は29件で行ったため、テストデータ数が多ければデータにより多様性が生まれ、精度が低下するとも考えられる。吸入療法アカデミーを通じて、医療機関の利用を拡大し、「吸入カルテ」を運用し続けることでデータが蓄積され、より多くのデータを用いて予測・解析が行われることが望まれる。また学習機能がアプリケーションに組み込まれ、リアルタイムに予測が行われ、項目のチェック忘れ等の防止機能に発展することが期待される。

● 吸入支援アプリケーション「わたしの喘息カルテ（ゼンカル）」開発

次年度で、アプリケーションを完成させる。患者ごとのアラートを設定するために機械学習を用いて予測解析を行う予定であったが、まずは喘息予防・治療ガイドライン2018に沿ったアルゴリズムを作成し、フィードバックを行うことで、喘息患者における有用性を検証する。本臨床研究の研究計画書、および説明同意文書を作成し、医学部付属板橋病院、協力医療機関の各倫理審査委員会の承認を取得し、令和元年7月を目標に臨床研究を開始する。

実施研究所名：医学部総合医学研究所

氏名：伊藤 玲子

7 学会発表等			
当該年度における研究成果の発表状況（学会発表、成果物展示、プレス発表等）について記入してください。 要旨集の抜き刷り、発表原稿のコピー等及び発表したことがわかるものを添付してください。			
発表者名	学会、発表会名等	発表テーマ	発表年月
山内智史, 芳村賢士郎, 入江泰生, 梁島一哉, 戸田健, 大林浩幸, 伊藤玲子, 権寧博	第 62 回日本大学理工学部 学術講演会, L-10	吸入療法支援のための病薬連携システムにおけるデータマイニングの試み - マシンラーニングを用いた吸入報告指導内容の予測可能性 -	2018 年 12 月
滝島翔太, 村下陽, 戸田健, 中川一人, 伊藤玲子, 丸岡秀一郎, 肥田不二夫, 権寧博	第 62 回日本大学理工学部 学術講演会, L-15	次世代型吸入器向けフォトリフレクタを用いた吸入タイミング簡易測定システムの検討	2018 年 12 月
村下陽, 滝島翔太, 戸田健, 中川一人, 伊藤玲子, 丸岡秀一郎, 肥田不二夫, 権寧博	第 62 回日本大学理工学部 学術講演会, L-29	次世代型吸入器向けフォトリフレクタを用いた吸入タイミング簡易測定システムの評価予備実験	2018 年 12 月
滝島翔太, 村下陽, 戸田健, 中川一人, 肥田不二夫, 伊藤玲子, 丸岡秀一郎, 権寧博	電気学会産業計測制御研究会資料 (高度センサ情報処理技術とその応用)	フォトリフレクタを用いた加圧式定量噴霧吸入器の吸入タイミング簡易測定システムのパイロットテスト	2018 年 11 月
Satoshi Yamauchi, Ichitaro Nakura, Sumika Fukuyama, Kenshiro Yoshimura, Takeshi Toda, Ohbayashi Hiroyuki, Reiko Ito and Yasuhiro Gon	24th International Conference on Electrical Engineering (ICEE2018)	Prototyping of new hospital-pharmacy cooperation cloud system for inhalation therapy, considering collaborative inhalation instruction of doctor, nurse and pharmacist	2018 年 6 月
Kenshiro Yoshimura, Satoshi Yamauchi, Ichitaro Nakura, Sumika Fukuyama, Takeshi Toda, Ohbayashi Hiroyuki, Reiko Ito and Yasuhiro Gon	24th International Conference on Electrical Engineering (ICEE2018)	A field trial of a new hospital-pharmacy cooperation scheme with cloud for supporting inhalation therapy	2018 年 6 月
Shota Takihata, Takeshi Toda, Kazuto Nakagawa, Fujio Koeda, Reiko Ito and Yasuhiro Gon	24th International Conference on Electrical Engineering (ICEE2018)	A basic study of simple and low-cost system to measure timing of breath-puff timing in using pressurized metered-dose inhalers (pMDI)	2018 年 6 月
肥田不二夫, 中川一人, 伊藤玲子, 権寧博, 他	日本デザイン学会第 65 回 研究発表大会	UD 視点による呼吸器プロダクトの可能性について-4	2018 年 6 月
中川一人, 肥田不二夫, 伊藤玲子	日本機械学会 2018 年度年次大会	微差圧センサを備えた pMDI (加圧式定量噴霧式吸入器) 用吸入デバイスによる吸入状況のモニタリングおよび、吸入治療への応用	2018 年 9 月
伊藤玲子, 濱野理恵, 瀬出井美紀, 坪井絵梨子, 丸岡秀一郎, 権寧博	第 28 回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会学術集会	高齢患者吸入指導におけるクラスター分析の試み	2018 年 11 月
伊藤玲子, 権寧博, 坪井絵莉子, 橋本修	第 58 回日本呼吸器学会学術講演会	高齢者に対して行った吸入指導の効果に関連する因子の検討	2018 年 4 月
権寧博	第 5 回総合アレルギー講習会～Total Allergist をめざして～.	新ガイドラインからみる喘息診療の未来.	2018 年 12 月

8 著書・雑誌論文

当該年度における研究成果の発表状況（学会発表、成果物展示、プレス発表等）について記入してください。

著書・雑誌・抜き刷り等を添付してください。コピーの場合は掲載されたことが客観的にわかるものを添付してください。

著者・執筆者	著書名・雑誌名／論文名	巻・号	年月	出版社・発行所
肥田不二夫	日本大学芸術学部紀要・論文編／呼吸プロダクトの新たな可能性について（2）	第69号	2019年3月	日本大学芸術学部
権 寧博	喘息予防・管理ガイドライン2018		2018年6月	協和企画

9 本研究課題に関するその他の発表（新聞、一般雑誌掲載等）

肥田不二雄：産学、学部間連携の新デザイン「単なるアイデアは特許じゃない」、「桜門春秋」139号 P8

株式会社 VICENT プレスリリース、喘息症状管理アプリ「ゼンカル」開発スタート～患者自身の継続的な症状管理とそれに対する適切なアドバイスをアプリ上で実現～ 2018年5月11日

本研究で開発したウェブアプリ「吸入レッスン」がNPO 日本呼吸障害者情報センター、ホームページに掲載
<https://www.j-breath.jp/copd/Inhaler.html>

本研究で開発したウェブアプリ「吸入レッスン」がキュレーションジャーナル CURASAW に掲載。
<https://app.curasaw.jp/>

本研究で開発したウェブアプリ「吸入レッスン」が東京都福祉保健局、東京都アレルギー情報 navi. に掲載。
http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/allergy/knowledge/asthma_adults.html

10 その他の成果

本研究で開発したウェブアプリ「吸入レッスン」が喘息予防・管理ガイドライン 2018 : P76 表 5-2 に患者教育用ツールとして掲載。

● 講演

- 権 寧博：好酸球をターゲットにした重症喘息の今後の展開. Severe Asthma Symposium in Osaka. 大阪府, 大阪市. 2018, 5, 10
- 権 寧博：喘息・COPD オーバーラップの診断と治療. 第4回北九州呼吸器セミナー. 福岡県. 2018, 6, 5
- 権 寧博：COPD ガイドラインと LAMA/LABA 配合剤の位置づけ. これからの呼吸器診療を考える会. 埼玉県, 川口市. 2018, 6, 15
- 権 寧博：好酸球をターゲットにした重症喘息の今後の展開. Severe Asthma Symposium. 東京都. 2018, 6, 27
- 権 寧博：喘息・COPD の最近のトピックスーGL 改訂を踏まえてー. 第20回城西呼吸療法研究会. 東京都. 2018, 7, 4
- 権 寧博：COPD 治療ガイドラインと LAMA/LABA 配合剤の位置づけ. Respiratory Conference in 城東北部. 東京都. 2018, 7, 9
- 権 寧博：好酸球をターゲットにした重症喘息の今後の展開. 神奈川西部 Severe Asthma Symposium. 神奈川, 厚木市. 2018. 8. 17
- 権 寧博：咳・痰の診断および治療～喘息治療中心に～. 船橋市呼吸器疾患セミナー. 千葉県, 船橋市. 2018, 8, 28
- 権 寧博：好酸球をターゲットにした重症喘息の今後の展開. 重症喘息を考える会 in 市川. 千葉県, 市川市. 2018, 8, 29
- 権 寧博：重症喘息の治療 Up Date -新ガイドラインを踏まえて-. 長岡市医師会学術講演会. 新潟県, 長岡市. 2018, 9, 27
- 権 寧博：重症喘息における生物学的製剤の使い分け. 第7回奈良喘息・アレルギー研究会 (旧・北和喘息・アレルギー研究会). 奈良, 大和郡山市. 2018. 9. 29
- 権 寧博：好酸球をターゲットにした重症喘息治療の今後の展開. 重症喘息講演会 in 浜松. 静岡県, 浜松市. 2018. 10. 25
- 権 寧博：喘息治療における抗コリン薬の位置づけ～改訂 GL を踏まえて～. Meet the Expert. 愛知県, 名古屋市. 2018. 11. 10
- 権 寧博：好酸球をターゲットにした重症喘息治療の今後の展開. Severe Asthma Symposium in 秋田. 秋田県, 秋田市. 2018. 11. 13
- 権 寧博：COPD 治療における LAMA/LABA 配合剤の位置付け～ガイドライン改定を踏まえて～. 横浜市西部 COPD 学術講演会～スピオルト発売3周年記念～. 神奈川県, 横浜市. 2018. 12. 3
- 伊藤玲子：吸入指導をもう一段階レベルアップする. 朝霞地区吸入指導研究会学術講演会 V 埼玉. 2018. 11. 30.
- 伊藤玲子：ICT を使った患者支援の可能性. 第3回市川レスピオロジストの会. 千葉. 2018. 11. 28
- 伊藤玲子：喘息における継続治療の重要性～当院における患者教育も含めて. ぜんそく吸入療法 Update . 東京. 2018. 5. 11

11 本研究課題による知的財産権の出願・取得状況

名称	知的財産の種類	発明者 (考案者・創作者)	権利者	出願・登録番号	出願年月日	取得年月日
薬剤吸入器	特許	肥田不二夫, 中川一人, 権寧博, 伊藤玲子	日本大学	特願 2019- 50109	2018. 3. 18	

実施研究所：医学部総合医学研究所

氏名：伊藤 玲子

1.2 今後の計画

実用化までの今後の計画について、当初計画からの変更点をふまえて記載してください。

当初の計画では、次年度は開発した通信型スパーサーとデータ入力可能なアプリケーションを、病薬連携支援システム「吸入カルテ」と、吸入療法に精通していない患者支援のために、既に医学部にて開発、導入済みの吸入指導支援ツール「吸入レッスン」と統合し、クラウド型在宅吸入療法支援システムのプロトタイプを作製して、多施設共同研究を計画し、在宅医療現場での実証実験を行う計画であった。スパーサー開発については、センサーモニターの開発までを計画し、センサー付きスパーサーとして、社会実装可能なパートナー企業を募ることと計画を変更する。

初年度の高齢者を対象とした調査研究で明らかとなった、吸入指導の効果の低い患者対象に吸入の介助を行うマウスピースの開発に着手した。初年度中にデザインに着手しており、引き続き、従来の pMDI に装着することで、安定的な吸入器の固定方法と薬剤がどのような人にとっても容易に肺に吸収されるような吸入口形状のディテール検討を行う。まずは健常者において、マウスピースを装着した際の口腔内の容量を計測、気道抵抗の測定も行って、従来の吸入方法に対する優位性を検討する。不備な点があれば HDC の手法に準じ再度デザインの検討を行い、実験・検証を繰り返して最終デザイン案を決定することになる。その後は簡易金型設計を経て第一次試作品を一定数量作成する予定である。その費用として、当初アプリ開発に計上していた費用のうち、1,000,000 円を充てる予定である。

実際の使用可能なマウスピース作成ののち「要求事項に対する設計の評価」として、使用実験を通して定量分析を行い、その結果をフィードバックして更に操作性の向上を図って行きたい。最終的には医学部附属板橋病院において臨床研究倫理審査委員会の審査を受け、臨床研究を行い一定のエビデンスを得るプロダクトにすること、つまり最終段階の「本提案システムが特定のユーザー、及び組織の要求事項を満足」することを目標とする。

スパーサーを除いた吸入療法支援のためのクラウド型システムの有用性を検証する。

実証実験の準備として「吸入カルテ」、「吸入レッスン」、吸入支援アプリケーション「わたしの喘息カルテ（ゼンカル）」の統合を行う。その費用として、当初計上していたアプリ開発、更新費のうち 1,000,000 円、とクラウドシステム構築、メンテナンス費として 150,000 円を充てる。実証実験は医学部附属板橋病院とその関連施設で行い、各施設の倫理審査委員会の承認を取得する。臨床研究は承認を得た説明同意文書を用いて患者に十分に説明を行い、文書による同意を得て行う。個人情報保護法に基づき、患者情報は匿名化し、連結せず管理できるよう設計する。本研究においては、システムの介入前後で、「ゼンカル」に入力した症状の変化や、吸入遵守率、点数化されたコントロール状況、記録されたメモの内容から、患者背景を明らかにし、アドヒアランス向上に寄与した因子を統計学的に解析する。これらデータは更に拡張し、AI&ビックデータ関連システムとして構築する。システム開発には株式会社 VICENT との共同開発を予定しており、一部業務委託を含む。将来的には、喘息・COPD 患者の吸入行動に関連する詳細なデータを必要とする一般社団法人吸入療法アカデミーやその他製薬企業への情報提供を予定している。

注：課題番号を記入してください。

平成30年度 学術研究助成金〔社会実装研究〕実績報告書

令和 元年 5 月 10 日

日 本 大 学 学 長 殿

氏 名 中西 陽子



所属・資格 医学部・ 助教

退職、転出の場合は、() 書きで受領時の資格を記入

下記のとおり報告いたします。

実施研究所 医学部 総合医学研究所

1 研究課題		
病理診断ガイドアプリケーションシステムの構築		
2 研究期間		
◎平成 30 年度～令和 1 年度 ◎平成 30 年度		
3 研究組織		
氏 名	所属部科校・資格	役割分担
○研究代表者名 中西陽子	医学部・助教	研究計画と統括、研究全般
○研究分担者 増田しのぶ	医学部・教授	病理診断に関する内容の監修
根東義明	医学部・教授	セキュリティシステムの監修
五味悠一郎	理工学部・助教	ネットワーク環境とシステムの監修
連携組織 組織名		役割分担
サクラファインテックジャパン株式会社（以下 SFJ 社） 病理情報システムグループ		既存システムへの連携と配信業務移管
特定非営利活動法人 医学中央雑誌刊行会（以下 JAMA）		医中誌 Web システムとの連携

※ホームページ等での公開の (可)・否) いずれかを○で囲んでください。否の場合は、理由書を添付して下さい

4 研究目的

研究の全体構想及び本研究の具体的な目的について記述してください。

がんの適切な診療には適切な診断が必須である。がんは日本人の死因の第一位であり、その割合は年々増加している。しかし、分子生物学の発展によって手術困難な進行がんや再発がんに対しても様々な治療が効果を示すようになってきたことから、がんの診断は、顕微鏡下の形態学的診断に分子情報を加えて治療効果予測を行う分子病理診断へと変革が求められている。しかしながら我が国では、患者数当たりの病理医数は米国の5分の1である上、一人が全診療科および全臓器に対応しなければならない。臓器毎の診断基準や治療法の変遷は速く、500以上の診療ガイドラインが存在し、頻回に改訂される。このような状況による診断、治療の遅れが患者や医療施設さらには医療経済に与える影響は大きい。本社会実装研究では、これらの病理情報を集約したアプリケーション開発を行い、病理医の知識と経験に寄らない病理診断業務の効率化と均てん化に貢献することを目的としている。

5 現在までの達成度

当初の研究目的に対する達成度について、以下の区分より自己評価を行ってください。

<区分> ①当初の計画以上に進展している。②概ね順調に進展している。③やや遅れている。

(区分 ②) ・ (達成度 60 %)

※研究期間全体(2年計画の場合は2年間)を100%としてください。

6 当該年度の実施状況の概要

次の点について、具体的かつ明確に記述してください。

- ①当初の研究計画、具体的なマイルストーンに対する進捗状況
②進捗上の問題点と今後の対策

①当初の研究計画、具体的なマイルストーンに対する進捗状況

本研究を遂行するにあたり、当初に計画した研究内容とマイルストーンならびに進捗状況は以下のとおりであった。

平成30年度の目標：アプリケーションの仕様決定と試作品開発

表1. 具体的なマイルストーンと進捗状況

	検討内容	担当	目標時期	進捗状況
1	秘密保持契約の締結	日本大学、SFJ社	4月	完了
2	医中誌Webシステム連携契約の締結	日本大学、JAMA	4月	連携内容について協議済
3	仕様とサーバー決定	日本大学、SFJ社	4月	8月までに実施済
4	プロトタイプ構築	日本大学	8月	8月作成
5	内部テストと改良点の精査	日本大学	9月	8月実施済
6	インターフェースの決定	日本大学、SFJ社	12月	12月完了 デザイン部分は2019年2月完了
7	出力フォーマットの検討	日本大学、SFJ社	12月	12月完了
8	登録方法の検討	日本大学、SFJ社	12月	12月完了
9	セキュリティレベルの検討	日本大学、SFJ社	12月	12月完了
10	名称とアイコンデザインの検討	日本大学、SFJ社	期間中	名称決定し商標登録申請済(2019年4月)
11	ベータ版の構築	日本大学、SFJ社	2019年	2019年3月完了 (株式会社JIM)
12	データの集積	日本大学	随時	随時進行中

6 当該年度の実施状況の概要（つづき）

表1に示した通り、当初の計画に従って概ね順調に遂行することができた。システム構築までの概要は次の通りであった。

1. アルゴリズムの検討

本研究では、病理診断業務に沿ったシステム構築を目指すため、以下の骨格に基づくアルゴリズムを作成した。

臓器情報→病理組織情報→鑑別診断情報→免疫染色情報

2. データの抽出および蓄積

エビデンスに基づいた、標準化された情報提供を目指すため、データの抽出源は、各種癌取扱い規約、診療ガイドライン、腫瘍病理鑑別診断アトラス、WHO Classificationの各最新版とした。これらの資料より、1に示した各情報を単語単位で切り出し、コード付与後マスタに蓄積した。

3. ユーザーインターフェースの検討

電子カルテなどの病院情報システムと切り離し、フリーのネットワーク環境での使用を想定しているため、フリーテキスト入力ができない、完全選択式のインターフェースとして検討した。また、表示情報量を優先してPC用画面を構築し、スマートフォン対応は行わなかった。

4. 内部テストの実施と改訂

プロトタイプ作成時、本研究の構想に対して施設内の小集団を対象としたデモテストおよびアンケート調査を実施して得られた課題に対するシステムの改定を行った。

医療情報として一般的な情報探索行動では、病名（鑑別診断名）で検索してその症状、診断、治療という検索を行う場合が多いため、診断名がわからなければ情報入手も困難である。これは、病理診断業務においても同様であり、希少な診断名の場合、診断名を思い浮かべなければ必要な補助検査にたどりつかない。そこで本システムでは、日常業務で得られる事項から鑑別診断名を提示し、さらにその鑑別に必要な免疫染色、遺伝子検査を提示する点が最大の特徴である。

当初の計画との大幅な変更点としては、レンタルサーバーを計画していたところ、セキュリティの点からも本学理工学部の仮想サーバーを利用することが可能となったことが挙げられる。これにより大幅な予算削減が可能となった。そこで、研究組織自作のプロトタイプを機能面、デザイン面からも、より実用レベルに向上させるため、ベータ版の構築を外部委託により行うこととした。特に、プロトタイプの内部テストの結果、デザイン性は使いやすさにつながるため重要であるとの回答が多かったことによる。また、システムに搭載するデータはすべて単語単位とする計画であったが、内部テストの結果、実際の染色標本の写真があった方がよりわかりやすい場合もあるとのことで、独自に染色標本を作製して撮影する作業も進めた点も当初は検討していなかった点であった。

しかしながら、プロトタイプの作成と内部テストを順調に行い、第38回医療情報連合大会（2018年11月）で結果を発表できたため、より実用化に求められる追加機能やデザインが明らかとなった。当初よりデータ量が増えることとなったため、まずは2臓器のデータを集積してベータ版の構築を行い、システムの利用者として予定している病理専門医に公開テストを実施するため、第108回日本病理学会総会に演題を登録し、発表を行った（2019年5月）。同時に、本システムを、病理診断ガイドアプリケーション（<https://nsp.ce.cst.nihon-u.ac.jp/evico/>）としてインターネットで公開した（2019年5月）。また、国際的な評価や指摘を仰ぐため、The 17th World Congress on Medical Health Informatics-MEDINFO2019（2019年8月フランス）への演題登録を行い査読の結果、採択された。以上の通り、本研究で開発するシステムの実用化に向けて、概ね順調に進行している。

②進捗上の問題点と今後の対策

システム全体における開発の進捗は概ね順調であるが、情報源から適切な情報を抽出してマスタに集約する作業工程の効率の悪さが問題点として挙げられる。作業効率への影響が多きい要因には、日本語の専門用語のゆれの程度が大きい分野が存在することと、マスタへの直接入力方式を採用していることがある。今後の対策として、分野別臓器辞書の作成とマスタ入力支援のための管理者用ユーザーインターフェースの作成について検討を加える予定である。

実施研究所名：医学部総合医学研究所	氏名：中西陽子
-------------------	---------

7 学会発表等 当該年度における研究成果の発表状況（学会発表、成果物展示、プレス発表等）について記入してください。 要旨集の抜き刷り、発表原稿のコピー等及び発表したことがわかるものを添付してください。						
発表者名	学会、発表会名等	発表テーマ			発表年月	
高橋 遼, 五味 悠一郎, 中西 陽子, 増田 しのぶ, 根東 義明	第 38 回医療情報学連合大会	病理診断ガイドアプリケーションの検討			2018 年 11 月	
中西陽子, 五味悠一郎, 高橋 遼, 西巻はるな, 小林博子, 大荷澄江, 楠美嘉晃, 唐 小燕, 根東義明, 増田しのぶ	第108会日本病理学会総会	免疫染色ガイドによる病理診断支援のためのアプリ開発の検討			2019 年 5 月	
8 著書・雑誌論文 当該年度における研究成果の発表状況（学会発表、成果物展示、プレス発表等）について記入してください。 著書・雑誌・抜き刷り等を添付してください。コピーの場合は掲載されたことが客観的にわかるものを添付してください。						
著者・執筆者	著書名・雑誌名／論文名	巻・号	年月	出版社・発行所		
9 本研究課題に関するその他の発表（新聞、一般雑誌掲載等）						
10 その他の成果 システム公開：病理診断ガイドアプリケーション https://nsp.ce.cst.nihon-u.ac.jp/evico/						
11 本研究課題による知的財産権の出願・取得状況						
名 称	知的財産の種類	発 明 者 (考案者・創作者)	権 利 者	出願・登録番号	出願年月日	取得年月日

実施研究所：医学部総合医学研究所

氏名：中西陽子

1.2 今後の計画

実用化までの今後の計画について、当初計画からの変更点をふまえて記載してください。

令和1年度の目標：試作品のフィールドテストを経て実用化を目指す。

当初の計画

1. 試作品の公開と国内でのフィールドテスト（日本大学、SFJ社）
 - ・第108回日本病理学会総会（東京）において試作品発表（2019年5月）
 - ・日本病理学会会員を対象としたアプリ試作品の配布と事前アンケート（試用期間3か月）
 - ・試用期間終了後のメールアンケート（2019年8月）
 - ・The 17th World Congress on Medical Health Informatics- MEDINFO 2019（第17回国際医療情報学会、リヨン、フランス）において国外に向けた試作品の紹介（2019年8月）
2. フィールドテスト結果の公開（日本大学、SFJ社、2019年10月）
 - ・第65回日本病理学会秋季大会（2019年11月つくば）において試用結果を報告し追加意見収集
3. システムの最終調整（日本大学、SFJ社、2019年12月）
 - ・フィールドテストを反映した仕様確認と改訂、アプリ改良、内部テストの実施
4. データベース情報の更新（日本大学、更新情報確認毎）
5. アプリ配信事業の継続性の検討（日本大学、SFJ社、JAMAS、研究開始～2019年12月）
 - ・APP Storeでfree license版を残した一般公開による利用拡大と、OS更新時の対応を検討
 - ・これらを含めた維持費およびメンテナンス費（更新データ課金制度や広告）の検討
6. アプリ本製品配信業務の移管（SFJ社、2020年2月）
7. 日本病理学会ホームページバナーによる案内と配信開始（SFJ社、2020年3月）

概ね、当初の計画通りであるが、ベータ版について日本病理学会で簡単な紹介を行ったところ、本システムの構築はこれまでにない初めての考え方であるとの感想を得た。このため、当初計画していたログイン機能を実施せず、まずは試用人数を増やすことを重視して検討する。具体的な新たな一つの計画としては、癌の診断や検査方法についての専門家も参加する日本癌学会で、演題発表による試用の案内とアンケートを実施する。すでに演題登録を行っている。本システムの反響を確認しながら、追加となった画像データを含めたマスタデータの充足とシステムの最終調整を行っていく。

また、今後の計画としての大きな変更点は、当初検討していたアプリ開発からPC利用を念頭に置いたWeb formへ変更した点である。専門家向けの情報提供ツールとしては一度に表示できる情報量が重要となってくることが考えられる。そこで、アプリ配信業務ではなく、インターネット上のサイト、データを蓄積したCSVマスタならびにサーバーの管理や更新作業の継続性についてSFJ社と検討を継続する予定である。