

実験タイトル	公共施設環境の見える化による快適な施設利用やエネルギー効率化を複数のLPWAセンサーにより実現	代表事業者	TIS株式会社
		共同参加者	株式会社テクサー

1. 実験の目的

公共施設における環境状況を見える化し、市民への快適な施設利用の提供やエネルギー効率利用によるCO2削減に繋がる課題解決につなげる。また、LoRaWANとZETAのふたつのLPWAの方式を利用し、温湿度センサー、照度センサー、人感センサー、ビーコンなどにより数分の頻度でデータを取得、内容にあった見える化を行い、ハイレベルの分析を行う。

2. 体制（実施体制の組織図等）

社名	所属名	役割
TIS株式会社	テクノロジー&イノベーション本部 SmartSociety推進室	実証実験主体、アプリ開発、データ検証
株式会社テクサー		実証実験用センサーデバイス提供 設置確認

※本実験でのハイブリッドLPWA実現方式は2通り実施し、ひとつの実現方式として、NECネットエスアイのソフトウェアを利用

富山市センサーネットワーク実証実験成果報告書（本編）

実験タイトル	公共施設環境の見える化による快適な施設利用やエネルギー効率化を複数のLPWAセンサーにより実現	代表事業者	TIS株式会社
		共同参加者	株式会社テクサー

3. スケジュール

実施内容	2019年度								備考
	8	9	10	11	12	1	2	3	
全体スケジュール	★事業者決定								★報告（協議会）
設置場所等調査		→							
アプリ開発		→	→	→	→				
実験実施					→	→	→		
データ分析・報告書							→	→	

■実施施設と期間、実験内容

<富山市科学博物館>

- ・実施期間：2019年12月10日（火）～12月28日（土）
- ・実施内容：1. 館内温度・湿度の可視化
2. 人の移動の可視化

<富山市立図書館本館>

- ・実施期間：2020年1月8日（水）～1月31日（金）
- ・実施内容：1. 閲覧室利用状況の可視化
2. 書庫の温度・湿度の可視化
3. 開架図書エリアの利用状況可視化

実験タイトル	公共施設環境の見える化による快適な施設利用やエネルギー効率化を複数のLPWAセンサーにより実現	代表事業者	TIS株式会社
		共同参加者	株式会社テクサー

3. 実験方法

■実施施設と期間、実験内容

<富山市科学博物館>

・実施期間：2019年12月10日（火）～12月28日（土）

・実施内容：

1. 館内温度の可視化

温湿度センサー、および、照度センサーにより、館内の温度・湿度の変化や違いを数分から十数分ごとにデータを取得し、見える化しました。

場所により温湿度差等があることが分かり、建物の形状の違い（ガラス面が大きいなど）を考慮し、ある程度細やかな場所による温湿度管理の必要性が分かりました。

夏と冬では外部の影響に違いがあるため夏のデータも欲しいというご要望がありました。

2. 人の移動の可視化

25個のビーコンを利用し、1日100グループ程度の来館者にご協力いただき、展示エリアの滞在時間や、館内アナウンスによる人の移動の状況などを可視化することができました。

富山市センサーネットワーク実証実験成果報告書（本編）

実験タイトル	公共施設環境の見える化による快適な施設利用やエネルギー効率化を複数のLPWAセンサーにより実現	代表事業者	TIS株式会社
		共同参加者	株式会社テクサー

3. 実験方法 ■博物館に配置したセンサー

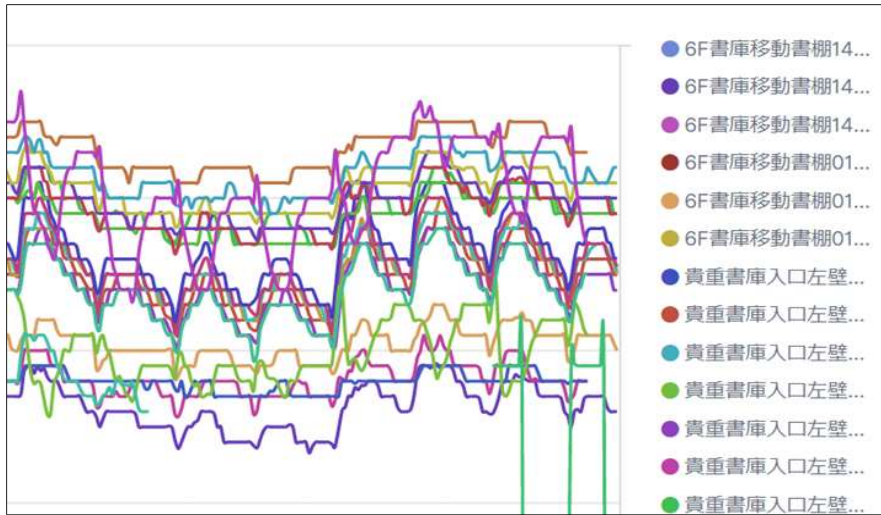
センサー種別	センサー名	センサーID	設置場所（12/4設置分）	設置場所（12/5設置分）	設置場所（12/10設置分）	設置場所（12/16設置分）	設置場所（12/23設置分）
温湿度センサー	THS01	4F009CCA	3Fプラネタリウム外入り口				2F特別展示室入り口横窓下
温湿度センサー	THS02	4F009CCB	3Fプラネタリウム内入り口				2F特別展示室前浮かんとどまるボール展示下
温湿度センサー	THS03	4F009CCC	3FプラネタリウムF-8席下				2F特別展示室奥隅
温湿度センサー	THS04	4F010CCD	3FプラネタリウムD-20席下				1F休憩室手前入り口
温湿度センサー	THS05	4F010CCE	3FプラネタリウムI-6席下				1F休憩室窓側奥
温湿度センサー	THS06	4F010CCF	3Fダクト外				
温湿度センサー	THS07	4F010CD0	2Fメガロドン上				
温湿度センサー	THS08	4F009CD1	2Fロビー中央				
温湿度センサー	THS09	4F009CD2	2Fエンジン展示の線路裏	2Fエンジン展示白棚上			
温湿度センサー	THS10	4F009CD3	1Fリファレンスコーナー机上				
温湿度センサー	THS11	4F009CD4	1F休憩室手前入り口			2F囲炉裏展示線側下	
温湿度センサー	THS12	4F009CD5	1F受付内			2Fクジラ展示前下	
温湿度センサー	THS13	4F009CD6	1F展示室1岩石展示1（左側：大陸だった富山）			2F常願寺川上流展示下	
温湿度センサー	THS14	4F009CD7	1F展示室1岩石展示2（右側：立山の形成）			2Fツキノワグマ展示前	
温湿度センサー	THS15	4F009CD8	1F展示室1ティラノ後ろ			2Fライチョウ展示円テーブル裏	
温湿度センサー	LWT01(LoRa)	ES920LRTH2	1F休憩室窓側奥			2Fクジラ展示前下	
ビーコン受信機	BTGW01	BF000465	3Fプラネタリウムコンソール			撤去	
ビーコン受信機	BTGW02	BF00046C	2F展示室ライチョウの上				
ビーコン受信機	BTGW03	BF000470	2F特別展示室前室			撤去	
ビーコン受信機	BTGW04	BF000479	1F展示室1岩石展示机上	1F展示室内生命史ゲート上		撤去	
ビーコン受信機	BTGW05	BF000482	1F休憩室窓側中央			撤去	
ビーコン受信機	BTGW06	BF000491	2F展示室3中央天井				
ビーコン受信機	BTGW07	BF000493	(予定)2F特別展示室設置			撤去	
中継器	MOTE03	FE007417	2F特別展示室				
中継器	MOTE01	FE0072DF	1F受付上				
照度センサー	MS1944	4F009CC2			2Fメガロドン上		
照度センサー	MS1944	4F009CC3			2Fロビー中央		
照度センサー	MS1944	4F009CC4			1Fリファレンスコーナー机上		
照度センサー	ES920LRI(LoRa)	ES920LRI(LoRa)			2Fエンジン展示白棚上		
照度センサー	ES920LRH(LoRa)	ES920LRH(LoRa)			1F受付上		



富山市センサーネットワーク実証実験成果報告書（本編）

実験タイトル	公共施設環境の見える化による快適な施設利用やエネルギー効率化を複数のLPWAセンサーにより実現	代表事業者	TIS株式会社
		共同参加者	株式会社テクサー

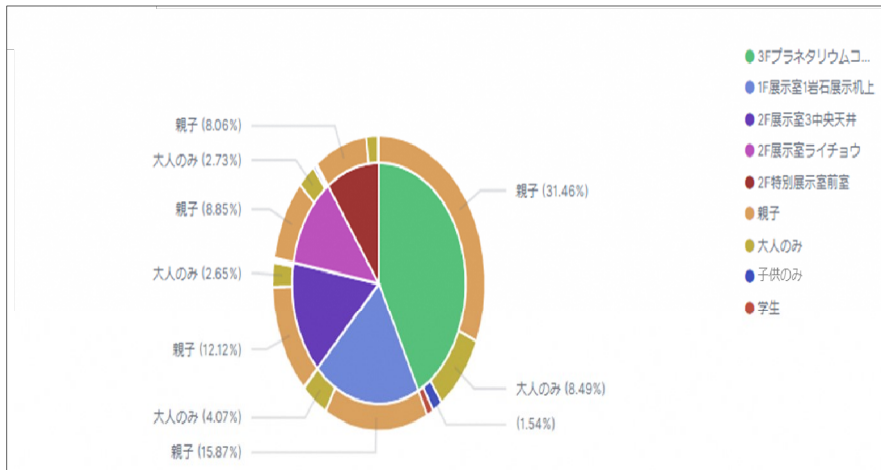
3. 実験方法 ■見える化の例



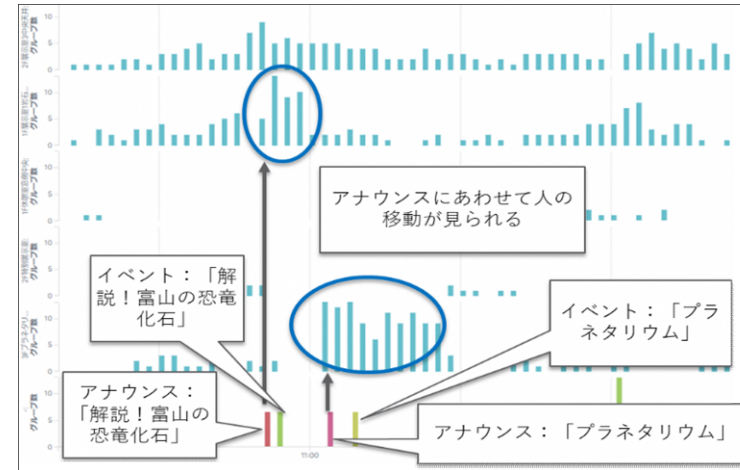
温湿度のグラフ



ヒートマップ



来館者の滞在時間の時間別、属性別円グラフ



館内アナウンスによる人の動き

実験タイトル	公共施設環境の見える化による快適な施設利用やエネルギー効率化を複数のLPWAセンサーにより実現	代表事業者	TIS株式会社
		共同参加者	株式会社テクサー

3. 実験方法

■実施施設と期間、実験内容

<富山市立図書館本館>

・実施期間: 2020年1月8日(水)～1月31日(金)

・実施内容: 1. 閲覧室利用状況の可視化

閲覧室の座席を利用しているかどうかの可視化を人感センサーを利用して行いました。利用者向けに閲覧室が混雑しているか、空いているかをスマホやパソコンから確認できる仕組みを実現しました。

2. 書庫の温度・湿度可視化

特別展示室や貴重図書、書庫などの温湿度を計測した。15分ごとにデータを取得し、書籍に最適な温湿度になっているかの確認を行いました。

3. 開架図書エリアの利用状況可視化

借り出しできない書籍を参考図書として閲覧する際に、どのカテゴリの棚が良く利用されているかの傾向について可視化を行いました。

富山市センサーネットワーク実証実験成果報告書（本編）

実験タイトル	公共施設環境の見える化による快適な施設利用やエネルギー効率化を複数のLPWAセンサーにより実現	代表事業者	TIS株式会社
		共同参加者	株式会社テクサー

センサー種別	センサー名	センサーID	設置場所（1/8設置分）	設置場所（1/20設置分）
人感センサー	MOS01	4F009CA7	開架書棚B04窓反対側	開架書棚C01中央
人感センサー	MOS02	4F009CA8	開架書棚B04窓側	撤去
人感センサー	MOS03	4F009CA9	開架書棚B05窓反対側	開架書棚C03中央
人感センサー	MOS04	4F009CAA	開架書棚B05窓側	開架書棚B09窓側
人感センサー	MOS05	4F009CAB	開架書棚B06窓反対側	開架書棚B09窓反対側
人感センサー	MOS06	4F009CAC	開架書棚B06窓側	開架書棚C02中央
人感センサー	MOS07	4F009CAD	開架書棚B07窓反対側	
人感センサー	MOS08	4F009CAE	開架書棚B07窓側	
人感センサー	MOS09	4F009CAF	開架書棚B08窓反対側	
人感センサー	MOS10	4F009CB0	開架書棚B08窓側	
人感センサー	MOS11	4F009CB1	閲覧室机14	
人感センサー	MOS12	4F009CB2	閲覧室机13	
人感センサー	MOS13	4F009CB3	閲覧室机12	
人感センサー	MOS14	4F009CB4	閲覧室机11	
人感センサー	MOS15	4F009CB5	閲覧室机10	
人感センサー	MOS16	4F009CB6	閲覧室机09	
人感センサー	MOS17	4F009CB7	閲覧室机08	
人感センサー	MOS18	4F009CB8	閲覧室机07	
人感センサー	MOS19	4F009CB9	閲覧室机06	
人感センサー	MOS20	4F009CBA	閲覧室机05	
人感センサー	MOS21	4F009CBB	閲覧室机04	
人感センサー	MOS22	4F009CBC	閲覧室机03	
人感センサー	MOS23	4F009CBD	閲覧室机02	
人感センサー	MOS24	4F009CBE	閲覧室机01	
人感センサー	MOS25	4F009CBF	N/A	
人感センサー	LoRa	ES920LRH	6F書庫自動ドア横固定書棚	



富山市センサーネットワーク実証実験成果報告書（本編）

実験タイトル	公共施設環境の見える化による快適な施設利用やエネルギー効率化を複数のLPWAセンサーにより実現	代表事業者	TIS株式会社
		共同参加者	株式会社テクサー

3. 実験方法 ■図書館に配置したセンサー(その2)

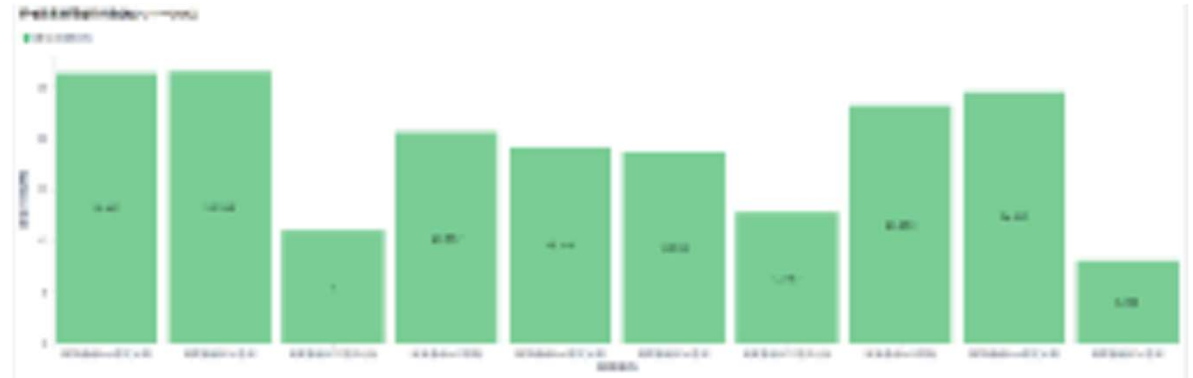
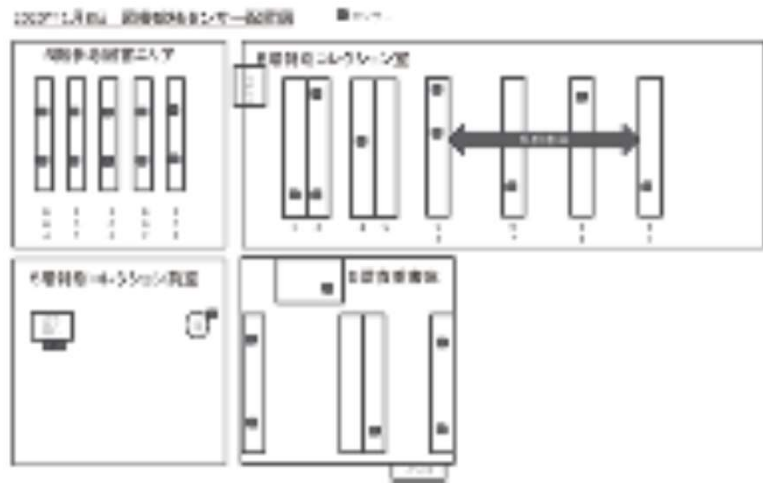
センサー種別	センサー名	センサーID	設置場所 (1/8設置分)
温湿度センサー	THS01	4F009CCA	特別コレクション室入口から3番目固定書棚貴重書庫側(下から5段目)
温湿度センサー	THS02	4F009CCB	特別コレクション室入口から4番目固定書棚貴重書庫反対側(下から4段目)
温湿度センサー	THS03	4F009CCC	特別コレクション室移動書棚03貴重書庫側(下から3段目)
温湿度センサー	THS04	4F010CCD	特別コレクション室移動書棚07貴重書庫反対側(下から4段目)
温湿度センサー	THS05	4F010CCE	特別コレクション室移動書棚11貴重書庫側(下から5段目)
温湿度センサー	THS06	4F010CCF	特別コレクション室移動書棚17貴重書庫反対側(下から4段目)
温湿度センサー	THS07	4F010CD0	貴重書庫入口右壁固定書棚手前(下から3段目)
温湿度センサー	THS08	4F009CD1	N/A
温湿度センサー	THS09	4F009CD2	貴重書庫入口右壁固定書棚奥(下から3段目)
温湿度センサー	THS10	4F009CD3	貴重書庫入口右から2番目固定書棚手前(下から2段目)
温湿度センサー	THS11	4F009CD4	貴重書庫入口左壁固定書棚手前(下から3段目)
温湿度センサー	THS12	4F009CD5	貴重書庫入口左壁固定書棚奥(下から3段目)
温湿度センサー	THS13	4F009CD6	貴重書庫入口左奥固定書棚(下から3段目)
温湿度センサー	THS14	4F009CD7	6F書庫移動書棚146事務室入口側
温湿度センサー	THS15	4F009CD8	6F書庫移動書棚01事務室反対側
温湿度センサー	LWT01(LoRa)	ES920LRTH2	6F書庫自動ドア横固定書棚



富山市センサーネットワーク実証実験成果報告書（本編）

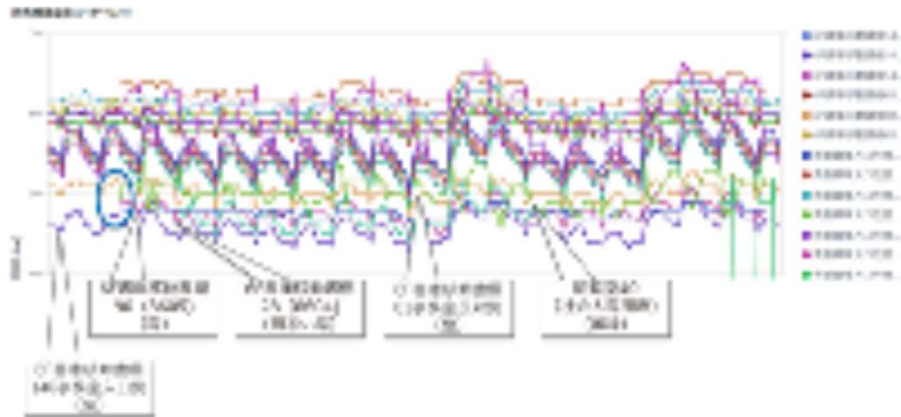
実験タイトル	公共施設環境の見える化による快適な施設利用やエネルギー効率化を複数のLPWAセンサーにより実現	代表事業者	TIS株式会社
		共同参加者	株式会社テクサー

3. 実験方法 ■見える化の例



参考図書棚の滞在時間

センサー配置図



6階書庫エリアなどの温湿度見える化



スマホ画面による閲覧室の混雑状況表示

実験タイトル	公共施設環境の見える化による快適な施設利用やエネルギー効率化を複数のLPWAセンサーにより実現	代表事業者	TIS株式会社
		共同参加者	株式会社テクサー

4. 効果

施設の環境状況を数分から10数分の間隔で取得し、より細やかな温湿度管理による来館者の快適さ向上や、書籍や展示物の保存状況などを管理することができるようになると思います。両実験ともに各施設のご担当者様にご説明ができる実験結果が得られました。

今回の実験結果を確認する中で、各施設様から、さらに課題解決に向けた調査のアイデアやご要望をお聞きしました。

- ・季節ごとの環境状況の可視化をしたい。また、天候などのデータとあわせ、詳細な分析をすることで環境の改善策をうつことができるのではないか。(科学博物館様)
- ・展示のどこの場所でどの向きを向いているかまでを測定する実験ができると、さらに効果的な分析ができるのではないか。(科学博物館様)
- ・閲覧室の在席状況を可視化できれば、ほかの課題対策にも有効ではないか。(図書館本館様)

実験タイトル	公共施設環境の見える化による快適な施設利用やエネルギー効率化を複数のLPWAセンサーにより実現	代表事業者	TIS株式会社
		共同参加者	株式会社テクサー

5. まとめ

センサー配置の検討や天候などのセンサー以外のデータを組み合わせるとより有効な分析ができると考えます。ビーコンによる人の流れの検証や、座席の利用状況や棚ごとの利用状況を可視化することにより、課題解決ができるソリューションにつながる事が分かりました。

技術的には、複数のLPWAを同時に利用し、ひとつのアウトプットとすることが実現でき、様々な特性をもったセンサーを組み合わせるソリューションが提供できると考えます。

センサーデータがそれぞれのサーバーから移っていく過程で、一部データの不備やデータ欠けも見られたが、博物館様での実験で、概ねの不備は改善し、図書館様では、データの欠損などは、ほとんどない状態で進めることができました。概ねの分析を行うことができたが、今後はより詳細な因果関係を検証する効果的な分析ができる対応を検討していきたいと考えます。

（技術的な課題・まとめ・要望に関しましては、別途、富山市様に報告いたします）