

# オフィス在室者の省エネ行動変容を促進する BI-Techシステムの開発

住吉大輔（九州大学大学院人間環境協学研究院）

石橋 総一郎（九州大学大学院人間環境学府）

陳 昱通（九州大学大学院人間環境学府）

上野 貴広（北九州市立大学国際環境工学部）

山本 高広（香川大学創造工学部）

呉 濟元（崇城大学工学部）

# 目次

## 01 研究概要

---

3P: 研究背景

5P: BI-Techの概要

6P: BI-Tech活用例

8P: 研究目的

## 02 システム紹介

---

9P: システムの全体概要

10P: システムの具体的な説明

## 03 実験結果

---

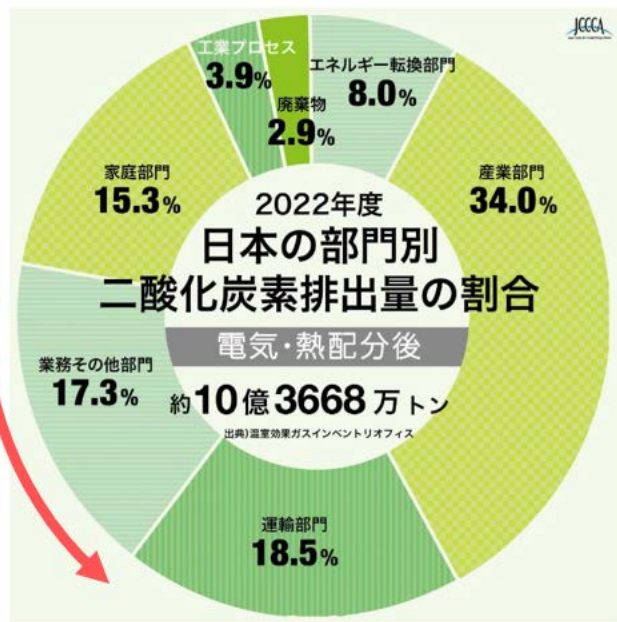
11P: 実験概要

15P: 分析概要

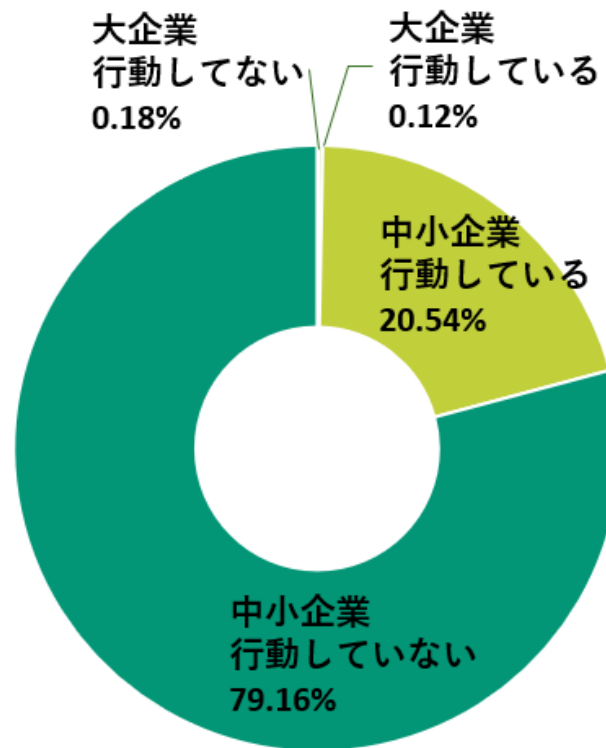
16P: 実験結果

23P: まとめ

# 01 研究背景



2022年度日本の部門別  
二酸化炭素排出量の割合※1



企業の構成割合と省エネ推進割合※2,3

日本における部門別CO<sub>2</sub>排出量のうち、企業に関係する割合は**17.3%**に相当する  
日本の全企業数割合のうち省エネを意識していない・もしくはできていない  
中小企業の割合は**80%**

→ **中小企業の省エネ行動の割合を向上**することが業務部門におけるCO<sub>2</sub>排出割合削減に効果的

※1 全国地球温暖化防止活動推進センター  
日本の部門別二酸化炭素排出量(2022年度)  
<https://www.jccca.org/download/65477>  
※2 中小企業省ホームページ「最近の中小企業の景況について」  
<https://www.chusho.meti.go.jp/koukai/chousa/chushoKigyouZentai9wari.pdf>(2024年11月参照)  
※3 帝国データバンクSDGsに関する企業の意識調査(2022年)  
<https://www.tdb.co.jp/report/watching/press/p220811.html>  
(2024年11月参照)

# 01 BI-Techの概要

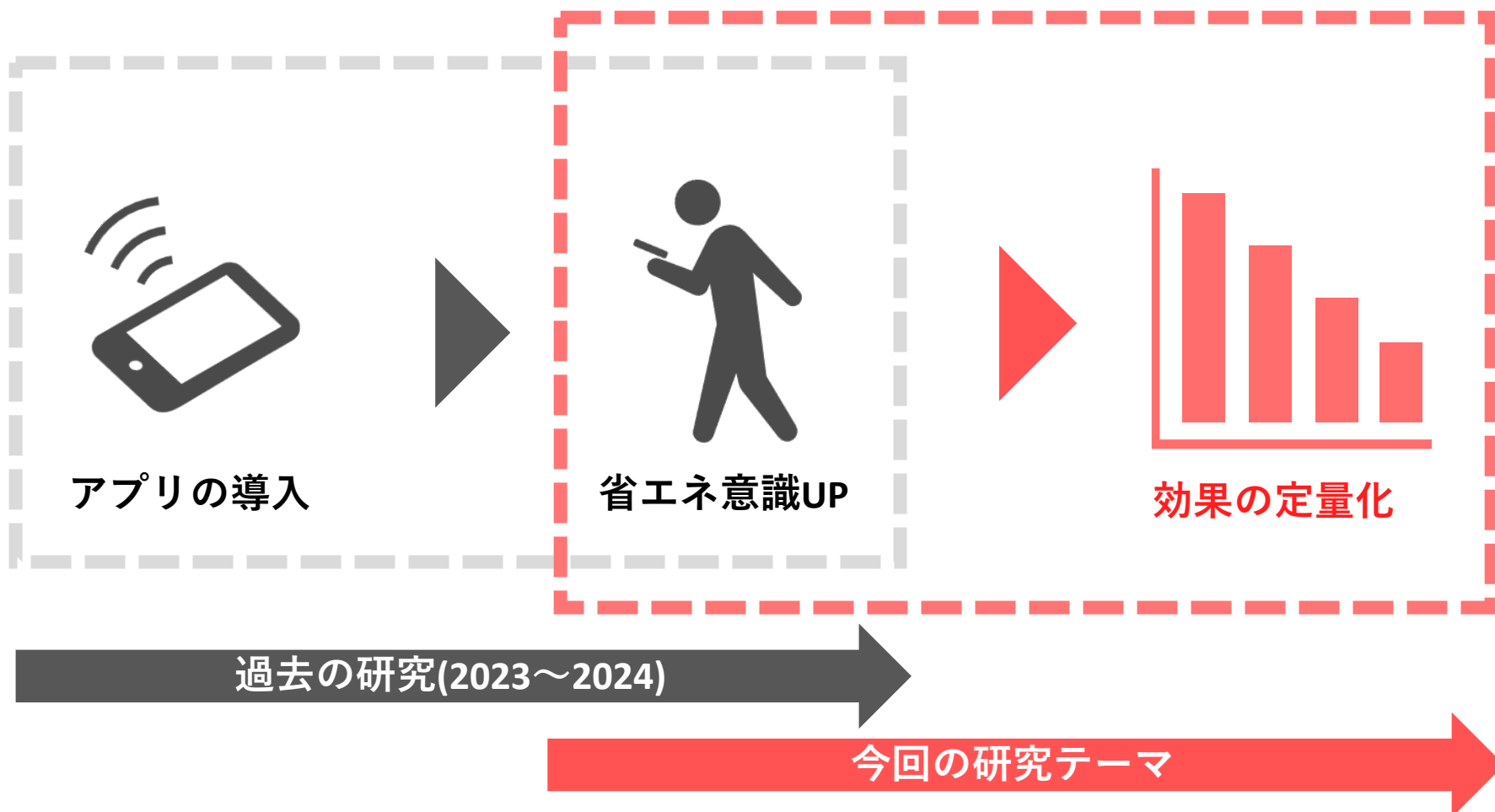
## Behavioral Insights & Technology

行動インサイト<sup>※1</sup>とAIやIoT技術を組み合わせて活用し、自発的な行動変容を促す取り組みのこと。

**※1:行動インサイトとは**

行動経済学の技法の一つで、行動科学や社会科学などの実証的な研究結果を基に、人がどのような選択を行うかについて洞察すること

# 01 研究目的



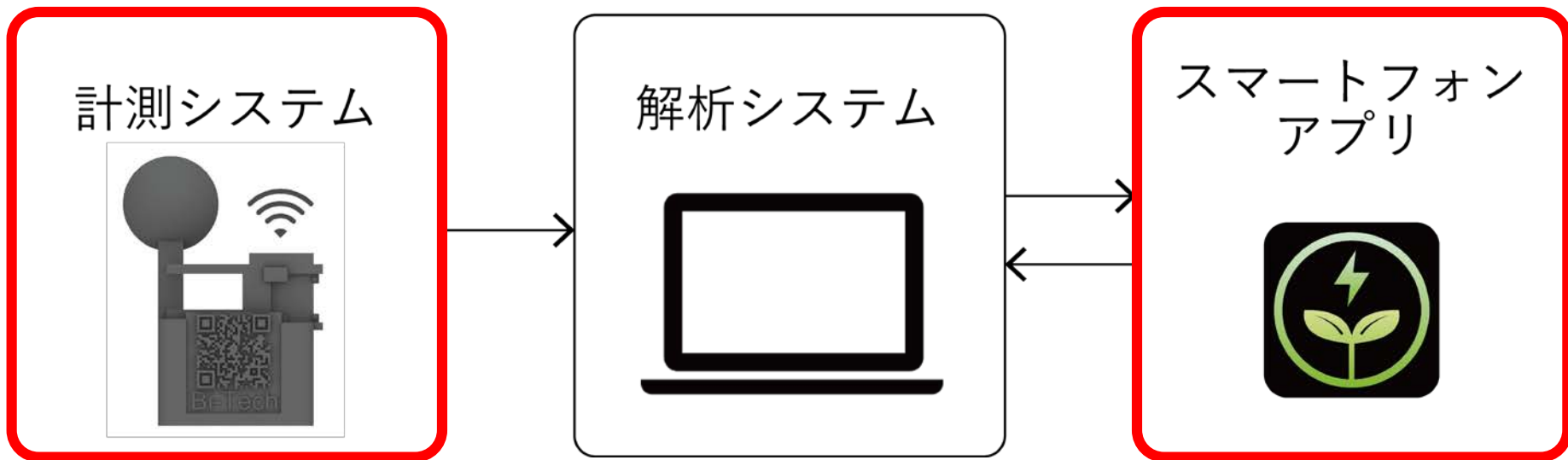
- ・ 実験中の省エネ行動と省エネ意識との関係性の分析
- ・ 実験前後の電力エネルギー削減量の定量化

# 02 システムの全体概要

## ①計測システム

## ②サーバー 解析システム

## ③スマホアプリ

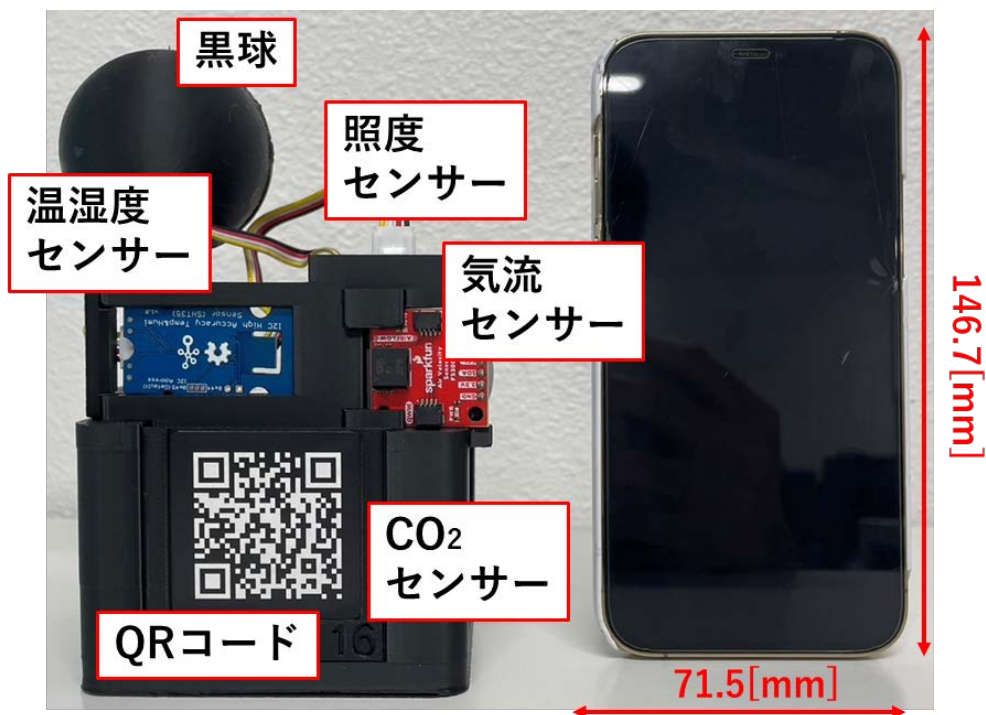


- ・ 温湿度・放射温度
- ・ 照度・CO2濃度
- ・ 気流速度

### BI-Techシステムの全体構成図

システムは主に3つのフェーズで成り立っており、計測システム、解析システム、スマホアプリである。

# 02 システムの構成



## 計測器の大きさ

- コンパクトな大きさと空気温度等の環境情報を計測することが可能 (原価30000円程度)
- スマホから、計測器と接続が可能  
ポイントにより商品の獲得チャンスあり



デモプレイ  
(アプリはiPhone専用)

# 03 実験概要



A点



B点



C点



D\_1点



D\_2点



E点



F点



G点



H点



I点



J点



K点



L点

計測箇所	参加者[名]	業種種別
A点	2	大学
B点	8	建設
C点	7	農業
D点	7	建設
E点	5	IT
F点	4	大学
G点	4	建設
H点	2	大学
I点	1	大学
J点	2	大学
K点	3	大学
L点	12	建設

## 参加企業一覧

福岡市内に展開する中小規模のオフィス12地点、計57名を対象。

実験期間は2024年10月2日から同年11月30日までの2カ月。

一部オフィスで実験前の測定として、アプリ導入前の9月から1カ月間、電力測定を行った。

# 03 実験概要

協力は依頼したが、アプリのインストールは自由意志  
下記の3つでポイントが貯まる形式

## アプリへのログイン

ログインボーナス  
毎日連続ログインでエコポイントをゲット！！

Day1  
+100pt

Day2  
+100pt

Day3  
+150pt

Day4  
+150pt

Day5  
+300pt

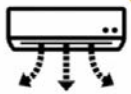
受け取る


## ビンゴ形式の申告

 デスクライトを使う	 環境ニュースを見る	 不要な照明を消す
 ゴミを分別する	 ブラインドをあげる	 マイボトル(コップ)を使用する
 マイバッグを持参する	 モニターを消して 座を離れる	 -1℃ 空調の温度を下げる

## 通知への対応

空調を抑えましょう



行動ヒント  
空調アイコンに行動アイコン  が  
点灯している時は  
空調の消費電力が過剰となっています。  
空調を OFF にするか  
設定温度を1℃下げましょう。



ポイントを貯めて応募すると  
月2名にハーゲンダッツアイスの  
引換券が当たる。



# 04 結果分析1 通知の効果

## ・ 過剰換気検知通知

通知内容：空調の設定温度の変更



AirConditioner



空調機からのお知らせ

空調を適切な温度にしましょう。  
夏だと28度、秋だと22度が快適ですよ。

今

## ・ 照明消し忘れ通知

通知内容：照明消し忘れの喚起



Light



ライトからのお知らせ

電気をつけたまま帰っていませんか？  
次から消しましょう。

今

## ・ 換気不足検知通知

通知内容：換気装置の強度の変更

## ・ 空気質悪化通知

通知内容：窓開けの推奨



AirPurify



換気装置からのお知らせ

十分に空気はきれいなの換気装置を  
止めましょう

今

## ・ 窓開閉推奨通知通知①・②

通知内容①：窓開けの推奨

通知内容②：窓閉めの推奨

## ・ 自然通風推奨通知

通知内容：窓開けの推奨



Window



窓からのお知らせ

外は心地よいので、窓を開けて外気を  
取り込んでみませんか？

今

# 04 通知前後のエネルギー変化

## 省エネ行動申告一覧

ケース	行動申告時刻	通知送信時刻	計測箇所	通知種類	消費電力積算量 [Wh]		変化量 [Wh]	通知送信時刻と 行動申告時刻の差
					行動申告前15分	行動申告後15分		
1	10/4 8:57	10/4 8:56	F社	過剰空調検知通知	278.39	275.93	-2.47	0:01:00
2	10/4 12:06	10/4 9:12	C社	過剰空調検知通知	307.77	429.25	121.48	2:54:28
3	10/4 16:26	10/4 11:05	F社	過剰空調検知通知	275.42	274.67	-0.75	5:21:00
4	10/7 11:42	10/7 11:41	F社	過剰空調検知通知	287.19	273.70	-13.49	0:01:00
5	10/10 9:02	10/10 9:00	F社	過剰空調検知通知	351.75	280.84	-70.91	0:02:00
6	10/10 11:37	10/10 9:00	F社	過剰空調検知通知 窓開閉推奨通知①	272.23	292.71	20.48	2:37:00
7	10/3 15:49	10/3 13:41	F社	過剰換気検知通知	294.76	288.53	-6.23	2:08:00
8	10/3 17:00	10/2 17:56	C社	過剰換気検知通知	148.00	133.36	-14.64	23:04:37
9	10/4 14:27	10/4 14:26	G社	過剰換気検知通知	425.61	435.62	10.01	0:01:00
10	10/25 16:12	10/15 18:46	G社	過剰換気検知通知	374.70	353.25	-21.45	21:26:47
11	10/31 10:12	10/30 18:10	F社	過剰換気検知通知	279.81	276.05	-3.76	16:02:56
12	10/8 15:01	10/8 10:05	G社	窓開閉推奨通知①	242.09	246.32	4.23	4:56:10
13	10/31 16:08	10/31 16:02	F社	窓開閉推奨通知①	278.77	279.02	0.25	0:06:53

# 04 通知前後のエネルギー変化

省エネ行動申告一覧

ケース	行動申告時刻	通知送信時刻	計測箇所	通知種類	消費電力積算量 [Wh]		変化量 [Wh]	通知送信時刻と行動申告時刻の差
					行動申告前15分	行動申告後15分		
1	10/4 8:57	10/4 8:56	F社	過剰空調検知通知	278.39	275.93	-2.47	0:01:00
2	10/4 12:06	10/4 9:12	C社	過剰空調検知通知	307.77	429.25	121.48	2:54:28
3	10/4 16:26	10/4 11:05	F社	過剰空調検知通知	275.42	274.67	-0.75	5:21:00
4	10/7 11:42	10/7 11:41	F社	過剰空調検知通知	287.19	273.70	-13.49	0:01:00
5	10/10 9:02	10/10 9:00	F社	過剰空調検知通知	351.75	280.84	-70.91	0:02:00
6	10/10 11:37	10/10 9:00	F社	過剰空調検知通知 窓開閉推奨通知①	272.23	292.71	20.48	2:37:00
7	10/3 15:49	10/3 13:41	F社	過剰換気検知通知	294.76	288.53	-6.23	2:08:00
8	10/3 17:00	10/2 17:56	C社	過剰換気検知通知	148.00	133.36	-14.64	23:04:37
9	10/4 14:27	10/4 14:26	G社	過剰換気検知通知	425.61	435.62	10.01	0:01:00
10	10/25 16:12	10/15 18:46	G社	過剰換気検知通知	374.70	353.25	-21.45	21:26:47
11	10/31 10:12	10/30 18:10	F社	過剰換気検知通知	279.81	276.05	-3.76	16:02:56
12	10/8 15:01	10/8 10:05	G社	窓開閉推奨通知①	242.09	246.32	4.23	4:56:10
13	10/31 16:08	10/31 16:02	F社	窓開閉推奨通知①	278.77	279.02	0.25	0:06:53

- ・通知が送信されてすぐに行動が行われた場合に消費電力量が減少しているケースが多い。
- ・過剰空調検知通知に対する行動が行われた場合において、消費電力量の削減が見られるケースが多い。
- ・窓開閉推奨通知については、室内環境の改善のための行動指針通知であるため、消費電力量の減少は見られなかったと考えられる。

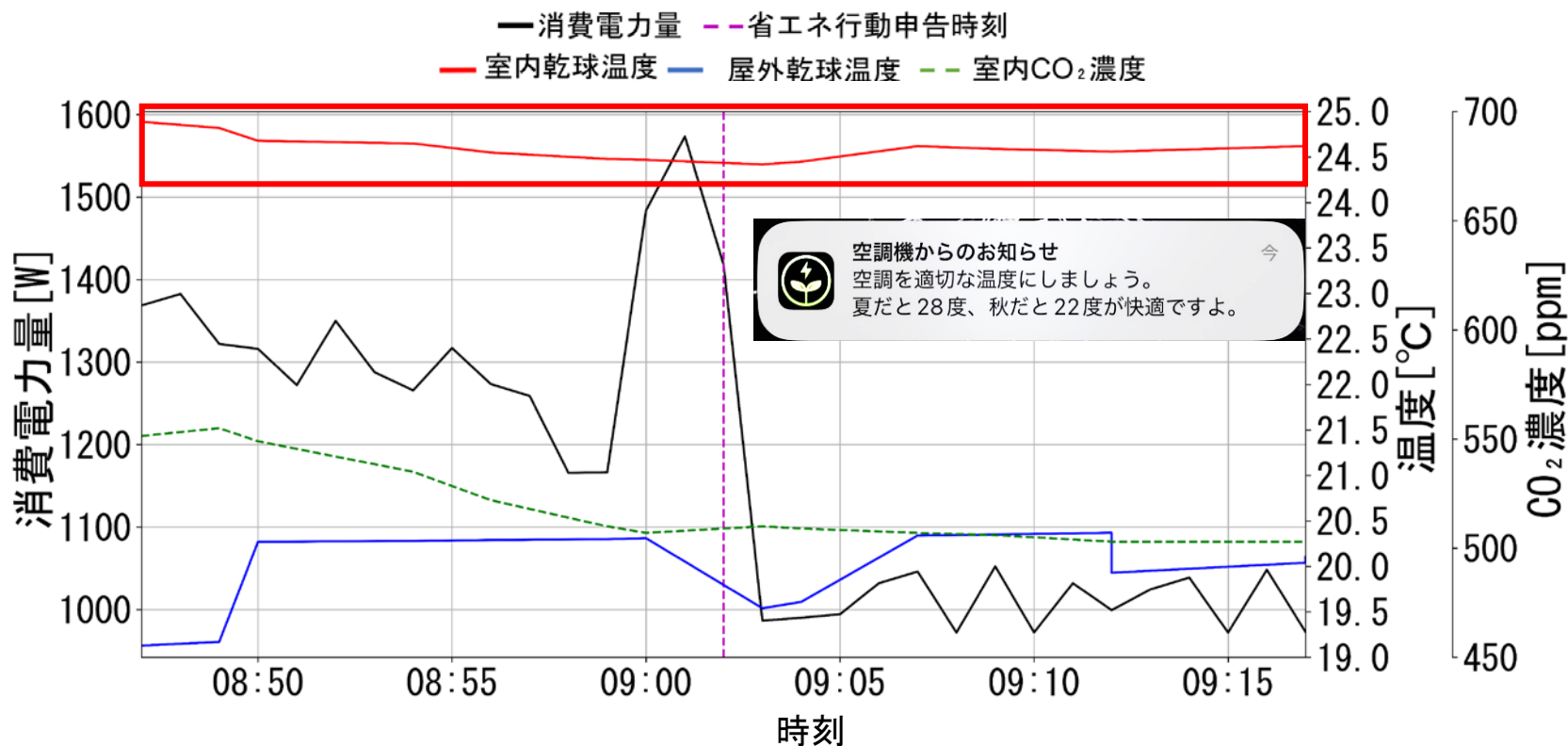
# 04 通知前後のエネルギー変化

## 省エネ行動申告一覧

ケース	行動申告時刻	通知送信時刻	計測箇所	通知種類	消費電力積算量 [Wh]		変化量 [Wh]	通知送信時刻と行動申告時刻の差
					行動申告前15分	行動申告後15分		
1	10/4 8:57	10/4 8:56	F社	過剰空調検知通知	278.39	275.93	-2.47	0:01:00
2	10/4 12:06	10/4 9:12	C社	過剰空調検知通知	307.77	429.25	121.48	2:54:28
3	10/4 16:26	10/4 11:05	F社	過剰空調検知通知	275.42	274.67	-0.75	5:21:00
4	10/7 11:42	10/7 11:41	F社	過剰空調検知通知	287.19	273.70	-13.49	0:01:00
5	10/10 9:02	10/10 9:00	F社	過剰空調検知通知	351.75	280.84	-70.91	0:02:00
6	10/10 11:37	10/10 9:00	F社	過剰空調検知通知 窓開閉推奨通知①	272.23	292.71	20.48	2:37:00
7	10/3 15:49	10/3 13:41	F社	過剰換気検知通知	294.76	288.53	-6.23	2:08:00
8	10/3 17:00	10/2 17:56	C社	過剰換気検知通知	148.00	133.36	-14.64	23:04:37
9	10/4 14:27	10/4 14:26	G社	過剰換気検知通知	425.61	435.62	10.01	0:01:00
10	10/25 16:12	10/15 18:46	G社	過剰換気検知通知	374.70	353.25	-21.45	21:26:47
11	10/31 10:12	10/30 18:10	F社	過剰換気検知通知	279.81	276.05	-3.76	16:02:56
12	10/8 15:01	10/8 10:05	G社	窓開閉推奨通知①	242.09	246.32	4.23	4:56:10
13	10/31 16:08	10/31 16:02	F社	窓開閉推奨通知①	278.77	279.02	0.25	0:06:53

- ・通知が送信されてすぐに行動が行われた場合に消費電力量が減少しているケースが多い。
- ・過剰空調検知通知に対する行動を行われた場合において、消費電力量の削減が見られるケースが多い。
- ・窓開閉推奨通知については、室内環境の改善のための行動指針通知であるため、消費電力量の減少は見られなかったと考えられる。

# 04 通知前後のエネルギー変化

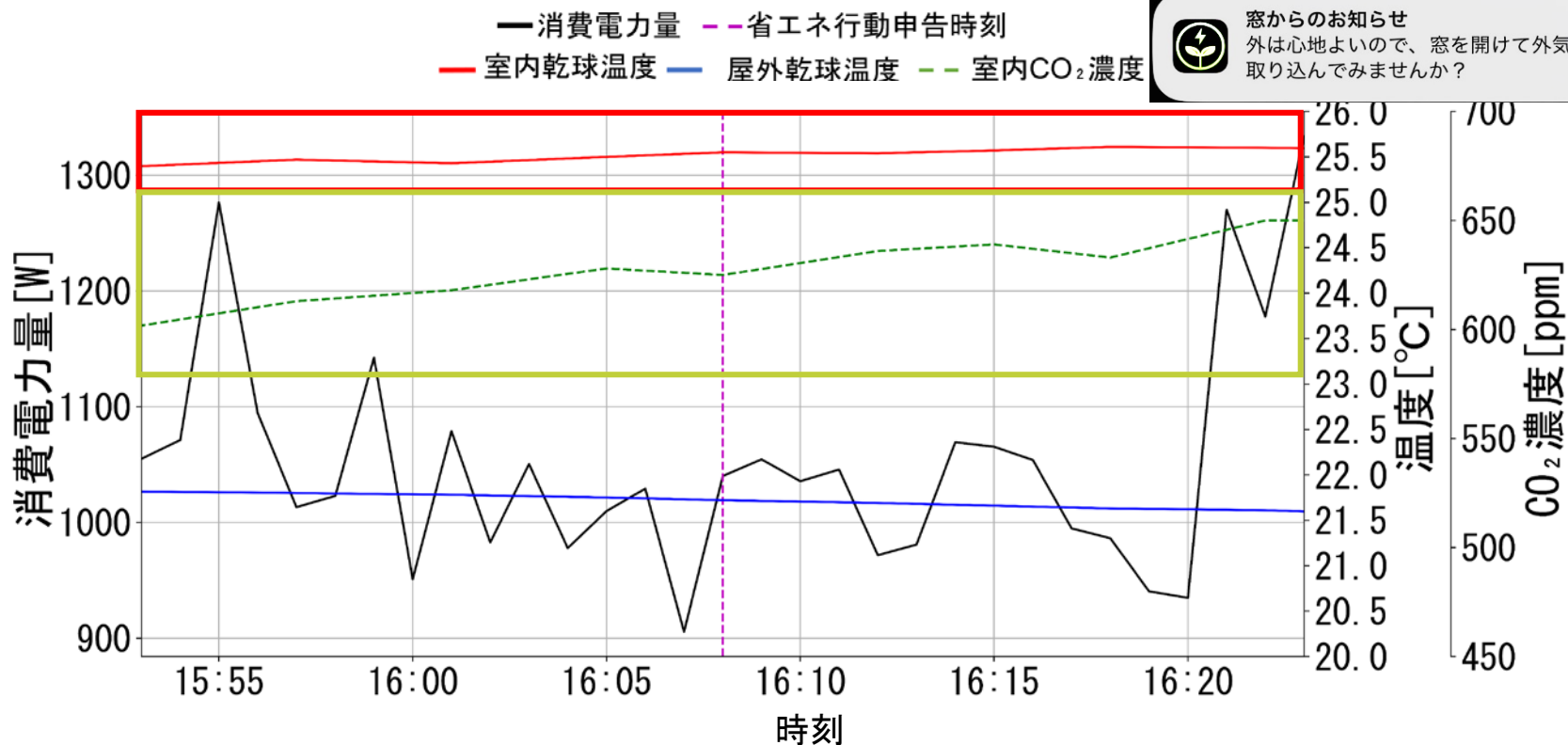


過剰空調検知通知(ケース5)における消費電力量と室内環境の推移

- ・ 省エネ行動申告後に**消費電力量の減少が見られた**。
- ・ 省エネ行動申告前までは室内乾球温度が減少しているが、省エネ行動申告後から上昇している。

→実際に**省エネ行動が行われた可能性が高い**。

# 04 通知前後のエネルギー変化



窓開閉推奨通知①(ケース13)における消費電力量と室内環境の推移

- ・消費電力量の積算量においてほぼ変化はなかった。
- ・省エネ行動申告後に室内乾球温度・室内CO<sub>2</sub>濃度が上昇している。

→実際に省エネ行動が行われていない可能性が高い。

→窓の開閉が不可能であるオフィスが散見された。

# 04 結果分析2 アンケート分析

## 実験の前後でアンケートを実施

<b>①態度(Attitude)</b>
q2s1: 増え続けるエネルギー需要は、社会にとって深刻な問題である。
q2s2: 地球温暖化や化石燃料の枯渇に関して、私自身にも責任の一端がある。
q2s3: 日常生活での省エネは、環境保全のために有用であると思う。
<b>②主観的規範(Subjective Norm)</b>
q2s4: あなたの会社の管理者(役員等)は、使用していないときにオフィスの照明や空調の電源をオフにしてほしいと考えている。
q2s5: 私にとって大切な人たちは、できるだけ節電したほうが良いと考えている。
q2s6: 私は、省エネに関する決定をするときに、私にとって大切な人たちの意見を重視している。
<b>③行動制御の認知(Perceived Behavioral Control)</b>
q2s7: 普段の生活の中で省エネを実施するための知識やノウハウを持っている。
q2s8: 省エネを進める上で、利便性が損なわれないことも私にとって重要な要素である。
q2s9: 省エネするかしないかは、完全に自分次第である。
<b>④個人の道徳規範(Personal moral Norm)</b>
q2s10: 日常生活の中で省エネすることには道徳的な責任がある。
q2s11: 私は日常的に電気、ガスや石油・石炭などのエネルギーを使っており、私の行動は気候変動に影響があると感じる。
q2s12: 日常生活における省エネは、私自身の道徳的な義務によって行うものである。
<b>⑤記述的規範(Descriptive norm)</b>
q2s13: 私の会社では、複数の社員が省エネ行動をしている。
q2s14: 自分にとって大切な人たちは、省エネ行動に参加している。
q2s15: 私のマネージャーや上位の管理職の社員が省エネ行動に参加している。
<b>⑥環境保護の知識(Environmental Protection Knowledge)</b>
q2s16: 温室効果ガスは、地球からの熱放射を抑える働きをする。
q2s17: 過去150年間に大気中の温室効果ガスが増加した原因は、ほぼすべて人間の活動にある。
q2s18: 日常生活における省エネのコツをよく知っている。
<b>⑦行動意図(Intention)</b>
q2s19: 今後はより一層気をつけて、省エネの知識やコツを蓄積していきたいと思う。
q2s20: 私は今後、環境への影響を減らすために親環境的な行動をとろうと思う(例: パソコンの電源を切る、印刷を減らす、マイボトルを使うなど)。
q2s21: 今後、省エネに取り組むつもりである。

# 04 分析概要

## ⑧省エネ行動(Energy saving behavior)

q3s1: 部屋を最後に出るときは照明を消す。
q3s2: オフィスでは、人がいる場所だけ、照明を点灯するようにしている。
q3s3: 省エネのために、暖房時はエアコンの温度を上げ、冷房時は下げている。
q3s4: オフィスで暑さ、寒さを感じる時はエアコンの設定を変える前に、衣服を調整する。
q3s5: 室内の在室者が多い場合でも空調の設定温度を積極的に操作する
q3s6: OA機器 (PC、モニター、プリンターなど) を省エネモードに設定している。
q3s7: 2階上がったたり、3階下りたりする程度であれば、エレベーターを使わず、階段を使う。
q3s8: 1時間以上席を離れるときはPCの電源を切るかスリープモードにする。

### アンケートにおける省エネ行動項目

省エネ意識		省エネ行動	
点数	回答項目	点数	回答項目
1点	まったくそう思わない	1点	ほとんどしない
2点	あまりそう思わない	2点	たまにする
3点	どちらとも言えない	3点	ときどきする
4点	ややそう思う	4点	よくする
5点	そう思う	5点	毎日する

### 省エネ・省エネ行動における回答項目

# 04 分析項目

## 実験中に関する分析 省エネ意識と行動の関係



分析対象群	人数[名]
利用者全員	57
アンケート記入した人全員	32
ビンゴに参加している人	32
ビンゴの点数が高い人(上位50%)	16
ビンゴに参加していない人	25
実際に通知がきて行動した人	19
省エネ行動していないと申告した人	20
会社の重役	6
省エネ意識上位25%	7
省エネ意識上位50%	18
省エネ意識下位50%	17
省エネ意識下位25%	7
省エネ行動上位25%	9
省エネ行動上位50%	18
省エネ行動下位50%	17
省エネ行動下位25%	9

### 実験中に関する分析

- ・分析対象群ごとにアンケート結果やビンゴの回数などを比較しアプリ利用者の特性を明らかにする。

## 04

## 実験中に関する分析

## 省エネ意識に関するアンケート調査とその特性分析

各群	要素	態度	主観的 規範	行動制御 の認知	個人の 道徳規範	記述的 規範	環境保護 知識	行動意図
利用者全員		13.0	12.2	11.2	11.6	11.8	10.6	12.8
アンケート記入した人全員		13.0	12.2	11.2	11.6	11.8	10.6	12.8
ビンゴに参加している人		13.2	12.6	11.4	11.7	12.2	11.2	13.0
ビンゴの点数が高い人(上位50%)		13.5	12.5	10.8	11.9	11.5	10.8	12.8
ビンゴに参加していない人		12.3	11.1	10.6	11.4	10.8	9.0	12.6
実際に通知がきて行動した人		13.1	12.5	11.8	11.7	12.4	11.2	13.4
省エネ行動していないと申告した人		12.7	11.9	10.9	10.5	12.5	10.7	12.6
会社の重役		13.3	11.7	11.2	11.3	11.2	10.0	13.3
省エネ意識上位25%		14.4	14.5	12.8	13.0	13.3	12.9	14.5
省エネ意識上位50%		14.2	13.4	11.9	12.9	12.6	12.1	14.1
省エネ意識下位50%		11.5	10.4	10.4	10.0	10.9	8.8	11.1
省エネ意識下位25%		10.7	9.3	9.6	8.3	10.1	7.9	10.0
省エネ行動上位25%		13.8	12.1	11.0	12.3	12.3	11.9	12.8
省エネ行動上位50%		13.5	12.5	11.3	12.2	11.6	11.4	13.2
省エネ行動下位50%		12.2	11.1	10.8	10.8	11.6	9.3	11.9
省エネ行動下位25%		10.7	10.1	10.4	8.6	11.8	9.1	10.6

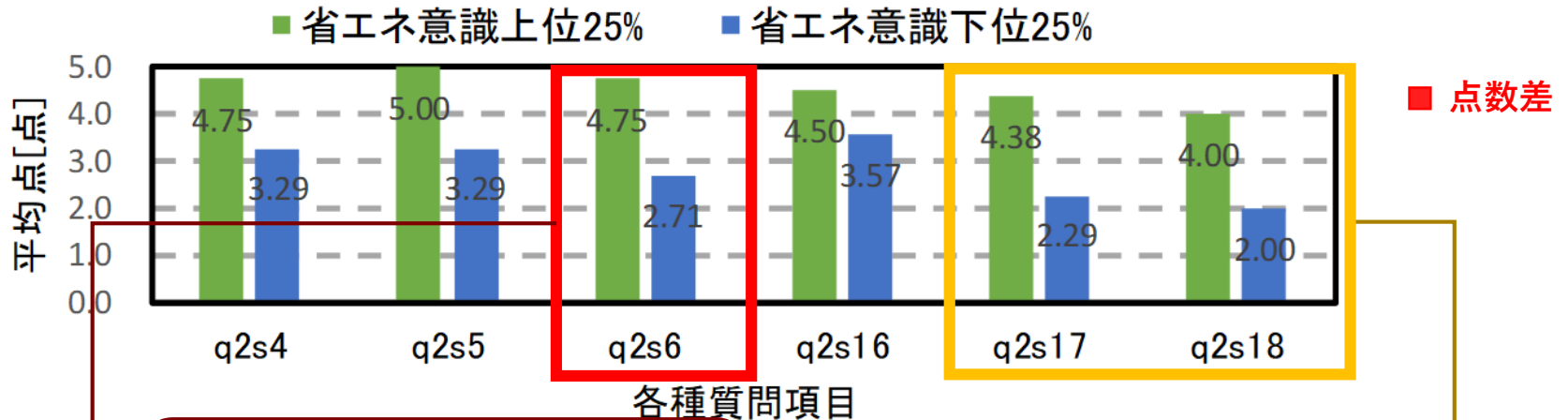
→省エネ意識において、上位層、下位層の間で主観的規範、環境保護知識、において大きな差があることがわかった。

→実際に通知がきて行動している人は、行動制御の認知、環境保護知識において差があることが分かる。

# 04

## 省エネ意識に関するアンケート調査とその特性分析 省エネ意識上位層と下位層の比較

②主観的規範 (Subjective Norm)	
q2s4:	あなたの会社の管理者(役員等)は、使用していないときにオフィスの照明や空調の電源をオフにしてほしいと考えている。
q2s5:	私にとって大切な人たちは、できるだけ節電したほうが良いと考えている。
q2s6:	私は、省エネに関する決定をするときに、私にとって大切な人たちの意見を重視している。
⑥環境保護の知識 (Environmental Protection Knowledge)	
q2s16:	温室効果ガスは、地球からの熱放射を抑える働きをする。
q2s17:	過去150年間に大気中の温室効果ガスが増加した原因は、ほぼすべて人間の活動にある。
q2s18:	日常生活における省エネのコツをよく知っている。



【主観的規範】に関する問い  
上位層は「そう思う」と回答  
下位層は「どちらとも言えない」と回答

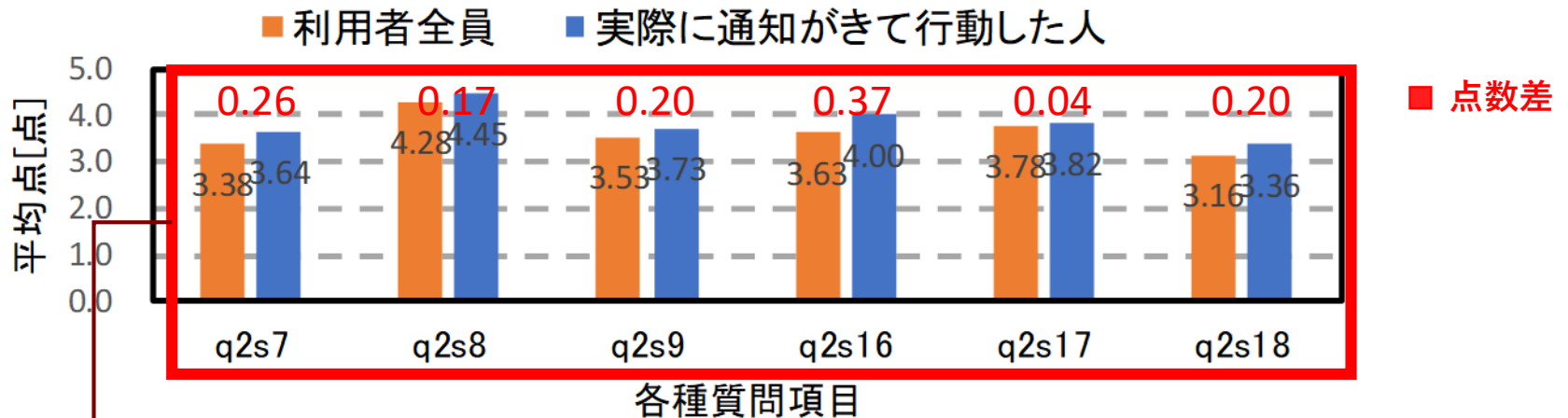
【環境保護知識】に関する問い  
上位層は「ややそう思う」と回答  
下位層は「あまりそう思わない」と回答

- 省エネ意識について環境保護の知識の有無が上位層と下位層を決定する重要な要因である

# 04

## 省エネ意識に関するアンケート調査とその特性分析 実際に通知がきて行動した人と利用者全員の比較

③行動制御の認知(Perceived Behavioral Control)
q2s7: 普段の生活の中で省エネを実施するための知識やノウハウを持っている。
q2s8: 省エネを進める上で、利便性が損なわれないことも私にとって重要な要素である。
q2s9: 省エネするかしないかは、完全に自分次第である。
⑥環境保護の知識(Environmental Protection Knowledge)
q2s16: 温室効果ガスは、地球からの熱放射を抑える働きをする。
q2s17: 過去150年間に大気中の温室効果ガスが増加した原因は、ほぼすべて人間の活動にある。
q2s18: 日常生活における省エネのコツをよく知っている。



【個人の行動規範】 ・ 【環境保護知識】 に関する問い

実際に通知がきて行動する人は、利用者全員の回答より回答の多くが約0.2点高い。

- 実際に通知がきて行動する人は、利便性関係なく自分自身が省エネを行うべきといえる人が多く、利用者全員と比べて、多くの環境保護知識を有している

# 04

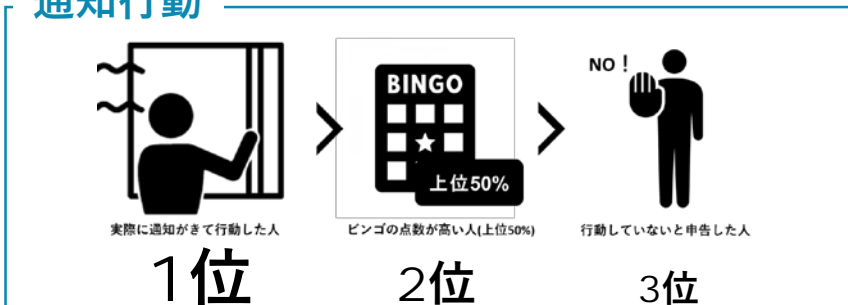
## 実験中に関する分析

### ビンゴ得点と省エネ行動評価の分析



#### 比較検討結果

#### 通知行動



#### ビンゴ



対応名	通知行動	ビンゴ	人数[名]
利用者全員	8.90	32.42	57
アンケート記入した人全員	12.20	51.58	32
ビンゴに参加している人	11.89	57.74	32
ビンゴの点数が高い人(上位50%)	20.12	107.63	16
ビンゴに参加していない人	5.07	0.00	25
実際に通知がきて行動した人	26.70	46.20	19
省エネ行動していないと申告した人	19.02	69.86	20
会社の重役	16.26	30.25	6
省エネ意識上位25%	25.09	54.94	7
省エネ意識上位50%	13.01	42.27	18
省エネ意識下位25%	2.87	49.13	7
省エネ意識下位50%	6.97	67.41	17
省エネ行動上位25%	10.84	74.05	9
省エネ行動上位50%	9.21	55.37	18
省エネ行動下位25%	9.76	33.36	9
省エネ行動下位50%	5.42	50.67	17

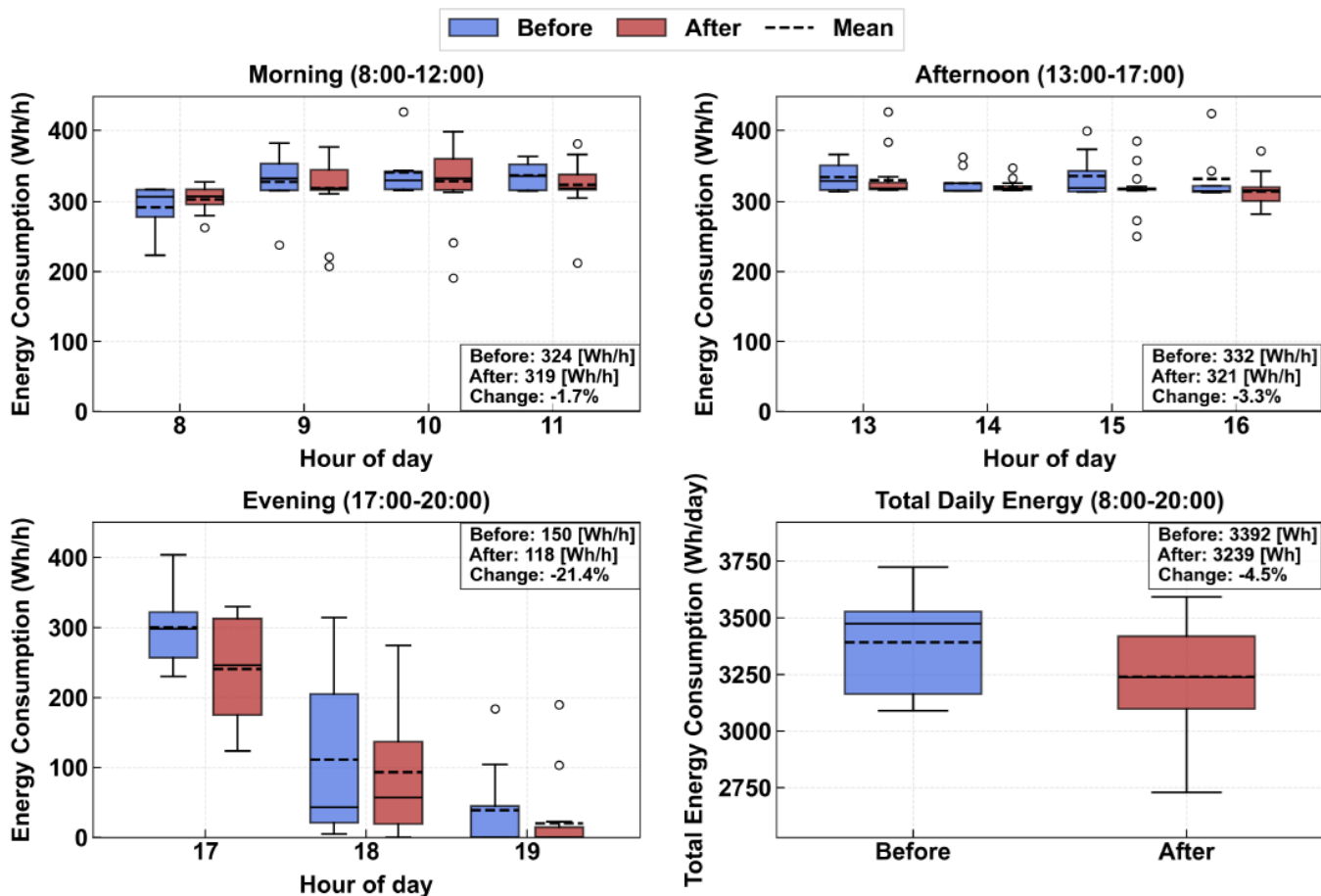
一日あたりのビンゴの点数と  
通知行動による平均獲得点数

- アンケートの省エネ意識項目の点数が高いほど通知行動が行われる頻度が増加する  
ビンゴの点数が高いことが、通知行動が行われる要因となるわけではない

# 04

## 実験前後に関する分析

### アプリ使用前後における消費電力量の変化

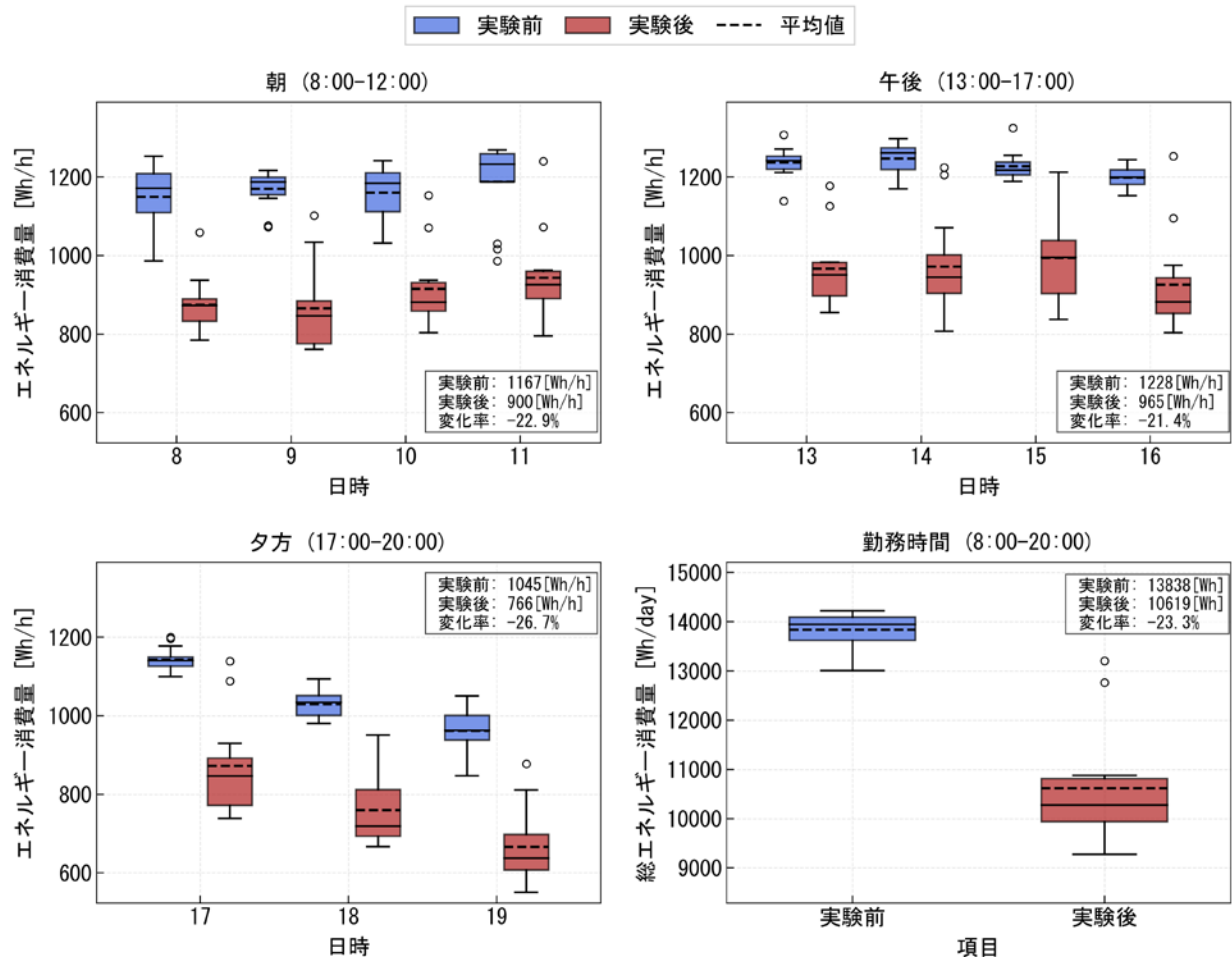


- アプリ使用前(9月)と、アプリ使用时(10~11月)の比較
- あるオフィスでは、特に夕方の照明用電力が減少し、**4.5%**削減が確認された。

# 04

## 実験前後に関する分析

### アプリ使用前後における消費電力量の変化



- 別のオフィスでは、空調を除く電力で**23.3%**の電力削減が確認された。
- 件数が少なくさらに検証が必要。

# 05 まとめ

## 実験結果

- 通知によって行動による変化が見られたときもあった。
- アンケートから**環境保護知識の有無**が省エネ意識上位層と下位層を分ける重要な要因であり、通知を受けて行動する割合を向上させるには**省エネ意識を向上させること、環境保護知識を有することが重要**である。
- アプリを使用することで、**23.3%**消費電力量の減少がみられた。
- 今後、数を増やして検証が必要。

## 今度の展望

省エネ効果をより定量的に評価するため

1. 長期的に実験を行い、省エネ効果をより確かなものにしたい
2. 環境保護知識を手軽に習得できるシステムを作成したい

# 05 おまけ

- ・ 2号機を開発中（Wifiによる人数カウントを搭載予定）
- ・ この秋実験予定。その後、販売を目指す。



- ・ デモ機あります  
（まだちゃんと動きません）



Project BI-Tech