



芝浦工業大学：秋元孝之教授、横山計三特任教授
 大阪ガス株式会社：志波徹、岡原慶輔
 大阪ガスマーケティング株式会社：庄司祐子

『集合住宅における電力負荷平準化に関する研究』 -中間期・夏期のDR実証における電力需給の最適化-

1. 研究背景・研究目的

【研究背景】

参考：環境省 日本ナッジユニット(BEST)「ナッジとEBPM-環境省ナッジ事業を題材とした実践から好循環へ」

◆近年では、電力需給のひっ迫と再生可能エネルギー導入拡大による余剰電力が、需給バランスを揺るがせるリスクを高めている。このような状況下で、需要側が需給状況の変動に合わせて需要の最適化を図る「DR(Demand Response)」が注目されている。

◆行動変容を促進する手法の1つとして、人々が自分自身にとってより良い選択を自発的に取れるように手助けする手法であるナッジが注目されている。

【研究目的】

本研究では、ナッジやポイント報酬による居住者の行動変容と、燃料電池の運転制御を組み合わせたDRを用いて、**需要の最適化を図る**ことを目的とする。
 居住者の行動変容を促すことを目的としたナッジとポイント報酬制度、燃料電池の運転制御によるDRの効果を検証し、電力供給の柔軟性向上と電力需要のピークカットや効率的な電力使用を目指す。

2. 建物概要・住戸概要

【NEXT21 建物外観】

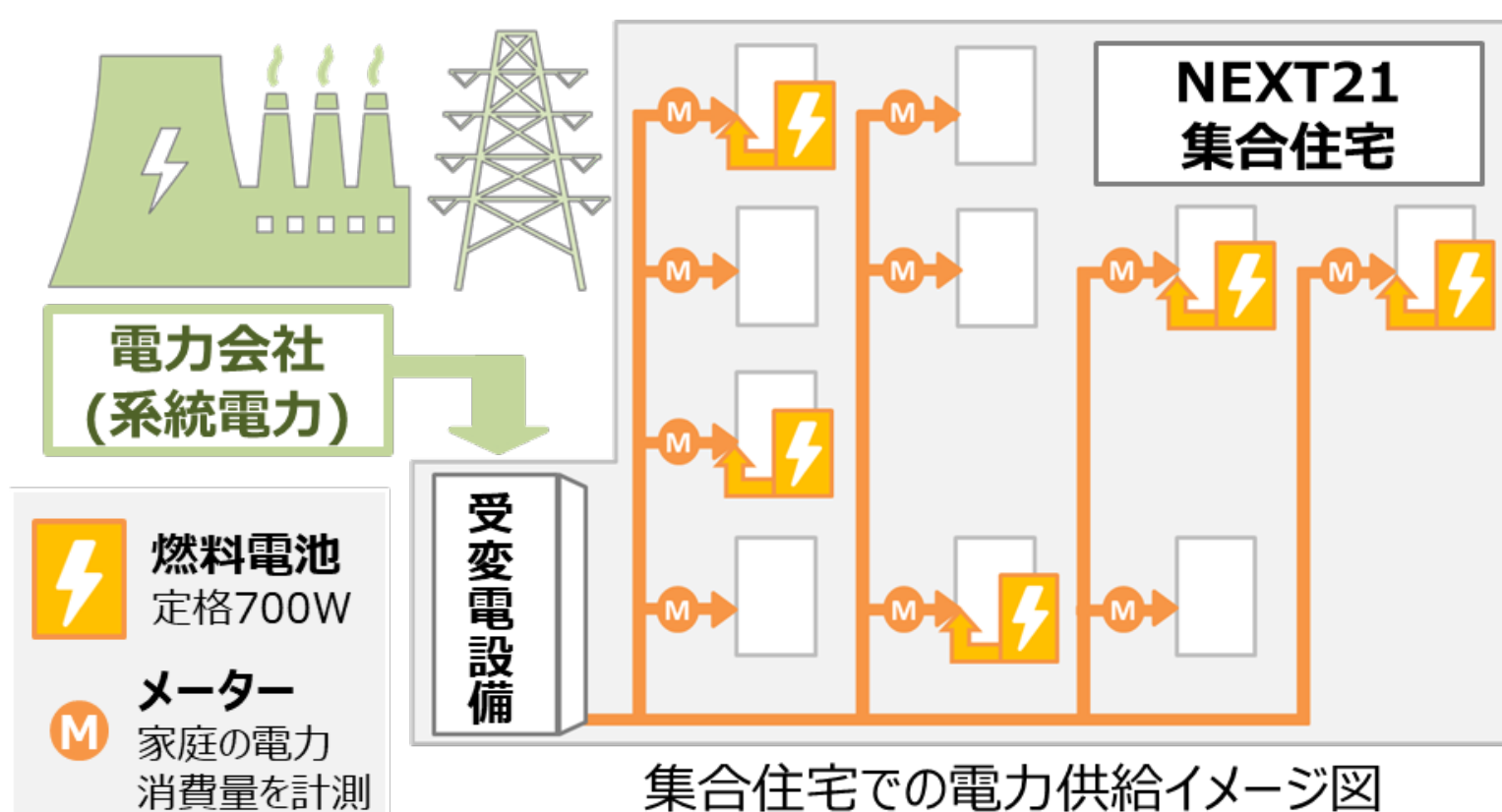


【住戸概要】

住戸	家族構成	生活スタイル	SOFC	延床面積
A	夫,妻,子供	共働き	なし	150.37㎡
B	夫,妻,子供2人	専業主婦	あり	83.50㎡
C	妻,高齢者	妻：会社員	なし	87.26㎡
D	妻,子供	共働き	あり	91.98㎡
E	夫,妻,高齢者	専業主婦	なし	88.26㎡
F	夫,妻,子供2人	共働き	なし	166.89㎡
G	夫,妻,子供,高齢者2人	専業主婦	あり	130.74㎡
H	夫,妻,子供2人	専業主婦	あり	134.64㎡
I	夫,妻,子供2人	専業主婦	あり	112.50㎡
J	夫,妻,子供	共働き	なし	106.56㎡

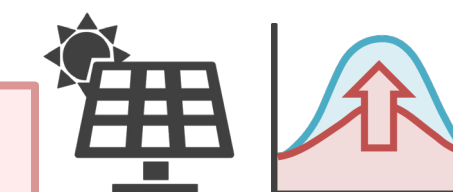
【建物概要】

名称	実験集合住宅 NEXT21		
所在	大阪市天王寺区		
竣工	1993年10月	建築面積	896㎡
規模	地上6階,地下1階	延床面積	4,577㎡
構造	B1~2階: SRC造 3~6階: PCa+RC 複合構法		
設備	SOFC (固体酸化物形燃料電池) など		



3. 実験概要

中間期実験 (再エネ余剰)

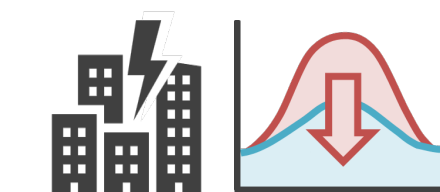


再エネ余剰により供給が需要に対して上回る。
供給 > 需要 → 需要を上げる「上げDR」

Case	生活スタイル	燃料電池
Case 1-A	通常生活	通常運転・定格700W
Case 2-A	上げDRを意識 (水・土・日)	通常運転・定格700W
Case 1-B	通常生活	抑制運転・最小50W
Case 2-B	上げDRを意識 (水・土・日)	抑制運転・最小50W

月	火	水	木	金	土	日
5/29	5/30	5/31	6/1	6/2	6/3	6/4
6/5	6/6	6/7	6/8	6/9	6/10	6/11
6/12	6/13	6/14	6/15	6/16	6/17	6/18
6/19	6/20	6/21	6/22	6/23	6/24	6/25
6/26	6/27	6/28	6/29	6/30	7/1	7/2

夏期実験 (需給ひっ迫)



需給ひっ迫により需要が供給に対して上回る。
需要 > 供給 → 需要を下げる「下げDR」

Case	生活スタイル	燃料電池
Case 1	通常生活	通常運転・定格700W
Case 2	下げDRを意識 (毎日)	
Case 2 ※予備期間	下げDRを意識 (毎日)	
Case 1 ※予備期間	通常生活	

月	火	水	木	金	土	日
8/7	8/8	8/9	8/10	8/11	8/12	8/13
8/14	8/15	8/16	8/17	8/18	8/19	8/20
8/21	8/22	8/23	8/24	8/25	8/26	8/27
8/28	8/29	8/30	8/31	9/1	9/2	9/3
9/4	9/5	9/6	9/7	9/8	9/9	9/10

※赤はDR実施日、各Case:1週間

【各Case概要】

Case1、Case1-A：通常生活+燃料電池・定格700W
 居住者は普段通りの生活を送り、燃料電池を定格700Wで発電させる。

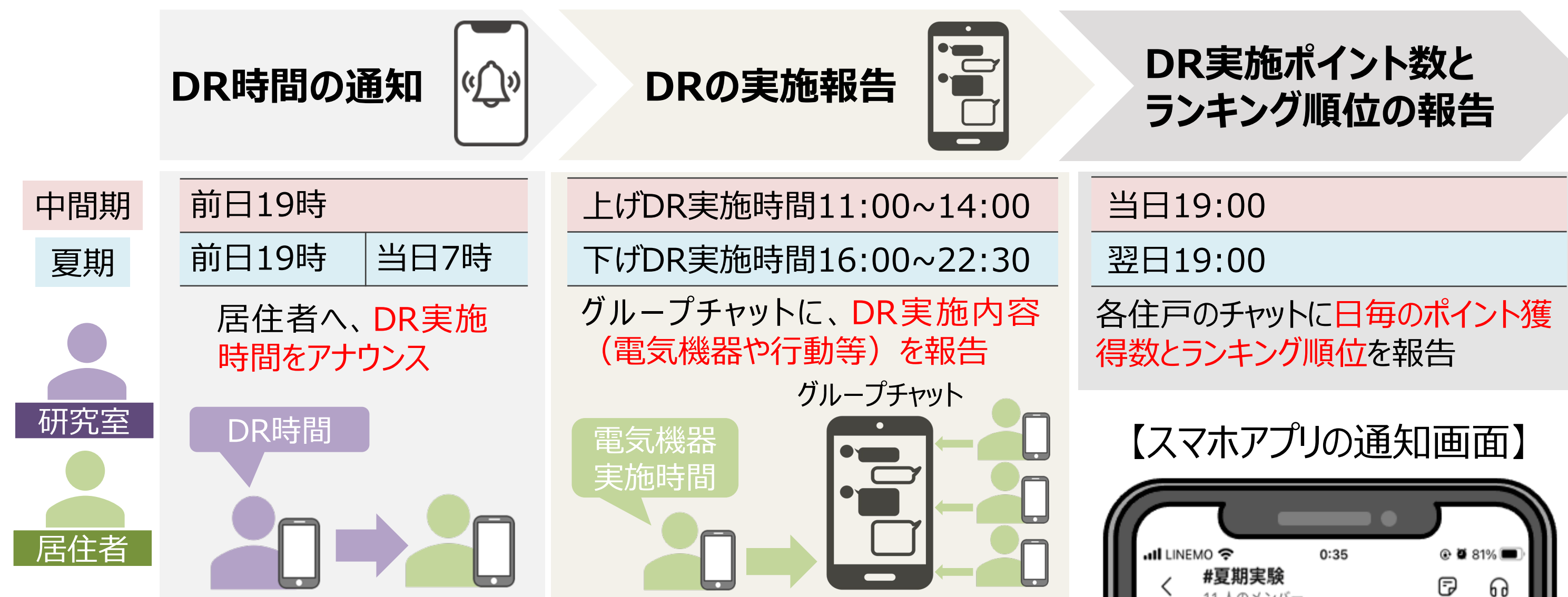
Case1-B：通常生活+燃料電池の抑制運転・最小50W
 居住者は通常生活を送り、燃料電池を**最小50Wに抑制運転する**。

Case2、Case2-A：DR意識+燃料電池・定格700W
 中間期は**上げDR**、夏期は**下げDR**を意識した生活を送り、燃料電池を定格700W発電させる。

Case2-B：上げDR意識+燃料電池の抑制運転・最小50W
 需要を上げる上げDRを意識した生活を送り、**燃料電池を最小50W・抑制運転させることで需要を増加させる**。

対象住戸	A~J住戸の計10住戸 (SOFCは10住戸中5台設置)
実施日程	上げDR：2023年6月4日(日)~2023年7月1日(土), 実施時間：11:00~14:00 下げDR：2023年8月7日(月)~2023年9月10日(日), 実施時間：16:00~22:30

4. DR意識生活（行動を促すナッジ）

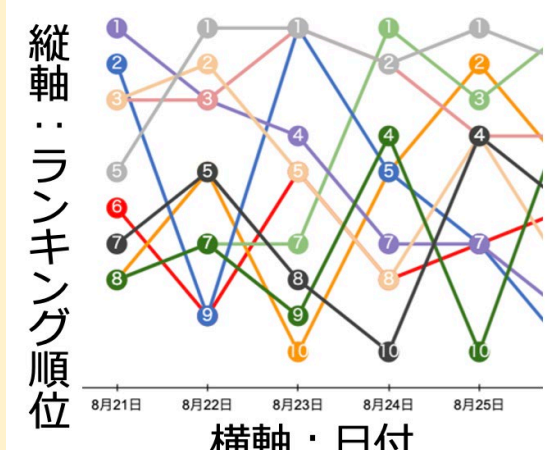


報酬(ポイント制の電気代減額)

DR中に**1回の行動**(電子機器を1つ使用)する毎に**中間期では50pt、夏期では25pt**を付与。1pt=1円とし、**合計ポイント数を電気代から減額**。

DR実施ランキングサイト

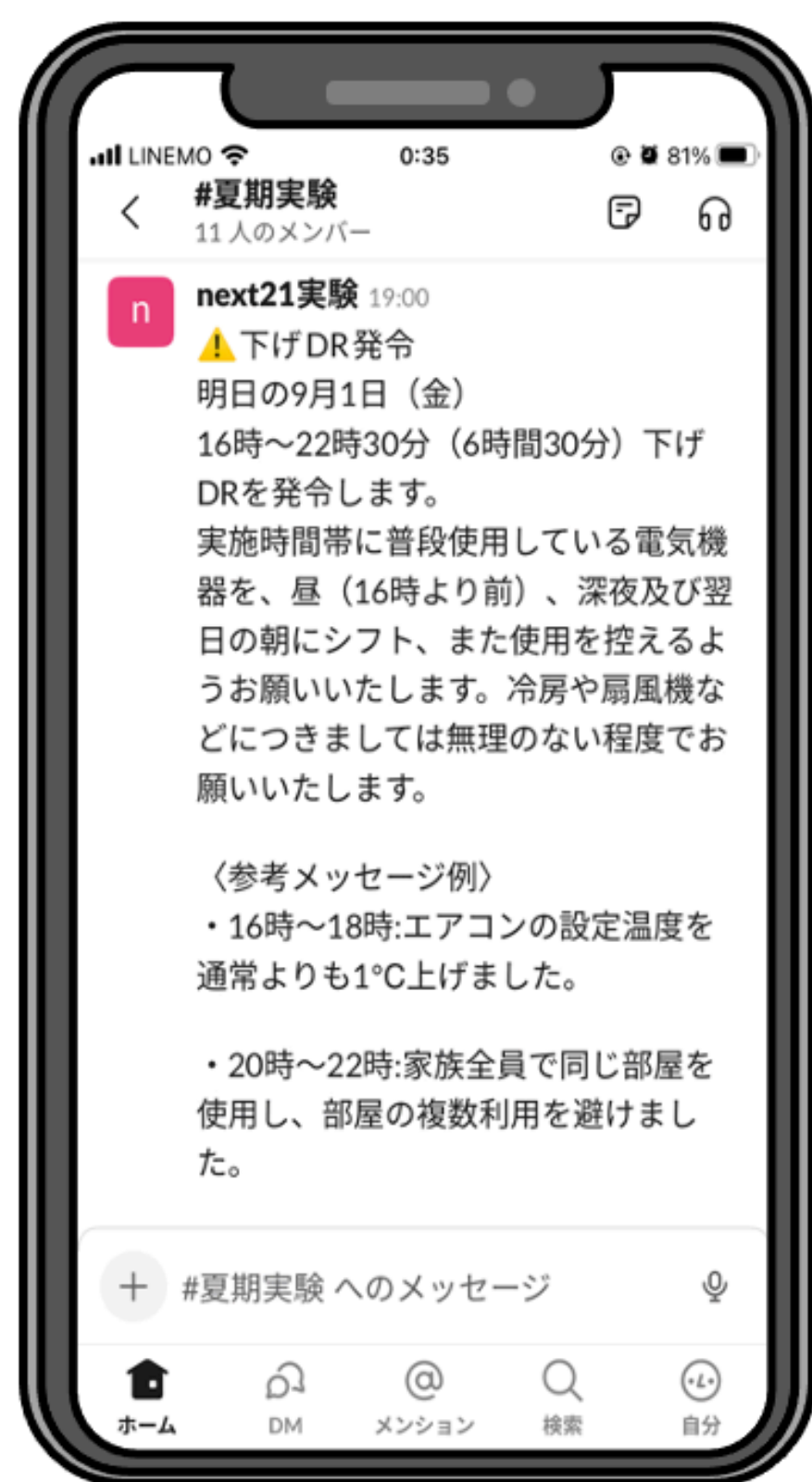
居住者がアクセス性の高いスマートフォンにて常に確認可能な**DR実施ランキングサイト**。日毎に更新され、10住戸参加している。



【各住戸の獲得ポイント数】

	中間期	夏期
A	1,350pt	2,475pt
B	1,550pt	3,125pt
C	2,000pt	5,700pt
D	1,600pt	1,575pt
E	2,050pt	3,550pt
F	2,500pt	4,550pt
G	1,800pt	2,175pt
H	2,850pt	5,775pt
I	350pt	3,975pt
J	1,050pt	2,700pt

【スマホアプリの通知画面】



5. 一次エネルギー消費量からみたDR評価

【DR評価における課題】

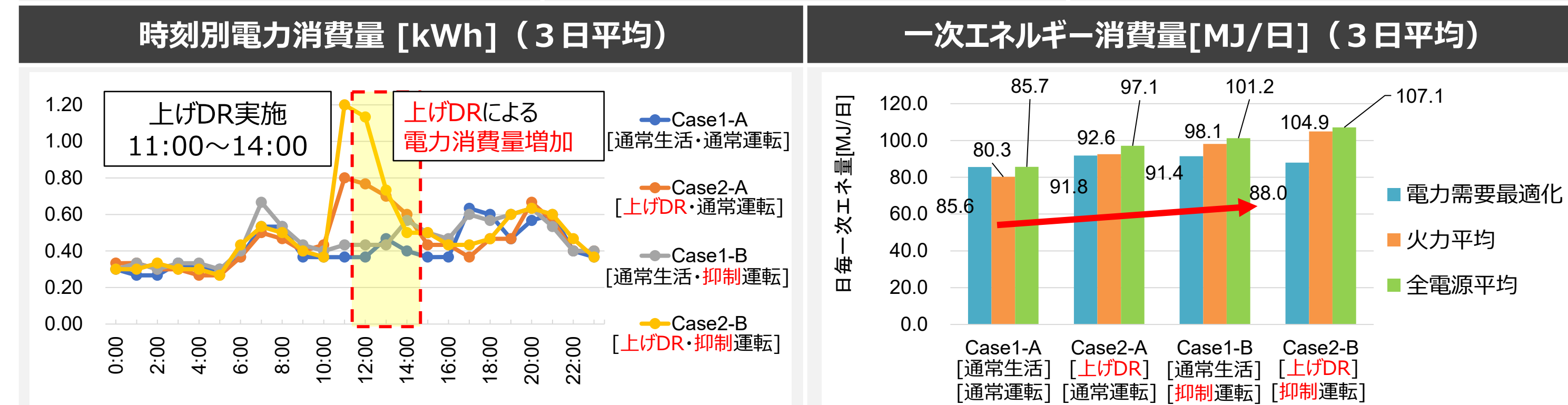
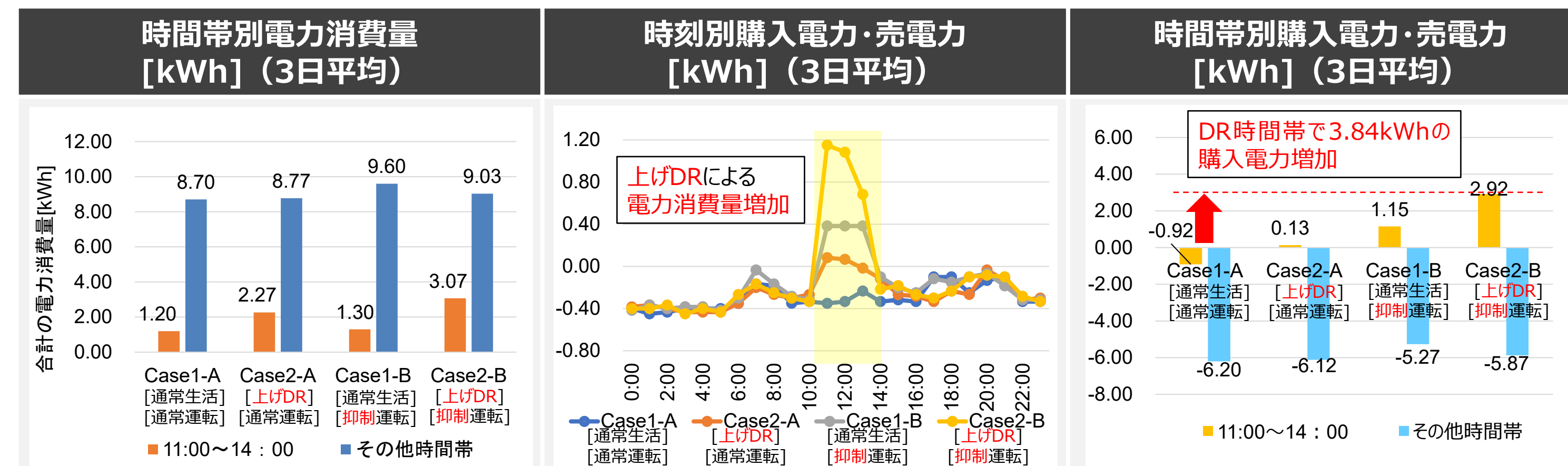
現行の建築物省エネ法は、**設計時の性能を評価するものであり、運用時のDRのことは考慮されていない。**

本研究では**DR効果を適切に評価**するために、電気**の一次エネルギー換算係数**として省エネ法で定められている**需要最適化係数**や**火力平均係数**、**全電源平均係数**を利用し、**建物の一次エネルギー消費量の比較**を行う。

【電気**の一次エネルギー換算係数の概要**】

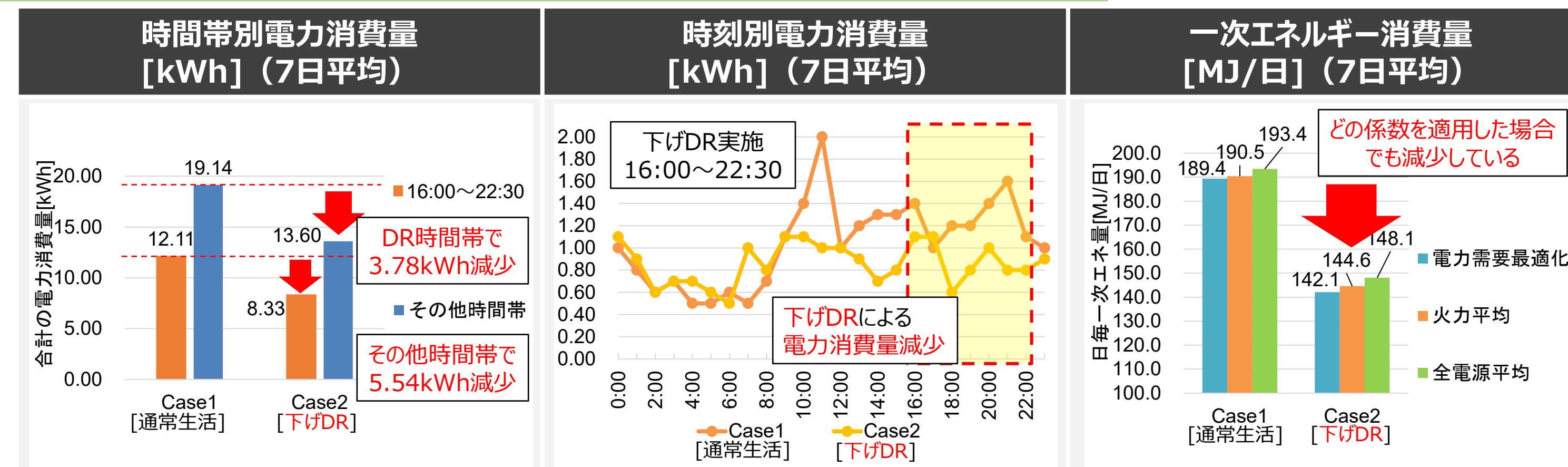
一次エネルギー換算係数の種類	一次エネルギー換算係数			
	電気(上げDR実験)		電気(下げDR実験)	
需要最適化係数	再エネ余剰(11時~14時)	火力削減(0時~11時、14時~0時)	需給ひっ迫(16時~22時30分)	火力削減(22時30分~0時、0時~16時)
	3.6MJ/kWh(再エネ)	9.4MJ/kWh(火力平均)	12.2MJ/kWh(火力平均×1.3)	9.4MJ/kWh(火力平均)
火力平均係数	9.4MJ/kWh			
全電源平均係数	8.64MJ/kWh			

6. 上げDR実験結果(中間期実験・H住戸)



上げDR実施時間帯における電力消費量の増加がみられたが、**その他時間帯の電力消費量減少はみられなかった**。通常生活のCaseと比較して、上げDRを行っているCaseにおける**一次エネルギー消費量は、需要最適化係数を適用した場合においても増加した**。これは**上げDR時間帯だけでなくその他時間帯の電力消費量も増加したことが要因であり、電気機器使用時間のシフトによるその他時間帯の電力消費量減少がみられず増加したことで、一次エネルギー消費量も増加したと考えられる。**

7. 下げDR実験結果(夏期実験・G住戸)



下げDR実施時間帯における**3.78kWhの電力消費量減少**がみられ、**その他時間帯においても5.54kWhの電力消費量減少がみられた**。また**一次エネルギー消費量において、通常生活と比較して下げDR時の一次エネルギー消費量はどの係数を用いた場合でも減少していることから、下げDRの省エネ効果を確認することができた。**

8. 各係数によるDR効果評価

一次エネルギー消費量の変化率をみると**需要最適化係数**を用いた場合、**中間期の一次エネルギー消費量増加割合は小さく、夏期の減少割合は大きい。**

上げDR実験(中間期実験)は**一次エネルギー換算係数の小さい時間帯の電力である再生可能エネルギー消費量が増加したこと、下げDR実験(夏期実験)は一次エネルギー換算係数の大きい需給ひっ迫時の電力消費量が減少したことが要因と考えられる。**

実験の種類	Case名	需要最適化係数	火力平均係数	全電源平均係数
上げDR・中間期 (Case1-A基準)	Case2-A	7.2%増	15.3%増	13.3%増
	Case1-B	6.8%増	22.2%増	18.1%増
	Case2-B	2.8%増	30.6%増	25.0%増
下げDR・夏期 (Case1基準)	Case2	25.0%減	24.1%減	23.4%減

DRのように時間帯によって電力消費量変動する場合には、その影響を受ける電源を反映した**一次エネ換算係数により評価すること**が実態を評価することになり、そうでないと**一次エネ消費量の変化を評価する際に過大・過小な評価になることを確認した。**