



同時使用率の確率論的算出手法 の構築による中央熱源方式の 熱源機器容量の最適化

北方建築総合研究所 建築研究部 環境システムグループ
阿部 佑平

研究課題名：同時使用率の確率論的算出手法の構築による中央熱源方式の熱源機器容量の最適化

実施年度：R1-R3年度

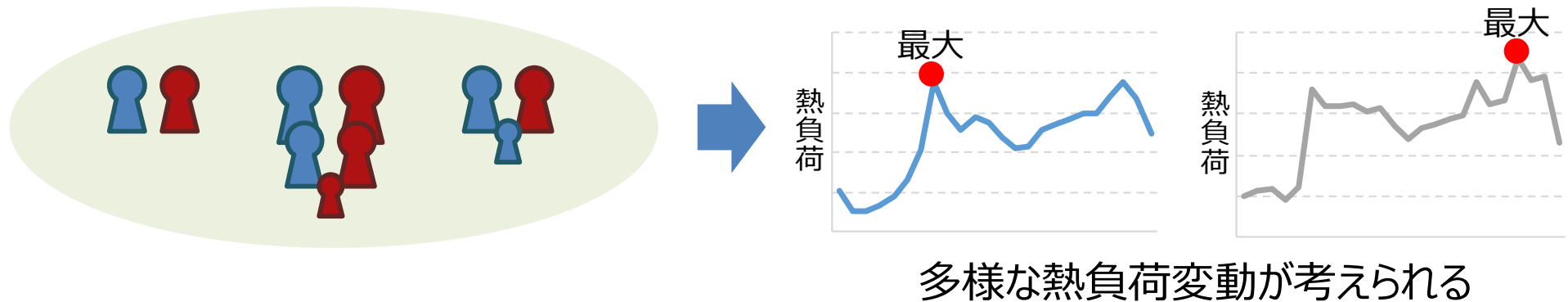
研究区分：公募型研究（科研費・基盤C）

共同研究機関：北海道大学大学院工学研究院

協力機関：北海道ガス株式会社

研究の背景

- 暖房や給湯の熱源機器容量（熱出力の能力）は、熱負荷の設計値に各種安全率を乗じて設定される
- 新築時の設計では、運用実態を予測することができないため、機器容量に**過大な余力を持たせる傾向**がある
- しかし、熱源機器容量が過大になると、**効率の悪い低出力での運転時間が長くなる、イニシャルコストが増大する**
- 特に、集合住宅の場合、居住者の生活スケジュールは世帯構成やライフスタイルにより極めて多様



中央熱源方式を採用する場合、安全を見て、各住戸で同時に熱負荷が発生する想定で設計を行うと、過大な熱源機器容量になる恐れがある

研究の背景

- 過大な熱源機器容量を設定しないためには、**運用実態に即した設計**が必要
- その方法のひとつとして、設計時に**同時使用率を考慮**することが挙げられる
- 例えば、給排水設備では、同時使用率を考慮した設計が一般的に行われている
- 器具利用から給水管の瞬時最大流量を算定する際には、下表の同時使用率を乗じて算定されている

器具の同時使用率

単位：%

器具数 \ 器具種類	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
大便器（洗浄弁）	100	50	50	40	30	27	23	19	17	15	12	10
一般器具	100	100	70	55	48	45	42	40	39	38	35	33

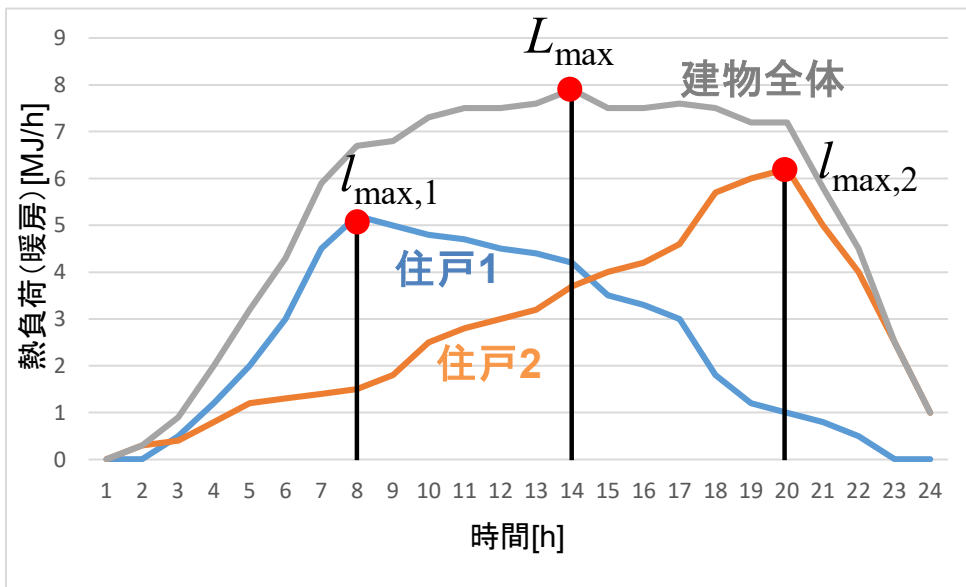
出典：建築設備設計基準

熱源機器容量の適正化を図るためには、給排水設備のように同時使用率を考慮した設計が必要

研究の背景

- 集合住宅における同時使用率は、既往研究から以下のように表される

ある期間における「**各住戸の最大熱負荷の合計値**（すべての住戸で同時に最大熱負荷が発生すると仮定した場合の値）」に対する、「**実際に建物全体で発生した最大熱負荷**」の割合



左図のような熱負荷の場合、

同時使用率

$$= \frac{L_{\max}}{l_{\max,1} + l_{\max,2}} \times 100$$

しかし、同時使用率の実態については、一般的に公開されているデータが少なく、設計者が実務で使用するのには難しい状況にある

研究の目的

【目的】

本研究は、中央熱源方式の暖房システムが採用された集合住宅を対象に、確率論的な手法に基づく同時使用率の算出手法を構築し、**同時使用率の考慮による熱源機器容量の最適化**について検討する。

【研究フロー】

1) 集合住宅を対象とした同時使用率の実態調査 (R1-2年度)

2) 生活スケジュールの把握 (R1年度)

3) 同時使用率の確率論的算出方法の構築 (R2-3年度)

4) 同時使用率を考慮した熱源機器容量の最適化検討 (R3年度)

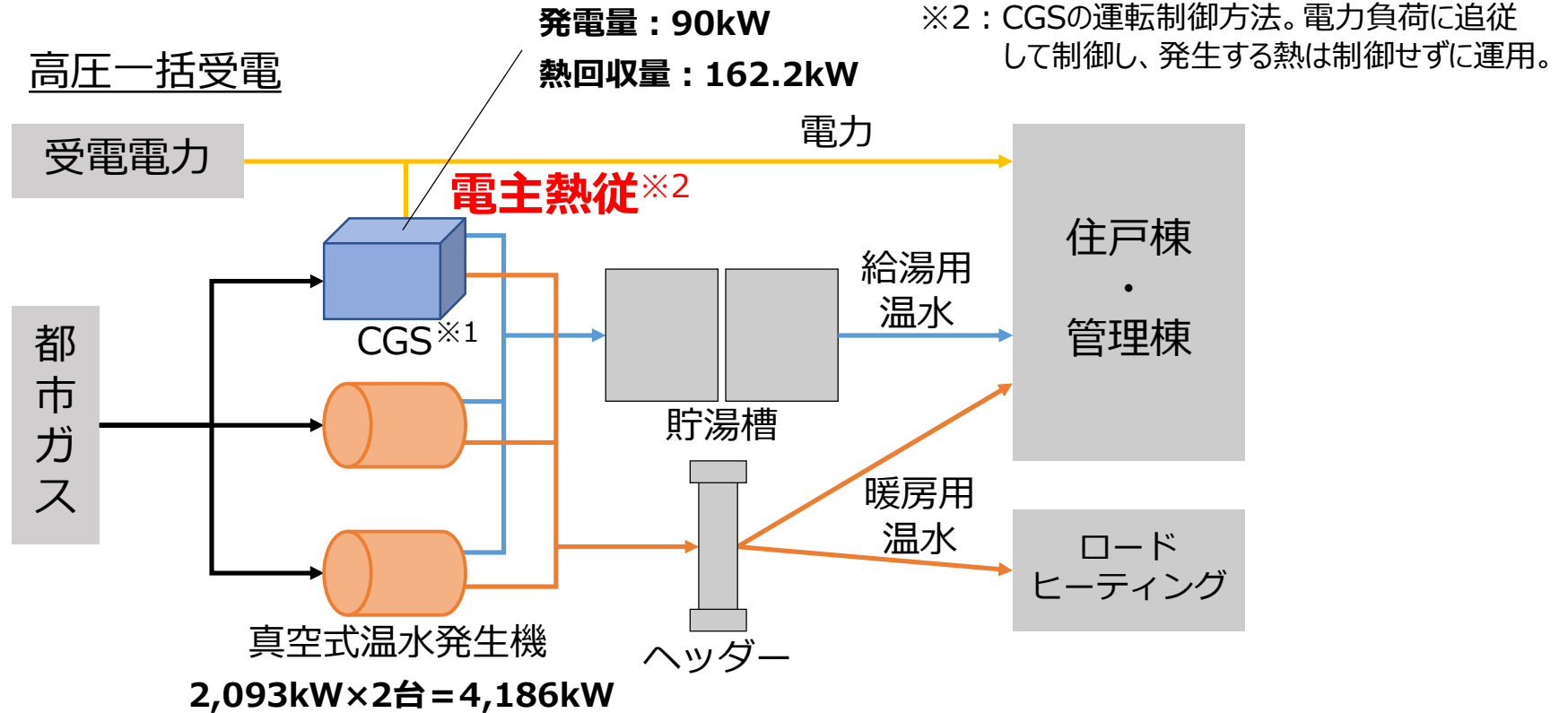
※青枠：本日の報告内容

1)集合住宅を対象とした同時使用率の実態調査

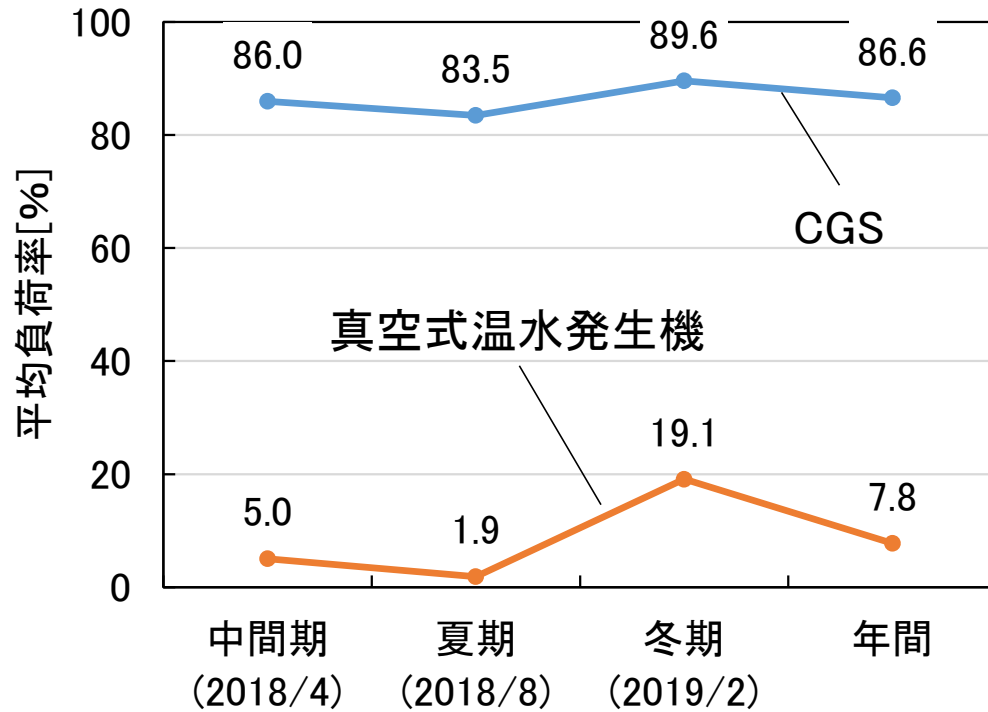
建物概要



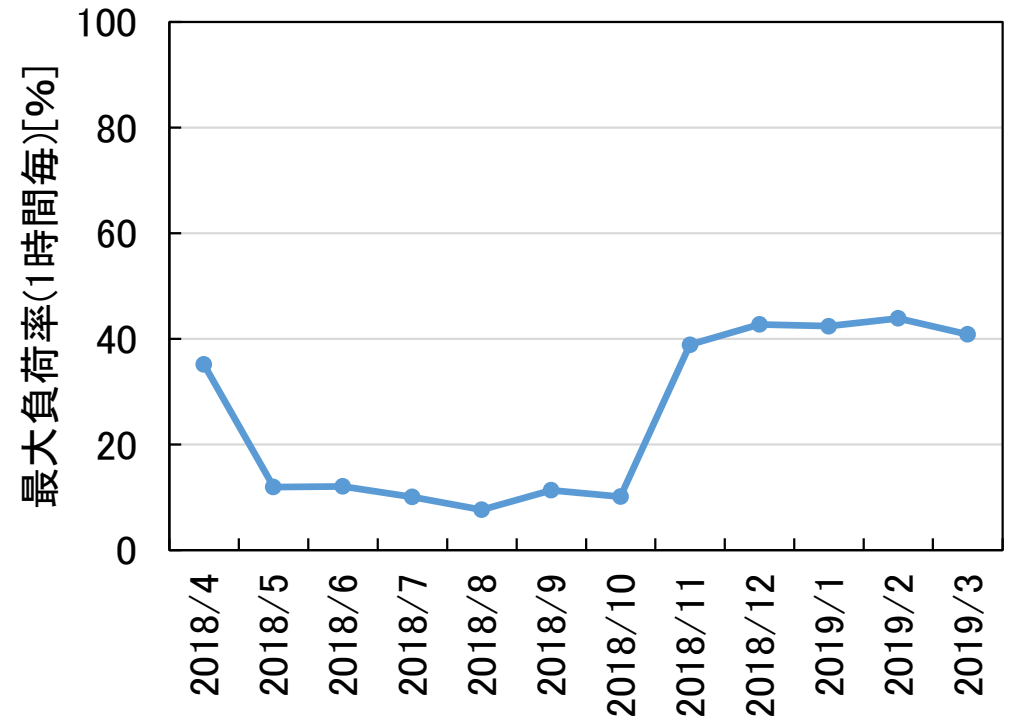
所在地	北海道札幌市
竣工年月	2001年6月
構造/規模	SRC造/地下1階・地上15階
敷地面積/延床面積	11,355m ² /28,814m ²
戸数	223戸(3LDK,4LDK,5LDK)



1)集合住宅を対象とした同時使用率の実態調査



熱源機器の平均負荷率



真空式温水発生機の最大負荷率

- ・CGS：高負荷率
(電力需要にあわせ定格運転)
- ・真空式温水発生機：低負荷率

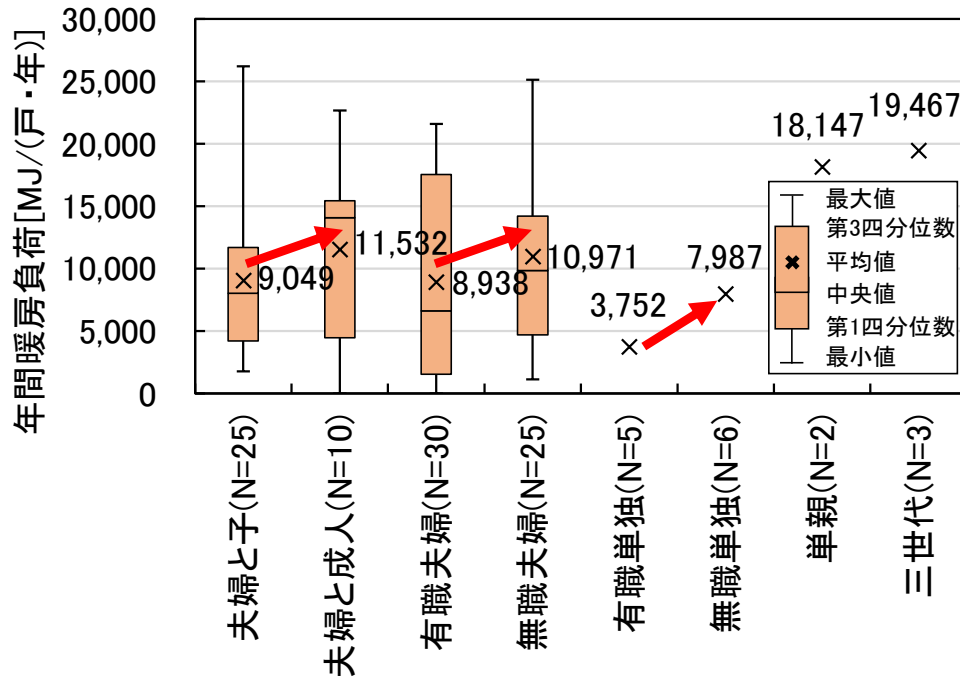
各月の最大負荷率は、最大で44%
→実負荷に対して機器容量が過大
→設計で同時使用率が未考慮？

$$\text{※負荷率} = \frac{\text{熱源機の製造熱量}}{\text{熱源機の定格出力}} \times 100$$

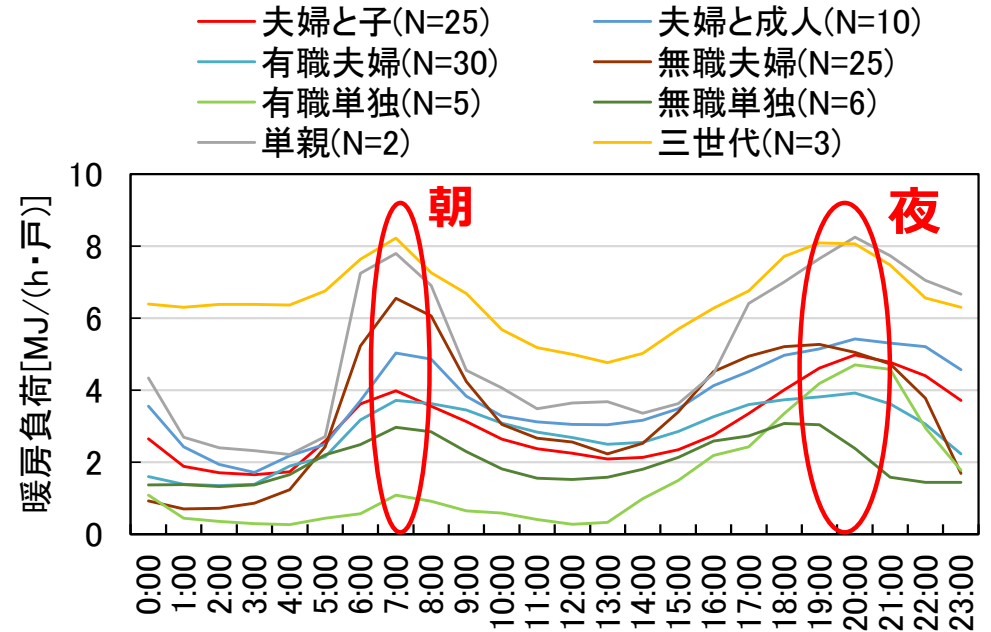
負荷率は、1時間毎に算出した製造熱量により計算

1) 集合住宅を対象とした同時使用率の実態調査

暖房負荷の特性



世帯構成毎の年間暖房負荷
(2018年度)



世帯構成毎の月平均時刻別暖房負荷
(2019年1月)

- 暖房負荷は、夫婦と子世帯よりも夫婦と成人世帯の方が大きい
- 有職世帯よりも無職世帯の方が大きい

- 朝のピーク：世帯構成で大きな違いなし
- 夜のピーク：子どもがいる世帯、有職世帯は他の世帯よりも1時間遅い

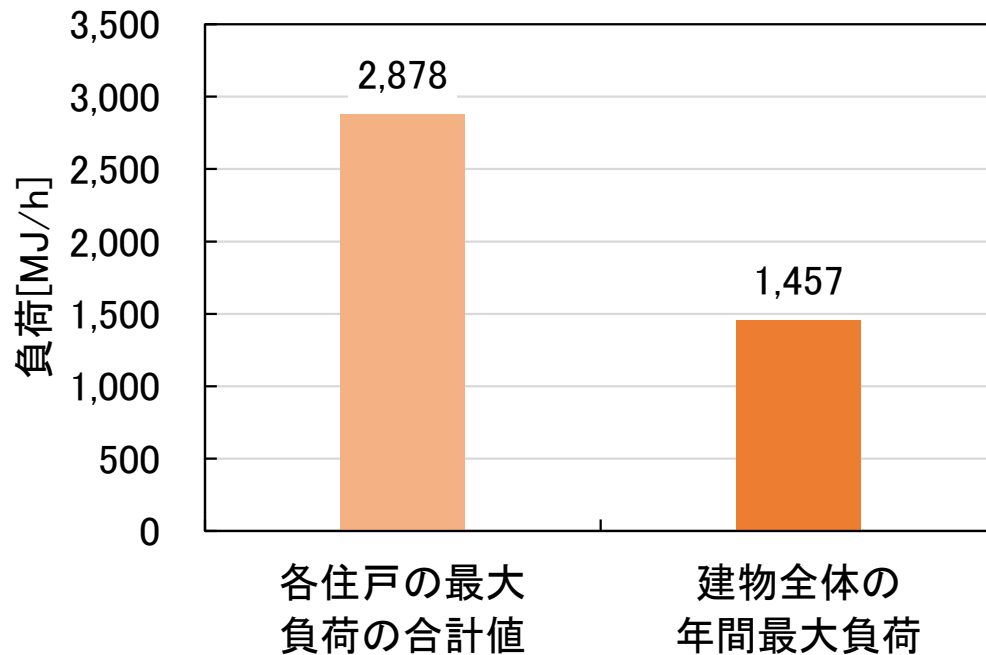
1) 集合住宅を対象とした同時使用率の実態調査

同時使用率の算出

算出式

$$\alpha = \left(L_{\max} / \sum_{i=1}^n l_{\max,i} \right) \times 100$$

- α : 同時使用率[%]
- L_{\max} : 建物全体の最大負荷[MJ/h]
- $l_{\max,i}$: 住戸*i*の最大負荷[MJ/h]
- n : 住戸数[戸]



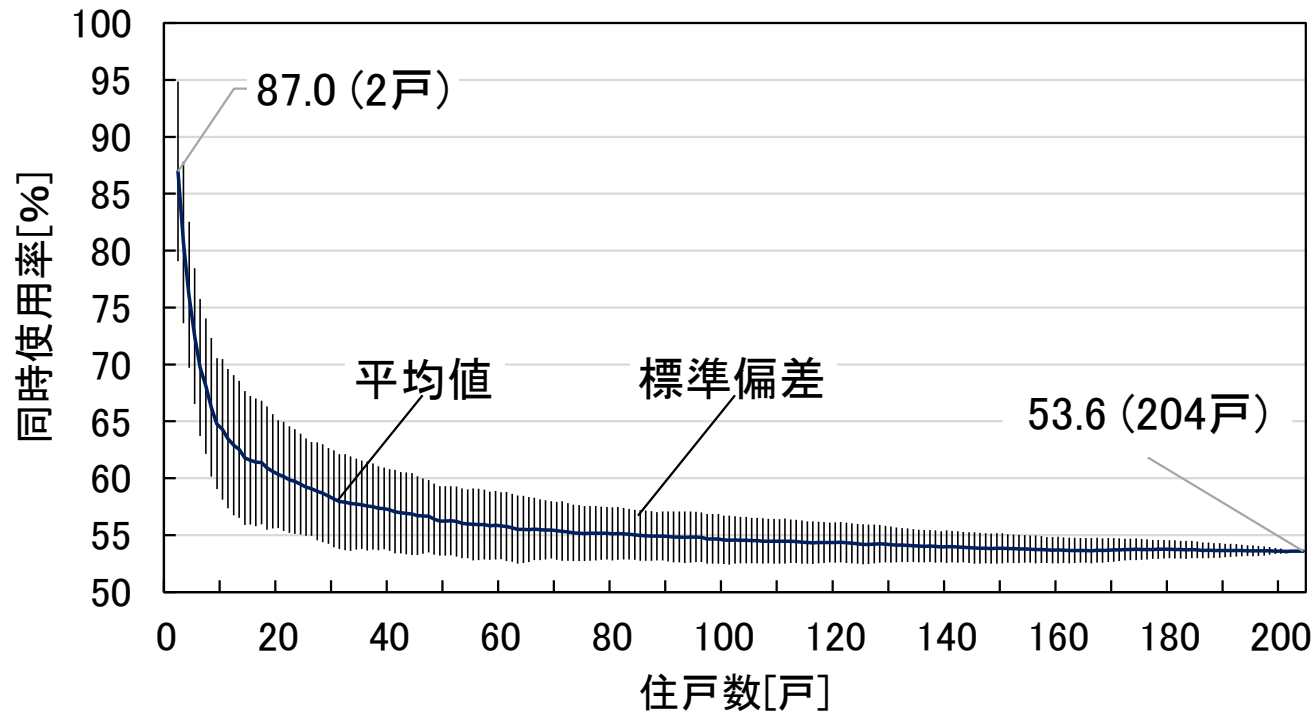
各住戸および建物全体の暖房負荷
(2018年度)

実測を行った集合住宅の
同時使用率

$$\alpha = 1,457 / 2,878 \times 100 = \mathbf{50.6\%}$$

3)同時使用率の確率論的算出手法の構築

- 集合住宅では、住戸数や居住者の世帯構成が変わると、住まい方により暖房の使用時間が変化する。これにより、暖房負荷が変化するため、同時使用率も変化する。
- このため、設計で考慮すべき同時使用率を検討するため、組合せ論に基づく同時使用率の確率論的算出手法を構築した。



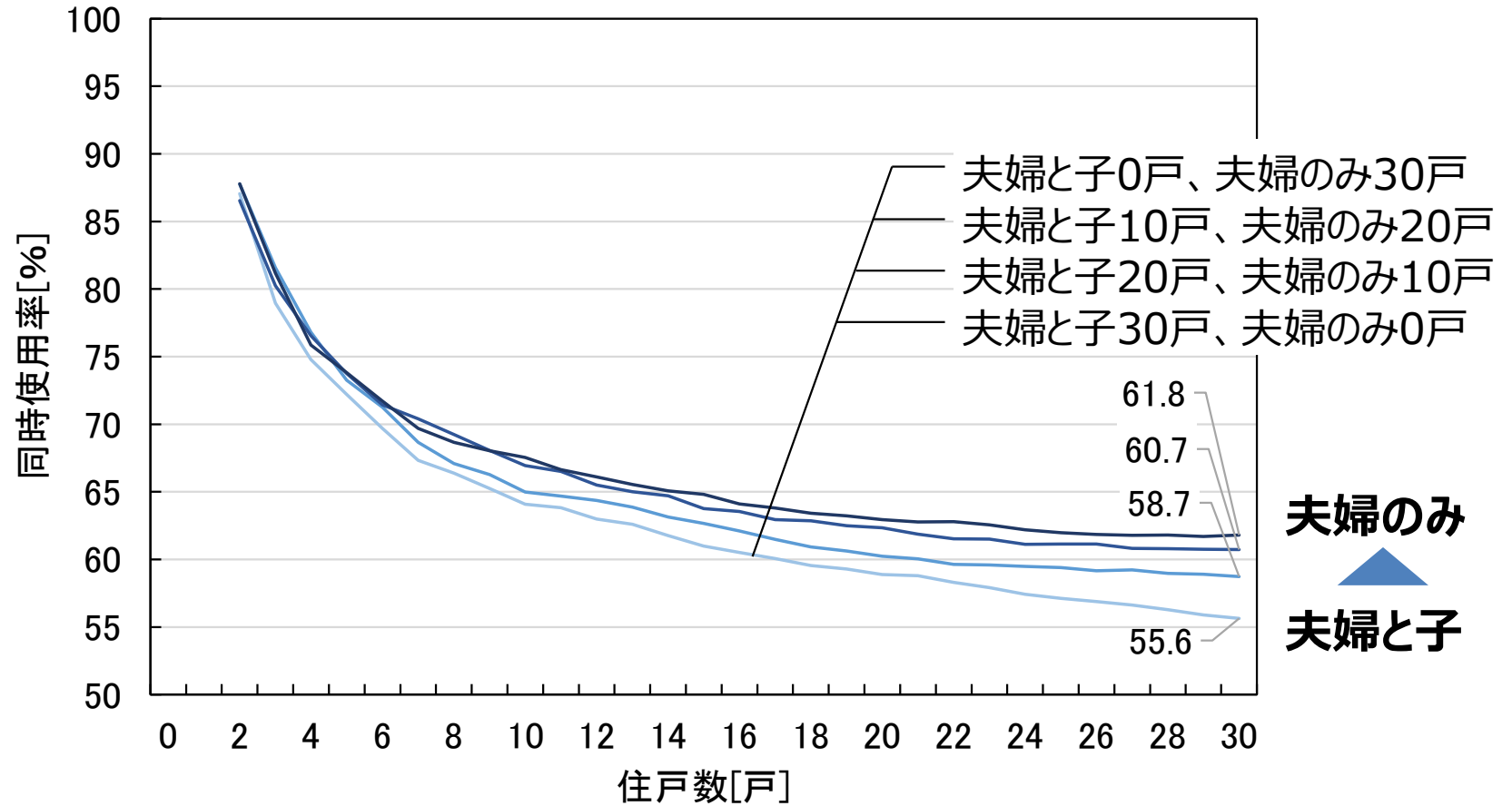
構築した手法により算出した同時使用率の曲線※

同時使用率は、30～40戸以上の住戸数になると**50%台**で横ばいになった

※実測調査を行った集合住宅の暖房負荷（2018年度の最寒日の前後1週間を含む15日間）を使用して作成

3)同時使用率の確率論的算出手法の構築

世帯構成の変化が同時使用率に与える影響



同時使用率の曲線※
(夫婦と子世帯から夫婦のみ世帯への変化)

夫婦のみ世帯が増えるにつれて、同時使用率は大きくなる傾向

※実測調査を行った集合住宅の暖房負荷（2018年度の最寒日の前後1週間を含む15日間）を使用して作成

4)同時使用率を考慮した熱源機器容量の最適化検討

実測調査を行った集合住宅を対象とした検討

同時使用率を考慮した熱源機器容量とその効果

	試算条件					試算結果		
	各住戸の 最大熱負荷 の集計値	建物全体の 最大熱負荷	安全率	同時使用率	熱源機器容量	平均 負荷率	A重油 消費量	CASE1 に対する 削減率
	①		②	③	①×②×③			
CASE1 一般的な設計	800kW	-	1.3	-	1,040kW	8.9%	112.4kL	-
CASE2 時刻別熱負荷 による設計	-	405kW	1.3	-	527kW	17.6%	81.1kL	▲28%
CASE3 同時使用率を 考慮した設計	800kW	-	1.3	0.54	562kW	16.5%	83.1kL	▲26%

※試算では、実測調査を行った集合住宅の各住戸の暖房負荷を用いた

※熱源機器には真空式温水発生機を採用し、A重油消費量は部分負荷効率を考慮して計算

- 熱源機器容量は、CASE2と3でほぼ同じ容量になった
- CASE3では、CASE1の一般的な設計に比べて、熱源機器の負荷率が向上し、エネルギー消費量の削減に効果があることを確認

まとめ

- 実測調査より、中央熱源方式の暖房システムが採用された集合住宅における同時使用率の実態を明らかにした。
- 組合せ論に基づく同時使用率の確率論的算出手法を構築した。
- 同時使用率を考慮した熱源機器容量を検討し、エネルギー消費量を試算した。その結果、熱源機器の負荷率が向上し、エネルギー消費量の削減に効果があることを示した。

【成果の活用策】

- 本研究で得られた同時使用率に関する知見は、設備設計における熱源機器容量の選定の基礎資料として活用される。
- 構築した手法は、今年度から開始した新規研究課題において、非住宅建築物の同時使用率の検討で活用される。