

エネルギー利用合理化委員会
平成17年度調査研究
報告書

【概要版】

平成18年3月

都市再生研究所

I. 研究活動

1. 委員会等

エネルギー利用合理化委員会では、研究活動を円滑に行うとともに、会員意見を適格に取り入れる目的から委員会及びワーキンググループを設置して研究活動を行った。

【委員会】

○委員長	片倉百樹	東京電力(株)	執行役員販売営業本部副本部長
○副委員長	根津浩一郎	都市再生研究所	客員研究員
○委員	鎌倉賢司	東京電力(株)	販売営業本部法人営業部長
	森本 孝	関西電力(株)	お客さま本部営業計画グループ部長
	前田敏雄	中部電力(株)	販売本部法人営業部 エネルギー提案グループ部長
	岡 房信	三井不動産(株)	建設企画部長
	久保田 滋	(株)竹中工務店	蓄熱エネルギー本部副部長
	三武庸男	三菱地所(株)	都市企画事業室副室長
	栗原潤一	(株)ミサワホーム 総合研究所	エコエネルギー研究室室長
	立原 敦	大成建設(株)	設計本部チーフエンジニア
	橘 雅哉	清水建設(株)	プロポーザル本部 設備技術開発グループ長
○事務局	浅野忠利	都市再生研究所	理事・総務企画部長
	加藤善也	都市再生研究所	理事・研究部長
○コンサル	桂木宏昌	(株)日本設計	環境・設備設計群設計グループ シニアエンジニアリーダー
	栗山知広	(株)日建設計	設備設計部門エネルギー計画室長
	山本明弘	(株)日通総合研究所	物流技術環境部環境グループ担当部長

- | | |
|-----------------|------------------------------------|
| 第1回（平成17年7月25日） | ・調査研究活動方針の確認
・調査研究体制、スケジュール等の確認 |
| 第2回（平成17年11月7日） | ・中間報告について |
| 第3回（平成17年2月17日） | ・報告書の原案について
・今後の研究予定について |

【ワーキンググループ】

○メンバー	根津浩一郎	都市再生研究所	客員研究員
	田中裕一	(株)東京電力	都市エネルギー第1グループ マネージャー
	月山 将	関西電力(株)	お客さま本部 営業計画グループ副部長
	村西良司	中部電力(株)	販売本部大口営業部 エネルギー提案グループ課長
○事務局	浅野忠利	都市再生研究所	理事・総務企画部長
	加藤善也	都市再生研究所	理事・研究部長
○コンサル	桂木宏昌	(株)日本設計	環境・設備設計群設計グループ シニアエンジニアリーダー
	栗山知広	(株)日建設計	設備設計部門エネルギー計画室長
	山本明弘	(株)日通総合研究所	物流技術環境部環境グループ担当部長

第1回（平成17年10月5日） ・研究内容の作業状況について

・シンポジウム実施案について

第2回（平成17年10月25日） ・研究内容の全体構成について

第3回（平成18年2月7日） ・報告書の原案について

2. 対外活動

(1) シンポジウム

平成 17 年 12 月 2 日に先進事例として晴海トリトンの見学会、並びに専門家による講演会・パネルディスカッションによるシンポジウムを開催した。

○見学会 晴海トリトンスクエア地区地域熱供給施設見学

○講演会 東京大学大学院 工学系研究科教授 坂本 雄三

テーマ「居住系に求められる省エネルギー性能」

(株)日建設計 備設計部設計長 岡垣 晃

テーマ「業務系市街地再生に求められる省エネルギー性能」

…晴海トリトン地区開発の事例報告…

○パネルディスカッション

テーマ「サステイナブルタウンへの再生プログラム」

千葉大学大学院 自然科学研究科教授 川瀬 貴晴(司会)

国土交通省 住宅局住宅生産課長 高井 憲司

ソーシャルコーディネーター (株)ベーシック 代表取締役 田原 祐子

東京電力(株) 執行役員販売営業本部 副本部長 片倉 百樹

大和ハウス工業(株) 技術開発本部取締役 商品開発部長 濱 隆

(株)長谷工コーポレーション 執行役員 事業部長 鹿倉 克幸

Ⅱ．平成１７年度の調査研究

Ⅱ－１．エネルギー利用に関わる長期予測

１．目的

エネルギー資源の枯渇に対する危機が顕在化している一方で、アジア地域は、人口の増加と近年の急速な経済成長にともなって、エネルギー需要が急激に増加している。今後、経済の成長に伴って、さらにアジア地域のエネルギー需要は増えると思込まれている。

日本は、近い将来、エネルギー資源の安定的な確保が困難な状況になり、国民の生活も大きな影響を与えることになることが予想される。

このような世界規模（特にアジア地域）でのエネルギー需要に関わる長期的な見通し（2030～2050年）を整理し、日本のエネルギー危機に対するエネルギー利用合理化推進の意義や重要性について検討した。

２．世界と日本のエネルギー利用の見通し

世界全体のエネルギー消費は、年平均 4.2%で増加しており、アジア地域の比率が 1971 年の 14.1%から 2003 年には 28.5%へと拡大している。このアジア地域の主エネルギー源は石炭と石油であり、合算すると約 80%を占めている。

世界全体のエネルギー消費量は、2002 年から 2030 年まで年平均 1.7%で増加すると予測されている。アジア、特に中国のエネルギー需要増加が著しく、世界全体での増加の約 21%が中国の増加によると予測されている。国内では、石油ショックを契機に産業部門での省エネルギー化が進み、エネルギー需要を抑制しつつ経済成長をおこなってきたが、1980 年代後半よりエネルギー需要は再び増加傾向となっている。

総合資源エネルギー調査会の「経済産業省 総合資源エネルギー調査会 2030 年のエネルギー需給展望」では、日本のエネルギー消費は、2020 年頃まで増加し、家庭・業務・旅客部門については、1990 年の約 1.5 倍に増加すると予測している。

３．エネルギー利用に伴う CO₂排出量削減の必要性

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第三次評価報告書では、現状の経済活動を続け CO₂を排出していくと洪水や干ばつの増大、水不足、感染症の拡大、食糧不足等、地球環境に壊滅的な被害を与えると予測している。地球シミュレータによる日本の気象変化の予測では、2100 年には年間の平均気温が 4℃以上上昇し、猛暑、豪雨の頻度が一層増加すると見込んでいる。

原子力発電所（300 万 kW 規模）を新設した場合、日本の CO₂排出量の 1 %程度を削

減することが可能で、電力負荷の平準化は、ピーク対応発電所の休止、新設の調整、発電所の設備利用率向上につながり、高効率運転と CO₂排出量の削減につながる。

2006 年度に、エネルギー使用の合理化に関する法律（省エネ法）や、地球温暖化対策の推進に関する法律(温対法)の改正が施行され、省エネルギーと省 CO₂に向けた政策がさらに強化される。これらの政策とともに確実に省エネルギーや省 CO₂を実施するためには、需要側のシステム比較や導入効果を検討する際に、供給システムにおける適切な効率や排出原単位を用いて評価する必要がある。

4. エネルギー供給側と利用側での対策

近年、原油のみならず全てのエネルギー源の価格が上昇傾向にあり、エネルギー自給率の低い日本では経済活動に与える影響も甚大なことから、エネルギーの安定供給に資する原子力発電や再生可能エネルギーの利用を促進することが供給側の対策として必要となる。エネルギーの需要側では、これらのエネルギー供給システムに合致した利用システムを同時に構築し、電力負荷の平準化や省エネルギー、省 CO₂を実現していくことが不可欠となる。

部門別最終エネルギー消費の見通しでは、家庭、業務、運輸（旅客）部門の消費が今後増加するという将来予測になっており、この 3 部門でのエネルギー利用合理化対策を推進することが重要となる。また、大都市圏においては、特に地震に対する防災性能の向上が課題となっており、都市再生の観点から、永続的に安心して快適に暮らせる都市システムの構築が必要とされている。

（1）家庭部門での対策

高層集合住宅の建設によって既成市街地の再整備と都心居住が進行しているが、今後も低層密集市街地等で高層集合住宅化のニーズは続くと予測される。このとき、永く安心して暮らすための防災対応、省エネルギー、省 CO₂、省コスト、ならびに電力負荷平準化に対応した防災型高層集合住宅の普及は急務となる。

（2）業務部門での対策

需用側での電力負荷平準化を実現するためには、昼間の電力需要が大きい業務部門での対策が不可欠となる。業務部門では、冷房や暖房用のエネルギー利用が昼間に生じるため、夜間電力を利用して蓄熱槽に蓄えることが電力負荷平準化の有効な手段となる。新たな都市開発や既存の建物に、この蓄熱システムを導入することは、省エネルギー、省 CO₂、省コストにも効果的であり、蓄熱槽内の水は、被災時の生活用水や防火用水の水源としても利用可能となる。

(3) 運輸（旅客）部門での対策

電気自動車を利用した交通システムは、鉄道等の公共交通システムに次ぐグリーン交通・物流システムとして位置づけられている。将来の電力でのエネルギー供給量の増大やエネルギー価格の高騰の予測を踏まえると、化石燃料の依存度の高い運輸部門（特に、旅客部門）の電化対策、電気自動車の普及と電力負荷平準化と協調を図っていく必要がある。

Ⅱ－２．電化システムを利用した都市型住宅研究

1. 目的

既成市街地の老朽化対応や遊休地の有効活用等を目的に、近年、高層の集合住宅形態による都心居住が増加している。全国各地で地震が多発している今日、大規模地震被災時の対応として、緊急時のライフラインの確保、避難機能の確保、簡易復旧が及ぶまでの臨時の生活機能確保などに配慮した居住機能整備が急務となっており、安全や安心に配慮したまちづくりが求められている。

本章は防災型のまちづくりや都市再生において有効な電化システムを利用した防災型高層集合住宅の検討を行い、政策提言することを目的としている。

2. 都市居住に関わる課題

現在の都市型住宅は、防災対策と共に人工排熱増大等によるヒートアイランド、CO₂排出量の増大、光熱水費負担の増大など様々な課題を抱えている。

都市への居住ニーズは今後も続くものと考えられ、既成市街地の老朽化対応や遊休地の有効活用等のために、高層集合住宅による再開発が進展すると予測されている。現在日本が抱えている地球温暖化等の環境対策と、都市防災やヒートアイランド等の対策に配慮したまちづくりを推進する必要がある。

3. 災害に対して安全・安心なまちづくりの提案

高層集合住宅は、多数の住民を収容する建築物であるため、その機能を著しく停止することは、多くの被災難民を生み出すことになる。従って、高レベルの地震時においても被災時の機能支障が最小限に抑えられるよう、耐震性の確保と生活支援機能を有する必要がある。

一方、土地区画整理事業や市街地再開発事業等により面的に整備されることが多い高層集合住宅は、被災時の避難場所としての地域貢献も重要な役割であり、防災に配慮した土地利用計画とともに近隣の住民に対する生活支援機能（防災コミュニティ施設）の装備にも配慮する必要がある。

防災型高層集合住宅の付加機能

- ① 免震等による建物の耐震性の確保と防災に配慮した土地利用計画
- ② 共同溝や電線共同溝によるライフラインの強化
- ③ 被災時にも住民に対し最低限の生活支援が可能な機能（電源・水源等）を装備
- ④ 近隣の住民に対する生活支援も想定した機能（水源・排水槽等）を装備
- ⑤ 帰宅困難者等と住民との情報伝達や被害情報の収集を可能とする機能を装備
- ⑥ 被災後、短期間で復旧できるライフラインを主に活用した設備システムを装備
- ⑦ ライフラインの復旧時に漏電やガス漏れによる火災等の 2 次災害防止に配慮した機能を装備

4. 防災型高層集合住宅の導入効果

電化システムを利用した防災型高層集合住宅のモデルを想定し、一般的なガス給湯器を利用するシステムとの比較し、その効果を検討した。

（1）水の備蓄

電化システムは住戸毎に貯湯槽を設置しており、その水量は 4 人家族が災害時に 3 日に必要な上水および雑用水量である約 400L を十分に確保できている。貯湯槽内の水は排水用バルブを開けるだけ利用することができ、災害によって停電が起こった場合にも利用が可能である。

（2）二次災害の防止

電化システムを採用した住宅には、新築やリフォームに対する金利融合制度を銀行などの金融機関や、火災保険の割引制度を行っている保険会社などがあり、火災に対する安全性が認められている。

（3）快適・健康性

電化システムは、貯湯の効果によりお湯の残留塩素濃度が一般方式に比べ低くなり、肌の弱い老人や赤ん坊、アトピー性皮膚炎患者など、肌への刺激を抑えることができる。また、電化システムの調理器具は、裸火のない非燃焼器具であるため、室内での CO₂ の発生がなく、熱効率が高いため室内への熱も抑えられる。

（4）省エネ性

電化システムの一次エネルギー消費量は、一般的なシステムに比べ、約 22% の削減となる。これは、高効率システムであるエコキュートの採用による省エネと、一次エネルギー源単位が小さな夜間電力の利用の効果である。

(5) 省CO₂性

電化システムのCO₂排出量は、一般的なシステムに比べ、約40%の削減となる。これは、高効率給湯器による省エネと、CO₂排出量が少ない夜間電力の利用による効果である。

(6) 省コスト性

電化システムの住戸専有部の熱源機器および、電気やガス等の共用インフラなどを含む初期費用は、一般的なシステムに比べ約6%程度割高となるものの、年間の光熱費を大幅に低減できるため、ライフサイクルコストを一般的なシステムに比べ約22%削減することができる。

5. 防災型高層集合住宅の普及に関する課題

地震に強いまちづくりへの対応や被災時の応急対策への備え（防災コミュニティ施設）を有する防災型高層集合住宅を普及促進するためには、事業者に対する国や地方公共団体からの支援・助成等の優遇措置が不可欠である。

Ⅱ－3. 蓄熱システムを利用したまちづくり研究

1. 目的

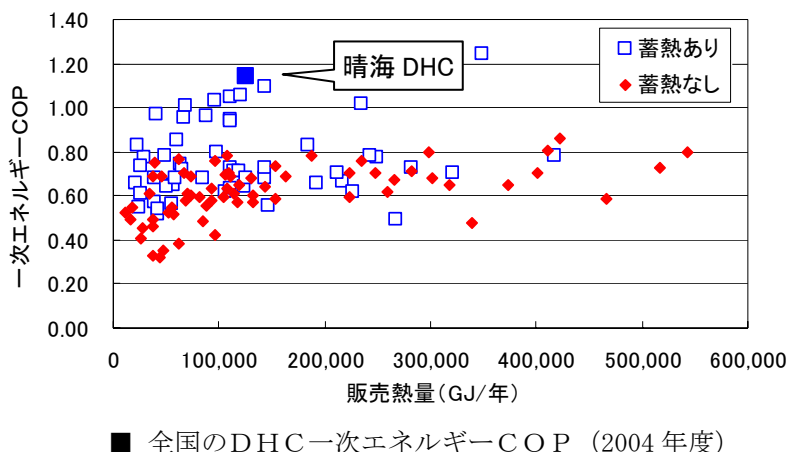
晴海アイランド熱供給施設（晴海DHC）が示すように、面的開発における大規模蓄熱槽と高効率熱源機器の組み合わせは、我が国でも最高水準のエネルギー効率を発揮する極めて優れたシステムを実現している。さらにエネルギーコモンである大規模蓄熱槽は、広域消防水利指定を受けるなど、都市防災機能を備えた核施設として新たな街づくりの方向性を示していると言える。

本章では、こうした特色を持つ「晴海トリトンモデル」を提案し、都市再生手法として導入促進を図るための政策的方策を抽出することを目的とする。

2. 現状の問題点と改善策

建物の冷暖房負荷は、夏冬のピーク時期を除いて低負荷の状態が非常に長い。非蓄熱型の熱源システムの場合、負荷に合わせて運転するため、負荷の小さい時期には長時間にわたって非効率な低負荷運転を強いられる。蓄熱型の熱源システムの場合、負荷の小さい時期には熱源の運転時間を短縮すればよく、熱源はつねに最大負荷の状態で行うことができる。実際、年間一次エネルギーCOP*で比較すると、非蓄熱型DHCの平均値0.66に対し蓄熱型DHCの平均値は0.73と、蓄熱式DHCの方が高い結果となっている（2004年度実績）。* 一次エネルギーCOP＝年間販売熱量／年間一次エネルギー消費量

中でも晴海DHCは、蓄熱槽容量 19,060m³と国内最大の大型水蓄熱槽を有し、高効率熱源機器との組み合わせによって年間一次エネルギーCOPが 1.19 と、極めて高い実績を上げている。



3. 晴海トリトンモデルの提案

晴海DHCの実績を踏まえ、高効率熱源システムとしての「晴海トリトンモデル」を提案する。晴海トリトンモデルは、以下のアイテムで構成された熱源システムとする。

- ・エネルギーコモンとしての大容量水蓄熱槽
- ・高効率冷凍機・ヒートポンプ
- ・大温度差送水
- ・熱回収システム

4. 晴海トリトンモデルの導入効果

新規の再開発地区に晴海トリトンモデルを導入した場合、従来型の熱源システムに比べ、一次エネルギー消費量を約 45%、CO₂ 排出量を約 56%削減することができる。延床面積 500,000 m²の複合建築物の場合、CO₂ 削減量は約 8,200ton-CO₂/年となる。

既成市街地の建築物を改造して晴海トリトンモデルを導入した場合、導入前の熱源システムに比べ、一次エネルギー消費量を約 59%、CO₂ 排出量を約 67%削減することができる。延床面積 20,000 m²のオフィスビルの場合、CO₂ 削減量は約 560ton-CO₂/年となる。

5. 大規模多機能型蓄熱槽（コミュニティタンク）の効果

蓄熱システムは、空調用の冷温水を蓄えるだけでなく、火災時の消防水利や災害時の緊急生活水としても活用することができる。

大規模な災害が起きたとき長時間の消火活動に対応できるよう、避難場所を中心に巨大大水利や 750m³以上の大型防火水槽の整備が進められているが、現状では十分普及しているとは言えない。また阪神・淡路大震災では断水期間が 1 ヶ月間に及び、便所洗浄水など生活用水の不足が指摘されている。

晴海DHCにおけるコミュニティタンクは、災害時の生活用水必要量を 30L/人日とすると、約 15 万人日分の生活用水を確保していることになり、災害時の給水拠点として大きな役割を担うことができる。

6. 普及策の検討

晴海トリトンモデルの社会的意義と普及促進策（案）を以下に示す。

■ 晴海トリトンモデルの導入効果と普及促進策

公共性・社会性	環境負荷削減	温室効果ガス(CO ₂)排出量の大幅な削減
		一次エネルギー消費量の削減による資源有効利用
		トリトンモデル連鎖反応による省エネ都市の普及
		電力平準化による既存発電所の有効利用
	都市防災	火災時における近隣施設のための消防水利
		震災時における地域住民のための生活用水備蓄
導入効果		新築:CO ₂ 排出量 約 60%削減、一次エネルギー消費量 約 40%削減
		既築:CO ₂ 排出量 約 60%削減、一次エネルギー消費量 約 60%削減
		生活用水:30 リットル/人日の備蓄
普及促進策(案)		蓄熱槽躯体・土工事・断熱防水工事への補助
		蓄熱に係わる熱源機器への補助
		蓄熱槽に係わる固定資産税の減免
		導入効果に応じた容積割増(新築建築物)
		駐車場付置義務台数の緩和(既存建築物)

Ⅱ－4. 蓄電システムを利用したまちづくり研究

1. 運輸部門における二酸化炭素排出の現状

2003 年度における運輸部門の CO₂ 排出量は、全体の 22.3%と高い割合を占めていることに加え、1990 年比で 19.8%の増加を示している。その内訳を見ると、自家用乗用車が 49.4%とほぼ半分を占めており、重点的な排出削減対策が求められている。

京都議定書達成計画における自家用乗用車に係る各対策内容のうち、乗用車の使用形態の変更や他の交通機関への転換については、多数ユーザーの行動を変えなければならず、自家用乗用車が広く浸透している現状において、支持・理解を得るために一定の時間をかけることが必要となる。他方、車両対策や燃料対策については、ユーザー側ではなく、車両や燃料を供給するメーカー側の取組みとなる。メーカー側のコストが製品価格に転嫁されることはあっても、購入後ユーザーは従来どおりの使用法でよいいため、生活や行動様式の変更を伴うことはなく、移動に関する利便性も基本的には変わらないため、ユーザーには受け入れられやすい対策と言える。

なお、CO₂ 排出量を電気自動車の消費電力をもとに比較すると、同クラスのガソリン

車の約 1/4 程度である。仮に現在の乗用車全てが電気自動車に代替されると、日本全体の CO₂ 排出量は 8.1%削減できる。

本調査においては、自家用車ユーザーの利便性を損うことなく、二酸化炭素の排出を大幅に削減できる方策として電気自動車に着目し、その動向と普及方策について取りまとめる。

2. 電気自動車の現状と開発動向

電気自動車は、一般自動車のエンジンの代わりに電動機（モーター）および制御装置によって動力がコントロールされるものである。動力源としては、電池に蓄えた電気を使うので、充電器で充電をする必要がある。また、走行中は排出ガスを出さないため、自動車排出ガスの問題を発生させることはない。

現在市販されている電気自動車は、軽自動車、超小型自動車（ミニカー）、スクーター、物流拠点等で使用する電動運搬機器などがある。経済産業省の総合エネルギー調査会では、2010 年の電気自動車普及目標を約 11 万台としており、各種普及施策が展開されているが、2003 年現在では 8 千台弱にとどまっている。普及を阻んでいる理由としては、車両価格が高いこと、鉛バッテリーを使用しているため重く充電性能も悪いこと、1～2 年でバッテリーを交換しなければならないことなどがある。一方で電動運搬機器については、フォークリフトなどで電動タイプが一定のシェアを確保している。

電気自動車の最も重要な構成機器であるバッテリーについては、これまで鉛バッテリーが主流であったが、近年はニッケル・水素バッテリーやリチウムイオンバッテリーの開発が進んできている。とくにリチウムイオンバッテリーではエネルギー密度、出力密度ともに大幅な性能向上がみられている。自動車メーカーでは、リチウムイオンバッテリーを搭載した次世代型電気自動車を 2～3 年以内に発売開始する計画を持っており、これらは 1 充電当りの航続距離が長く、コスト面でもメンテナンス費を含めるとガソリン車に対抗し得るものとなる。電動スクーターでは、既にリチウムイオンバッテリーを使用するものが発売されている。電動車の特長を生かして小型で持ち運び可能な形態となっており、斬新なデザインと新しい使用コンセプトを打ち出した販売戦略を行っている。

また、自動車ユーザー側での新たな動向としては、カーシェアリングが広がりつつある。自動車を個人所有しないスタイルが受け入れられるか推移を見守る必要はあるが、使用形態は電気自動車の特長に合致しており、新たなマーケット基盤として注目すべきである。

フォークリフトやターレットといった電動運搬機器については、「特定特種自動車排出ガスの規制等に関する法律」により、2006 年度から公道を走行しない車両についても排出ガスの規制が導入される。さらに東京都では、2005 年以降卸売市場に導入する車両は、電動または低排出ガス車のみ認めることを条例で定めた。これにより、運搬機器での電動化率は大きく高まるものと見られている。

3. 電気自動車等の普及に向けた課題と展望

電気自動車の普及に向けた最大の課題は生産コストの低下であり、コストのネックになっているのはリチウムイオンバッテリーである。ただし、量産されれば価格は低下するとの見方がメーカー関係者等では主流となっており、素材価格が高い燃料電池と比べ普及に向けたステップでリードしていると捉えられる。バッテリーの量産を進めるには、一定規模の需要が見込めるマーケットに供給していくことが必要であり、近年普及が著しいハイブリッド車や、規制によって電動車需要が高まるフォークリフト等へのリチウムイオンバッテリーの搭載が求められる。

他方、ユーザーへの電気自動車利用サービスの提供も必要と考えられ、カーシェアリング、レンタカー、レンタバイク、あるいは早稲田大学等が実証実験しているコミュニティバス等での電気自動車利用を促進していくことも期待される。

さらに、ユーザー側に電気自動車に関する理解を浸透させることも課題である。特に鉛バッテリー搭載車のイメージを払拭し、新しい電気自動車についてのコスト、航続距離、走行性能、環境性能等を、ガソリン車等と比較可能な形で情報提供することなどが求められる。あわせて、リースなど在来車との購入価格差を解消できるようなサービス提供、充電施設の確保、公的機関での積極的な導入等も望まれる。

政策的対応としては、環境保全の観点から電気自動車の性能をアピールし、ユーザーに導入を促していくことのほか、利用機会の創出を目指した自動車排出ガスの規制強化、カーシェアリングやコミュニティバス運行のための弾力的措置、電気自動車利用環境の整備、導入に対する補助や減税等が、政策オプションとして考えられる。