

# ICTを用いた北方型住宅向け再生可能 エネルギー活用システムに関する研究開発

Research and Development on a Renewable Energy  
Utilization System for Northern Houses using ICT  
(研究期間：平成24年度～平成25年度)

研究代表者：川村 淳浩（釧路高専機械工学科）  
kawamura@mech.kushiro-ct.ac.jp

研究分担者：

森 太郎（北海道大学建築環境学研究室）

林 裕樹（釧路高専情報工学科）

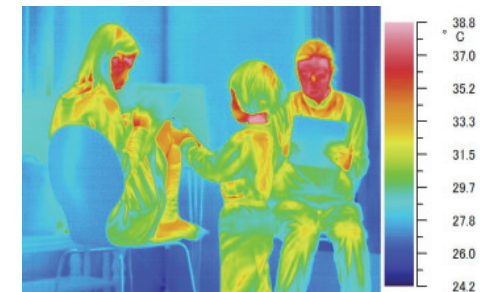
梶原 秀一（室工大もの創造系領域）

野口 孝文（釧路高専電気工学科）

千田 和範（釧路高専電気工学科）

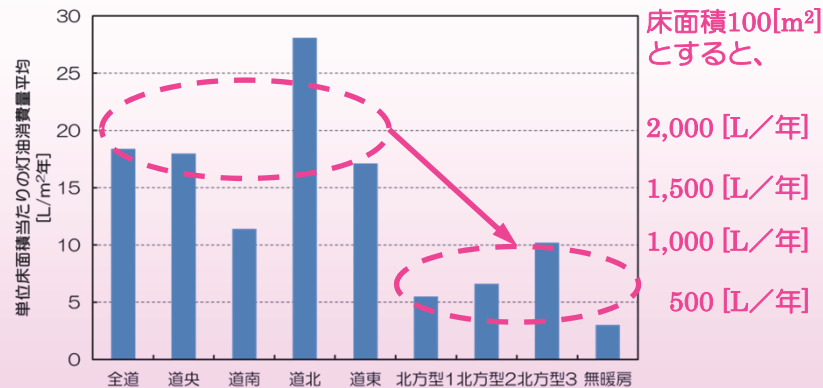
内海 洋（(株)アクト、帯広市）

荒井 誠（釧路高専機械工学科）



## 背景

### 北海道の戸別住宅のエネルギー消費（灯油）



※出典  
 1)平成22年度緊急雇用創出推進事業による北海道I社<sup>®</sup>-問題関連調査業務調査結果, D-17-北海道, p3-21, 2011  
 2)高断熱・高気密住宅の室内環境と暖房I社<sup>®</sup>-消費量に関する実態調査, 菊田他, 日本建築学会環境系論文集, 76(659), p17-24, 2011  
 3)北海道無暖冷房住宅研究会が提唱している目標値, <http://mudanreibou.jp/>

## ねらい/ポイント

### ▶ 地域型

※出典 気象庁釧路地方気象台

		釧路	帯広	札幌
真冬日	日	44.7	55.7	45.0
降雪量(年合計)	cm	162	201	597
日照時間(年間)	h	1,933	2,003	1,701
日照時間(12~3月)	h	738	762	428

#### <キーワード>

- 再生可能エネルギー (冬期の日射)

道東は冬期に日射が豊富

↓  
 暖房給湯熱源としての魅力 (電力13%より高い変換効率40%)

### ▶ 超省エネ

#### <キーワード>

- ICT (情報通信技術)
- HEMS (エネルギー管理)

電力と熱のマネジメント

↓  
 局所的な環境制御 (高効率に活用)

## 研究目的

省エネ性能に優れる北方型住宅に、道東地域で供給可能な再生可能エネルギーである太陽エネルギーと、ICTによる局所的室内環境制御とエネルギー管理技術を適用し、更なる省エネを実現する統合モデルを構築する。

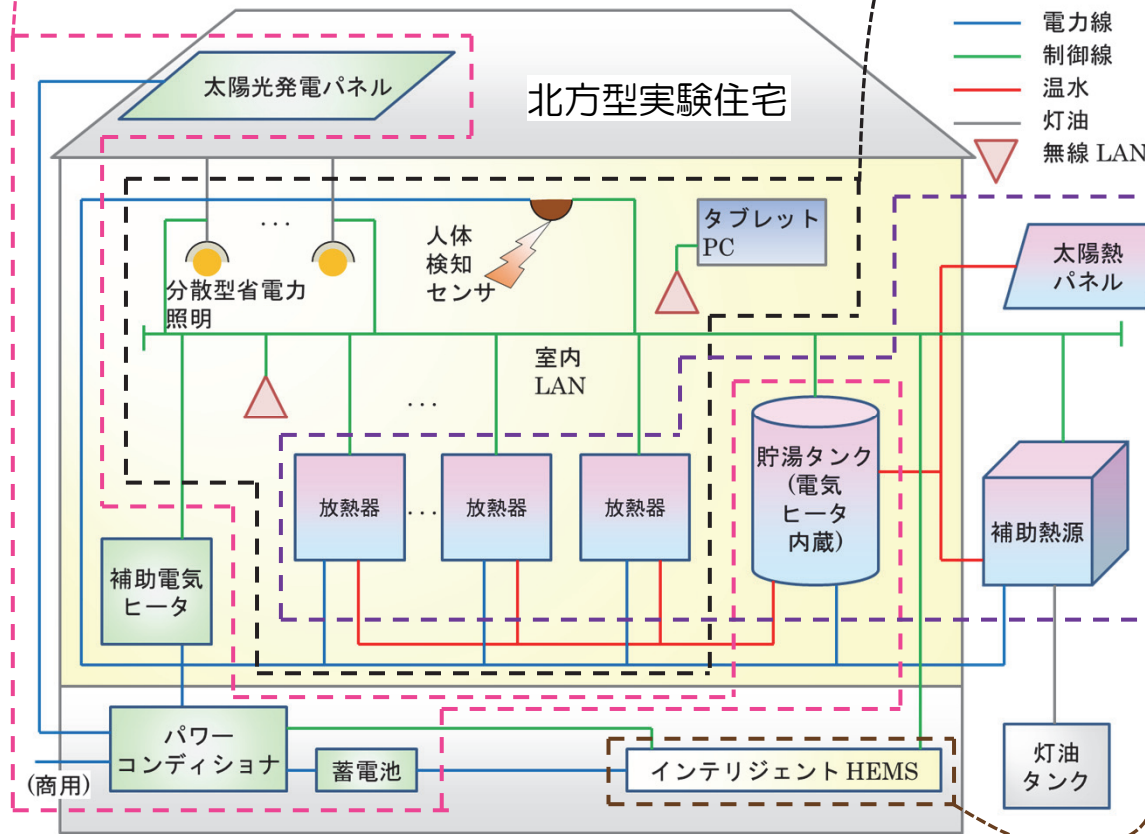
# 本研究開発の全体イメージ

## 1) ハイブリッドストレージ 太陽光発電システム

余剰発電力の蓄電、蓄熱そして放熱  
を選択制御することで、太陽光の有  
効活用を目指す。

## 3) アクティブ 室内環境制御システム

在室者の位置を検知して、その周囲  
だけを局所的に暖房・照明すること  
で、快適性を損なわずに暖房・給湯  
エネルギーの大幅な低減を目指す。



## 2) 太陽熱供給(暖房・給湯) システム

真空型集熱パネルと貯湯タンクに  
よって構成されるシステムに換気昇  
温器を追加することで、太陽熱の有  
効活用を目指す。

## 4) インテリジェントHEMS

住宅内の暖房・照明制御機器や各種  
センサなどからの情報を集約し、住  
宅全体のエネルギー管理を目指す。

# ハイブリッドストレージ 太陽光発電システム

# 太陽熱供給（暖房・給湯） システム

余剰発電力の蓄電、蓄熱そして放熱を選択制御することで、太陽光の有効活用を目指す。

太陽熱集熱パネル面積：2m<sup>2</sup>×2基  
設置方位傾斜角度：真南、40度  
貯湯タンク：300L



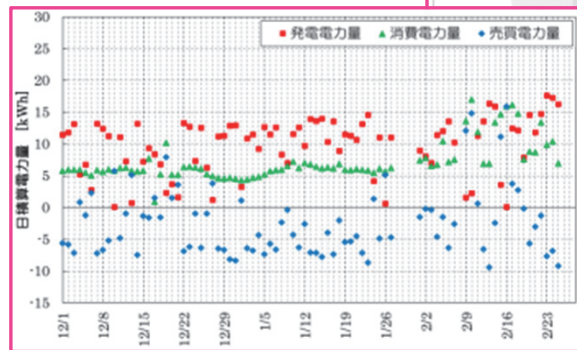
真空型集熱パネルと貯湯タンクによって構成されるシステムに換気昇温器を追加することで、太陽熱の有効活用を目指す。

公称最大出力：153 W×20枚、3kW  
設置方位傾斜角度：真南、40度

## 電力モニタ

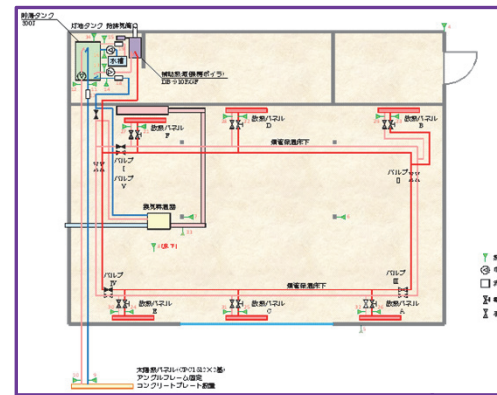


## 電力の推移

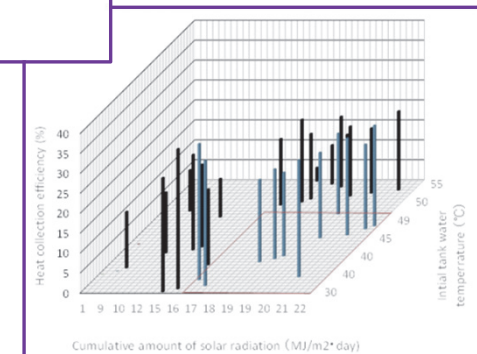


既設太陽光発電システムの雪害軽減対策と併せ、日射エネルギー有効活用が確認された。

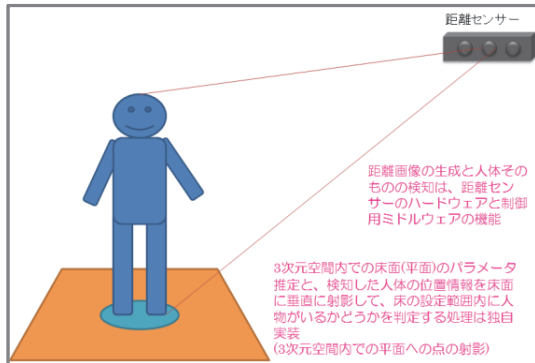
## 熱供給経路



## 日射量と初期タンク水温の影響

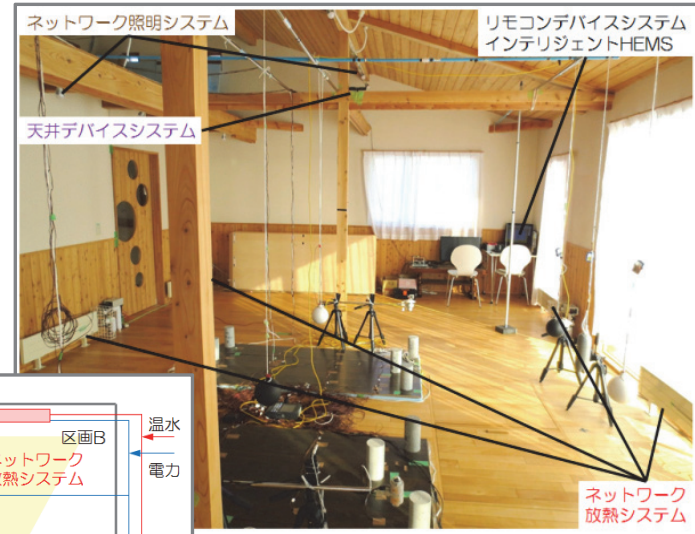
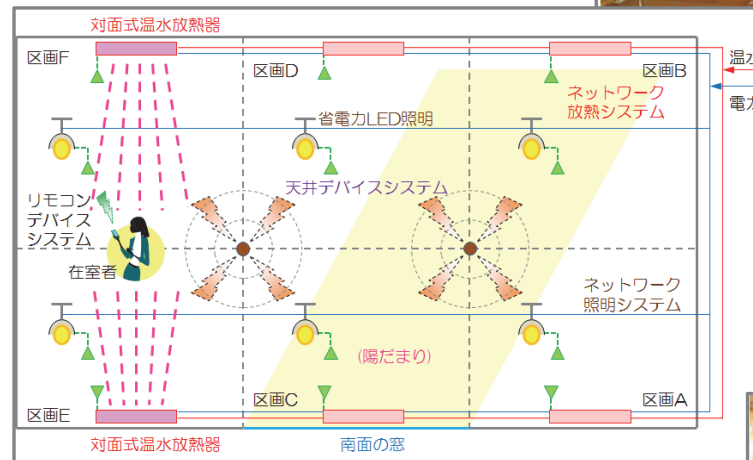


在室者の位置を検知して、その周囲だけを局所的に暖房・照明することで、快適性を損なわずに暖房・給湯エネルギーの大幅な低減を目指す。



## 人体位置検知のアルゴリズム

## 全体構成

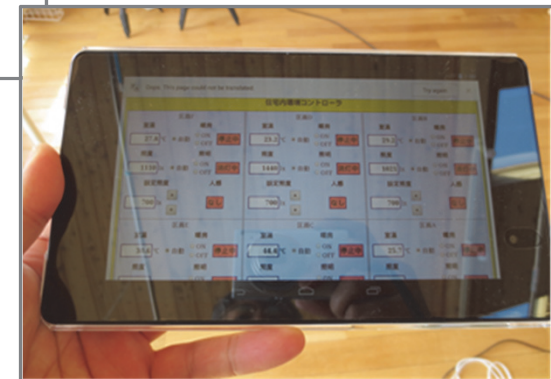


## 人体検知機能作動例



在室者の位置を検知して、その周囲だけを局所的に暖房・照明することで、稼働する放熱器の台数に応じて補助熱源の燃料消費量が減少することが確認された。

## リモコンデバイスの表示&操作画面



# インテリジェント HEMS

住宅内の暖房・照明制御機器や各種センサなどからの情報を集約し、住宅全体のエネルギー管理を目指す。

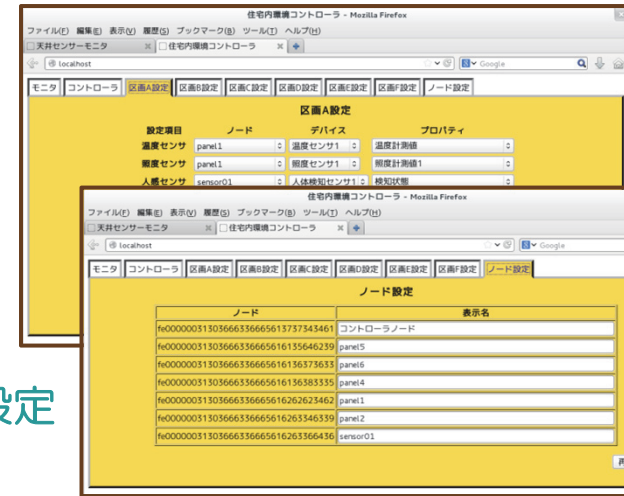
## 室内環境コントローラ



上位プロトコル：ECHONET Lite 規格に準拠  
下位プロトコル：イーサネット上のUDP/IP

住宅内の暖房・照明制御機器や各種センサなどからの情報を集約し、住宅全体のエネルギー管理が実現された。

ネットワーク放熱・照明システム部と補助熱源制御システム部



## ノード設定

## システム制御のアルゴリズム

名称	消費電力、消費電力量
意味	住宅全体で消費する電力、電力量
詳細	制御用電力も含まれる
名称	残電力、残電力量
意味	太陽光発電システムの発電電力、発電電力量
詳細	パワーコンディショナ出口の値（交流）
名称	蓄電力、蓄電力量
意味	蓄電池に蓄積される電力、電力量
詳細	スイッチングレギュレータ入口の値（交流）
名称	放電電力、放電電力量
意味	蓄電池が放電する電力、電力量
詳細	インバータ出口の値（交流）
名称	蓄熱電力、蓄熱電力量
意味	太陽熱貯湯タンク昇温用電気ヒーターに供給される電力、電力量
詳細	太陽熱貯湯タンク昇温用電気ヒーター入口の値（交流）
名称	暖房電力、暖房電力量
意味	室内暖房用電気放熱器に供給される電力、電力量
詳細	室内暖房用電気放熱器入口の値（交流）
名称	売電電力、売電電力量
意味	住宅全体で発電する電力、電力量
詳細	商用電力入口の値（交流）
名称	規定放電率
意味	蓄電池の許容放電割合
詳細	電池の放電状態を表す数値。一般に定格容量に対する放電量の比を百分率で表す。
名称	放電禁止電圧
意味	放電を打ち切る時の電池の端子電圧。

- GUIの特徴
- HTML と Java Script で構築しているため、閲覧は様々な OS や機器での運用をおこなうことが可能。
  - Java Script と Web Socket により、HTML をウェブブラウザで表示しながら、表示内容がリアルタイムに更新され、かつ画面遷移が発生しない。

# システムの評価（被験者評価試験）

本研究の中核技術である「室内環境制御システム」を含め、快適性やインタフェースの被験者評価試験を実施した。

## 評価項目と評価方法

①入室直後から10分毎に1時間（60分）経過まで、下記項目について被験者からの申告（専用紙へのマーキング）によっておこなった。

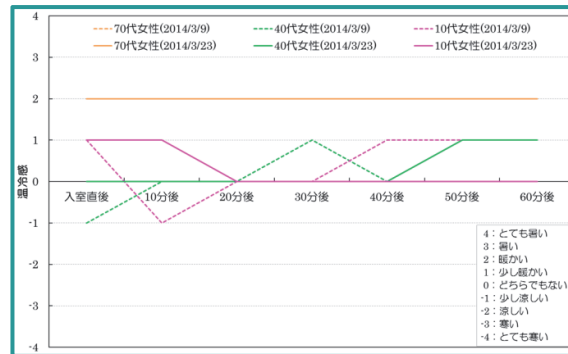
評価項目	評価スケール
室内環境	温冷感 とも暑い、暑い、暖かい、少し暖かい、どちらでもない、少し涼しい、涼しい、寒い、とても寒い 放射感 とも感じる、感じる、少し感じる、感じない 明る感 とも明るい、明るい、やや明るい、どちらでもない、やや暗い、暗い、とても暗い 寒温希望 上げたい、どちらでもない、下げたい 明るさ希望 明るくしたい、どちらでもない、暗くしたい
リモコンデバイスインタフェース	視認性 とも分かりやすい、分かりやすい、やや分かりやすい、どちらでもない、やや分かりづらい、分かりづらい、とも分かりづらい 操作性 とも操作しやすい、操作しやすい、やや操作しやすい、どちらでもない、やや操作しづらい、操作しづらい、とも操作しづらい 改善希望 自由記述
その他	自由記述

②同時に、下記項目を計測した。

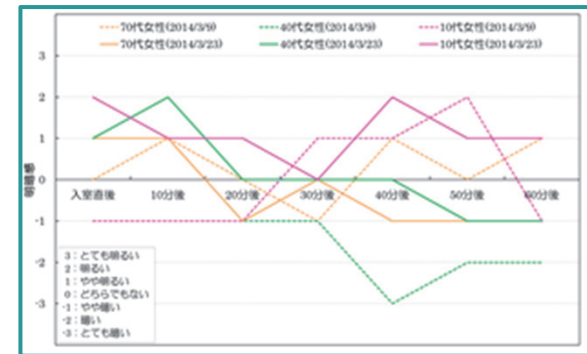
計測対象	計測項目	計測内容
被験者	熱画像	放射温度計を用い、入室直後から10分毎に1時間(60分)経過までの被験者熱画像(二次元静止画像)を計測
室内環境	平均室温	熱電対を用い、計測値をデータロガーに収録
	区間室温	半導体温度センサと組み込み用Linuxボードを用いて計測
	放射器温度	半導体温度センサと組み込み用Linuxボードを用いて計測
	平均照度	照度計を用い、計測値をデータロガーに収録
区間照度	半導体温度センサと組み込み用Linuxボードを用いて計測	

※本評価試験は、釧路高専「ヒトを対象とする研究倫理審査」の承認を得て実施した。

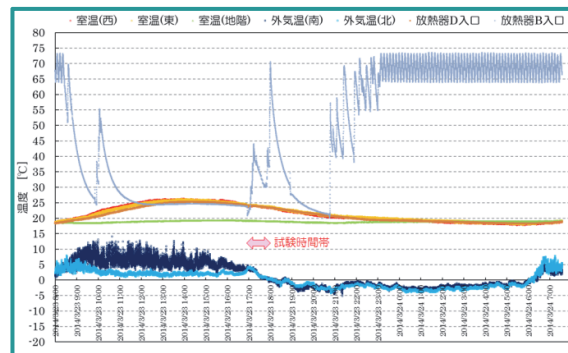
## 「温冷感」の評価結果



## 「明る感」の評価結果

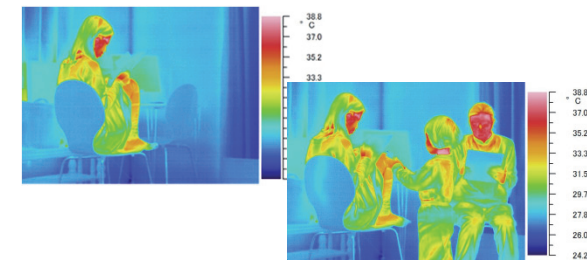


## 温度計測結果の例



## 熱画像の例

(左入室直後、右60分後)



- 暖かさと明るさは、許容範囲であるものの双方ともより強くしたいという要望を懐いていることから、気流などを効果的に活用して暖房感を付与する工夫が必要と思われる。
- リモコン機器の操作性は、年齢によって評価が分かれ、ユニバーサルデザインの必要性を強く意識することになった。

本研究は、平成24・25年度総務省「戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE)・地域ICT振興型研究開発」の助成を受けて実施しました。

## 研究開発の成果及び結果

システムを構成する下記要素技術を開発し、暖房や照明の室内環境やリモコン操作機器の操作性に関する被験者評価試験を実施した結果、概ね良好な評価が得られました。その一方で、気流を活用した暖房感やリモコン操作性等に対する各種の指摘もあり、継続的な改善に向けた知見が得られました。

- (1)ハイブリッドストレージ太陽光発電技術：既設太陽光発電システムに雪害軽減対策を施し、余剰発電力の蓄電、蓄熱そして放熱を選択制御するシステムを構築・設置し、日射エネルギー有効活用を確認した。
- (2)太陽熱供給（暖房・給湯）技術：真空型集熱パネルと貯湯タンクによって構成される汎用システムに換気昇温器を追加したシステムを構築・設置し、集熱効率や総合効率が大幅に向上されることを見出した。
- (3)アクティブ室内環境制御技術：在室者の位置を検知して、その周囲だけを局所的に暖房・照明することで、稼働する放熱器の台数に応じて補助熱源の燃料消費量が減少することが確認された。
- (4)インテリジェントHEMS：住宅内の暖房・照明制御機器や各種センサなどからの情報を集約し、住宅全体のエネルギー管理を実現した。

## 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本研究開発の理念は、既成の汎用技術にICT関連の新たなアイデアを付加することで、厳冬期を有する道東地域に適した新規サービスや新規産業を創出し、地域貢献や地域社会の活性化等を目指すところにあります。本研究開発で得られた成果は、道東地域は固より、国内外の他の寒冷地、商用電源供給困難地域、或いは離島等への展開も期待できるため、その社会的意義は大きいと考えています。

更に、本研究開発で得られた成果は、直流給配電、スマートハウス・コミュニティ、あるいはバイオマス熱供給等の研究推進や創出に活力を与えるものとなっており、大きな波及効果が期待できると共に、地域企業での係わりが期待できることから地域社会への経済効果も期待できるところと考えています。

今後は、本格的な実用化に向けて、本研究開発で得られた諸課題の解決を進めながら、規格化提案、費用対効果の算出、そして各種の新たな研究課題の実現に向けて取り組んでいく予定であります。