

エネマネハウス、ソーラーデカスロンへの取り組みから見える近未来

Near future of HEMS to be outlook from efforts Enemanehausu, Solar Decathlon

千葉大学大学院 工学研究科建築・都市科学専攻 建築学コース
Chiba Univ., Dept. of Architecture and Urban Science, Graduate School Engineering

林立也

Tatsuya HAYASHI

キーワード：ソーラーデカスロン (Solar Decathlon)、HEMS (Home Energy Management System)、クラウドコンピューティング (Cloud computing)、スマートウェルネス住宅研究委員会 (Committee of Smart wellness Home)、高齢化社会 (Aging society)

1. はじめに

『ソーラー・デカスロン』は、太陽光利用の普及・啓発と学生の教育を目的に、2002年にアメリカ合衆国エネルギー省が始めた国際大会で、2002年以降にアメリカで6回、2010年以降にヨーロッパで2回、2013年に中国で開催されてきた。この大会は、世界各地の大学生が、手ごろな価格でエネルギー効率が高く、魅力的かつ住みやすいソーラーハウスの設計・建築・運用を、10項目の評価項目に沿って競うコンペであり、日本からは千葉大学が2012年のマドリッド大会に初めて参戦し、原稿執筆中の現在、2014年のヴェルサイユ大会に2回目の参戦中である。

また、日本においても2014年1月に経済産業省資源エネルギー庁の事業の一環として、“2030年の家”をテーマに、“エネルギー”、“ライフ”、“アジア”の3つのコンセプトの下、先進的な技術や新たな住まい方を提案・競技する『エネマネハウス2014』が開催され、慶応大学、芝浦工業大学、千葉大学、東京大学、早稲田大学の5大学が参戦した。

本稿では、これら「ソーラーデカスロンヨーロッパ」と日本版ソーラーデカスロンである「エネマネハウス2014」の概要と、千葉大学が提案住宅「ルネ・ハウス (Renai House、再生の家)」において導入したHEMS的技術の紹介を行う。また、先端のスマートホーム技術の概要の紹介を通じ、今後の住宅関連情報技術のあるべき方向性について述べる。

2. ソーラーデカスロン・ヨーロッパ2014、エネマネハウス2014の概要

ソーラーデカスロン・ヨーロッパ (以降、SDE) は、2007年にアメリカとスペインの政府間合意により実現し、「サステナブル建築に関する研究、革新、技術を大学、産業、市場、市民で共有し、社会へ提示」することを目標に掲げている。

本会会は、11日間 (2014/6/16~6/26) の施工期間終了後に、表1の10項目の審査項目について、一般来場者への公開等を挟みながら12日間 (2014/6/30~7/11) で審査・採点が行われる。

表1 Solar Decathlon Europe 2014 in Versailles 採点項目

審査項目			審査方法
ARCHITECTURE	1	Architecture	建築
	2	Engineering & Construction	建設技術
ENERGY	3	Energy Efficiency	エネルギー効率技術
	4	Electrical Energy Balance	電力消費量、需要量
COMFORT	5	Comfort Conditions	温湿度、空気質、遮音性能
	6	House Functioning	冷蔵庫、オープン、洗濯機等の性能
SOCIAL-ECONOMIC	7	Communications & Social awareness	社会への発信、社会意識への影響
	8	Urban design, Transportation & Affordability	都市デザイン、交通及び住宅入手性
STRATEGIC	9	Innovation	革新技術
	10	Sustainability	持続可能性戦略
others		penalties, bonus	減点、加点



1) 千葉大学 Renai House



2) タイ・キングモンクット工科大学 Adaptive House



3) ベルン工科大学 RoofTOP



4) コスタリカ工科大学 Toropica



5) フランス国立高等建築学校他 12 校 Philéas



6) フランクフルト・アム・マイン応用工科大学 ONTOP



7) デンマーク工科大学 Embrace



8) フェデリコ・サンタマリア工科大学他 Case FENIX

図 1 SDE2014 参加 20 チーム中の 8 チームの完成写真 (2014/6/27)

SDE の参加に向けたスケジュール概要を右段に、大会開催以降の開催スケジュール図 3 に示す。SDE2014 には競技参加チームとして、参加申し込み 44 チームの中から選考を通過した世界 16 カ国 20 チームが参加している。千葉大学は本大会 2 度目の参加となり、その他としてアジアからはタイ・キングモック工科大学、台湾・国立交通大学、インド工科大学他の全 4 チームの参加となった。千葉大学チームは、メインスポンサーの「ジャパン建材株式会社」をはじめとする、73 の企業・団体から資材・建材の供給、寄附等を受けることで、

本プロジェクトに参加できている。

○SED 参加に向けた千葉大学のスケジュール

2012 年 12 月 : 一次選考通過
 2013 年 5 月 : 第 1 回ワークショップ
 2013 年 11 月 : 第 2 回ワークショップ
 2014 年 1 月 : エネマネハウス 2014
 2014 年 2~3 月 : 解体部分、一部部材の再制作
 2014 年 4 月中旬 : フランスへ発送 (船便にて)
 2014 年 6 月 : 本大会建設
 2014 年 7 月 : 審査・発表

表 1 SDE2014 in Versailles 本大会への参加 20 チーム (44 チームの申し込みからの選出)

大学名	国名	大学名	国名
ルツェルン工科大学	スイス	キングモンクット工科大学	タイ
カスティーリャ大学他 1 校	スペイン	デルフト工科大学	オランダ
国立高等建築学校他 12 校	フランス	コスタリカ工科大学	コスタリカ
デンマーク工科大学	デンマーク	パリ東大学他 7 校	フランス
インド工科大学他 1 校	インド	ローマ大学	イタリア
ベルリン芸術大学他 1 校	ドイツ	カタルーニャ工科大学	スペイン
ブカレスト土木工科大学	ルーマニア	国立交通大学	台湾
千葉大学	日本	メキシコ国立自治大学	メキシコ
アンジェ大学他 1 校	フランス+アメリカ	フランクフルト・アム・マイン 応用工科大学	ドイツ
フェデリコ・サンタマリア工科大学他 1 校	チリ+フランス	ブラウン大学他 1 校	アメリカ+ドイツ

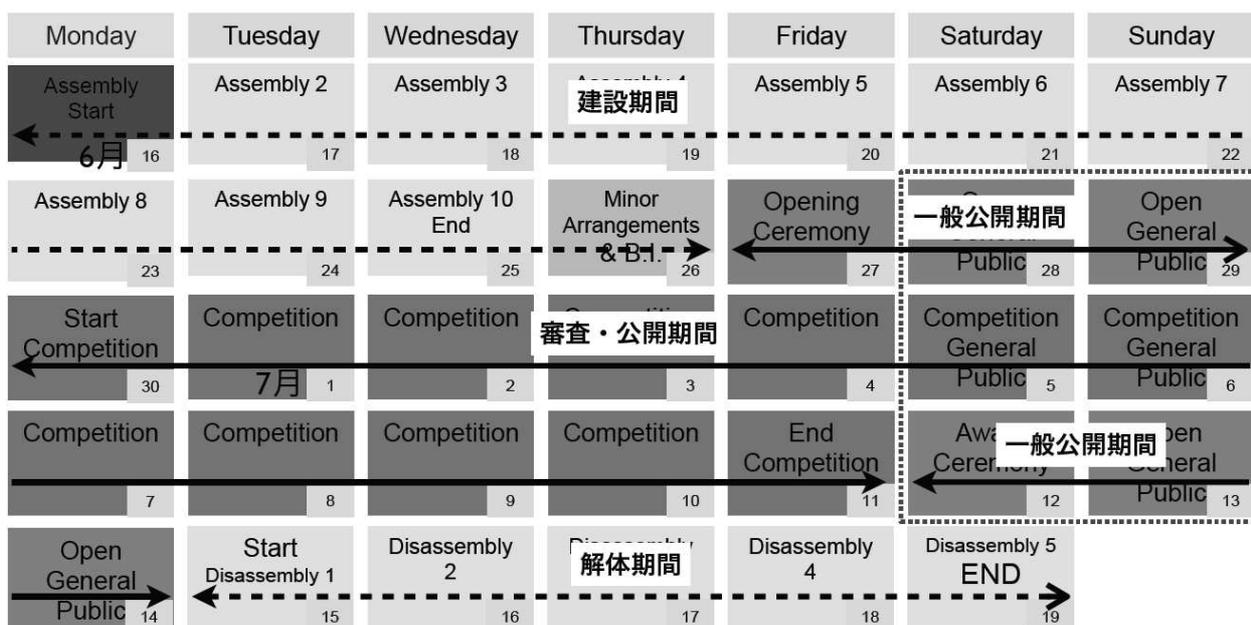


図 2 SDE2014 in Versailles の開催スケジュール

また、これらの取り組みを参考とした日本版ソーラーデカスロンとして 2014 年 1 月に経済産業省資源エネルギー庁の主催による「エネマネハウス 2014」がビックサイトの東雲駐車場で開催され、“2030年の家”をテーマに、“エネルギー”、“ライフ”、“アジア”の3つのコンセプトの下、慶応義塾大学、芝浦工業大学、千葉大学、東京大学、早稲田大学の5大学が先進的な技術や新たな住まい方を提案する、モデルハウス5棟を建築・展示した。本大会もソーラーデカスロン同様に村上周三（建築環境・省エネルギー機構理事長）委員長を中心とした各界有識者により図4の評価項目による採点が行われ、東京大学が最優秀賞に選出された。開催スケジュールは以下の通りであり、展示期間中は7,000人弱の来場者がおとづれた。

- 2013/7/8～8/28：採択事業者の公募
- 2013/9/13：採択事業者の公表、事業の開始
- 2014/1/8～21：エネマネハウス建築（2週間）
- 2014/1/22～31：測定準備、測定
- 2014/1/29～31：エネマネハウス 2014（展示）
- 2014/2/1～6：エネマネハウス撤去

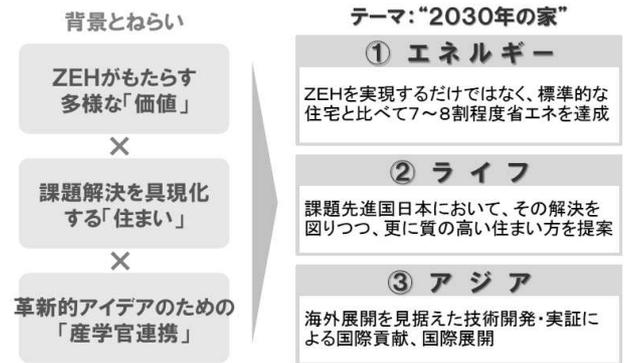


図 3 エネマネハウス 2014 コンセプト

大項目	小項目	規定内容	総合評価
I 審査員による評価	A. 提案内容の有望度に対する評価	A-1 コンセプト・アイデア A-2 技術 A-3 実行力 A-4 省エネルギー効果 A-5 教育・啓発効果 A-6 将来的な普及・展開	
	B. 提案内容の実現度・完成度に対する評価	B-1 コンセプト・アイデア B-2 技術 B-3 実行力 B-4 省エネルギー効果 B-5 教育・啓発効果 B-6 将来的な普及・展開	
II 測定結果による評価	C. エネルギー	C-1 エネルギー消費量 C-2 発電量 C-3 日負荷率	
	D. 快適性・健康性	D-1 温熱環境(温度) D-2 温熱環境(湿度) D-3 空気環境(CO2濃度) D-4 光環境(昼光率) D-5 音環境(内外音圧レベル差)	
III 来場者投票による評価		来場者が「2030年に住みたい」と思う住宅一軒に投票	

図 4 エネマネハウス 2014 の評価項目



1) 芝浦工業大学



2) 慶応大学



3) 千葉大学



4) 東京大学



5) 早稲田大学

図 5 エネマネハウス 2014 における 5 大学の住宅完成写真

3. 千葉大学「ルネハウス Renai House」

3. 1 計画の概要

千葉大学が提案したルネハウスは災害復興住宅の新しいモデルであり、3つの「アーバン・シード」と呼ばれる住宅機能を有するコアの組み合わせにより、「短期間で (SPEED)」「柔軟性のある計画 (FLEXIBILITY)」を「堅牢に (DIGNITY)」に作り上げるという事をテーマとしており、住宅だけでなく、コミュニティスペースや学校施設、商業施設などへの拡張も視野に入れた計画である。

3つのコアは、空調関連の設備を集約させた「Seed F」、水回りの設備を集約した「Seed W (図7)」、収納やベッドが組み込まれた「Seed M」となっており、それぞれがコンテナ輸送に耐えられる大きさとなっており、世界中への陸送、海送が可能な計画としている。

3. 2 情報設備関連の提案

1) 電力波形分析による機器分離技術

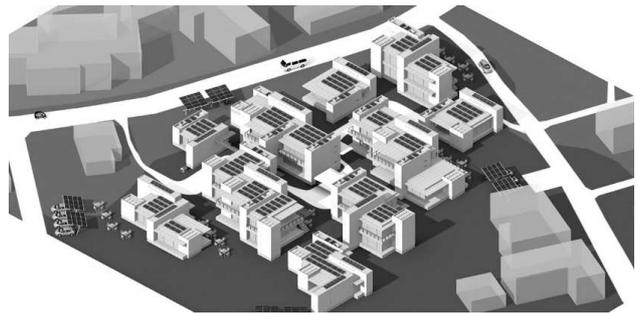
ルネハウスにおける革新的導入技術の代表的な1つとして、「電力波形分析による機器分離技術」がある。一般的な住宅のエネルギー消費量、主には電力消費量の計量は、課金用のクランプメーター一つであり、現在、市販されている HEMS 装置においても追加して3点程度の計量であり、宅内の電力消費量の内訳を詳細に把握することはできない。詳細に内訳を把握するためには、分電盤単位やコンセント単位で計量機器を設置することが求められることになるが、ドライヤーや扇風機など、可搬型でどのコンセントに接続されるかが不特定な装置までの把握は困難である。

ルネハウスに実装された機器分離技術 (インフォメティス株式会社) は、分電盤の主幹配管にクランプメーター一つを取り付けるだけで、すべての機器を分離してリストアップする技術である。

あらゆる家電製品や住宅設備等は、それぞれの装置・機器に特有な電流の波形を有している。インフォメティスの本技術は、家全体の電流値をクラウドサーバーに送信し、その波形を分析することで、現時点に稼働している装置・機器を分離して把握するものである (図8)。本技術は、電力が使用されたローカルな場所に依存するものでなく、装置・機器そのものが有する特性を活用しているため、あらゆる機器の分離が可能であり、学習機能によりその分離された機器・装置を特定する。



1) 提案した戸建て住宅計画



2) 様々なプランニングの戸建て住宅団地のイメージ



3) 学校施設への展開イメージ

図 6 ルネ・ハウスの展開

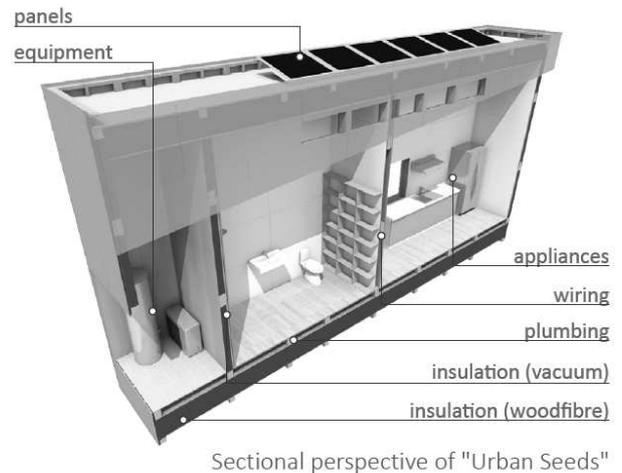


図 7 Seed W (水回り設備コア) の計画

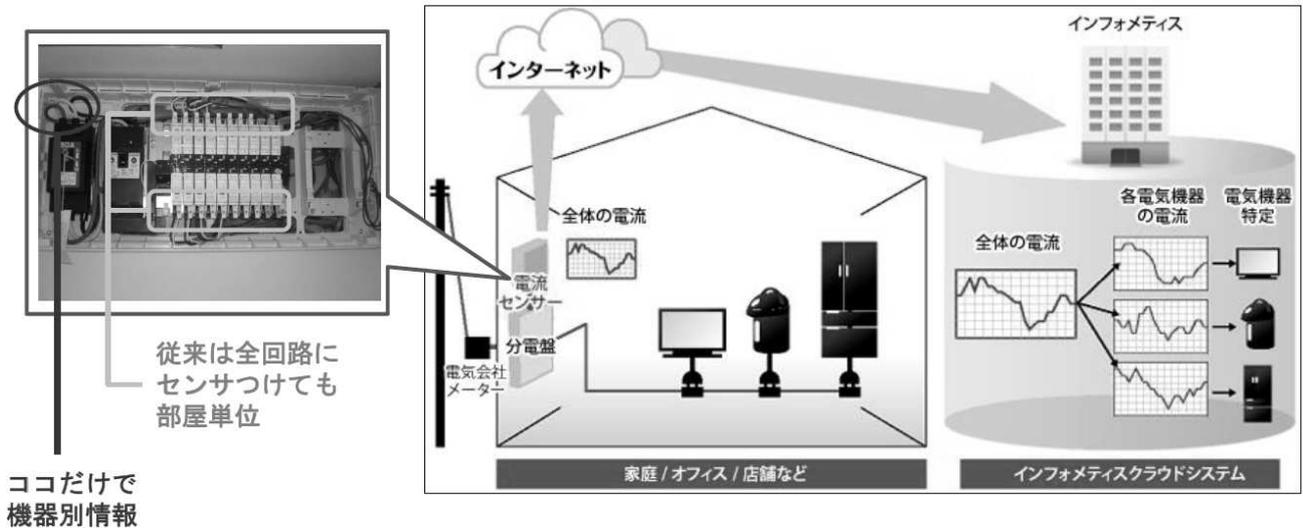


図 8 電力波形分析による機器分離技術 (インフォメティス株式会社)

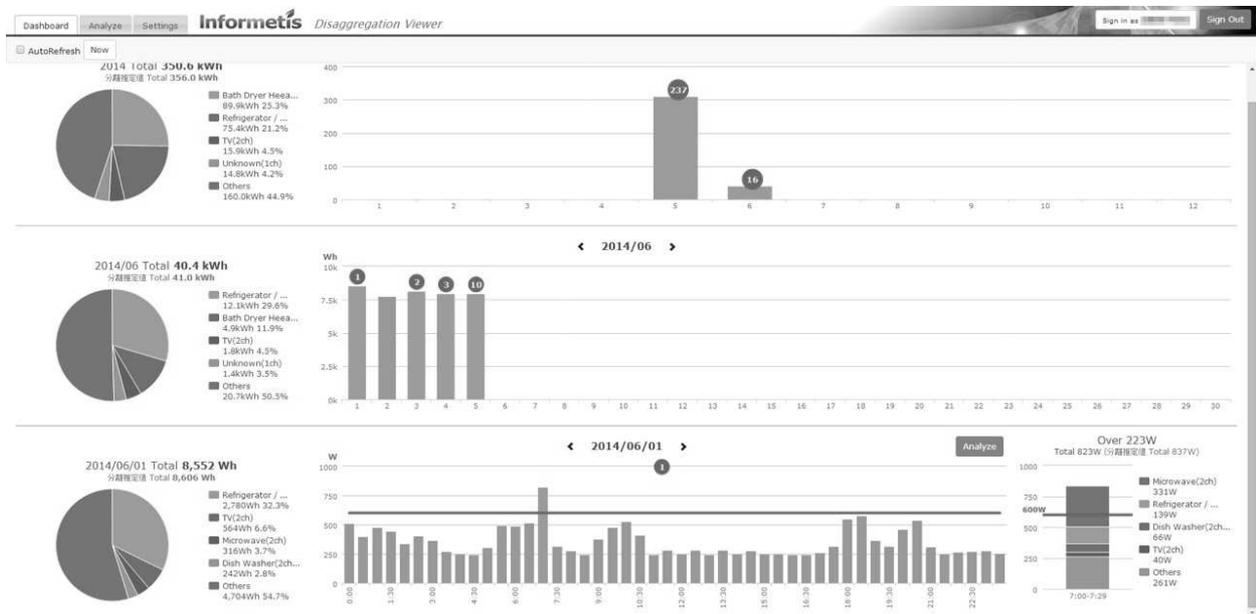


図 9 電力波形分析による時系列での電力省機器のリストアップ (インフォメティス株式会社)

2) 顔認証システムによる状態把握

ルネハウスでは、住宅のセキュリティ機能として顔認証システム「OKAO Vision (オムロン株式会社)」を導入している。本システムは単純な顔認証による入退出管理だけでなく、撮影対象者の表情をネガティブ、ノーマル、ポジティブの3種類に想定、判別し、データとして保存、蓄積するものである。災害復興時には、被災者の心理面におけるケアも一つの大きな課題となる。本システムにおける表情想定システムとそのデータ蓄積は震災鬱の早期発見等への基礎情報として有効活用が期待される。

推定結果画面

統計結果画面

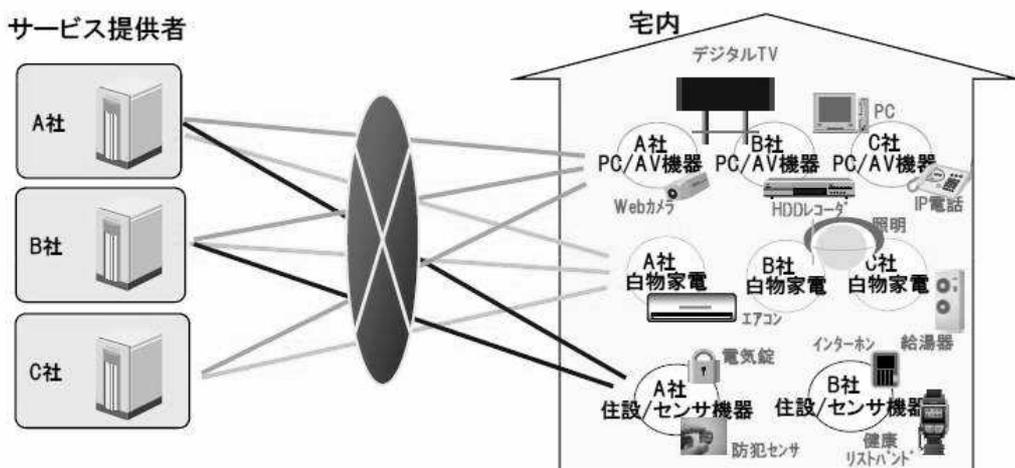
- 顔矩形結果(緑色の枠線)
- 年齢・性別推定結果
性別:F(女性), M(男性)
年齢:年代単位
- 表情推定結果
☹️:ネガティブ(怒り, 悲しみ)
😊:ノーマル(無表情, 驚き)
😄:ポジティブ(喜び)
- 画面切り替えボタン
推定結果画面 → 統計結果画面
- 表情推定の統計結果(棒グラフ)
- 年齢推定の統計結果(棒グラフ)
- 画面切り替えボタン(⑤, ⑥の結果がかわる)
Total: 全数での結果
Day: 日単位での結果
Hour: 時間単位での結果
- 画面切り替えボタン
統計結果画面 → 推定結果画面

図 10 顔認証システムによる住民状態の想定・記録

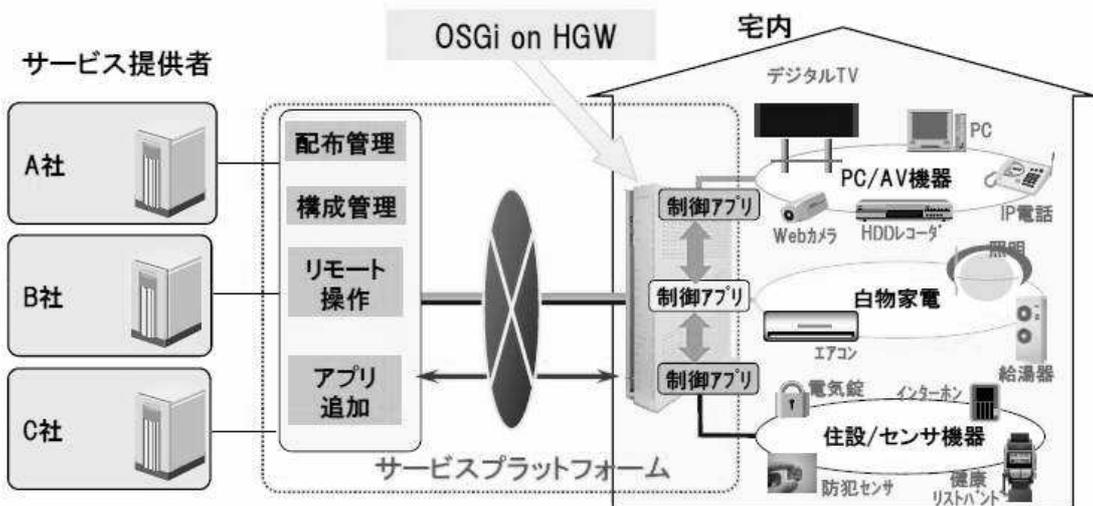
4. HEMS、スマートホーム戦略の最前線（住宅メーカー各社の現状の取り込みと今後の方向性）

HEMSについては、総合家電メーカー等だけでなく、住宅メーカー各社もその開発に力を注いでおり、一部のメーカーにおいては、VtoHを既に実現していたり、「見える化」においてもエネルギーや電力だけでなく「非常時対応」への展開や、「ドアホン」等の従来機能を取り込んだ装置などが出回り始めている。そのモニターもタブレット、携帯電話などと技術的な発展と既存端末機器との統合が徐々に図られ始めているが、自動的にエネルギー管理を行うような制御機能を実装した商品はまだ少ない。また、HEMSで得られた情報をクラウド上へ蓄積し、他のサービスへと展開する基盤整備についても、積水ハウスやダイワハウス等でその準備が進行しつつある状況であり、実際の活用場面にはまだ至っていない。

一方で、現在のHEMS周辺装置については、図11に示す通り、様々な通信端末が宅内に混在し(Bluetooth、ZigBee、ECHONETiLite、DLNA等)、機器メーカー毎の独自の囲い込みも多く、ネットワークがプロトコル毎に分断されてしまっている状況にある(フラグメンテーション)。このような状況では、1住宅内の情報事態を統合的に活用することは難しく、今後の電力自由化時代に向けたデマンドレスポンス等の展開においても支障をきたす(図11(1))。これらの課題を解決する技術として、Broad Bandルータに複数プロトコルの差異を吸収するOSGi(Open Services Gateway initiative)技術を実装した商品の開発(図11(2))が進みつつある。



1) 現状：宅内に混在する複数のネットワークプロトコル（フラグメンテーション）



2) 今後：BBルーターの上にOSGi技術等を導入した統合管理

図11 宅内情報通信設備の現状と今後の方向性

5. 今後の目指すべき「スマートウェルネス住宅」

現在、国土交通省の補助を受け日本サステナブル協会内に「スマートウェルネス住宅研究委員会（委員長：村上周三、幹事：伊香賀俊治、林立也）が設置されている。本委員会の趣旨は「建築学、都市工学、環境学、IT技術、医学、生理学、社会福祉学、経済学などの垣根を越えて、関連する産・学・官の協力体制のもとに、今後の住宅産業におけるスマート化による生活サービスの技術イノベーションとスリム化による低炭素で無駄がなく、充足性の高い住生活へのパラダイムシフトをテーマとして、市場改革・学術改革・政策改革を目指して、研究・開発を行う」という内容であり、特にエネルギー・情報・設備の活用による、高齢化社会への対応については一つのテーマとなっている。

高齢者を対象とした場合、既往の企業が取得することができた「販売時点情報」は活用の幅が狭く、特に宅内における生活に密着したサービスの提供のための「利用時点情報」さらには「個人の身体情報」等が各企業の標的となっている。

現時点はそれらの「新しい情報活用時代」に向けた過渡的状況であり、様々な仕組みが混在している。また、医療・介護サービスや生活サービスへこれらの個人情報が開示されていくためには、社会的ルールの構築や法整備も喫緊の課題となっている。

当委員会においても「将来ビジョン構築」は一つの大きなテーマである。世界に先駆けて「超少子高齢化社会」に突入する日本において、まずは「どのような社会にしたいのか」という緩やかな共有をするための議論を行う場がこれからも求められる。

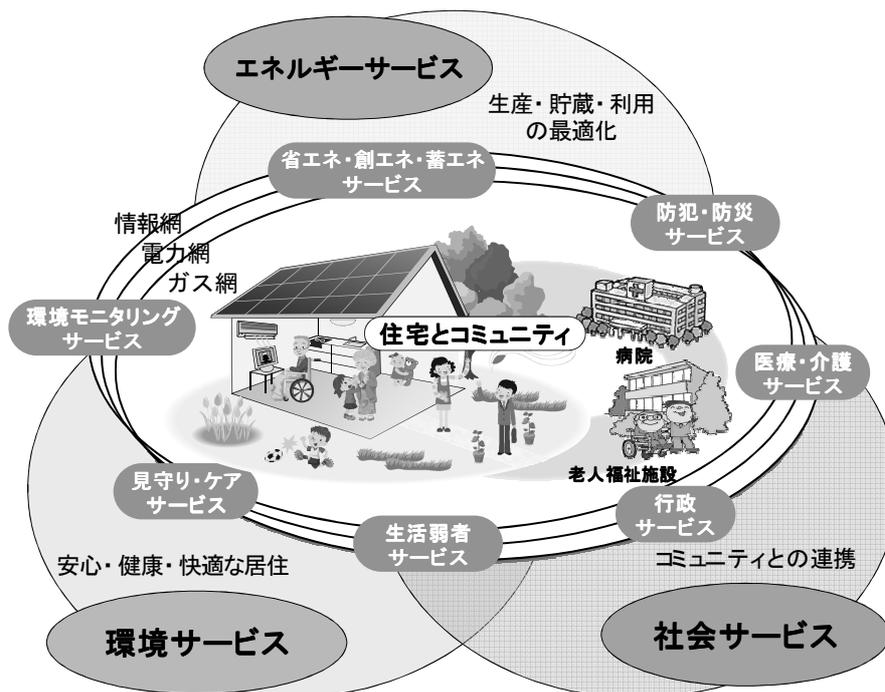


図 12 スマートウェルネス住宅のイメージ図