

カリフォルニアエネルギー委員会出資によるコミッショニングと診断の

自動化に関する研究

Overview of California Energy Commission Sponsored Research Automated Commissioning and Diagnostics

Vernon A. Smith, P.E.

Architectual Energy Corporation

Bryan Alcorn, P.E.

California Energy Commission

梗概

カリフォルニアエネルギー委員会はビルエネルギーの研究に重点を置いた三つの公益エネルギー研究の計画に出資している。これらの計画のうち2つはビルの設備機器と制御のコミッショニングの技術、自動ツール、そして方法を開発して実証し、その後に検知、診断を行って経済性と不具合のある設備と運転方法が他におよぼす影響を評価することに重点を置いたいくつかの研究からなる。これらの3カ年計画の主な請負業者は Architectual Energy Corporation と Lawrence Berkley National Laboratory である。本誌では、Architectual Energy Corporation の研究計画のうち、7つの計画について論じる。このコミッショニングと診断の自動化に関する研究計画の下請けは National Institute of Standards and Technology(NIST)、Battelle Memorial Institute(Northwest Division)、Purdue University、そして Massachusetts Institute of Technology(MIT)である。NIST は AHU と VAV の診断ツールの開発と Virtual Cybernetic Building Test-bed(VCBT)の高度化に関する研究を続けている。VCBT 高度化の鍵の一つは不具合検知と診断テストシェル(Fault Detection and Diagnostics Test Shell)に接続する BACnet を開発することである。Battelle はビル全診断ソフト(Whole Building Diagnostician software)を実証して高度化する研究を行っている。Purdue University は複数の不具合検知手法を改善して HVAC 製造会社の設備製品の全系列に FDD 技術を適用する研究を行っている。MIT は商業ビルの HVAC 運転監視計測で現場経験をj得ると同様に、Non-Intrusive Load Monitor Meters (NILMs) の不具合検知機能の開発に関する研究を続けている。

本誌では、これらのコミッショニングと診断の自動化の計画について論じ、カリフォルニアでのこれらの技術の市場効果予測と、技術開発戦略について概要を述べる。

著者紹介

バーノン・スミス(Vernon Smith)は、カリフォルニアエネルギー委員会出資による、エネルギー効率と小規模低価格を考慮した商業用、住居用ビルの研究計画のディレクターである。彼はまた、Architectual Energy Corporation の科学事業分野チームを管理している。ここは商業用台所換気の研究所も含んでいる。

ブライアン・アルコーン(Bryan Alcorn)は、カリフォルニアエネルギー委員会のエネルギー効率部門にある住居用のビルと機器の事業所の機械技術者である。現在、彼はカリフォルニアエネルギー委員会の PIER 計画のために、公益エネルギー研究計画に関連した大規模ビルを管理して

いる。彼はまた、発展しつづけるカリフォルニアのエネルギー効率水準の開発を技術支援している。

研究計画の概要

「エネルギー効率と小規模低価格を考慮した商業用、住居用ビル」計画の目標は、カリフォルニアの納税者に直接的で具体的な利益を提供する建物エネルギーの最終使用に対して、技術的解決策を開発、実証して、展開することである。あらゆる研究の費用に対して、高い効果と直接的な利益を達成させるためのカギは、共同作用があり、市場思考であり、産業界によって支えられるような計画である。重要な関連目標は、建物の所有者に意義ある経済利益を提供し、居住者に健康的で生活に関わる利益をもたらすことである。

計画の構成要素

「エネルギー効率と小規模低価格を考慮した商業用、住居用ビル」計画は、一つの管理的要素、四つの技術的要素、そして一つの評価的要素から成り立つ。

- ・ 計画管理
- ・ コミッショニングと診断の自動化
- ・ 高度の負荷管理と制御
- ・ 代替の冷却技術と戦略
- ・ エネルギー効率のよい代替の建設技術
- ・ 研究結果の効果的な評価

各構成要素は複数の計画からなり、各計画には一つ以上の課題がある。六番目の構成要素「研究結果の効果的な評価」は委員会が技術的な計画の構成要素の評価を計画して実行するために使われる。コミッショニングと診断の自動化にある計画は、計画目標に向けて特に良い見込みがあると思われる。

コミッショニングと診断の自動化に関する調査研究

ビルの大規模な性能問題の証拠から、ただ効率的なビルを設計して、それらに効率的な設備を組み込むだけではカリフォルニアのビルを効率的にすることはできないことがわかる。総合的にみて、新しい商業用建物郡の課金データを公共事業代理店にトップダウン分析してもらった結果、計画されたときの消費レベルよりも 10%高いことが示された。これは構造上の特性と最終利用負荷計測のサンプルに基づく。もしこのことが新しく建設される建物に当てはまるのであれば、同じことが既存の建物にも当てはまると結論を下すことが理にかなう。

これらの性能問題は効率技術に固有のものではないが、加熱、換気、空気調和(HVAC)と制御システムの複雑な設備と運転に発生するエラーから生じる。また、これらのシステムがますます高性能になり、さらに高い水準のエネルギー効率を得るにつれて、ネットワークの効率を減少させる複雑かつ繊細な問題が生じることも重要である。このような問題は運転を変更して管理が不足すると、絶えず生じるものであり既存のビルに共通の問題である。これらの問題は快適さを保つ制御、そして居住者の健康や生産性に影響を与える室内の空気質にも原因がある。

ビルの手動コミッショニングは問題発見と技術開発といった二つの点からみて有用である。しかし、効率性能を保証して定期的に予定された予防保全がなされる新築のビルをコミッショニン

グする従来の方法は、ビルストック全体の長い期間にわたって問題を扱うには明らかに不十分である。コミッショニングと診断の自動化技術はさらなるコスト効率、快適性、そして生産性のあるビルを提供することを約束する。

現在、コミッショニングと診断の自動化に関する研究は、潜在性を認識された利益、そして科学技術を支援する計算機と電気通信インフラの有用性に応じて成長している。連邦政府と他の研究機関は過去5～10年間にかけて、ある基礎科学と技術研究に出資し、科学的、技術的進歩と初期段階での製品の基本形をもたらした。この計画の構成要素の全体目標は、機械設備と制御の不具合を検知、診断するためのツールと自動化手法を開発して実証し、不具合のある設備または運転の経済影響を評価することである。このことは、使用者が不具合の状態に基づいて行動し、不具合を是正できるような明確かつ有用な形式で情報を提供するという目標を含んでいる。研究対象となる設備は（1）AHUと制御（2）VAVと制御（3）ルーフトップパッケージユニットと制御、である。

計画 2.1：ルーフトップ型空調の不具合検知と診断

計画目標

- ・実験室と現場でのテストを通じて、ルーフトップ型空調機専用の不具合検知と診断(FDD)システムを製造会社のルーフトップユニット製品の全系列まで拡張させることを実証する。
- ・ルーフトップ専用 FDD システムの商品化の可能性を評価するために、産業界の人と共同で研究を進める。
- ・FDD システムを適用することで得られるカリフォルニアの経済利益を評価する。

研究

前回のルーフトップ型空調機専用の不具合検知と診断(FDD)に関する実験室研究は Purdue University で行われ、サービス会社から得たサービス記録を分析した。その会社は重大な不具合があることが確認された小規模の商業用設備に重点をおいている。FDD 手法の開発とテストのために次の5個の不具合が選ばれた。1) 冷媒の漏出 2) 凝縮器の汚れ 3) 蒸発器にあるフィルターの汚れ 4) 液体配管のくびれ 5) 圧縮バルブの漏出。手法を評価する間に、実験室にあるシングルユニットに様々なレベルで不具合を導入して、各不具合の診断に用いた技術の反応性を推定した。一般的に、この手法は冷却能力と冷却効率が5%減少する前に、5個の不具合をそれぞれ正確に検知して診断できた。不具合を検知、診断するためには、ユニットを制御し、そして継続的に性能を監視する温度計測器を使用することになることが想像できる。

前回の研究では、FDD 手法は特定に製作されたルーフトップ型空調機モデルを対象に開発された。特定のユニット専用手法を設計する作業は、不具合のない正常運転状態と、モデル予測の平均的な不確実性の推定に基づいて、ユニットの性能を表すモデルを開発する、実験室試験を必要とする。これらの試験は時間がかかり、許容的な挙動予測モデルを開発する必要はない。系列内の各ユニットの性能を予測する適切なモデルを開発するために、ユニット系列内のシングルルーフトップユニットと製品の設計条件にある定格性能を用いて試験することが可能なはずである。この研究は計画された活動の一環として実験室で開発とテストがなされる。

現場設備からのオンライン計測を使用して、モデルを正常な挙動に是正する手法も開発する必要がある。これは既存の設備に備えられた FDD システムと、稼動プログラムによって「正常」運転状態下でのシステム基本性能を変更した状況のために必要である。実験室の計測器を使用して、モデルを調整する手法を調査する予定である。

開発活動の追加内容は、同時に発生する複数の不具合を対処する手法をテストすることである。

二つの不具合が発生したとき、FDD 手法は一般的に「もっともひどい」不具合を割り出すことが前回のシミュレーションテストで証明された。この手法は、割り出された不具合が是正された後、次にひどい不具合を割り出す。二つ以上の不具合が発生する場合も同様に割り出される。

計画 2.2 : 設備のスケジュールとサイクル

計画目標

電力データに基づいた HVAC 設備専用の診断の自動化手法を完全に開発、実証する。このデータは安価で中央監視された少数の高速計測器から得られ、設備のスケジュールとサイクルに関する不具合、そして非常駐の電力運転開始プログラムの分析によって判明できる不具合に重点を置く。

研究

コンポーネント毎の詳細な電力負荷データは、収集して分析するのに費用がかかるため、定期的には計測されていない。ほとんどの電力データは補助計測器が設置されたビル計測支援ユーティリティから得られるが、このようなプログラムの利点は、小さいサンプルには必然的にないビル運転への洞察に関する情報よりもむしろ種類ごとの情報に限定される。電力負荷の管理と診断にとって、オンライン電力負荷情報のコスト効率が高くなるためには、より安価でより性能の良い計測器が必要となる。

電力データはビル全体の性能評価と、特定のコンポーネントの不具合検知と診断(FDD)の両方にとって極めて有用である。電力データは費用がかかるため歴史的に使用が制限されてきた。16年以上にわたって、MIT は一連の電力負荷監視手法を開発してきた。これは、電力負荷監視の正確さが異なることがあるが、ビル内部にある中央監視室で計測した電力を主要な構成要素ごとの電力に分けることができる。これらの計測器は Non-Intrusive Load Monitor Meters (NILMs) として知られている。NILMs の最新版は電流変換機、電圧タップ、そして低レベルコンピュータに設置された 200 ドルの安価な信号処理盤から成る。データの開発とテストに基づいた結果、計測器、計測器の設置、そしてデータ管理にかかるコストを大幅に削減することで、補助計測器の個数に比例した正確さが低下するが、それを妥当なものとした。

NILM は設備運転の開始時または停止時の総電力の変化に最も敏感に反応する。もし、開始時または停止時に、電力が正確に推定され、運転を開始してから停止するまでの間に設備の使用電力を求める適切なモデルがあれば、設備の消費電力を正確に見積もることができる。さらに、設備自体の起動時と停止時の電力を計測、分析することで、設備の大規模な不具合を検知する強力なツールを提供できる。本来、この計画は診断専用に電力データを全自動で使用することに重点を置いており、決して、コンポーネントレベルでの研究ではない。

NILM は現在、実験室研究では最先端の段階にあり、現場テストでは初期段階にある。商業化に向けて NILM のさらなる開発と形成は、現場での集中的なテスト、不具合の評価、そしてテストの結果に基づいた適切なアップグレードに強くかかる。これらのテストは国立アイオワ試験所(The Established Iowa Test Site)で最初に行われる。このテストは、ビル職員の支援を得て、ビルに設置された設備を利用し、そしてカリフォルニアにあるビルを巡回して行われる予定である。このテストによって明らかに、非常に将来性のある、モーター起動型の非常駐プログラム分析による不具合検知手法を拡張して評価する機会を提供するであろう。

計画 2.3 : 空調機と VAV の診断

計画目標

制御システム製造会社によって管理運転されているビルを含め、実際のビルに設置されてある空調機と可変風量システムボックスの診断手法を開発、実証する。

研究

National Institute of Standards and Technology(NIST)の診断分野における過去の研究は、規定に基づいた空調機 (AHU s) の診断手法の開発を先導してきた。さらに、統計的品質管理(SQC)に基づいた可変風量(VAV)の診断手法に関する事前調査を完成させた。診断規定はよく使用される運転方法、センサー、そして AHU に生じる運転状態の変化に関して説明している記述書に基づく。このような取り組みから、この診断手法は、特定の AHU の特性に基づく、限られた改良しか適用されないことが予想される。ある運転状態で規定違反に至ることが予想される典型的な不具合は次のものがある。

- 1) 混合ダンパの固着または漏出
- 2) 冷温水コイルバルブの固着または漏出
- 3) 温度センサの不具合
- 4) サイズの小さいコイルを選定するといった、設計の不具合
- 5) 続発するロジックエラー
- 6) 空調機コイルの供給空気の状態に影響を及ぼす設備中枢部の不具合
- 7) 不適切な運転の介入

規定を履行する独立型ツールの基本形は French Scientific and Technical Building Centre(CSTB)と共同で一連の有限なシミュレーションデータを用いて開発、テストされてきた。さらに、AHU 専用の規定に基づいた診断手法の小規模テストと実証は、Germantown, Maryland、そして Montgomery College の構内にある実際のビルから得たデータを使用して行われてきた。

VAV ボックス診断の研究では、これらのデバイスの正常運転を表す閾値を決定するために、統計的品質管理 (SQC) アプリケーションをテストしてきた。例えば、実際に室内に供給される空気の風速と設定値との誤差のような正常運転範囲を表す指針は、不具合のある VAV を割り出すために定義され使用される。この手法の開発は、アイオワエネルギーセンターのエネルギー資源局 (Iowa Energy Center Energy Resource Station:ERS)でテストが行われ、プロセス制御の統計的分析の分野において認められた専門家である NIST の統計技術部門の一員と共同で実施された。

現在の研究計画では、大規模な現場実証の場合と同様に、斬新な実験環境である NIST の Virtual Cybernetic Building Test-bed で AHU と VAV の FDD ツールが実施される予定である。現場実証は、GEMnet の広範なネットワークによって接続されている連邦 GSA ビルを 5 件以上選んで実施する予定である。

計画 2.4 : ビル全診断ソフトの実証

計画目標

実際のオペレータとエネルギーサービス供給業者と共同で、実際の建物でビル全診断ソフト (WBD)を用いたコミッションングと診断の自動化のテストと実証を行う。この目的は、ビルにあるエネルギー効率と外気供給の問題を自動的に検知する WBD の効果を証明することにある。

- ビル運転に関する問題を是正するツールによって供給される情報をユーザーが理解して、その情報に基づいて行動する能力をテストし、実証する。
- 検知された問題の数と種類、省エネルギー化の観点からみたツール使用の影響と、問題を是正

したときの新鮮空気供給の影響について、ケーススタディを発展させる。

- ・計画案で採用するツールも含めて、将来における他ツールを開発して実行へと導くために、実際にコミッショニングと診断の自動化ツールを使用したユーザーの経験に基づき、ユーザーからのフィードバックを素早く提供する。

研究

WBD はハネウェル社(Honeywell,Inc)、そしてコロラド大学と共に DOE's Pacific Northwest Laboratory(Battelle により運営されている)によって開発されており、ダイレクトデジタルコントロール(DDC)システムにより収集されたデータに基づき、ビルの自動診断を行う 2 つのモジュールが付随している試作品ソフトウェアである。これらのツールは WBD のユーザーインターフェースとデータ、そしてプロセス管理基盤の中に組み込まれている。

WBD の外気/エコマイザーモジュールは、一日の時間ごと、1 週間の 1 日ごとに建物のそれぞれの空調機が設計どおりに十分な外気を居住者に供給しているかどうかを診断する。また、外気冷房を行うかどうかをエコマイザーが決定する。適切であれば外気冷房を行い、適切でなければ過剰に外気を供給してエネルギーの浪費が起こらないようにする。このツールは低コストで商品化する予定なので、近いうちに市場でツールを実用化するためには、もしいるとしても、ほとんどのエコマイザー制御以外の用途でセンサーを取り付けない。ワシントンとカリフォルニアにある新築と既存のビルにツールを用いて初期実験を行った結果、このビルシステムの問題が地域によって異なるものであるという疑いが大まかに確認された。このツールを用いて既存の、または新たにコミッショニングしたビルに設置されてある空調機 16 台を診断した結果、15 台の空調機に問題が発見された。

WBD はまた、ビル全体または（エネルギーを最終的に使用する）サブシステムの性能を高度に監視する、ビル全体の効率モジュールを含む。これは 1 日における時間の関数、1 週間における 1 日の関数、天候状態の関数よりなる消費予測と実際の消費を追跡して行われる。WBD は、これらのデータを用いて、ある基準期間における、過去の実際のシステム性能に基づくモデルを自動的に構成する。そして、システム性能が、過去の性能と比較して、もはや正常でなくなった場合(あるいは、レトロフィットまたは運転管理、O&M、プログラムによって、性能が良くなる場合)にはアラームを発する。約 4~6 週間後に、ツールが単独で自動的に起動して、最初の基準期間中に蓄積してきたフィードバックを提供する。電気やガスの消費センサーは、消費データが利用できるように、基本的に DDC システムに接続すべきである。

この計画では、次の 3 つの状況下で、現在開発している WBD の自動診断ツールを実証する予定である。

- ・カリフォルニアにある単独の A 級オフィスビル専用のオペレータによって行われる。
- ・一人の複合ビルオペレータによって制御された、公共の BACNET 接続型の制御システム基盤を共有している、カリフォルニアにあるビル群で行われる。
- ・契約によってビルと設備のレトロフィットと O&M サービスを供給するエネルギーサービス会社の、第三者的分析によって行われる。

計画 2.5 : 不具合検知と診断に基づくパターン認識

計画目標

システム性能が良好な状態と悪化した状態をグラフで比較して、自動的に不具合を検知、診断するパターン認識技術を開発する。これらの不具合はシミュレーションと実際の現場計測の両方から検知されたものであり、膨大な数の不具合の内容が記されたライブラリーに保管される。

研究

Architecture Energy Corporation は、建物の空気調和(HVAC システム)のコミッショニングと広範な問題の診断をするユーザーを支援するソフトウェア、ENFORMA を開発してきた。このツールは、エコマイザー、VAV 操作、冷凍プラント、そして冷却塔を含むビルシステム全範囲の運転を監視する計測システムを、ユーザーが短期間で設計、設定できるように支援する。また制御システムといった他のデータソースから持ってきたデータを手動で導入することもサポートする。このツールは、一度データが収集されたら、多彩で柔軟性に富んだデータ品質保証、データ集積、データ操作をもって、そしてデータグラフのツールとしてユーザーを支援する。このツールは、これらのシステム性能の良好な状態と悪化した状態を表示した 150 個以上ものグラフを保管するライブラリーも含む。このライブラリーは短期間で集積されたデータを並列に表示して比較できる。これはシステムが正常に運転されているかどうか、正常でないとしたらどのような問題があるのか、ユーザーが結論を導くための支援を行う。

既存のソフトウェアによって具体化される診断機能は、グラフを解釈してその内容について結論を導くために、特に技術者や専門技術を有する他の職種の人によって使用される。コミッショニング代理会社やエネルギーコンサルタントはそのような専門技術を有するのに対し、典型的なビルオペレータは専門技術を有さない。これらのユーザーは悪化した所と修理すべき所について、より本質的な結論を要求する。この計画は必要な比較を自動的にを行い、比較に関する情報をユーザーが一目見ただけで結論を簡単に認識できる形で表示する。

プロジェクト 2.6 : ビル全診断の高度化

計画目標

ビル全診断(WBD)ソフトウェアのビル全エネルギー消費(WBE)コンポーネントは、1 日の時間の関数、1 週間の 1 日の関数、(または時間と関連させたスケジュールの関数)、天候状態の関数からなる消費予測と実際の毎日の消費を追跡して、ビル全体と (エネルギーを最終的に使用する) 主なサブシステムの性能を監視する。これは、実際の過去のビルまたはシステムの性能から経験的なモデルを構築し、それにより性能が過去の性能と比較して、もはや正常でない場合(あるいは、レトロフィットまたは運転管理、O&M、プログラムによって、性能が良くなる場合)、ユーザーに警告する。この計画目標は、下記の可能性において二つの WBE を高度化することである。

- ユーザーが、利用可能な変数(現在では外気温と湿度の二変数のみサポートされている)の中から、2つの非計画的な変数を選択し、選択した2つの変数に基づいて設定された基準に WEB の性能が従うように WEB を修正する。そして、ピーク負荷に関わるユーザーのために、1日毎の結果だけでなく、時間毎の結果を自由に表示できるように修正する。
- このツールに同じ近隣地や同じ気候に属する類似したビル郡からなる同一グループを加えることで、インターネットまたはインターフェイスユーティリティを経由して、ほぼ実時間で表示される現在のビル消費エネルギーと、類似したビル郡の消費エネルギー比較する。

研究

負荷は風、日射強度といった他の予測変数、そして生産性や占有率といった天候と関係ない変数により強く応答するので、ユーザーに外気温や湿度以外の予測変数を選ばせることで、負荷を持つビルや設備への WBE の実用性を伸張できる。これは特に産業用設備と建物、レストラン、大規模小売店、ショッピングモール、そして劇場、公会堂、スタジアムといった集合建築において重要である。昼光や太陽電池、太陽熱利用といった持続型資源を利用する建物にとって重要なことである。自己発電やコージェネレーション資源を利用した建物にとっても重要なことである。

ASERTI ワークショップや他のフォーラムは、ビルのエネルギー消費量が多いのか、少ないのか、それとも平均的なのが理解できる類のビル診断情報に最も高いプライオリティを置くビルのオーナーや管理者からのフィードバックを提供し続けている。オーナーや管理者の実際のビル設計や使用に基づいた何らかの計測手法を開発することは可能だが(例えばシミュレーション)、膨大な量のビル設計情報を収集して入力すると、コストが法外に高くなる。この種のフィードバックを提供する簡単な方法の一つは、同一グループ、すなはち、種類、年代、規模、使用方法に関わるビルのグループを設定することである。改善された運転方法を定量化して突然生じた不具合を検知するために、ビルの現在のエネルギー消費に関する相対効率をプロファイルする。そのため、同一グループ内では、各ビルのプロファイルはグループからビル名が判明しないように並べられる。

最終的に、WBE はその通常の間数を使用して、ビルの全負荷の実測値と、(任意で) 最終消費量の小計を収集する。同一グループを診断する状況にあるユーザーにビルとシステム全体の性能を示すことで、多くのユーザーはエネルギー効率を改善してビルの運転コストを削減するには何をすべきか尋ねることであろう。WBE によって収集された実際の負荷形態の情報は、建物をレトロフィットするための一般的な技術効果を推定し、描写する手法を提供する。このような推定は無論、近似である。しかし、典型的な手法ではあるが、ユーザーに拍車をかけて魅力的な潜在能力を持つビルをさらに調査させるであろう。

プロジェクト 2.7 : ツールの認可

計画目標

診断ツールと、実際のビルで診断ツールを実証する際に必要となる通信ツールを開発するために、既存の信頼のおけるツールを高度化する。

研究

NIST は過去の研究で、FDD テストシェルと VCBT を開発してきた。FDD テストシェルは、ひとつは統合した診断ツールの開発を支援するために開発された。テストシェルは、同時にデータ処理が行える様々な診断ツールにデータを分配するためのプラットフォームを提供する。テストシェルを通して供給されるデータは、シミュレーションモデル、実験装置、テキストファイル、商業用データベース、あるいは実際のビルの EMCS から送られる。後者 2 つのデータソースのインターフェースはまだ開発されていない。VCBT は、シミュレートされたビルを調整する、6 個の VAV ボックスが設置された VAV 空調機のシミュレーションモデルに接続される real BACnet speaking controllers を内蔵しているので、診断ツールの制御テストを行うのに特有の環境である。real BACnet speaking controllers と、AHU・VAV ボックスのシミュレーションモデル間の通信は、データ取得とコントロールシステムを経由して行われる。real BACnet speaking controllers によって決定された制御信号は、次のタイムステップで使うため、シミュレーションモデルに転送される。

市場変動と技術展開

もし建設設備業者と建物管理者がコミッシングと診断の自動化の技術を採用すれば、巨大なエネルギーとコストを削減する機会が、次の 5 年~10 年でカリフォルニアにおいて実現するかもしれない。研究計画のスタートに先駆けて行った、当初の削減量の推定を表 1 に示す。

表 1: コミッショニングと診断の自動化技術により求めた、カリフォルニア州での削減量の推定

プロジェクト NO.	商業ビルストックの推定	適用できる最終用途	推定節約率	1年のうち適用できる月数	推定エネルギー節約量	推定デマンド節約 (MW)	推定コスト節約 (\$M/yr)
2.1	50%	冷房	5%	8	485	111	\$26
2.2	50%	冷房	5%	8	485	111	\$26
2.3	25%	冷房	30%	12	482	165	\$24
2.4	50%	冷房	5%	12	482	111	\$29
2.5	75%	冷房	5%	4	728	249	\$36
2.6	50%	全体	2%	4	747	256	\$37
2.7	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
計					3416	1004	\$186

見積もりは毎年の州全体の負荷 74677GWh/yr、エネルギーコスト 4cents/kWh と\$7/kW に基づいている。平均の負荷に対するピーク負荷の推定の比率は2:1 から 3:1 の範囲である。冷房は州全体における毎年の負荷の 26%にあたり、冷房のエネルギー使用の 1/3 は中央冷却プラントに属するとしている。

一度、コミッショニングと診断の自動化の効率が証明されれば、需要が増し、投資が需要に追従するようになると思われる。この研究計画のカギとなる部分はさまざまな種類のビルと気候区域においてコスト削減の可能性を実証し、文書化することにある。

この計画と LBNL 計画の研究結果はさまざまな業界が利用できる。第一に、研究に関する一般的な情報を公共のウェブサイト上で公開する。Architectural Energy Corporation 社のウェブは <http://aes1.archenergy.com/ceceeb> で、LBNL のサイトは <http://buildings.lbl.gov> で公開する。第二に、AEC と LBNL は、3 ヶ年計画を通じて関わった産業グループに状況説明を行う。第三に、計画の幾つかには、多額の資金を提供している共同出資者がいる。研究結果の成功はかれらによってもたらされ、そして製品とサービスに取り入れられて改善される、と我々は期待している。第四に、開発技術の一部は商業ライセンスを通して利用でき、また公共の場で公開される。商業ライセンスによる売上の一部はカリフォルニアエネルギー委員会に支払われ、公益エネルギーの研究資金を返済する。

上記のウェブサイトに加え、以下のメールアドレス、電話番号から筆者にコンタクトを取っていただくと助かります。

Vernon Smith, vsmith@archenergy.com 303-444-4149
 Bryan Alcorn, balcorn@energy.state.ca.us 916-654-4222